

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**Análisis de oro y plata de muestras minerales de la planta
concentradora en la empresa minera PALTARUMI S.A.C.**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título
profesional de:

Ingeniero Químico

Presentado por:

Bach. Rober Cisneros Nuñez

Asesor:

Mtro. Abraham Fernando Trejo Espinoza

Ayacucho - Perú

2024

DEDICATORIA

Esta obra está dedicada en primer lugar a Dios. A mi familia por su amor incondicional y por acompañarme en cada paso de este camino. A todos aquellos que me apoyaron, mi gratitud eterna.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, a mi Escuela Profesional de Ingeniería Química por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y culminar mis estudios.

Agradezco sinceramente a la empresa PALTARUMI S.A.C por brindarme la oportunidad de realizar mi informe de experiencia profesional en un ambiente tan enriquecedor y colaborativo. Su apoyo y orientación han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo, y valoro enormemente la confianza que han depositado en mí. Estoy agradecido por la invaluable experiencia adquirida y por el impacto positivo que ha tenido en mi formación académica y profesional. Gracias por ser parte de este importante capítulo de mi vida.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todos los que me apoyaron durante la elaboración de este informe. A mi asesor por su orientación experta y paciencia. Este logro no habría sido posible sin ustedes.

RESUMEN

La minería es una actividad industrial que extrae selectivamente minerales sólidos de la corteza terrestre y los transforma en materias primas y/o productos para satisfacer la necesidad de abastecimiento de materiales para el desarrollo de la sociedad humana. PALTARUMI S.A.C. es una empresa peruana, dedicado a la adquisición y procesamiento de oro 100 % trazable y minerales polimetálicos de la minería artesanal, pequeña y mediana.

En el presente informe se desarrolla el proceso de determinación de oro y plata que se lleva a cabo en el laboratorio químico de la minera PALTARUMI S.A.C. Inicia con la recepción, procesamiento y almacenamiento de las muestras de la Planta Concentradora, que llegan en dos turnos de muestreo, y las muestras diarias de Geología, que llegan al laboratorio según un calendario establecido. Los métodos utilizados es el análisis de muestra por vía seca, método Newmont para Au (determinación de Au grueso), método Chidi para soluciones cianuradas Au y Ag y el análisis gravimétrico para Au y Ag.

Las temperaturas de 850 °C, 950 °C y 1050 °C son las temperaturas finales a las que se lleva a cabo el proceso de fundición para producir el regulo y la escoria a 950 °C, el regulo se introducirá en el proceso de copelación. El plomo será absorbido por esta copela, dejando el dore en su interior, dependiendo de su peso, se utiliza la partición gravimétrica o el método combinado para determinar sus leyes se utiliza el equipo de Absorción Atómica (VARIAN 240). De acuerdo con los requisitos de calidad, se emiten los informes de resultados a los clientes internos de diversos departamentos de la organización.

Las auditorías internas verifican la calidad de nuestros análisis dos veces al año mediante un examen de control interno de las muestras ciegas. Como parte de nuestros objetivos de mejora continua, planeamos iniciativas para lograr la acreditación de los parámetros que ejecutamos.

Palabras clave: Análisis químicos en minería, control de calidad, procesos químicos de mineral aurífero, análisis de minerales, concentrados.

ABSTRACT

Mining is an industrial activity that selectively extracts solid minerals from the Earth's crust and transforms them into raw materials and/or products to satisfy the need to supply materials for the development of human society. PALTARUMI S.A.C. is a Peruvian company, dedicated to the acquisition and processing of 100% traceable gold and polymetallic minerals from artisanal, small and medium-sized mining.

This report develops the gold and silver determination process carried out in the chemical laboratory of the mining company PALTARUMI S.A.C. It begins with the reception, processing and storage of samples from the Concentration Plant, which arrive in two sampling shifts, and the daily Geology samples, which arrive at the laboratory according to an established schedule. The methods used are dry sample analysis, Newmont method for Au (determination of thick Au), Chidi method for cyanide Au and Ag solutions and gravimetric analysis for Au and Ag.

The temperatures of 850 °C, 950 °C and 1050 °C are the final temperatures at which the smelting process is carried out to produce the regulo and the slag at 950 °C, the regulo will be introduced into the cupellation process. The lead will be absorbed by this cup, leaving the dore inside, depending on its weight, the gravimetric partition or the combined method is used to determine its grades, the Atomic Absorption equipment (VARIAN 240) is used. In accordance with quality requirements, results reports are issued to internal clients from various departments of the organization.

Internal audits verify the quality of our analyzes twice a year through an internal control review of blinded samples. As part of our continuous improvement objectives, we plan initiatives to achieve accreditation of the parameters we execute.

Keywords: Chemical analysis in mining, quality control, chemical processes of gold ore, mineral analysis, concentrates.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I	1
ASPECTOS GENERALES	1
1.1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA INDUSTRIAL.....	1
1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	2
CAPÍTULO II	7
FUNDAMENTOS TEÓRICO CIENTÍFICOS	7
2.1. ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA EMPRESA MINERA PALTARUMI S.A.C.	7
2.2. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA EN LA EMPRESA MINERA PALTARUMI S.A.C	7
2.3. FLOWSHEET DE LA PLANTA DE CIANURACION PALTARUMI S.A.C	8
2.4. ANÁLISIS EN LA EMPRESA MINERA PALTARUMI S.A.C.	11
2.4.1. Protocolo de Análisis de Minerales	11
2.4.2. Análisis de Muestra por Vía Seca	17
CAPÍTULO III	29
APORTES O CONTRIBUCIONES	29
3.1. IMUESTREO Y PREPRACIÓN DE LA MUESTRA PARA EL ANALISIS	29
3.1.1. Secado de mineral	29
3.1.2. Chancado mineral grueso	31
3.1.3. Homogenizado y Cuarteado de Muestras	34
3.1.4. Pulverizado de muestras.....	37
3.1.5. Homogenizado y Cuarteado de Finos	40
3.1.6. Determinación de humedad en muestras.....	42

3.1.7. Determinación de humedad en carbón activado	45
3.1.8. Calcinación de carbón activado	49
3.1.9. Tamizado para ensayo Newmont.....	51
3.1.10. Determinación de oro y plata por vía seca	53
3.1.11. Determinación de oro y plata en muestras metálicas	58
3.1.12. Pesado de muestras carbón	61
3.1.13. Fusión de muestras	63
3.1.14. Copelación de muestras	66
3.2. RESULTADOS.....	69
3.3. APORTES Y CONTIBUCIONES	74
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXOS.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Minera PALTARUMI S.A.C.....	2
Figura 2 Ubicación geográfica de la minera PALTARUMI S.A.C.	3
Figura 3 Personal de la minera PALTARUMI S.A.C.	4
Figura 4 Personal de laboratorio de la minera PALTARUMI S.A.C.....	4
Figura 5 Organigrama de la Unidad de PALTARUMI S.A.C.	5
Figura 6 Charla de seguridad en el laboratorio.....	6
Figura 7 Flujograma de la planta de procesamiento de minerales PALTARUMI S.A.C.....	9
Figura 8 Planta de procesamiento PALTARUMI S.A.C.	11
Figura 9 Muestreo por lotes.....	12
Figura 10 Lotes para blendig previo al muestreo.....	12
Figura 11 Preparación de la muestra previo al muestreo	13
Figura 12 Seccionamiento de puntos para hacer el muestreo	13
Figura 13 Procedimiento de cuarteo del muestreo	14
Figura 14 Lotes para el análisis.....	17
Figura 15 Botón de oro.....	18
Figura 16 Crisoles para fundición	23
Figura 17 Doré para ataque químico	26
Figura 18 Pulverizado del mineral	31
Figura 19 Secuencia del homogenizado utilizando un cuarteador de Jones.....	35
Figura 20 Secuencia de cuarteo utilizando un cuarteador de JONES	36
Figura 21 Preparación de la muestra	37
Figura 22 Balanza para la determinación de humedad.....	44
Figura 23 Recepción del carbón.....	47
Figura 24 Determinación de la humedad del carbón	48
Figura 25 Fundición - copelación.....	56
Figura 26 Colado de fundición.....	58
Figura 27 Área de fundición de laboratorio	66
Figura 28 Checklist para recepción de muestras.....	75
Figura 29 Checklist para pesados de muestras.....	76
Figura 30 Registro de charla de seguridad en hábitos seguros	79
Figura 30 Registro de charla de seguridad ambiental, calentamiento global	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Medidas de los límites superiores e inferiores del análisis	18
Tabla 2 Dosificación para el análisis de oro.....	50
Tabla 3 Dosificación para el análisis de plata	50
Tabla 4 Cantidad de muestra para el análisis.....	55
Tabla 5 Informe de ensayo químico	69
Tabla 6 Resultados campaña 764 por lotes	70
Tabla 7 Resultados campaña 764 de carbón	71
Tabla 8 Resultados campaña 767 por lotes	72
Tabla 9 Resultados campaña 767 de carbón	73

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Planta PALTARUMI SAC	84
Anexo 2 Inicios PALTARUMI SAC	85
Anexo 3 Recepción y pesado de minerales.....	85
Anexo 4 Dosificación de mineral	86
Anexo 5 Mineral para fundición	86
Anexo 6 Fundición de barras de oro PALTARUMI SAC	86
Anexo 7 Barras de oro	87
Anexo 8 Muestras pulverizadas.....	88
Anexo 9 Área de fundición laboratorio.....	88
Anexo 10 Fundente.....	88
Anexo 11 Botón de oro.....	89
Anexo 12 Microbalanza para determinación de humedad	89
Anexo 13 Equipo de Absorción atómica Perkin Elmer.....	90
Anexo 14 Solución filtrada lista para el análisis químico por absorción atómica	90
Anexo 15 Transporte de barras.....	91

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Cobre, es un elemento químico de símbolo Cu y número atómico 29. Pertenece a los metales de transición. Pertenece a los metales de transición y es un importante metal no ferroso. Es el metal más utilizado por sus propiedades químicas, físicas, mecánicas y eléctricas. También fue uno de los primeros metales utilizados. La mayor parte del suministro mundial de cobre procede de minerales sulfurados, como la calcosina, la covelina, la calcopirita y la bornita.

Reducción, es un fenómeno electroquímico por el que un átomo o ion adquiere electrones, lo que provoca una disminución de su estado de oxidación, que es el opuesto a la oxidación.

Copelación. Proceso de oxidación del plomo metálico, los metales nobles son separados del regulo de plomo, que es absorbido por la copela, por el principio de capilaridad.

Régulo. Botón de plomo que contiene los metales nobles colectados su peso varía de 30 a 60 g.

Litargirio. Es un mineral de la clase de los minerales óxidos cuya fórmula química corresponde al óxido de plomo (II), PbO.

Mezcla fundente. Es un reactivo compuesto por óxido de plomo, carbonato de sodio, bórax y sílice.

Fundición. Proceso por el cual se fusiona la muestra por el efecto de la temperatura y la mezcla fundente.

Oro libre. Son pepitas de oro diseminadas en una muestra geológica o concentrado, que causan heterogeneidad en la misma.

Encuarte. La inclusión de la plata en el ensaye del material para ayudar en el proceso de separación del oro de la plata.

Doré. Aleación de plata y oro producida por copelación.

INTRODUCCIÓN

La minería en Perú es una actividad económica importante que ha sido parte de la historia del país durante siglos. El Perú es uno de los principales productores de metales como el cobre, el oro, la plata y el zinc a nivel mundial. Sin embargo, la industria minera en Perú también ha enfrentado desafíos en términos de impacto ambiental y social.

Según el Banco Mundial (2021), respecto a la evolución de la industria minera en el mundo, señala:

La evolución de la industria minera muestra hechos y datos incontestables que han perfilado sus fortalezas. Entre ellos el sostenido y elevado nivel de inversión tanto en exploración como en explotación, el incremento de los volúmenes de producción polimetálica liderada por el cobre, con presencia de norte a sur en la mayoría de las regiones del Perú, un significativo número de grandes proyectos y de grandes empresas nacionales e internacionales con un alto número de miembros del ICMM, el nivel de exportaciones y su contribución a las finanzas públicas, a la inversión pública en los distritos mineros vía canon y dinamizando de manera importante la actividad económica privada formal en áreas rurales remotas. Estas características hacen de la minería peruana un jugador de primer orden en la minería mundial, y posiciona al Perú como un país de expectativa para continuar atrayendo inversiones que aseguren el suministro de minerales para cubrir la alta demanda global de minerales en las próximas dos a tres décadas.

Según el Banco Mundial (2021), respecto a la minería en la estructuración de la economía, señala:

La minería ha tenido un papel fundamental en la estructuración de la economía del Perú desde tiempos ancestrales. Tras la dura crisis económica, social y política que el país experimentó durante la década de 1980, las reformas estructurales de liberalización económica de los 90s ayudaron a revertir ese entorno. La minería ha sido un sector esencial en esta recuperación que ha conducido al Perú a ser uno de los países de mayor inversión minera, crecimiento y mayor estabilidad económica en la región.

En el presente informe se describe el funcionamiento del Laboratorio Químico de la Unidad Operativa de PALTARUMI S.A.C. Se centra en la determinación de la calidad del oro y la plata de las muestras mediante el método Fire Assay y por Absorción Atómica. Los controles de calidad están de acuerdo con la Norma NTP-ISO/IEC 17025:2017 (Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración), y se cumplen todas las herramientas de gestión que se requieren para este tipo de trabajos. Se sigue el procedimiento de trabajo desde la entrada de la muestra a la zona de preparación de muestras, fundición, copelado y ataque químico.

Basándose en experiencias anteriores, se ha puesto en marcha un procedimiento más eficaz para la evaluación del cuidado del medio ambiente y la calidad del oro y plata.

Los objetivos son los siguientes:

- Desarrollar servicios relacionados a la formación profesional de ingeniería química, específicamente en el ámbito del análisis de oro y plata en minerales en la empresa PALTARUMI SAC, referidos a evaluación y reporte de resultados, de muestras almacenadas, instalaciones de lixiviación y proceso de desorción, carbones de control, bullones de barras de doré y pruebas metalúrgicas; método Newmont para Au (determinación de Au grueso); método Chidi para soluciones cianuradas Au y Ag; análisis gravimétrico para Au y Ag; método combinado de Au, análisis de carbones de control y de cosecha; análisis de bullones y lectura de soluciones cianuradas por absorción atómica.
- Adquirir y demostrar la capacidad teórica y práctica en la aplicación de los protocolos de análisis de minerales en los términos de: muestreo de mineral / cuarteo con un cortador en cruz; muestreo de relave/material tratado; preparación de muestra; recepción de mineral; análisis de muestra y control de calidad en los minerales procesados por la empresa PALTARUMI SAC como: pirrotita ($\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}$); mmarcasita (FeS_2); alcopirita (CuFeS_2); electrum (Au nativo); pirarguirita (Ag_3SbS_3) y esfalerita (ZnS).
- Lograr capacidad de reflexión crítica sobre las competencias adquiridas durante la formación profesional de ingeniería química y la relación en el centro laboral de la empresa PALTARUMI SAC de manera que se aporte en la mejora de la organización del laboratorio químico con la implementación de

registros de control, checklist y plantillas de trabajo en las diferentes áreas de trabajo: área de preparación de muestras; área de pesado y dosificación; área de secado y calcinado; área de fundición y copelación; área de ataque químico; área de absorción atómica y área pesada de Au y Ag.

- Realizar actividades de seguridad y medio ambiente teniendo en cuenta que es esencial que los trabajadores estén informados, reciban formación y participen en la preparación y aplicación de medidas de seguridad y salud e IPERC en las actividades del análisis en el laboratorio químico de la empresa PALTARUMI SAC; así como conseguir conciencia en los trabajadores de laboratorio la interacción entre el medio ambiente y la seguridad de manera que la seguridad ambiental permita evaluar, controlar y revertir las amenazas a los ecosistemas.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA INDUSTRIAL

Según Auqui (2024), respecto a la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

Forma jurídica. Sociedad anónima cerrada; *RUC.* 20548370840; *Campo de actividad.* Planta de Beneficio; *Sector.* Minería; *Sede fiscal.* Av. 28 de julio N° 755 - Miraflores - Lima – Perú; *Jefe de laboratorio,* Elmo RUBIO RAMOS.

PALTARUMI S.A.C. es una empresa peruana con un sólido plan de acción de crecimiento, sustentado en los resultados concretos obtenidos en los últimos años. Nos dedicamos a la adquisición y procesamiento de mineral aurífero y polimetálico 100 % trazables provenientes de la minería artesanal, pequeña y mediana. Utilizamos tecnologías industriales que aseguran la rentabilidad, maximizan los recursos y preservan el medio ambiente.

PALTARUMI desarrolla sus operaciones en el sector minero combinando el empleo de tecnología de moderna con un estricto control de la seguridad y salud ocupacional y de procesos, la conservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible de las comunidades. Nuestro objetivo es contribuir al desarrollo del área de influencia de la región en la que se realiza operaciones y al desarrollo del Perú en su conjunto.

1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Según Loaiza (2024), respecto a la ubicación geográfica de la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

La Planta de Beneficio de la Empresa PALTARUMI S.A.C realiza sus operaciones a una altura de 100 msnm se sitúa en la explanada de la comunidad campesina de Pararin, distrito de Paramonga, provincia de Barranca del departamento de Lima. El acceso a la Planta de Beneficio se realiza por vía terrestre partiendo desde Lima, siguiendo la Panamericana en dirección Norte, hasta la ciudad de Barranca, de aquí se continua con la Panamericana hasta llegar al km 221,30, donde se localiza la Unidad de Peaje Huarmey. Desde aquí se recorren 800 m hasta un desvío a la derecha y a una distancia de 600 m esta área del proyecto. Se estima un tiempo de viaje de 3 horas con 30 minutos.

En la figura 1 se muestra una vista panorámica de la minera *PALTARUMI S.A.C.*

Figura 1

Minera PALTARUMI S.A.C.



Con las coordenadas de la concesión se puede ver en los mapas de zonas restringidas del INGEMMET, que la planta de Beneficio no se encuentra en la zona de amortiguamiento de una Área Natural Protegida (ANP).

Figura 2

Ubicación geográfica de la minera PALTARUMI S.A.C.



1.3. VISIÓN

Según Auqui (2024), respecto a la visión de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

Operar explotaciones mineras modernas y eficaces que maximicen la utilización de los recursos y sitúen a la empresa en el cuartil inferior de los costos de producción.

1.4. MISIÓN

Según Auqui (2024), respecto a la misión de la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

Ser una empresa minera altamente lucrativa y eficiente que garantice el crecimiento y la continuidad del negocio mediante el desarrollo de sus recursos con estándares de primer nivel, excelentes recursos humanos y cuidado del medio ambiente.

1.5. ORGANIZACIÓN

La Unidad de PALTARUMI S.A.C está organizada de la siguiente manera:

Gerente de Producción; Jefe de Mantenimiento; Jefe de Administración de Fábrica; Jefe de Turno; Jefe de Control de Calidad y Personal de Planta

En la figura 3 se muestra al personal de la minera *PALTARUMI S.A.C.*

Figura 3

Personal de la minera PALTARUMI S.A.C.



En la figura 4 se presenta al personal de laboratorio de la minera *PALTARUMI S.A.C.*

Figura 4

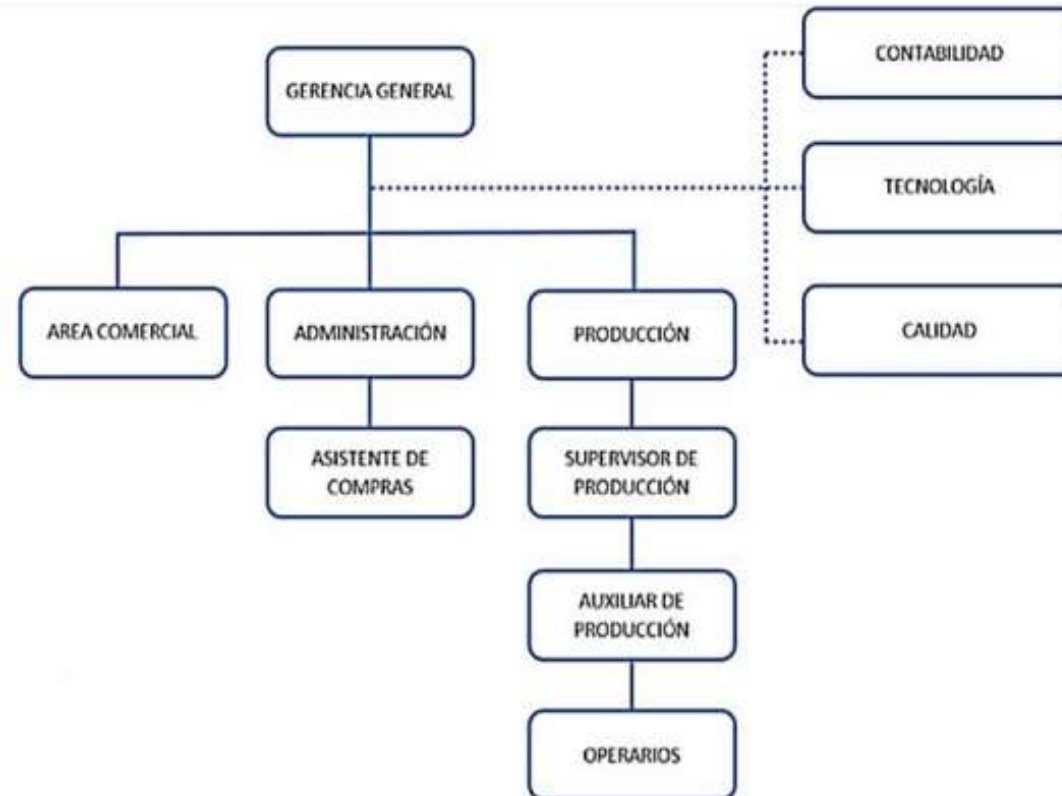
Personal de laboratorio de la minera PALTARUMI S.A.C.



El organigrama de la Unidad de *PALTARUMI S.A.C* es el siguiente.

Figura 5

Organigrama de la Unidad de PALTARUMI S.A.C.



Nota: Tomado de la Empresa PALTARUMI S.A.C

1.6. PRODUCTOS DE LA EMPRESA

Según Loaiza (2024), respecto a los productos de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

La planta de Beneficio PALTARUMI S.A.C. tiene una capacidad de 50 TMS, diseñada para llevar a cabo la cianuración de minerales auríferos oxidados y sulfurados por agitación con carbón activado en pulpa (proceso de carbón en pulpa (CIP) y proceso de carbón en lixiviación (CIL)). Después de varios días de operación el carbón cargado en oro y plata, efectuada la cosecha, se lleva a la ciudad de Lima para llevar a cabo la desorción y se obtiene un producto final de barra de oro con una pureza de 50 % en promedio.

1.7. ANÁLISIS QUÍMICO EN LA EMPRESA MINERA

En los laboratorios de la empresa minera PALTARUMI S.A.C. se lleva a cabo el análisis de muestras por vía seca, método aplicable para la determinación de los metales de oro y plata en minerales con presencia de plata y oro libre.

El protocolo de análisis de minerales es el siguiente:

- Muestreo de mineral / cuarteo con un cortador en cruz.
- Muestreo de relave/material tratado.
- Preparación de muestra.
- Recepción de mineral.
- Análisis de muestra.
- Control de calidad.

Figura 6

Charla de seguridad en el laboratorio



CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICO CIENTÍFICOS

2.1. ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA EMPRESA MINERA PALTARUMI S.A.C.

Mi desempeño profesional comenzó en la empresa minera PALTARUMI S.A.C. realizando análisis químicos para el procesamiento de oro y plata, como se explica a continuación.

Según Auqui (2024), respecto a las actividades de la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

Evaluación y reporte de resultados, de muestras almacenadas, instalaciones de lixiviación y proceso de desorción, carbones de control, bullones de barras de doré y pruebas metalúrgicas; método Newmont para Au (determinación de Au grueso); método Chidi para soluciones cianuradas Au y Ag; análisis gravimétrico para Au y Ag; método combinado de Au; análisis de carbones de control y de cosecha; análisis de bullones y lectura de soluciones cianuradas por absorción atómica.

2.2. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA EN LA EMPRESA MINERA PALTARUMI S.A.C

Según Auqui (2024), respecto al procesamiento de minerales de la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

Ubicada en la comunidad campesina de Pararin, distrito de Paramonga, provincia de Barranca, departamento de Lima, la planta de lixiviación de PALTARUMI S.A.C. opera dentro de la concesión minera "Karim 20" a una altura de 100 metros sobre el nivel del mar en la intercuenca 137593 (Pararin). La empresa minera PALTARUMI S.A.C., procesa minerales con la presencia de: Pirrotita ($\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}$); Pirita (FeS_2); Chalcopirita (CuFeS_2); Electrum (Au nativo); Pirarguirita (Ag_3SbS_3) y Blenda (ZnS).

Según Auqui (2024), respecto a la producción de la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

La empresa minera PALTARUMI S.A.C., produce alrededor de 1000 onzas de oro anuales, principalmente originadas de: La planta de cianuración de mineral aurífero funciona a una capacidad diaria de 50 toneladas métricas, abasteciéndose de actividades mineras artesanales y de pequeña escala. Este suministro procede principalmente de las inmediaciones del proyecto y de otras regiones del norte de Perú, a través de la compra de vetas de mineral. Entre 2013 y 2014, la empresa minera Paltarumi S.A.C. invirtió aproximadamente US\$ 800 000.00 de sus accionistas en construcción, puesta en marcha de la planta y exploración minera. La empresa planea utilizar estas inversiones para ampliar su producción a 2000 onzas por año a mediano plazo (período 2014), El caudal que llega a la sección de estériles es de 4,34 metros cúbicos por hora, con una densidad de 1,300 gramos por litro y el mineral procesado en la planta de beneficio procede de varios proveedores, algunos de los cuales suministran mineral en pequeñas cantidades. Esto hace necesaria la trituración por separado para obtener muestras, realizar ensayos y llegar a un acuerdo con el proveedor (a efectos de comercialización).

2.3. FLUJOGRAMA DE LA PLANTA DE CIANURACION PALTARUMI S.A.C

En la figura 3 se muestra el flujograma de la planta de procesamiento de minerales PALTARUMI S.A.C - 50 TMSD.

Figura 7

Flujograma de la planta de procesamiento de minerales PALTARUMI S.A.C.



Nota. Se presenta el diagrama de flujo, a través del flujograma que está constituida de 21 procesos en dos circuitos de PALTARUMI S.A.C.

Según Auqui (2024), respecto al procesamiento de minerales en la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

El diagrama de flujo se desarrolla de la siguiente manera: La carga mineral de la compuerta de material grueso se introduce mediante un dispositivo de

alimentación continuo y transportado a la sección de chancado. La introducción de cal al mineral de mayor tamaño se realiza debido a la cantidad considerable necesaria y por la facilidad de incorporación. Una rejilla fija separa el material con un tamaño de menos 1 pulgada delante de la trituradora de mandíbulas, que está conectada en circuito abierto con una criba vibratoria de dos pisos de 3 por 6 pies y una trituradora de cono de 3 pies. El nivel superior de la criba de 3 por 6 pies divide la fracción inferior a media pulgada. El material triturado se transporta a las tolvas de finos mediante una cinta transportadora estacionaria. Si es necesario aumentar la capacidad de la planta, existe la opción de almacenar el material en tolvas adicionales. El mineral procedente de depósitos finos se suministra a cada uno de los molinos de bolas de 5' x 8' mediante un sistema de velocidad variable. Los molinos de bolas funcionan en circuito cerrado con los clasificadores en espiral de 36'. La descarga de cada clasificador se compone de partículas de tamaño inferior a 100 mallas, que representan el 95 % del volumen total. El lodo, con un contenido sólido del 25 %, se transporta por fuerza gravitatoria a espesadores que tienen un diámetro de 30 pies y una altura de 8 pies. El material sobrante del espesador, junto con la solución concentrada, se dirige a la planta de precipitación situada debajo del molino. El efluente de cada espesador se dirige a un sistema de lixiviación de tres tanques con dimensiones de 16 pies de diámetro y 14 pies de altura. La pulpa del tercer agitador se envía al espesamiento inicial en un sistema de lavado en contracorriente que consta de cuatro espesadores de doble compartimento. Cada compartimento está conectado a una bomba para garantizar una gestión eficaz de los lodos entre los espesadores. El caudal reducido del cuarto espesador se envía a dos filtros de disco de 6' x 4 mediante bombeo. El residuo sólido, conocido como torta de filtración, se rehidrata y se traslada a una alta concentración al depósito de estériles. Se introduce agua en la cámara de espesamiento para reponer el agua que se ha perdido como resultado de la evaporación y la humedad presente en la torta de filtración. El agua de la balsa de estériles, que incluye cianuro, se reutiliza como agua de lavado en los espesadores o como agua de proceso en la planta.

Figura 8

Planta de procesamiento PALTARUMI S.A.C



2.4. ANÁLISIS EN LA EMPRESA MINERA PALTARUMI S.A.C.

2.4.1. Protocolo de análisis de minerales

a. *Muestreo de mineral*

Según Auqui (2024), respecto al muestreo en el análisis de la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

Verificar que el lote esté identificado con un letrero, antes de iniciar con el proceso de muestreo se deben tener las herramientas limpias y en buen estado en el lugar de muestreo, El muestrero deberá lavar su lona y sus herramientas con el mismo mineral a muestrear y El personal muestrero inicia tomando la muestra en todo el contorno del lote con un distanciamiento de 1 metro entre los puntos de muestreo tal como se observa en el gráfico.

En la figura 9 se presenta el muestreo por lotes.

Figura 9

Muestreo por lotes



En la figura 10 se muestra los lotes para blending previo al muestreo.

Figura 10

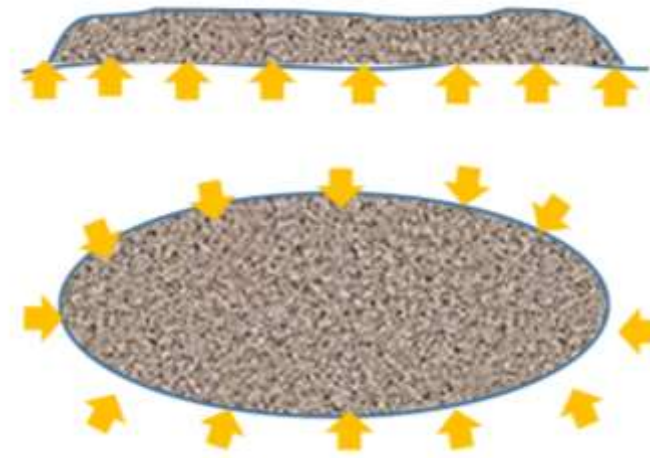
Lotes para blendig previo al muestreo



En la figura 11 se muestra el procedimiento de muestreo.

Figura 11

Preparación de la muestra previo al muestreo



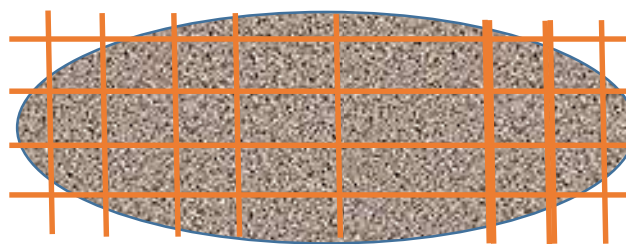
Nota. En la figura se muestra la forma adecuada de expandir el lote.

Según Auqui (2024), respecto a la preparación de la muestra en el análisis de la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

Luego iniciar con el muestreo superficial del lote con un distanciamiento de 1 metro entre cada punto de muestreo, tal como se observa en la figura (intersección de la línea horizontal y vertical).

Figura 12

Seccionamiento de puntos para hacer el muestreo



Nota. En la figura se realiza puntos imaginarios para hacer el muestreo homogéneo.

Según Auqui (2024), respecto a los puntos de muestreo en el análisis de la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

Luego se realiza el muestreo en profundidad del lote excavando un hoyo con una pala en el mismo punto de muestreo superficial y extraer la muestra con una pala de la parte inferior, acumular en balde o carretilla; toda la muestra acumulada en balde/carretilla se traslada sobre una manta de homogenización, con ayuda de una pala se realiza el movimiento de toda la muestra formando un cono, las paladas siempre colocar sobre la parte superior del cono para que se distribuya uniformemente alrededor del cono de muestra, esta tarea se realiza dos veces; se realiza el cuarteo con un cortador en cruz, las partes opuestas se descartan y las otras dos partes quedan para continuar con el proceso de reducción de muestra hasta tener aproximadamente 20 kg.

Figura 13

Procedimiento de cuarteo del muestreo



Nota. Las figuras muestran el procedimiento detallado del muestreo y cuarteo.

b. Muestreo de relave/material tratado

Según Auqui (2024), respecto al muestreo de relave/material tratado en el análisis de la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

Cuando la muestra esté lista para el muestreo se realiza con la pluma realizando sobre el material trazando en forma cuadrangular y en cada intersección realizar el muestreo asegurando que el muestreador llegue hasta

el piso, luego se da una vuelta de 180° y se retira la pluma con la muestra, descargar la muestra sobre la carretilla; realizar la homogenización de la muestra con ayuda de una pala de un lado hacia otro, cuando esté homogenizado realizar el corte con un cuarteador manual, las 2 partes se toman para trasladar a laboratorio químico y las otras dos partes se descartan devolviendo a la ruma de relave.

c. Restricciones

Según Auqui (2024), respecto a las restricciones en el análisis de la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

No debe realizar el trabajo el personal no autorizado, ni capacitado; se debe realizar el muestreo de mineral previamente disminuido el tamaño de muestra en la chancadora de quijada de la planta; no se debe realizarse el trabajo si no se han elaborado las herramientas de gestión; no debe realizar el trabajo el personal que no cuente con sus EPPs respectivos y no más aún utilizar accesorios, equipos, herramientas en mal estado.

d. Preparación de muestra

Esta labor está a cargo del supervisor de muestreo, muestrero y preparador de muestras.

e. Equipos de protección personal

Según Auqui (2024), respecto a los equipos de protección personal en el análisis de la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

Atuendo integral con bandas reflectantes, dispositivo para la protección auditiva, gafas de protección, guantes aluminizados, guantes de cuero / badana, manoplas de material nitrílico, máscara facial de media cobertura con filtros para partículas y vapores, protector tipo Jockey con barbiquejo y zapatos con punta de acero.

f. Equipos, herramientas, materiales

Según Auqui (2024), respecto a los equipos de protección personal en el análisis de la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

Baldes de 20 L, bandeja metálica de recepción 20 kg, bolsa de muestreo, cortador en cruz, escoba de nylon, estufa de secado (marca: USAMED, modelo: DHG-9053A), manta de jebe, molino polveador (marca: 911 METALLURGIST, modelo: GJ-I), pala metálica y sacos mineros.

g. Procedimiento

Según Auqui (2024), respecto al procedimiento en el análisis de la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

El personal asignado al muestreo deberá coordinar el trabajo con el Supervisor de Muestreo y/o jefe de Laboratorio Químico – Metalúrgico; utilizar en todo momento el EPP (básico y/o especial) para el desarrollo del trabajo; realizar el checklist de los equipos, herramientas y materiales que va a usar en el trabajo. (de corresponder); el jefe de Laboratorio y/o responsable debe entregar la orden de trabajo al personal que realiza el trabajo; el personal asignado para el muestreo debe realizar el IPERC continuo antes de inicio de sus labores, el mismo que debe tener el visto bueno del supervisor responsable de la actividad; es fundamental garantizar que la zona laboral se encuentre en condiciones de limpieza, organización y sin obstrucciones.

h. Recepción de mineral

Según Auqui (2024), respecto al procedimiento de recepción de mineral en el análisis de la Planta de la Empresa PALTARUMI S.A.C., señala:

El lote muestreado debe registrarse la fecha y hora de ingreso, tipo de muestra y la identificación del lote en el formato de determinación de humedad FOR-LAB-03, de la muestra total tomar una porción de muestra para determinar la humedad, realizar el secado de toda la muestra en bandejas de acero inoxidable a una temperatura de 105 °C +/- 5 °C hasta que esté completamente seco, luego retirar y enfriar. Esto durara 1 h y 30 min. Sacar y dejar enfriar por un tiempo de 20 min; realizar la limpieza de la chancadora quijada con aire comprimido y cuarzo, una vez limpio la chancadora quijada procedemos a chancar el mineral (2 veces) hasta obtener el tamaño de partícula requerida para la pulverización; obtendremos una malla entre 70 a 85 % este proceso durara 10 min aproximadamente, luego de obtener el mineral chancado

pasamos a mantee el mineral hasta que quede completamente homogenizada y procederemos a muestrear por incremento obteniendo 1 bolsas de 2 kg aproximadamente para su previa pulverización. Dicho proceso será de 15 min aproximadamente, luego verificar que el plato de anillos de la pulverizadora se encuentre limpia o sino proceder a la limpieza con cuarzo o sílice fino; echar al plato aproximadamente 250 g luego proceder a la pulverización por 5 min. Este proceso nos tomara un tiempo de 1 h y 30 min y una vez pulverizada la muestra proceder a homogenizar y tomar muestras en 4 bolsas destinadas para cliente, laboratorio químico, metalúrgico y dirimencia, cuyo proceso nos tomara un tiempo de 30 min.

Figura 14

Lotes para el análisis



i. Restricciones

No realizará el trabajo personal no capacitado ni autorizado, no se realizará el trabajo si no se han elaborado las herramientas de gestión, no se realizará el trabajo, si el trabajador no cuente con sus EPPs respectivos. Y no utilizar equipos, herramientas ni accesorios en mal estado.

4.4.2. Análisis de muestra por vía seca

Alcance. Este método es aplicable para la determinación de oro y plata en

minerales con presencia de plata y oro libre.

Tabla 1

Medidas de los límites superiores e inferiores del análisis

Análisis	Magnitud	Tope Inferior	Máximo límite
Oro	ppm	0,030	10
Plata	ppm	0,060	60000

Nota. Está tabla muestra los límites de análisis.

Principio. El procedimiento consiste en determinar los pesos de una muestra que ha sido sometida inicialmente a una separación por malla. Ello se debe a la presencia en la muestra de residuos de Au y Ag no ligados, que no están distribuidos uniformemente. Sin embargo, el proceso previo de preparación de la muestra puede ayudar a reducir los efectos negativos de la dispersión desigual del material precioso. Las partes denominadas gruesas (+ malla) y finas (- malla) se tratan por separado a fundir, y poder reunir metales nobles, incluidos los metales del grupo Pt, Ag y Au. En el proceso de fundición es la parte reducida del PbO de la mezcla fundente forma un regulo, o botón, mientras que el PbO restante oxida las impurezas de metal se combinan con los óxidos metálicos para generar compuestos plomados. La fundición se aísla de la parte preciosa pasándola por una copela de magnesita, que la oxida y absorbe hasta el 90 % junto con ciertas impurezas metálicas y es volatilizado ya sea como PbO o en la configuración de Pb_2O_3 , durante la etapa de copelación, se genera un botón resistente a la oxidación compuesto por metales preciosos, comúnmente denominado doré.

Figura 15

Botón de oro



Estos metales se separan mediante ataque ácido, como el ácido nítrico, en crisoles de porcelana forma AgNO_3 ambos en solución, dejando decantar el oro metálico que contenga; el aureato enjuague con agua, tratamiento con una solución de amoníaco, proceso de secado y posterior calcinación.

Normas y/o documentos de referencia

- JIS M 8111:1963 Método para determinar la cantidad de plata y oro en los minerales.
- ISO 10378: 2016 Para determinar oro y plata
- NORMA ASTM B 562 Necesidades de oro refinado.
- NORMA ASTM E 50 Procedimientos relativos a las medidas de seguridad, los reactivos y el equipo utilizados en el análisis químico de metales.
- NORMA ASTM E135 Palabras utilizadas en el examen químico de materiales afines, minerales y metales.
- NORMA ASTM E 882 Guía en lo que respecta al control de calidad en el análisis químico de metales.

Materiales y equipos

- Fundidor térmico
- Horno para el proceso de copelación (Marca: 911 Metallurgist, Modelo: DE100CF)
- Báscula microscópica con una sensibilidad de 0,001 mg
- Báscula de precisión con una sensibilidad de 1 mg
- Pinza especializada para la fundición
- Sujetador específico para la etapa de copelación
- Guante recubierto de aluminio
- Delantal con capa de aluminio
- Una careta
- Respirador para gases metálicos
- Molde para lingote de hierro
- Escritorio metálico
- Martillo

- Yunque
- Copela Magnesita # 7C
- Crisol refractario de 40 g
- Alicate plano
- Crisoles de porcelana 25 mL
- Tubos de vidrio de 5 y 10 mL
- Laminadora

Reactivos

- Solución de ácido nítrico (65 - 70 %) (Densidad 1,40) grado analítico.
- Soluciones de ácido nítrico (15 % v/v y 50 % v/v)
 - ✓ Preparar 150 mL de ácido nítrico y diluir a 1000 mL con agua
 - ✓ Preparar 500 mL de ácido nítrico y diluir a 1000 mL con agua
- Ácido clorhídrico (Densidad 1,19)

(En los ácidos G.E. Corrosivos, utilizar gafas y guantes, y operar únicamente en una campana extractora)

- Ceniza de hueso
- Plomo laminado
- Plata metálica
- Harina domestica

Muestra. La muestra debe estar seca y luego separada por malla (140 mallas y una garantía de calidad $85 \% \pm 5 \%$), se obtendrá dos partes la malla +140 (muestra gruesa) y la malla -140 (muestra fina), la cantidad de muestra necesaria será de 200 a 250 g de muestra.

Seguridad

- Para la gestión de mezclas fundentes y reactivos debe llevar un respirador con filtros de polvo.
- A la hora de trabajar con los hornos de (los procesos de fusión y copelación) requieren el empleo de delantales con revestimiento de

aluminio, guantes y protectores faciales.

- Es necesario emplear una máscara con cartucho para partículas y ácidos, gafas de protección y guantes de goma al manejar ácido clorhídrico y nítrico. Consulte las MSDS (Material Safety Data Sheet, en castellano Hojas de Datos de Seguridad de Materiales) correspondientes para obtener más detalles.
- La manipulación de ácidos solo está permitida dentro de una campana de extracción.

Responsables

- El jefe de laboratorio y/o analista químico del área es responsable de:
 - ✓ Implementar; capacitar y hacer cumplir el método.
- El analista químico es responsable de:
 - ✓ Informar al jefe de laboratorio, las no conformidades detectadas antes, durante o después de realizar la estipulación de plata y oro mediante la técnica Newmont (Retallas)

Procedimiento

Pesado. Usando un vidrio de reloj previamente tarado, pesar ambas fracciones del material fino y grueso a ensayar en incrementos de 10 g a 20 g. Luego, transfiera los resultados a una bolsa de plástico etiquetada. La totalidad del material grueso es pasada directamente a la bolsa que le corresponde de acuerdo con lo que indica la hoja de trabajo o de existir excesiva muestra separar en dos o tres porciones que luego serán sumadas en los cálculos. Según el peso y el material adicionar los reactivos para ello usar la balanza de precisión

Acondicionamiento en crisoles. Numerar y limpiar los crisoles refractarios utilizando la hoja de trabajo como guía. formato F-LAB-009 y colocarlos en orden.

Fundición

- Incluir en la muestra ponderada, aproximadamente 150 +/- 5 g de flujo homogenizar asegurándose de evitar cualquier fuga y posteriormente

ubicar en el crisol asignado.

- Colocar una capa de bórax sobre la muestra.
- Introducir los crisoles en el horno en orden descendente y de derecha a izquierda, organizándolos en su interior.
- La temperatura inicial para el proceso de fusión es de 860 ± 40 °C durante un lapso de 20 minutos; es esencial que el extractor esté activado para eliminar los gases de combustión.
- Ajustar la temperatura de inicio de fusión a 960 ± 40 °C durante un periodo de 20 minutos, según la respuesta observada en las muestras. Es crucial mantener activado el extractor para la eliminación de los gases de combustión.
- Después de verificar la salida de los gases de combustión y la interrupción de la efervescencia tras 20 minutos, incrementar la temperatura a 1060 ± 40 °C y cerrar la puerta del horno. Una vez alcanzada la temperatura final, dejar transcurrir 20 minutos adicionales antes de proceder con la descarga.
- Realizar la descarga, vaciando el contenido del crisol en la lingotera.
- Permitir que se enfríe y separar la masa de plomo de la escoria. Golpearla con un cincel sobre un yunque para darle la forma de un cubo y eliminar cualquier residuo de escoria. En el caso de las masas de plomo limpias, solo aplanar la parte superior para facilitar su manipulación durante el proceso de copelación. Asignar un código único a cada masa, de acuerdo con la hoja de trabajo F-LAB-009.
- El peso medio del botón de plomo oscilará entre 25 y 50 g en el caso de las muestras finas; de lo contrario, se repetirá el proceso de fusión ajustando la cantidad de KNO_3 o harina añadida. Para las muestras gruesas, se empleará una copela N° 7C.

Figura 16

Crisoles para fundición



Muestras con contenidos altos de Ag y Au

- En el caso de muestras con concentraciones superiores a 10000 g/tm en plata y/o 40 g/tm en oro, se procede a recuperar las escorias mediante un nuevo proceso de fusión, generando así un regulus de plomo con un peso que varía entre 5 y 15 g.
- La escoria es reintroducida en el crisol y sometida a un proceso de fusión durante 20 minutos, posteriormente se le añade un cuarto de cucharón de mezcla fundente y 1 g de harina envueltos en papel.
- Luego, se inicia el proceso de fusión.
- La masa de plomo obtenida se combina con la obtenida en la primera fusión y se avanza a la fase de copelación.

Copelación

- Introducir las copelas identificadas en el horno y calentar durante 15 minutos, siguiendo la codificación establecida en el formato F-LAB-XXX (figura 23), a una temperatura de 930 +/- 30 °C. Especificar la

- disposición de las copelas dentro del horno,
- Se añadirá un marcador (con un peso de plata conocido, aproximado al peso esperado del doré en análisis) de modo que dicho marcador pueda supervisar las muestras cercanas a él, ubicándolo al menos una vez por cada fila. Este marcador estará envuelto en láminas de plomo con un peso similar al de la masa de plomo obtenida.
 - Introducir las masas de plomo de manera secuencial, respetando un espacio de tiempo de 2 a 3 minutos entre cada fila.
 - La fase de copelación tiene una duración que varía entre 30 y 50 minutos, ajustándose al tamaño de la masa de plomo cargada (con una velocidad aproximada de al menos 1 g de plomo de la masa mínima). Se realiza a una temperatura de 930 ± 30 °C, y se considera que la copelación ha concluido cuando se detecta el brillo característico de la plata. En este punto, se retira la copela del horno.
 - Para limpiar el doré obtenido, emplear un alicate tipo pico de loro y las pinzas específicas para doré. Posteriormente, realizar la pesada utilizando una micro balanza y registrar los resultados en la hoja de trabajo F-LAB-009.

Partición gravimétrica y por absorción (si se requiere)

- Colocar los dores de la muestra fina en los tubos de 10 mL de capacidad.
- Laminar los dores de la muestra gruesa y/o aplanar con un martillo, luego colocar en los tubos 10 mL de capacidad.
- Agregar 1,5 mL ácido nítrico al 15 %, trasladándola a la superficie de tratamiento a temperatura 120 °C.
- Agregar 5 mL ácido nítrico al 50 % y transferirlo a la superficie de tratamiento a la temperatura 120 °C.
- Después de completarse la reacción (identificada por la detención de burbujeo), aumentar la temperatura a 150 °C y agregar aproximadamente 1 mL de ácido nítrico concentrado. Permitir que el proceso de ataque continúe durante un lapso de 20 a 30 minutos.
- En el caso del mineral grueso, decantar la solución de AgNO_3 y agregar 1,5 mL ácido nítrico 15 %, y posteriormente agregar 5 mL al

50 %.

- Quitar las estructuras de soporte y permitir que se enfríen antes de transferir la solución de nitrato de plata con oro a los crisoles de porcelana. Posteriormente, llevar a cabo el proceso de lavado, realizando dos enjuagues con agua desionizada.
- Permitir que los crisoles de porcelana con la presencia de oro se sequen sobre la superficie y proceder a la calcinación utilizando un mechero o el horno.
- Llevar a cabo la medición del peso del oro y anotarlo en las hojas de trabajo según el formato F-LAB-009.
- Cuando la proporción Ag:Au no sea de 3:1, se llevará a cabo un proceso de encuarte, que implica la adición de plata metálica al doré y su envoltura en alrededor de 10 g de plomo laminado, seguido de la copelación.
- División para ser analizado mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica.
- Poner las muestras de doré en tubos de ensayo con una capacidad de 10 mL, etiquetándolos de manera apropiada.
- Incorporar 1 mL de ácido nítrico al tubo de 10 mL y calentarlo en la superficie a una temperatura de 120 °C +/- 20 °C.
- Una vez concluida la reacción del ácido con el doré (indicada por la detención de la efervescencia), se retiran los tubos de la superficie de calentamiento. Luego, se añaden 3 mL de ácido clorhídrico concentrado y se prosigue con el proceso de ataque ácido en la plancha para garantizar la completa disolución del oro, eliminando los vapores nitrosos. La finalización de este proceso se evidenciará cuando la solución adquiera un tono amarillo claro.
- Refrigerar y completar el volumen a 10 mL utilizando agua desionizada hasta alcanzar el nivel deseado.
- Cubrir toda la estructura con un material plástico delgado, mezclar de manera uniforme y llevar a cabo la lectura mediante Absorción Atómica.

Figura 17

Doré para ataque químico



Expresión de resultados

- **Cálculos para los resultados del análisis**

a. $Au_{\left(\frac{g}{Tm}\right)} = Au_{ppm} = \frac{W_{Aumg}}{W_{muestra\ en\ g}} * 1000$

b. $Au_{\left(\frac{Oz}{Tc}\right)} = \frac{W_{Aumg}}{W_{muestra\ en\ g}} * 29,1667$

c. $Ag_{\left(\frac{g}{Tm}\right)(S/A)} = Ag_{ppm\left(\frac{S}{A}\right)} = \frac{(W_{dore} - W_{Au} - W_{BK})(mg)}{W} * 1000$

d. $Ag_{Oz/Tc\left(\frac{S}{A}\right)} = \frac{(W_{dore} - W_{Au} - W_{BK})(mg)}{W} * 29,1667$

e. $Ag_{\left(\frac{g}{Tm}\right)(C/A)} = Ag_{ppm\left(\frac{C}{A}\right)} = f_{af} * \frac{(W_{dore} - W_{Au} - W_{BK})(mg)}{W} * 1000$

$$f. \quad Ag_{\frac{oz}{Tc}(S/A)} = f_{aj} * \frac{(W_{dore} - W_{Au} - W_{BK})(mg)}{W} * 29,1667$$

$$g. \quad f_{(aj)} = \frac{W_{o(titulo)}}{W_{f(titulo)} - W_{BK(plomo laminado)}}$$

$$h. \quad Ag_{(ponderado)} = \frac{W_{(finos)g}}{W_{(total muestra)g}} Ag_{(finos)\frac{oz}{Tm}} + Ag_{(grueso)\left(\frac{oz}{Tc}\right)u\left(\frac{oz}{Tm}\right)}$$

$$i. \quad Au_{ponderado} = \frac{W_{(finos)g}}{W_{(Total muestra)g}} Au_{(finos)\left(\frac{oz}{tm}\right)} + Au_{(gruesos)\left(\frac{oz}{tc}\right)u\left(\frac{oz}{tm}\right)}$$

Donde:

$W_{doré} (mg)$: Peso de doré en mg
$W_{dorécorregido} (mg)$: Peso de doré corregido de muestra con contenido de Bi.
$W_{Au} (mg)$: Peso de oro en mg
$W_{BK} (mg)$: Peso del blanco de la mezcla fundente en mg
$W_{muestra} (g)$: Peso de la muestra ensayada en g, para el caso de la porción de gruesos, el peso de la muestra es el total de muestras de finos y gruesos
$W_f (título)$: Peso final de título en mg
$W_0 (título)$: Peso inicial de título en mg
$W_{BK} (plomo laminado)$: Peso del blanco del plomo laminado
f_{aj}	: Factor de ajuste
$Ag_{\left(\frac{g}{tm}\right)} (s/a)$: Ley de plata en g/Tm sin ajuste
$Ag_{\left(\frac{oz}{tc}\right)} (s/a)$: Ley de plata en oz/Tc sin ajuste
$Ag_{\left(\frac{g}{tm}\right)} (c/a)$: Ley de plata en g/Tm con ajuste
$Ag_{\left(\frac{oz}{tc}\right)} (c/a)$: Ley de plata en oz/Tc con ajuste
$Au_{(g/Tm)}$: Ley de oro en g/Tm
$Au_{(oz/Tc)}$: Ley de oro en oz/Tc
$Ag_{(ponderado)}$: Ley de plata ponderada en oz/Tc u oz/Tm
$Au_{(ponderado)}$: Ley de oro ponderada en oz/Tc u oz/Tm
$Ag_{(finos)\left(\frac{oz}{tc}\right)u\left(\frac{oz}{tm}\right)}$: Ley de plata de finos
$Au_{(finos)\left(\frac{oz}{tc}\right)u\left(\frac{oz}{tm}\right)}$: Ley de oro de finos
$Ag_{(gruesos)\left(\frac{oz}{tc}\right)u\left(\frac{oz}{tm}\right)}$: Ley de plata de gruesos

$Au_{(gruesos)} \left(\frac{oz}{tc} \right) u \left(\frac{oz}{tm} \right)$: Ley de oro de gruesos

- **Control de calidad**
 - ✓ Duplicados
 - ✓ Material de referencia certificado y/o material de referencia interno

CAPÍTULO III

APORTES O CONTRIBUCIONES

3.1. MUESTREO Y PREPARACIÓN DE LA MUESTRA PARA EL ANÁLISIS

3.1.1. Secado de mineral

Introducción. Consiste en hacer secar la muestra de mineral, para facilitar su manejo durante las etapas de preparación de la muestra.

Personal. Supervisión de Laboratorio Químico - Paltarumi, trabajadores en general.

Equipos de protección personal

- Ropa de trabajo
- Botín punta de acero
- Casco tipo jockey
- Respirador de media cara con cartucho para polvos
- Tapones de oído y/o protector auricular
- Guantes de nitrilo
- Guantes de badana
- Lentes de seguridad de lunas claras

Equipo, herramientas, materiales

- Estufa de secado de muestras
- Sistema de extracción de polvos

- Bandejas de acero inoxidable
- Espátula de acero inoxidable
- Papel Kraft
- Brochas de 2 pulg

Procedimiento

- Antes de iniciar el trabajo es necesario realizar las herramientas de gestión (IPERC y orden de trabajo); además de contar con sus EPP completos.
- Verificar las condiciones del área de trabajo en orden y limpieza dejados por el turno anterior.
- Encender la estufa de secado y graduar la temperatura de trabajo (rango de secado 150 °C +/- 5 °C).
- Llevar bandejas de acero debidamente limpias y secas y colocarlas junto a las muestras a secar.
- Vaciar las muestras cuarteadas a las bandejas de acero debidamente codificadas.
- Colocar las muestras dentro del horno de secado.
- Cerrar la puerta de la estufa y dejar la muestra por un tiempo mínimo de 2 horas aproximadamente esto va depender de la humedad de la muestra, en caso de que la muestra no seque completamente, seguir manteniendo en la estufa. Verificar periódicamente.
- Dejar enfriar las muestras dentro de sus bandejas sobre la mesa de trabajo.
- Retirar el total de muestras cuando se encuentren secas.
- Verificar su estado y condición.
- Dejar el área limpia y ordenada.

Figura 18

Pulverizado del mineral



Restricciones

Nunca realice la operación de Secado de Muestras si no cuenta con los siguientes:

- No cuenta con los EPP's requeridos.
- El área de trabajo se encuentra en condiciones sub estándares.

Queda terminantemente prohibido ingresar al área de trabajo en estado etílico, etc.

Cambios con respecto a la versión anterior. Implementación en su versión anterior, adecuación al formato del DS-024-2016 EM y su modificatoria DS-023-2017-EM.

3.1.2. Chancado mineral grueso

Introducción. Las muestras de mineral que ingresan a laboratorio con una fracción gruesa mayor a ¼ pulg. deben ser chancadas hasta que tengan una granulometría de 85 % pasante en malla N°10 (2 mm).

Personal

- Preparador de muestras

- Trabajadores en general

Equipos de protección personal

- Ropa de trabajo
- Botín punta de acero
- Casco tipo jockey.
- Respirador de media cara con filtro de polvo
- Tapón de oído y/o protector auricular
- Guantes de nitrilo
- Guantes de badana
- Lentes de seguridad de lunas clara

Equipo, herramientas, materiales

- Chancadora de quijadas de 5"x 6" modelo Rocco
- Sistema de extracción de polvos
- Cuarzo granulado para limpieza del equipo de chancado
- Mesa de trabajo
- Bandejas de acero inoxidable
- Brochas de 4"
- Aire comprimido
- Campana extractora de aire

Procedimiento

- El personal debe usar adecuadamente los EPP's para realizar el trabajo.
- Contar con orden de trabajo emitida por el supervisor.
- Realizar el IPERC de su área de trabajo.
- Asegurarse que los pisos se encuentren sin carga y libres de materiales que provoquen tropiezos y/o caídas.
- Verificar el buen funcionamiento y limpieza de la chancadora.
- Encender el sistema de extracción de polvo y verificar su operatividad.

- Antes de iniciar el chancado de las muestras hacer la limpieza de las quijadas con cuarzo granulado y aire comprimido para evitar la contaminación de las muestras.
- Verter la muestra a la chancadora N°18 (*).
- Recepcionar en la bandeja (*).
- Llevar las muestras chancadas al área de cuarteo (*).
- Limpiar la chancadora con cuarzo granulado y aire comprimido, de esta manera se evitará la contaminación (*).
- Realizar la prueba de granulometría, donde el pasante en malla 10 debe ser mayor al 85%. Verificar la primera muestra y luego aleatoriamente, si no está dentro del rango permitido reajustar la quijada de la chancadora.
- Repetir los pasos (*) para cada muestra.
- Realizar el orden y limpieza del área de trabajo. Todos los residuos sólidos generados durante la tarea deberán ser dispuestos al punto de acopio.

Restricciones

Nunca realice la operación de Chancado de Muestras si no cuenta con los siguientes:

- No cuenta con los EPP's requeridos.
- El área de trabajo se encuentra en condiciones sub estándares.

Queda terminantemente prohibido ingresar al área de trabajo en estado etílico, etc.

Cambios con respecto a la versión anterior. En la versión anterior no figura específicamente las formas de cuidado de chancado y limpieza, en esta versión se está considerando, adecuación al formato del DS-024-2016 EM y su modificatoria DS-023-2017-EM.

3.1.3. Homogenizado y cuarteado de muestras

Introducción. Por lo general las muestras de mineral con granulometría gruesa llegan con un peso mucho mayor que el requerido para su análisis, por lo que debe ser reducido en una primera etapa.

Personal

- Preparador de muestras
- Trabajadores en general

Equipos de protección personal

- Ropa de trabajo.
- Botín punta de acero
- Casco tipo jockey.
- Respirador de media cara con filtro de polvo.
- Orejeras y tapones de oído guantes de nitrilo
- Guantes de badana
- Lentes de seguridad de lunas claras.

Equipo, herramientas, materiales

- 1 juego de cuarteador de Rifles
- Sistema de extracción de polvos.
- Bandejas de acero inoxidable.
- Brocha de 4".
- Aire comprimido
- Campana extractora de polvos.
- Mesa de cuarteo de muestras.

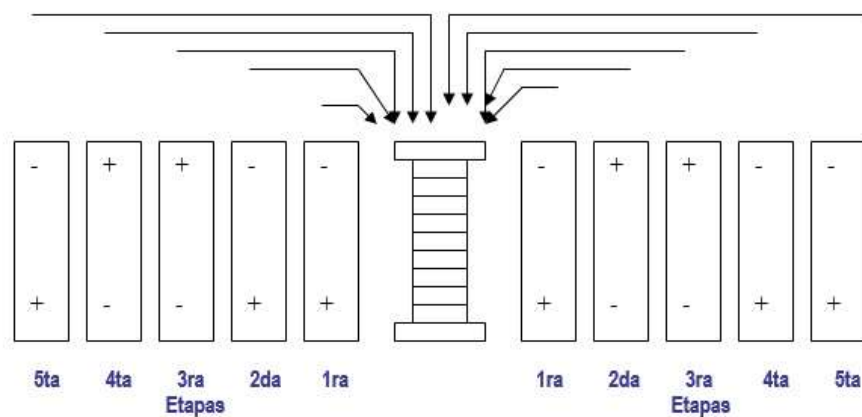
Procedimiento

- Antes de iniciar el trabajo es necesario realizar las herramientas de gestión (IPERC y orden de trabajo) además de contar con sus EPP completos.

- Verificar las condiciones del área de trabajo en orden y limpieza dejados por el turno anterior.
- Prender el sistema de extracción de polvos.
- Realizar una limpieza al cuarteador con aire a presión para eliminar cualquier residuo que haya podido quedar de la muestra que fue cuarteada previamente.
- Una vez que ya se tiene el cuarteador con sus bandejas en los lugares de recepción, se inicia la secuencia de homogenizado que consiste en: verter toda la muestra al cuarteador por cinco veces consecutivas variando la posición de las bandejas de recepción de la muestra como se indica en la figura 19.

Figura 19

Secuencia del homogenizado utilizando un cuarteador de Jones

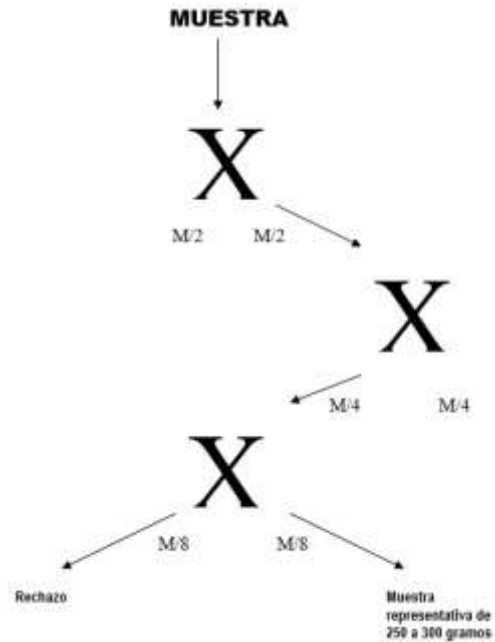


Los signos +/- indican la posición de las bandejas del cuarteador, es decir para la primera partición (1ra) se tiene una posición inicial de las bandejas luego para la segunda etapa se gira la bandeja de la derecha y así sucesivamente como vaya indicando los signos.

- Con la muestra homogenizada se realiza el cuarteado.
- Vaciar lentamente la muestra sobre la tolva del cuarteador Jones con la finalidad de dividirla en dos partes iguales, nivelar el material luego descargar a las bandejas finalmente desechar el material de una de las bandejas. Volver a repetir las veces que sean necesarias la secuencia hasta obtener las dos muestras con el peso que se requiera. Como se indica en la figura 20.

Figura 20

Secuencia de cuarteo utilizando un cuarteador de JONES



- Vaciar lentamente la muestra sobre la tolva del cuarteador de rifles, evitando así salpicaduras de la muestra, así como derrames para no afectar su representatividad
- Obtener una cantidad representativa (250 – 300 g) en bandejas conteniendo el código de la muestra.
- Limpiar el cuarteador de rifles con aire comprimido, orientando el flujo de aire hacia la campana de extracción.
- Proceder de la misma manera para todas las muestras hasta acabar el lote.
- Limpiar con aire a presión el cuarteador, así como sus bandejas, la mesa de trabajo y toda el área de cuarteo.
- Apagar el sistema extractor de polvo.

Figura 21

Preparación de la muestra



Restricciones

Nunca realice la operación de homogenizado de muestras si no cuenta con los siguientes:

- No cuenta con los EPP's requeridos.
- El área de trabajo se encuentra en condiciones sub estándares.

Queda terminantemente prohibido ingresar al área de trabajo en estado etílico, etc.

Cambios con respecto a la versión anterior. Implementación en su primera versión y Adecuación al formato del DS-024-2016 EM y su modificatoria DS-023-2017-EM.

3.1.4. Pulverizado de muestras

Introducción. Permite obtener la fracción fina de muestra hasta obtener un producto de 95 % pasante en malla 200.

Personal

- Preparador de muestras

- Analista químico

Equipos de protección personal

- Ropa de trabajo
- Botín punta de acero
- Casco tipo jockey
- Respirador de media cara con filtro de polvo
- Orejeras y tapones de oído
- Guantes de nitrilo y/o guantes de badana
- Lentes de seguridad de lunas claras

Equipo, herramientas, materiales

- Pulverizador neumático
- Sistema de extracción de polvos
- Olla de pulverizado
- Bandejas de acero inoxidable
- Campana extractora para polvos
- Bolsas de plástico de 7 x 10
- Brocha de 4"
- Cuarzo granulado de ¼ pulg. Para limpieza del equipo
- Lona plastificada de 50 x 50 cm

Procedimiento

- Antes de iniciar el trabajo es necesario realizar las herramientas de gestión (IPERC y orden de trabajo), además de contar con sus EPP completos.
- Verificar las condiciones del área de trabajo en orden y limpieza dejados por el turno anterior.
- Verificar que las ollas de pulverizado se encuentren completamente limpias y sin alguna rajadura.
- Encender el sistema de extracción de polvos.

- Verter la muestra dentro de la olla (aquellas muestras que sean abundantes y no quepan en la olla deberán pulverizarse en dos o más etapas), tapanla y llevarlo a la base del pulverizador.
- Cerrar la tapa del pulverizador. Programar el tiempo de pulverizado, dependiendo de la cantidad y dureza de la muestra y prender el equipo. Considerar un tiempo aproximado de 3 minutos para muestras chancadas y 120 segundos para muestras pasadas por el molino polveador.
- Cumplido el tiempo de pulverizado verificar la granulometría de la muestra.
- Una vez que el pulverizador se ha apagado automáticamente y detenido por completo; recién levantar la tapa de este para evitar una salida intempestiva de la olla, tapa o masa.
- Sacar la olla del pulverizador y abrirla en la mesa de trabajo dentro de la campana extractora de polvo para evitar una contaminación con el polvo producido dentro de esta,
- Vaciar la muestra pulverizada sobre una bandeja, lona o papel Kraft, homogenizarla y luego vaciarla en un sobre debidamente codificado.
- Limpiar la olla con aire a presión y con material estéril, orientándola para que el flujo de aire vaya hacia la parte superior de la campana extractora.
- Proceder de la misma forma para las siguientes muestras hasta acabar con todo el lote.
- Desenergizar el pulverizador y proceder a su limpieza interna y externa. Así como la olla de pulverizado y toda el área de trabajo.
- Apagar el sistema de extracción de polvo.

Restricciones

Nunca realice la operación de pulverizado de muestras si no cuenta con los siguientes:

- No cuenta con los EPP's requeridos
- El área de trabajo se encuentra en condiciones sub estándares

Queda terminantemente prohibido ingresar al área de trabajo en estado etílico, etc.

Cambios con respecto a la versión anterior. Implementación en su primera versión y Adecuación al formato del DS-024-2016 EM y su modificatoria DS-023-2017-EM.

3.1.5. Homogenizado y cuarteado de finos

Introducción. Es la operación que permite eliminar toda segregación y obtener una distribución espacial al azar de todos los constituyentes, considerando el principio de homogeneidad de una muestra.

La cantidad de muestra que llega a ser pulverizada es mucho mayor que el requerido para análisis químico, por lo que se debe obtener una muestra representativa en la cantidad que se necesita.

Personal

- Preparador de muestras
- Trabajadores en general

Equipos de protección personal

- Ropa de trabajo
- Botín punta de acero
- Casco tipo jockey
- Respirador de media cara con filtro de polvo
- Tapones de oído y/o protector auricular
- Guantes de nitrilo
- Guantes de cuero reforzado
- Lentes de seguridad de lunas claras

Equipo, herramientas, materiales

- Lona plastificada de 50 cm x 50 cm
- Sistema de extracción de polvos

- Bandejas de acero
- Brocha de 4"
- Pistola de aire a presión
- Campana extractora de polvos
- Mesa de cuarteo de muestras
- Bolsa plástica 7 x 10
- Papel Kraft

Procedimiento

- Antes de iniciar el trabajo es necesario realizar las herramientas de gestión (IPERC y orden de trabajo), además de contar con sus EPP completos.
- Verificar las condiciones del área de trabajo en orden y limpieza dejados por el turno anterior.
- Encender el sistema de extracción de polvos.
- Descargar y acondicionar la muestra pulverizada en papel Kraft.
- Homogenizar la muestra por el método del roleo.
- El método consiste en coger una esquina del papel, tirar suavemente en dirección de la diagonal del papel, luego se hace lo mismo con las otras esquinas del papel, esta secuencia se repite 5 veces por cada lado. Realizar suavemente para evitar la pérdida de muestra como polvo.
- Distribuir homogéneamente la muestra sobre el papel Kraft y formar unos 10 cuadriláteros.
- Sacar un poco de cada cuadrilátero con una espátula y llenarlo en una bolsa que estará rotulado con la codificación que fue asignada por el cliente interno, el peso total de muestra debe ser de entre 250 a 300 gramos, esta es la muestra que irá a la sala de pesado de muestras para análisis químico.
- Proceder de la misma manera para todas las muestras hasta acabar el lote.
- Limpiar con aire a presión la olla, así como, la mesa de trabajo y toda el área de cuarteo.

Restricciones

Nunca realice la operación de Homogenizado de Muestras si no cuenta con los siguientes:

- No cuenta con los EPP's requeridos.
- El área de trabajo se encuentra en condiciones sub estándares.

Queda terminantemente prohibido ingresar al área de trabajo en estado etílico, etc.

Cambios con respecto a la versión anterior. Implementación en su primera versión y Adecuación al formato del DS-024-2016 EM y su modificatoria DS-023-2017-EM.

3.1.6. Determinación de humedad en muestras

Introducción. Consiste en secar una muestra de mineral hasta peso constante.

Personal

- Preparador de muestras
- Analista químico

Equipos de protección personal

- Ropa de trabajo
- Zapatos de cuero
- Casco tipo Jockey
- Respirador de media cara con cartucho de gases y filtro de polvo
- Tapones de oído y/o protector auricular
- Guantes de nitrilo
- Lentes de seguridad de lunas claras

Equipo, herramientas, materiales

- Balanza de pesado de precisión analítica

- Estufa de secado
- Bandejas de acero
- Espátula de acero
- Bolsa de polietileno

Procedimiento

- Antes de iniciar el trabajo es necesario realizar las herramientas de gestión (IPERC y orden de trabajo) además de contar con sus EPP completos.
- Verificar las condiciones del área de trabajo en orden y limpieza dejados por el turno anterior.
- Prender el horno de secado o plancha de calentamiento y llevarlo a una temperatura de 150 °C.
- Prender la balanza por un tiempo aproximado de 20 minutos antes de su uso para que se estabilice.
- Ordenar las muestras según su código.
- Tarar el peso de bandeja y pesar el mineral puesto en la bandeja. Proceder de igual manera para las siguientes muestras codificadas.
- Para muestras minerales de faja pesar aprox. 300 gramos de muestra.
- Anotar los códigos y pesos (peso húmedo) en la hoja de cálculo de análisis de humedad y llevar las bandejas con muestra al horno de secado.
- Después de 1 hora retirar las muestras del horno de secado y dejar enfriar por unos minutos. Acto seguido proceder a pesar cada una de las muestras en sus respectivas bandejas. Una vez terminado de pesar todas las muestras, regresarlas al horno de secado para que sigan secando.
- Después de 30 minutos, volver a retirar las muestras del horno de secado, dejar enfriar y volver a pesarlas. Si el nuevo peso obtenido es menor al anterior volver a realizar este paso.
- Se termina la operación cuando el peso final se mantiene constante. Se anota el ultimo peso (peso seco) en el registro de análisis de humedad.

- Una vez terminado el secado verificar que todo quede limpio y ordenado.
- El cálculo de humedad se realiza usando la siguiente formula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco}) \text{ en gramos}}{\text{Peso Húmedo en gramos}} \times 100$$

- El resultado se reporta en porcentaje.

Figura 22

Balanza para la determinación de humedad



Restricciones

Nunca realice la operación de determinación de humedad si no cuenta con los siguientes:

- No cuenta con los EPP's requeridos
- El área de trabajo se encuentra en condiciones sub estándares

Queda terminantemente prohibido ingresar al área de trabajo en estado etílico, etc.

Cambios con respecto a la versión anterior. Implementación en su primera versión y Adecuación al formato del DS-024-2016 EM y su modificatoria DS-023-2017-EM.

3.1.7. Determinación de humedad en carbón activado

Introducción. Consiste en secar una muestra de carbón activado hasta peso constante.

Personal

- Preparador de muestras
- Analista químico

Equipos de protección personal

- Ropa de trabajo
- Botín punta de acero
- Casco tipo Jockey
- Respirador de media cara, con filtros para gases y polvo
- Tapones de oído y/o protector auricular
- Guantes de nitrilo
- Lentes de seguridad de lunas claras

Equipo, herramientas, materiales

- Balanza digital de precisión analítica
- Plancha de calentamiento
- Bandejas de acero inoxidable
- Espátula de acero
- Bolsa de polietileno
- Bolsas de plástico en cono de 7 x 10

Procedimiento

- Antes de iniciar el trabajo es necesario realizar las herramientas de gestión (IPERC y orden de trabajo); además de contar con sus EPP completos.
- Verificar las condiciones del área de trabajo en orden y limpieza dejados por el turno anterior.
- Prender la plancha de calentamiento y llevarlo a una temperatura de 250 °C.
- Prender la balanza por un tiempo aproximado de 20 minutos antes de su uso para que se estabilice.
- Ordenar las muestras según su código.
- Tarar el peso de bandeja y pesar el carbón activado puesto en la bandeja. Proceder de igual manera para las siguientes muestras codificadas.
- Pesar aproximadamente 70 - 80 g de muestra de carbón activado. Con la ayuda de una espátula distribuir el carbón en toda la superficie de la bandeja, luego cubrir la superficie con papel Kraft.
- Anotar los códigos y pesos (peso húmedo) en el formato de análisis de humedad y llevar las bandejas con muestra a la plancha de calentamiento a usar.

Figura 23

Recepción del carbón



PALTARUMI S.A.C.
LABORATORIO QUIMICO

RECEPCION DE CARBON

Fecha: _____

Hora de Ingreso: _____

Responsable de planta: _____

Tipo de Carbon: _____

Recepcionado Por: _____

N°	CODIGO	TIPO	HUMEDAD		CALCINACION	
			W _{inicial}	W _{final}	T _{inicial}	T _{final}
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

OBSERVACIONES: _____

Hora de Entrega a Fundicion: _____

- Después de 2 horas retirar las muestras de la plancha de calentamiento y dejar enfriar por unos minutos. Acto seguido proceder a pesar cada una de las muestras en sus respectivas bandejas. Una vez terminado de pesar todas las muestras, regresarlas a la plancha de calentamiento para que sigan secando.
- Después de 30 minutos, volver a retirar las muestras de la plancha de calentamiento, dejar enfriar y volver a pesarla. Si el nuevo peso obtenido es menor al anterior volver a realizar este paso.
- Se termina el análisis cuando el peso final se mantiene constante. Se anota el ultimo peso (peso seco) en el registro de análisis de humedad.

- Una vez terminado el secado verificar que todo quede limpio y ordenado.
- Guardar la contramuestra de Carbón Activado una vez que el supervisor de Laboratorio indique que se segregue la contramuestra.
- El cálculo de humedad se realiza usando la siguiente formula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco}) \text{ en gramos}}{\text{Peso Húmedo en gramos}} \times 100$$

Peso Húmedo en gramos

- El resultado se reporta en porcentaje.

Figura 24

Determinación de la humedad del carbón



Restricciones

Nunca realice la operación de Determinación de Humedad si no cuenta con los siguientes:

- No cuenta con los EPP's requeridos.
- El área de trabajo se encuentra en condiciones sub estándares.

Queda terminantemente prohibido ingresar al área de trabajo en estado etílico, etc.

Cambios con respecto a la versión anterior. Implementación en su primera versión y Adecuación al formato del DS-024-2016 EM y su modificatoria DS-023-2017-EM.

3.1.8. Calcinación de carbón activado

Introducción. Consiste en quemar el carbón a temperaturas altas con la finalidad de que el oro y la plata quede liberada, mezclada con la ceniza.

Personal

- Analista químico.
- Supervisor de turno.

Equipos de protección personal

- Ropa de trabajo
- Botín punta de acero
- Casco tipo Jockey
- Respirador de media cara, con filtros para polvo
- Tapones de oído y/o protector auricular
- Guantes de nitrilo
- Guantes de cuero reforzado
- Lentes de seguridad de lunas claras

Equipo, herramientas, materiales

- Cocina eléctrica
- Balanza analítica de precisión
- Malla metálica N° 50
- Bandejas de acero inoxidable.
- Espátula de acero.
- Bolsas de plástico en cono de 7 x 10

Procedimiento

- Antes de iniciar el trabajo es necesario realizar las herramientas de gestión (IPERC y orden de trabajo); además de contar con sus EPP completos.
- Revisar las condiciones del área de trabajo en orden y limpieza dejados por el turno anterior.
- Verificar y prender la balanza de precisión.
- Proceder a realizar la calibración interna y verificación con las pesas patrón.
- Pesar 5 g de muestra de carbón seco a calcinar y se anota el peso en el registro de ingreso de carbón.
- La muestra se lleva a calcinar sobre una malla metálica # 50 en hornillas eléctricas por aproximadamente una hora.
- Retirar de las hornillas eléctricas las mallas metálicas conteniendo el carbón calcinado y dejar enfriar.
- Preparar el registro de pesado de las muestras de carbones a analizar.
- Enumerar de forma correlativa bolsas de 7 x 10 y dosificar según la tabla 2.

Tabla 2

Dosificación para el análisis de oro

Análisis de oro			
Muestra	Fundente, g	Harina, g	Nitrato de potasio, g
Carbón Ley Baja	140	2	0,08
Carbón Ley Media	140	2	0,15
Carbón Ley Alta	140	2	0,25

Tabla 3

Dosificación para el análisis de plata

Análisis de plata			
Muestra	Fundente, g	Harina, g	Nitrato de potasio, g
Carbón Ley Baja	140	2	0
Carbón Ley Media	140	2	0
Carbón Ley Alta	140	2	0

- El carbón calcinado se lleva a las bolsas preparadas con fundente y se raspan bien las mallas encima de la bolsa.
- Homogenizar agitando suavemente. En este caso es importante que el operador deba estar con su respirador para evitar la inhalación de partículas de polvo.
- Una vez terminado la calcinación verificar que todo quede limpio y ordenado.
- Seguir con el proceso de ensayo al fuego (vía seca)

Restricciones

Nunca realice la operación de Calcinación de muestras carbón si no cuenta con los siguientes:

- No cuenta con los EPP's requeridos.
- El área de trabajo se encuentra en condiciones sub estándares.

Queda terminantemente prohibido ingresar al área de trabajo en estado etílico, etc.

Cambios con respecto a la versión anterior. Implementación en su primera versión y Adecuación al formato del DS-024-2016 EM y su modificatoria DS-023-2017-EM.

3.1.9. Tamizado para ensayo Newmont

Introducción. Obtener 2 porciones (fracción gruesa y fracción fina) de una muestra usando malla 140 con la finalidad de separar el oro grueso que pueda contener dicha muestra mineral y que pueda distorsionar el resultado en su análisis.

Personal

- Preparador de muestras
- Analista químico

Equipos de protección personal

- Ropa de trabajo
- Botín Punta de Acero
- Casco tipo Jockey
- Respirador de media cara, con filtros para polvo
- Tapones de oído y/o protector auricular
- Guantes de nitrilo
- Lentes de seguridad de lunas claras

Equipo, herramientas, materiales

- Lona plastificada de 50 cm x 50 cm
- Sistema de extracción de polvos
- Bandejas de acero inoxidable
- Brocha de 4"
- Aire comprimido
- Campana extractora de polvos
- Mesa de cuarteo de muestras
- Bolsa plástica 7 x 10
- Papel Kraft.

Procedimiento

- Antes de iniciar el trabajo es necesario realizar las herramientas de gestión (IPERC y orden de trabajo) además de contar con sus EPP completos.
- Verificar las condiciones del área de trabajo en orden y limpieza dejados por el turno anterior.
- Encender el sistema de extracción de polvos.
- Verificar y prender la balanza de precisión.
- Proceder a realizar la calibración interna y verificación con las pesas patrón.
- En una luna de reloj pesar 200 g de muestra.
- El tamizado se realiza dentro de la campana extractora.

- El tamiz a utilizar se limpia primero con una cucharada de harina, la cual, al pasar por el tamiz, limpia sus aberturas de material que haya podido haber quedado de la muestra anterior.
- Se coloca en el tamiz 140 y se procede a hacer pasar la muestra, atrapando el grueso en la parte superior y dejando pasar el fino, el cual es colectado en un tamiz ciego. Usar una brocha de 3 pulg. para realizar el tamizado.
- Considerar el proceso de tamizaje un 95 % pasante en malla N° 140
- Al terminar el tamizado el fino se coloca en una bolsa y el grueso se pesa de manera directa junto con el fundente.
- Limpiar con aire a presión los tamices, así como, la mesa de trabajo y toda el área de tamizaje.

Restricciones

Nunca realice la operación de Tamizaje de Muestras si no cuenta con los siguientes:

- No cuenta con los EPP's requeridos.
- El área de trabajo se encuentra en condiciones sub estándares.

Queda terminantemente prohibido ingresar al área de trabajo en estado etílico, etc.

Cambios con respecto a la versión anterior. Implementación en su primera versión y Adecuación al formato del DS-024-2016 EM y su modificatoria DS-023-2017-EM.

3.1.10. Determinación de oro y plata por vía seca

Introducción. Determina el contenido de oro y plata en muestras por ensayos al fuego.

Personal

- Fundidor
- Analista químico

Equipos de protección personal

- Ropa de trabajo
- Botín punta de acero
- Casco tipo jockey
- Respirador de media cara con filtros para polvo
- Tapones de oído y/o protector auricular
- Guantes de nitrilo
- Lentes de seguridad de lunas claras

Equipo, herramientas, materiales

- Ultra micro balanza de precisión analítica
- Set de pesas patrón
- Fundente
- Luna de reloj 150 mm
- Bandeja metálica
- Espátula
- Bolsa de polietileno 7 x 10
- Harina
- Nitrato de potasio KNO_3
- Solución de nitrato de plata al 8 % AgNO_3
- Plumón indeleble

Procedimiento

- Antes de iniciar el trabajo es necesario realizar las herramientas de gestión (IPERC y la capacitación pre labor); además de contar con sus EPP completos.
- Verificar las condiciones del área de trabajo en orden y limpieza dejados por el turno anterior.
- Pesado inicial:
 - Enumerar de forma correlativa las bolsas de 7 x 10 que van a ser usadas en el Batch.

- Agregar a la bolsa entre 130 y 140 gramos de fundente con medida estandarizada. En el caso que el análisis sea también por plata, usar el fundente libre de oro y plata.
- Verificar y prender la balanza de precisión analítica.
- Proceder a realizar la calibración interna y verificación con las pesas patrón.
- Ordenar las muestras según su codificación llegadas con la hoja de recepción de las mismas.
- Generar la orden de pesado de muestras.
- Poner la luna de reloj en la balanza y tarar para luego proceder al pesado de la muestra a ser analizada.
- Se pesa una cantidad de acuerdo a la tabla 4.

Tabla 4

Cantidad de muestra para el análisis

Tipo muestra	Peso (g)	Análisis
Lote (AQ, TP) - Nw (retenida malla 140)	Lo que queda en la malla	2
Lote (AQ, TP) - Nw (pasante malla 140)	15	2
Lote (AQ) – Simple	15	1
Saco - Nw (retenida malla 140)	Lo que queda en la malla	1
Saco - Nw (pasante malla 140)	15	2
Planta (faja) - Nw (retenida malla 140)	Lo que queda en la malla	1
Planta (faja) - Nw (pasante malla 140)	20	3
Planta (faja) – Simple	20	1
Planta (pulpa seca) – Simple	20	1

- Retirar la luna de reloj de la balanza y vaciar la muestra en la bolsa conteniendo el fundente. Proceder de la misma manera para las siguientes muestras codificadas.
- Agregar nitrato de plata, harina y/o salitre según requerimiento de la naturaleza de la muestra.
- Homogenizar agitando suavemente en la campana extractora. En este caso es importante que el operador deba estar con su respirador para evitar la inhalación de partículas de polvo.
- Al terminar el pesado proceder a limpiar la balanza, así como la mesa de trabajo.
- Apagar la balanza.

Fundición

- Las muestras pesadas, homogenizadas con el fundente y contenidas en la bolsa son llevadas a la sala de fundición donde se colocan en crisoles de arcilla previamente enumerados y ordenados según el diagrama de la figura 25.

Figura 25

Fundición - copelación

El diagrama muestra dos secciones de un formulario de laboratorio. La sección izquierda, titulada 'FUNDICION', incluye un logotipo de Paltarumi S.A.C. y campos para 'Hora Fundición (I):', 'Análisis:', 'Hora Fundición (F):', 'Turno:', y 'Orden Alfabético:'. Debajo de estos campos hay un diagrama de un horno con 48 crisoles numerados del 1 al 48 en una cuadrícula de 8x6. Una flecha horizontal apunta a la derecha y una flecha vertical apunta hacia abajo. Debajo del diagrama está el texto 'ENTRADA DEL HORNO DE FUNDICION' y un campo 'OBSERVACIONES:'. La sección derecha, titulada 'COPELACION', incluye campos para 'Hora Copelación (I):' y 'Hora Copelación (F):'. Debajo hay un diagrama de un horno con 48 círculos en una cuadrícula de 8x6. Una flecha horizontal apunta a la derecha y una flecha vertical apunta hacia abajo. Debajo del diagrama está el texto 'ENTRADA DEL HORNO DE COPELACION' y un campo 'OBSERVACIONES:'. En la parte inferior de esta sección hay un campo 'HORA DE REPORTE:'.

- La fundición se inicia con una temperatura aproximada de 900 °C. Se lleva al horno los crisoles que forman parte del Batch a fundir; se aprecia cierta reacción, una vez que cese esta, eleve la temperatura a 1050 °C por 30 minutos.
- Saque los crisoles del horno y cuele en las lingoteras de fierro, durante el colado realice movimientos circulares con el crisol y golpee dos veces la base, esto sirve para aglomerar el plomo fundido.
- Dejar enfriar.
- Con ayuda de un martillo retirar el regulo de la lingotera y limpiarlos de la escoria dándole una forma cubica.

Copelado

- Precalentar las copelas en el horno a 920 °C por unos 20 minutos con la finalidad de eliminar cualquier presencia de humedad.
- Colocar los régulos en las copelas según el orden acordado. Al terminar cerrar la puerta del horno por unos 5 minutos.
- Cerciorarse que el botón de plomo se funda, entonces dejar entreabierto la puerta del horno, esto para que ingrese alguna corriente de aire para facilitar la oxidación del plomo.
- El tiempo de copelación oscila entre 40 a 50 minutos. El punto final de la copelación es cuando todo el plomo queda consumido; es cuando entonces el halo plomizo que rodea la copela desaparece y cambia por uno más claro que resulta ser un relampagueo de la plata.
- Retirar las copelas del horno y dejar enfriar.
- En caso que el análisis también sea por plata, limpiar el dore obtenido y pesarlo en la micro balanza para obtener el peso de oro mas plata, que servirá al final para poder realizar los cálculos para obtener la ley de plata.

Digestión de la plata

- Después de enfriar los dores productos de la copelación, proceder a laminarlos con la finalidad de aumentar el área superficial de la muestra expuesta al ácido nítrico.
- Colocar la muestra laminada en un crisol de porcelana debidamente enumerado. Realizar este paso a todas las muestras del Batch.
- Llevar los crisoles de porcelana a la sala de ataque químico y agregar 5 mL aproximadamente de HNO₃ diluido al 15 %. Colocar en una plancha de calentamiento a una temperatura aproximada de 90 °C y dejar atacar hasta que la solución acida deje de burbujear.
- Retirar el crisol de porcelana de la plancha y vaciar la solución acida, proceder a enjuagar la muestra dos veces con agua destilada.
- Colocar nuevamente el crisol de porcelana en la plancha de calentamiento para secar la muestra.
- Calcinar la muestra.
- Dejar enfriar y pesar el botón de oro obtenido.

- Pesado final.
- Llevar los crisoles de porcelana con las muestras calcinadas a la micro balanza.
- Verificar y prender la balanza de precisión.
- Proceder a realizar la calibración interna y verificación con la pesa patrón.
- Poner el platillo en la balanza y tarar para luego proceder al pesado de la muestra.
- Proceder a pesar cada una de las muestras según el orden del registro de pesado inicial.
- Al termina el pesado proceder a limpiar la balanza; así como la mesa de trabajo.

Figura 26

Colado de fundición



3.1.11. Determinación de oro y plata en muestras metálicas

Introducción. Determina el contenido de oro y plata en muestras metálicas por copelación con láminas de plomo.

Personal

- Fundidor
- Analista químico

- Supervisor de laboratorio

Equipos de protección personal

- Ropa de trabajo
- Botín punta de acero
- Casco tipo Jockey
- Respirador media cara con filtros para polvo
- Tapones de oído y/o protector auricular
- Guantes de nitrilo
- Lentes de seguridad de lunas claras

Equipo, herramientas, materiales

- Ultra micro balanza de precisión analítica
- Horno de copelación
- Plancha de calentamiento
- Pesas patrón
- Copela
- Crisol de porcelana
- Pinza plana de acero inoxidable
- Martillo
- Plomo metálico en laminas
- Plumón indeleble

Procedimiento

- Antes de iniciar el trabajo es necesario realizar las herramientas de gestión (IPERC y orden de trabajo) además de contar con sus EPP completos.
- Verificar las condiciones del área de trabajo en orden y limpieza dejados por el turno anterior.
- Recibidas las muestras de bullón, proceder a realizar la hoja de pesado respectiva. Se realizarán 3 ensayos solo por oro (encuarte directo) y dos ensayos por oro y plata.

- Cortar tantas láminas de plomo metálico como sean necesarias para realizar el copelado y encuarte de las muestras.
- Poner en precalentamiento las copelas a utilizar por un tiempo no menor a 20 minutos antes de ser utilizadas.
- Pesar en la micro balanza aproximadamente 50 mg de muestra por ensaye.
- Envolver la muestra en 15 g de plomo metálico laminado.
- Copelar a 900 °C cuidando la culminación de la copelación para evitar la volatilización de la plata.
- El punto final de la copelación es el relampagueo. Sacar la copela del horno y dejar enfriar.
- Limpiar el dore de los restos de copela que puedan estar adheridas y proceder a pesarlo en la micro balanza.
- Encuartar la muestra con plata granallada con un peso superior a 3 veces el peso del dore.
- La muestra junto con la plata granallada envolverla en 15 g de plomo laminado.
- Copelar nuevamente para obtener la muestra dore debidamente encuartada.
- Terminada la copelación retirar la copela del horno y dejar enfriar.
- Laminar las muestras con la finalidad de facilitar el contacto con el ácido en el ataque químico.
- Colocar las muestras en crisoles de porcelana y llevarlas a la sala de ataque químico. Agregar 5 mL de HNO₃ diluido al 15 %. Colocar en una plancha de calentamiento a una temperatura de 90 °C y dejar atacar hasta que la solución acida deje de burbujear.
- Retirar el crisol de porcelana de la plancha y vaciar la solución acida, proceder a enjuagar la muestra con agua destilada.
- Agregar 5 mL de HNO₃ al 25 % por 1 hora a 130 °C, luego agregar 5 mL de HNO₃ al 75 % por 1 hora a 170 °C .
- Retirar el crisol de porcelana de la plancha de calentamiento y vaciar la solución acida, proceder a enjuagar dos veces la muestra con agua destilada.
- Colocar nuevamente el crisol de porcelana en la plancha de calentamiento para secar la muestra.

- Calcinar la muestra y dejar enfriar.
- Llevar los crisoles de porcelana con las muestras calcinadas a la micro balanza.
- Verificar y prender la balanza de precisión.
- Proceder a realizar la calibración interna y verificación con la pesa patrón.
- Poner el platillo en la balanza y tarar para luego proceder al pesado de la muestra.
- Proceder a pesar cada una de las muestras según el orden del registro de pesado inicial.
- Al termina el pesado proceder a limpiar la balanza; así como la mesa de trabajo.

3.1.12. Pesado de muestras carbón

Introducción. Preparar en las proporciones determinadas la muestra de carbón mineral y los reactivos, para luego llevarlos a fundición.

Personal

- Analista químico
- Jefe de guardia
- Jefe de laboratorio químico

Equipos de protección personal

- Ropa de trabajo (mameluco y/o mandil blanco)
- Zapatos de cuero dieléctrico
- Casco tipo Jockey
- Respirador media cara con filtros para polvo, cartuchos para gases de mercurio
- Tapones de oído y/o protector auricular
- Guantes de nitrilo
- Lentes de seguridad de lunas claras

Equipo, herramientas, materiales

- Balanza OHAUS ADVENTURER Modelo AR 2140
- Balanza ultra Micro METTLER TOLEDO Modelo UMX2
- Set de pesas patrón
- Crisoles de arcilla
- Crisoles de porcelana
- Bandeja porta crisoles de arcilla
- Bandeja porta crisoles de porcelana
- Bandejas de aluminio
- Alicante punta curva
- Pinza de acero
- Cepillo para limpieza
- Pincel pelo de camello
- Espátula
- Luna de reloj
- Lupa
- Plumón indeleble
- Bolsa de polietileno
- Harina
- Nitrato de potasio KNO_3
- Bórax
- Plata metálica
- Plomo metálico

Procedimiento

- Antes de iniciar el trabajo es necesario realizar las herramientas de gestión (IPERC, OT y la capacitación pre labor).
- Revisión de los EPP's (El uso de los EPP's antes mencionados es obligatorio y de carácter permanente).
- Verificar el equipo de balanza.
- Prender la balanza.
- Proceder a realizar su calibración interna y verificación con las pesas patrón.

- Ordenar las muestras según su codificación.
- Enumerar los crisoles y proceder a colocar sus respectivas bolsas.
- Destapar y pesar la muestra a ser analizada.
- Homogenizar agitando suavemente en la campana extractora.
- En caso de solicitud de apoyo por parte de otra área afín, solo personal ya capacitado por el área realizara el uso de dicha balanza; dando prioridad a las muestras que estamos analizando.
- En el caso de ingreso de personal ajeno al área de trabajo o de cualquier otro incidente comunicar inmediatamente al jefe de guardia encargado.

Restricciones

- No operar sino cuenta con los equipos de protección personal indicados en la parte 2 del presente PETS.
- No operar si el equipo presenta fallas
- No operar en caso de tormentas eléctricas.

3.1.13. Fusión de muestras

Personal

- Fundidor
- Analista químico

Equipos de protección personal

- Ropa de trabajo (mameluco)
- Botín punta de acero
- Casco tipo jockey con careta oscura
- Respirador media cara, con filtros para polvo
- Tapones de oído y protector auricular
- Casaca aluminizada
- Mandil aluminizado
- Guantes aluminizados
- Escarpines aluminizados

- Guantes de cuero reforzado
- Guantes solvex.
- Lentes de seguridad de lunas claras y de lunas oscuras

Equipo, herramientas, materiales

- Horno de fundición
- Sistema de extracción de gases de fundición
- Bandejas de madera
- Crisoles de arcilla de 30 g
- Porta crisoles
- Pinza para crisoles
- Lingoteras
- Comba de 4 lb
- Ceniza de hueso o magnesita
- Sistema extractor de gases
- Mesa de trabajo
- Pinza para limpieza de régulos
- Tablero porta régulos
- Brocha de nylon

Procedimiento

- Antes de iniciar el trabajo es necesario realizar las herramientas de gestión (IPERC y orden de trabajo).
- Revisión de los EPP's (El uso de los EPP's antes mencionados es obligatorio y de carácter permanente).
- Antes de iniciar la guardia el colaborador debe verificar las condiciones del área de trabajo, en caso de encontrar una condición sub estándar comunicar al jefe de guardia encargado. Así mismo deben revisar el estado de los equipos y accesorios dejados por el turno anterior.
- Prender el horno de fundición con la finalidad de que la temperatura llegue a temperatura de operación.

- Cuando la temperatura alcanza los 950 °C prender el sistema de extracción de gases de fundición.
- Con ayuda de la pinza de crisoles colocar los crisoles conteniendo las muestras mezcladas con el fundente dentro del horno manteniendo el orden de fundición. Para esto el fundidor debe estar debidamente protegido por los implementos de seguridad con el fin de evitar quemaduras debido a la exposición a altas temperaturas.
- Abrir el dámper de los ductos del sistema extractor de gases durante 15 minutos aproximadamente.
- Apagar el extractor de gases para que suba la temperatura del horno de fusión. Una vez alcanzada nuevamente la temperatura de 1050 °C, mantener por 15 minutos para asegurar que la muestra se encuentre totalmente fundida; sacar los crisoles con ayuda de una pinza con sumo cuidado y vaciar el contenido en las lingoteras previamente ordenadas y enumeradas.
- Dejar enfriar el material colado (3 minutos) y separarlo del regulo, el cual se colocará en el tablero en forma ordenada.
- Con la ayuda de un martillo y una pinza chancar el regulo con una comba para eliminar lo restante de escoria y darle una forma cubica. Se debe usar en este punto estrictamente los lentes de seguridad transparentes para evitar que pueda impactar en los ojos cualquier partícula de escoria al momento de realizar esta labor; así como también los tapones de oídos con el fin de minimizar el ruido ocasionado en la limpieza del regulo. Luego proceder con la etapa de copelación.
- Proceder de igual manera para las siguientes fundiciones.
- En caso de ingreso de personal ajeno al área de trabajo, o cualquier otro incidente comunicar inmediatamente al jefe de guardia encargado.

Figura 27

Área de fundición de laboratorio



Restricciones

- No operar sino cuenta con los equipos de protección personal indicados en la parte 2 del presente PETS.
- No operar si el equipo presenta fallas.
- No operar si el sistema de extracción de gases y polvos presenta fallas.
- No operar en caso de tormentas eléctricas.

3.1.14. Copelación de muestras

Personal

- Fundidor
- Analista químico

Equipos de protección personal

- Ropa de trabajo (mameluco)
- Botín punta de acero
- Casco tipo jockey con careta oscura
- Respirador media cara, con filtros para polvo

- Tapones de oído y protector auricular
- Casaca aluminizada
- Mandil aluminizado
- Guantes aluminizados
- Escarpines aluminizados
- Guantes de cuero reforzado
- Guantes solvex
- Lentes de seguridad de lunas claras y de lunas oscuras

Equipo, herramientas, materiales

- Horno de fundición
- Sistema de extracción de gases de fundición
- Tablero porta regulo de madera
- Copelas N° 7C de magnesita
- Trinche porta copelas
- Pinza para régulos
- Porta copelas de madera
- Alicata curva (pico de loro)
- Comba de 4 lb
- Ceniza de hueso
- Ocre
- Pincel

Procedimiento

- Antes de iniciar el trabajo es necesario realizar las herramientas de gestión (IPERC y orden de trabajo).
- Revisión de los EPP's. El uso de los EPP's antes mencionados es obligatorio y de carácter permanente.
- Antes de iniciar la guardia el Fundidor debe verificar las condiciones del área de trabajo, en caso de encontrar una condición sub estándar comunicar al jefe de guardia encargado. Así mismo deben revisar el estado de los equipos y accesorios dejados por el turno anterior.

- Prender el horno de copelación para llegar hasta la temperatura de operación.
- Cuando la temperatura alcanza los 900 °C con la ayuda de un trinche poner a precalentar las copelas (25 minutos) previamente enumeradas.
- Para esto el fundidor debe estar debidamente protegido por los implementos de seguridad con el fin de evitar quemaduras debido a la exposición a altas temperaturas.
- Prender el sistema de extracción de gases de fundición.
- Con la ayuda de una pinza colocar los régulos debidamente limpios de escoria en las copelas precalentadas en forma ordenada, mantener la temperatura entre 880 y 900 °C.
- Cerrar la puerta del horno y esperar hasta la licuefacción del plomo metálico sólido.
- Abrir la escotilla de los ductos del sistema de extracción de gases para la oxidación del plomo y atrapamiento en la copela.
- Terminada la copelación el dore quedara sobre la copela. Retirar las copelas del horno y dejar enfriar dentro de una campana del sistema de extracción de gases.
- Dejar enfriar las muestras para continuar con el análisis respectivo.
- Si no existiese otro batch para copelar proceder a apagar el horno de copelación.
- Apagar el sistema de extracción de gases.
- Proceder de igual manera para las siguientes copelaciones.
- En caso de ingreso de personal ajeno al área de trabajo, o cualquier otro incidente comunicar inmediatamente al jefe de guardia encargado.

Restricciones

- No operar sino cuenta con los equipos de protección personal indicados en la parte 2 del presente PETS.
- No operar si el equipo presenta fallas.
- No operar si el sistema de extracción de gases y polvos presenta fallas.

- No operar en caso de tormentas eléctricas.

3.2. RESULTADOS

A continuación, se muestra algunos resultados.

Tabla 5

Informe de ensayo químico

INFORME DE ENSAYO QUÍMICO
N° C-40980/LQ-2024

Página: 69 de 1

Cliente : JUSTO LOPEZ MANRIQUE.
 Tipo de Muestras : Mineral (pulpa)
 Cantidad de muestras : 01
 Envase : Bolsa sellada
 Características de la muestra : sulfuro.
 Instrucción de análisis : Tipo Lote
 Fecha de recepción : 13 de setiembre del 2024.
 Inicio de análisis : 14 de setiembre del 2024.
 Método de análisis : Vía Seca – Newmont

Resultados:

		Peso de mineral		Leyes de Au	
				Au (g/t)	Au (oz/tc)
		Peso total de mineral	200		
40980		Peso de mineral - 140	197,17	malla -140	23,933
		Peso de mineral +140	2,83	malla +140	75,618
				Newmont	24,754
				PLATA-Ag	23,867

Tabla 6

Resultados campaña 764 por lotes

**Laboratorio Químico**

Paltarumi S/N Km 221-300 Panamericana Norte

Paramonga - Barranca / Lima

INFORME DE ENSAYO DE LOTES

Señores: FISCALIZACION
 Fecha de Recepción: 14/03/2024
 Fecha de Reporte: 15/032024
 Método de Ensayo: Ensayos al fuego para Oro (Newmont) por Gravimetría
 Turno: 1° GUARDIA

Ítem	Código de muestra	Ley Au (g/Tm)	Ley Au (oz/Tc)	Ley Ag (g/Tm)	Ley Ag (oz/Tc)	% Au Grueso
1	40987	19,309	0,563	25,000	0,729	3,83
3	40980	24,754	0,722	23,867	0,696	4,32
4	40983	15,507	0,452	11,400	0,333	2,54
5	40984	58,065	1,694	66,667	1,944	4,90
6	40999	10,005	0,292	6,867	0,200	6,35
7	40982-40991	6,073	0,177	40,933	1,194	6,07
8	40996	85,875	2,505	76,800	2,240	26,92
9	40971	22,337	0,651	24,333	0,710	2,44
10	40992	24,448	0,713	61,133	1,783	4,85
11	40994	36,484	1,061	40,600	1,181	7,91
12	40909	70,504	2,056	73,667	2,149	2,51
13	40995	27,460	0,801	34,667	1,011	3,26
14	40993	6,377	0,186	51,133	1,491	6,04
15	40997	37,045	1,080	23,467	0,684	20,53
16	40980	46,894	1,368	27,933	0,815	33,52
17	40972	9,006	1,196	63,800	1,861	22,52
18	40983	77,018	2,246	84,733	2,471	40,15
19	40981	15,610	0,456	17,533	0,511	7,72

Tabla 7

Resultados campaña 764 de carbón



Laboratorio Químico

Paltarumi S/N Km 221-300 Panamericana Norte

Paramonga - Barranca / Lima

INFORME DE ENSAYO CARBON

Señores: Planta
Fecha de Recepción: 19/03/2024
Fecha de Reporte: 20/03/2024
Referencia: CARBÓN DE COSECHAS

Ítem	Código de muestra	Leyes Carbón		Humedad
		Au (g/kg)	Ag (g/kg)	(%)
1	COSECHA TK-D1-A	7,302	4,985	34,21
2	COSECHA TK-D1-B	7,254	5,005	34,15
3	COSECHA TK-D1-C	7,283	4,827	34,45
4	COSECHA TK-D2-A	1,981	3,349	34,70
5	COSECHA TK-D2-B	2,000	3,551	34,87
6	COSECHA TK AG-6A	1,993	3,237	35,54
7	COSECHA TK AG-6B	1,068	3,799	35,21
8	COSECHA TK AG-6C	1,079	3,849	35,15
9	COSECHA TK CIP2	1,056	3,568	35,09

Tabla 8

Resultados campaña 767 por lotes

**Laboratorio Químico**

Paltarumi S/N Km 221-300 Panamericana Norte

Paramonga - Barranca / Lima

INFORME DE ENSAYO DE LOTES

Señores: FISCALIZACION
 Fecha de Recepción: 07/04/2024
 Fecha de Reporte: **08/04/2024**
 Método de Ensayo: Ensayos al fuego para Oro (Newmont) por Gravimetría
 Turno: 1° GUARDIA

Ítem	Código de muestra	Ley Au (g/Tm)	Ley Au (oz/Tc)	Ley Ag (g/Tm)	Ley Ag (oz/Tc)	% Au Grueso
1	41020	4,959	0,145	3,667	0,107	27,23
3	41023	6,557	0,191	6,333	0,185	28,44
4	41025	32,792	0,956	43,400	1,266	5,28
5	41028	4,894	0,143	4,200	0,123	19,21
6	41033	6,038	0,176	85,800	2,503	33,87
7	41034	25,861	0,754	108,333	3,160	19,88
8	41036	7,704	0,225	80,800	2,357	10,51
9	41037	39,939	1,165	210,600	6,143	7,29
10	41051	69,197	2,018	179,467	5,234	21,44
11	41041	53,868	1,571	30,000	0,875	10,23
12	41059	36,909	1,077	16,133	0,471	7,90
13	41047-41042	22,077	0,644	97,800	2,853	20,09
14	41046	25,912	0,756	355,667	10,374	13,54
15	41054	35,017	1,021	56,067	1,635	24,49
16	41056	24,130	0,704	119,533	3,486	4,54
17	41060	46,010	1,342	206,667	6,028	5,68
18	41068	21,642	0,631	27,333	0,797	9,13
19	41050-41055-41053	35,471	1,035	33,733	0,984	4,31
20	41061	37,410	1,091	38,533	1,124	5,76

Tabla 9

Resultados campaña 767 de carbón



Laboratorio Químico

Paltarumi S/N Km 221-300 Panamericana Norte

Paramonga - Barranca / Lima

INFORME DE ENSAYO CARBON

Señores: Planta
Fecha de Recepción: 12/04/2024
Fecha de Reporte: 13/04/2024
Referencia: CARBÓN DE COSECHAS

Ítem	Código de muestra	Leyes carbón		Humedad
		Au (g/kg)	Ag (g/kg)	(%)
1	COSECHA TK-D1-A	4,668	3,056	35,55
2	COSECHA TK-D1-B	4,625	3,080	35,62
3	COSECHA TK-D1-C	4,693	3,049	35,59
4	COSECHA TK-D2-A	1,111	1,736	35,90
5	COSECHA TK-D2-B	1,091	1,826	35,75
6	COSECHA TK-D2-C	1,094	1,803	35,80
7	COSECHA TK-D9	0,406	3,406	35,25

3.3. APORTES Y CONTIBUCIONES

3.3.1. Organización del sistema de trabajo

Se tenía un sistema desorganizado de trabajo, donde el personal encargado en cada etapa de las operaciones, no registraba el estado inicial del material de trabajo, así como del estado inicial de los equipos, también al final de una jornada. Se realizó la sugerencia que en cada etapa se registre las condiciones del material, equipos e insumos que se empleen para el desarrollo del trabajo. Con lo propuesto se tiene un sistema de trabajo organizado, rastreable y detectable si existieran posibles errores, por ser el área de laboratorio, la zona más sensible por la responsabilidad que se asume al determinar la cantidad de oro y plata de las muestras.

Se implementó un checklist y plantillas de trabajo en cada área.

- Área de preparación de muestras
- Área de pesado y dosificación
- Área de secado y calcinado
- Área de fundición y copelación
- Área de ataque químico
- Área de absorción atómica
- Área pesada de Au y Ag

Figura 28

Checklist para recepción de muestras



Paltarumi **LABORATORIO QUIMICO - METALURGICO**

RECEPCION DE MUESTRAS PARA ANALISIS

Fecha de Ingreso a Lab. Quimico:				Entregado por:					
Hora de Ingreso a Lab. Quimico:				Recepcionado por:					
Nº	Codigo de Muestra	TIPO DE MUESTRA						PESO	OBSERVACION
		SACO	LOTE	REF	AUM	BLEN	REENS		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
15									
16									
17									

Hora de Entrega a Pesado de Muestras:				Entregado por:			
---------------------------------------	--	--	--	----------------	--	--	--

Figura 29

Checklist para pesados de muestras

Paltarumi		LABORATORIO QUIMICO - METALURGICO						
hora de inicio:		PESADO DE MUESTRAS						
Nº	Codigo de Muestra	Peso de la Muestra	Tipo de Analisis		Analitos		Tipo de Muestra	OBSERVACIONES
			Newmont	Duplicado	Au	Ag		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								

3.3.2. Mejora del método de análisis de bullones

Anteriormente las virutas se analizaban por quintuplicado (3 Au y 2 Ag) y reportaban en un promedio de 3 horas sin la posibilidad de algún reensayo con ataques químico algo ineficiente de 1 hora en dos etapas de ácido nítrico 15 % y QP. Se observó perdidas por proyecciones de dore por el cambio de temperatura bruscos al retirar del horno.

Mejoras

- Se analizan cada muestra de viruta por 8 ensayos (6 Au y 2 Ag) cubriendo la posibilidad de algún error en análisis como derrames o

pérdidas, obteniendo una mayor confiabilidad de resultados por replicar de valores.

- Se agregó un blanco de lámina plomo para ver el grado de contaminación y factor de corrección, al igual que un título de Ag en cada Bach para ver la pérdida de Ag por volatilización.
- Se procedió a bajar la temperatura del horno en etapas una vez terminada la copelación para enfriar las muestras gradualmente y evitar proyecciones.
- Se sugirió la compra de una laminadora de doré para evitar pérdidas por laminado con martillo.
- El ataque químico con HNO_3 se realiza en 3 tiempos de 1 hora aproximadamente cada etapa a diferentes temperaturas para evitar la dispersión de oro. (15 % a 120 °C - 25 % a 140 °C y a 75 % a 170 °C)
- Se sugirió la compra de láminas de plata para mayor precisión en el encuarte (1:8)
- Los resultados se reportan en un tiempo aproximado de 8 horas, pero este resultado tiene un margen de diferencia menor con otro laboratorio(COOPERFIELD) y la pistola de rayos x (NILTON XL2).

3.3.3. Implementación de un sistema de control en el área preparación de muestras (secado, chancado y cuarteo)

Siendo esta área una de las de mayor importancia dentro de análisis se realizó algunas mejoras:

- Se tenía una chancadora de quijada el cual no se verificaba el set de abertura con regularidad y la granulometría del mineral chancado, se implementó un control de granulométrico con malla 10 pasante al 90 % haciendo que cada turno llene un formato para verificar los valores estén dentro del control. Se implementó una chancadora, para contar con una chancadora primaria y secundaria asegurando la liberación del Au en el mineral al finalizar el análisis.
- Se mejoró el método de cuarteo pasando del método por rifle a cuarteo por manta e incremento siento este ultimo de mayor confiabilidad que se reflejan los reensayos y muestras dúplicas.
- Se estandarizó el procedimiento de preparación en las 3 guardias.

- Se implementó un método para descartar muestras ya procesadas y almacenadas, evitando así el error humano. Con ayuda del jefe de laboratorio se coordinó con el área de fiscalización para la entrega de la relación de muestras a descartar con anticipación evitando la acumulación en almacén. Se mejoró el proceso de eliminación de muestras juntado en primer lugar las muestras a conservar para evitar errores de descarte posteriormente eliminar las muestras siempre verificando las fechas de recepción ambas guardias de turno.

3.3.4. Realización de charlas de seguridad y medio ambiente

Teniendo en cuenta que es esencial que los trabajadores estén informados, recibir formación, sean involucrados y participen en la preparación y aplicación de medidas de seguridad y salud e IPERC en las actividades del análisis en el laboratorio químico de la empresa PALTARUMI SAC.

Las charlas están dirigidas a aquellos que realizan actividades de análisis desde la elaboración del plan de análisis, toma y preparación de la muestra, análisis que involucran riesgos físico y químicos en el laboratorio de la minera; el propósito es brindar apoyo y orientación al trabajador de laboratorio, quien pone en riesgo su vida y salud en este tipo de labores.

El objetivo de las charlas diarias es lograr que estén informados y conozcan:

- Los riesgos generales y específicos que pueden presentarse en el laboratorio.
- Las medidas de prevención y protección a tener en cuenta para que el trabajo sea seguro.
- Los efectos que sobre la salud ejercen los contaminantes físicos, químicos y biológicos.
- Las normas de higiene y seguridad aplicables al laboratorio de empresa minera.

Para propiciar un entorno laboral seguro es imprescindible:

- Cumplir con las normas y mantener una actitud preventiva.

- Crear un clima de trabajo que favorezca la adopción y desarrollo de una cultura de la seguridad, para lo cual los trabajadores deben desempeñar un papel activo en la identificación de los problemas e implicarse en su solución.
- Por ello, es necesario que los trabajadores/as conozcan los riesgos a los cuales se encuentran expuestos en sus puestos de trabajo y adquieran hábitos seguros que tiendan a proteger su salud y la de sus compañeros.

Para un trabajador el conocimiento es la mejor herramienta para prevenirse de los riesgos

Figura 30

Registro de charla de seguridad en hábitos seguros

Nº	APellidos y Nombres	CUI	SEÑAL/CONTRATADA	SEÑA	SEÑALACION
1	RODRIGUEZ, JUAN CARLOS	1000000	Lab. 100		
2	RODRIGUEZ, JUAN CARLOS	1000000	Lab. 100		
3	RODRIGUEZ, JUAN CARLOS	1000000	Lab. 100		
4	RODRIGUEZ, JUAN CARLOS	1000000	Lab. 100		
5	RODRIGUEZ, JUAN CARLOS	1000000	Lab. 100		
6	RODRIGUEZ, JUAN CARLOS	1000000	Lab. 100		
7	RODRIGUEZ, JUAN CARLOS	1000000	Lab. 100		
8	RODRIGUEZ, JUAN CARLOS	1000000	Lab. 100		
9	RODRIGUEZ, JUAN CARLOS	1000000	Lab. 100		
10	RODRIGUEZ, JUAN CARLOS	1000000	Lab. 100		
11	RODRIGUEZ, JUAN CARLOS	1000000	Lab. 100		

CONCLUSIONES

Se prestó servicios relacionados a la formación profesional de ingeniería química, específicamente en el ámbito del análisis de oro y plata en minerales en la empresa PALTARUMI SAC referidos a: evaluación y reporte de resultados, de muestras almacenadas, instalaciones de lixiviación y proceso de desorción, carbones de control, bullones de barras de doré y pruebas metalúrgicas; método Newmont para Au (determinación de Au grueso); método Chidi para soluciones cianuradas Au y Ag; análisis gravimétrico para Au y Ag; método combinado de Au, análisis de carbones de control y de cosecha; análisis de bullones y lectura de soluciones cianuradas por absorción atómica.

Se logró adquirir y demostrar la capacidad teórica y práctica en la aplicación de los protocolos de análisis de minerales en los términos de: muestreo de mineral / cuarteo con un cortador en cruz; muestreo de relave/material tratado; preparación de muestra; recepción de mineral; análisis de muestra y control de calidad en los minerales procesados por la empresa PALTARUMI SAC como: pirrotita ($\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}$); pirita (FeS_2); chalcopirita (CuFeS_2); electrum (Au nativo); pirargurita (Ag_3SbS_3) y blenda (ZnS).

Se adquirió capacidad de reflexión crítica sobre las competencias adquiridas durante la formación profesional de ingeniería química y la relación en el centro laboral de la empresa PALTARUMI SAC de manera que se aportó en la mejora de la organización del laboratorio químico con la implementación de registros de control, checklist y plantillas de trabajo en las diferentes áreas de trabajo: área de preparación de muestras; área de pesado y dosificación; área de secado y calcinado; área de fundición y copelación; área de ataque químico; área de absorción atómica y área pesada de Au y Ag.

Se realizó charlas de seguridad y medio ambiente teniendo en cuenta que es esencial que los trabajadores estén informados, reciban formación y participen en la preparación y aplicación de medidas de seguridad y salud e IPERC en las actividades del análisis en el laboratorio químico de la empresa PALTARUMI SAC; así como conseguir conciencia en los trabajadores de laboratorio la interacción entre el medio ambiente y la seguridad de manera que la seguridad ambiental permita evaluar, controlar y revertir las amenazas a los ecosistemas.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que la capacitación y concientización sea constante al personal sobre las hojas de seguridad (HDS) para conocer las características, precauciones y revisar sus respectivas normas de manejo, con respecto a los reactivos involucrados en el análisis de oro y plata.
2. Se debe rotular de acuerdo a las especificaciones técnicas los frascos de los reactivos químicos y guardarlos en lugares seguros. El permanente control de stocks es importante para tener en cuenta el grado de reposición de los reactivos.
3. La carga del fundente y dosificación está relacionada a la composición del analito y de las reacciones piroquímicas para la obtención de plomo metálico. En algunos casos no darán los mejores resultados y habrá que modificar el flujo en busca de la máxima eficiencia del ensayo. Estas modificaciones serán empíricas y estarán sustentadas por la experiencia y el juicio del analista.
4. Realizar un seguimiento y dar pautas para una mejor toma de muestras en las diferentes analitos, (carbón activado, mineral polveado, soluciones de planta)
5. Capacitación constante al personal sobre las técnicas y cuidados de análisis y métodos químicos en cada una de las áreas de trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, D. (2020). Tesis de maestría en gestión ambiental. *Método integrado de remediación para la disminución de la concentración de metales pesados de aguas residuales de actividad minera de la sierra central- 2018*. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima. Perú.
- Díaz, M. tesis (2016). *experimentación para la destrucción de cianuro en pulpa y solución de lavado del espesador de relave minera immaculada*. universidad nacional de san Agustín. Arequipa. Perú.
- Fajardo, J. y otros (2010). *Estudio de métodos químicos de remoción de cianuro presente en residuos de cianuración provenientes del proceso de extracción de oro de veta en el departamento de Nariño*. Revista Luna Azul issn 1909-2474. no. 31, julio-diciembre 2010. Manizales, 2009-11-05 (rev. 2010-03-28).
- Gutiérrez, F. (2018). Tesis. *Análisis del proceso de eliminación de sustancias toxicas de efluentes contaminados con cianuro en plantas metalúrgicas de obtención del oro*. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa. Perú.
- Herdoíza, G. (2010). Tesis de maestría. *Sistema de gestión integral de residuos sólidos (relaves) para la planta de beneficio Prohemach*. Universidad de Cuenca. Colombia.
- Isidro, H. (2018). Tesis. *Pruebas de cianuración en botellas y columnas para minerales mixtos auríferos en la empresa minera J.J. Inversiones Mineras S.A.C en Abancay*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna. Perú.

ANEXOS

Anexo 1 Planta PALTARUMI SAC



Anexo 2 Inicios PALTARUMI SAC



Anexo 3 Recepción y pesado de minerales



Anexo 4 Dosificación de mineral



Anexo 5 Mineral para fundición



Anexo 6 Fundición de barras de oro PALTARUMI SAC



Limpieza del horno



Anexo 7 Barras de oro



Anexo 8 Muestras pulverizadas



Anexo 9 Área de fundición laboratorio



Anexo 10 Fundente



Anexo 11 Botón de oro



Anexo 12 Microbalanza para determinación de humedad



Anexo 13 Equipo de Absorción atómica Perkin Elmer



Anexo 14 Solución filtrada lista para el análisis químico por absorción atómica



Anexo 15 Transporte de barras



**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL:

Análisis de oro y plata de muestras minerales de la planta concentradora en la empresa minera PALTARUMI S.A.C

Expositor: Rober Cisneros Núñez
Bachiller en Ingeniería Química

Expediente N° 2447445

Resolución Decanal N° 153-2024-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 09-08-2024

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 dos de la tarde con cinco minutos del día martes trece de agosto del año dos mil veinticuatro, se reunieron el Bachiller en Ingeniería Química **Rober Cisneros Núñez**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Mg. Edgar Gregorio ARONES MEDINA, 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. Abrahán Fernando TREJO ESPINOZA (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: **Análisis de oro y plata de muestras minerales de la planta concentradora en la empresa minera PALTARUMI S.A.C**, presentado por el Bachiller **Rober Cisneros Núñez**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 153-2024-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó al Bachiller **Rober Cisneros Núñez**, 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. Luego el Presidente invitó al Mg. Abrahán Fernando TREJO ESPINOZA 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 invito 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:****Análisis de oro y plata de muestras minerales de la planta concentradora en la empresa minera PALTARUMI S.A.C****Expositor: Rober Cisneros Núñez
Bachiller en Ingeniería Química**

Expediente N° 2447445

Resolución Decanal N° 153-2024-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 09-08-2024

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 **Rober Cisneros Núñez**, 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 cuatro de la tarde con diez minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:

.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente

.....
Mg. Edgar Gregorio ARONES MEDINA
Miembro

.....
Mg. Hugo Rodolfo ORIUNDO MAMANI
Miembro

.....
Mg. Luis Alberto COSSIO HERRERA
Miembro

.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
(Secretario Docente)



FACULTAD DE
INGENIERÍA QUÍMICA Y
METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA QUÍMICA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 033-2024-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. **Rober CISNEROS NUÑEZ**, 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: Análisis de oro y plata de muestras minerales de la planta concentradora en la empresa minera PALTARUMI S.A.C

Autor : Bach.Rober CISNEROS NUÑEZ
Identificado : 2434503160
Fecha : 19 de agosto de 2024
Nombre del Archivo : Trabajo_de_suficiencia_profesional_FINAL_Rober_turnitin.pdf (2.18M)

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del **27 (veintisiete) % 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, 23 de agosto de 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA
Mtro. Abraham Fernando TREJO ESPINOZA
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

Análisis de oro y plata de muestras minerales de la planta concentradora en la empresa minera PALTARUMI S.A.C.

por Rober Cisneros Nuñez

Fecha de entrega: 19-ago-2024 10:43a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2434503160

Nombre del archivo: Trabajo_de_suficiencia_profesional_FINAL_Rober_turnitin.pdf (2.18M)

Total de palabras: 17096

Total de caracteres: 88518

Análisis de oro y plata de muestras minerales de la planta concentradora en la empresa minera PALTARUMI S.A.C.

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

17%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

15%

2

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

4%

3

pdfcookie.com

Fuente de Internet

2%

4

documents.mx

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

7

vsip.info

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

1%

9	documents1.worldbank.org Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Submitted on 1692195809796 Trabajo del estudiante	<1 %
13	repositorio.unam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo