

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE: INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“USO DE DESMONTE DE MINA COMO  
MATERIAL DE PRESTAMO PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE DIQUE DE  
CONTENCIÓN DE RELAVES”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach.: QUISPE MENDEZ, MARIELA JHESSENIA**

**ASESOR**

**ING. JULIO FREDY PORRAS MAYTA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:**

**GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS EN PROCESO CONSTRUCTIVO**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2023**

**ASESOR**

**Ing. Julio Fredy Porras Maita**

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

DR. Rubén Darío Tapia Silguera

Decano

---

Mtra. Erika Genoveva Zuñiga Almonacid

Jurado

---

Mtro. Henry Alberto Pautrat Egoavil

Jurado

---

Dr. Abel Alberto Muñoz Paucarmayta

Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza

Secretario Docente

### Dedicatoria

A Dios por cada día de vida que nos regala, por guiar mi camino, a mis padres por brindarme su apoyo incondicional emocional y económico siempre en esta trayectoria de mi vida profesional, a mi abuela por su cariño y buenas palabras de aliento.

### Agradecimiento

A mi familia mis padres (Fidel y Pilar), a mi asesor por su apoyo brindando sus conocimientos en el desarrollo de tesis, al técnico Cesar Arcaya por su compartir de su conocimiento y años de experiencia laboral en mecánica de suelos.

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N° 0037 - FI -2023

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis; Titulada:

### USO DE DESMONTE DE MINA COMO MATERIAL DE PRESTAMO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DIQUE DE CONTENCIÓN DE RELAVES

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : BACH. QUISPE MENDEZ MARIELA JHESSENIA

Facultad : INGENIERÍA

Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL

Asesor(a) : ING. PORRAS MAYTA JULIO FREDY

Fue analizado con fecha 09/10/2023 con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de 7 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de Investigación: *Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.*

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 09 de Octubre de 2023.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINGANI  
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO DE TABLAS.....	IX
CONTENIDO DE FIGURAS.....	X
CONTENIDO DE CUADROS.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPITULO I.....	16
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1 Planeamiento del Problema.....	16
1.2 Delimitación de Problema.....	17
1.3 Formulación y sistematización del problema.....	18
1.3.1 Problema General.....	18
1.3.2 Problemas Específicos.....	18
1.4 Justificación.....	18
1.4.1 Justificación práctica o social.....	18
1.4.2 Justificación científica o teórica.....	18
1.4.3 Justificación metodológica.....	19
1.5 Objetivos de la investigación.....	19
1.5.1 Objetivo general.....	19
1.5.2 Objetivos específicos.....	19
CAPITULO II.....	20
MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes.....	20
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	20
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	23
2.2. Bases Teóricas o Científicas.....	30
2.3. Marco Conceptual.....	31
2.3.1. Desmonte de mina.....	31
2.3.1.1. Concepto:.....	31
2.3.1.2. Análisis químico.....	32
2.3.2. Análisis granulométrico.....	33
2.3.3. Dique de contención de relaves.....	36
2.3.3.1. Cimentación en dique de contención de relaves.....	36
2.3.3.2. Relleno de cimentación de dique con material tipo b (enrocado).....	36
2.3.4. Control de calidad para construcción de diques de contención.....	37
2.3.4.1. Ensayos para determinar densidad.....	38
CAPITULO III.....	40
HIPÓTESIS.....	40
3.1. Hipótesis general.....	40
3.2. Hipótesis específicas.....	40
3.3. Variables.....	41
3.3.1. Definición conceptual de la variable.....	41
3.3.2. Definición operacional de la variable.....	41

3.3.3. Operacionalización de las variables.....	42
CAPITULO IV.....	43
METODOLOGÍA.....	43
4.1. Método de investigación.....	43
4.2. Tipo de investigación.....	43
4.3. Nivel de investigación.....	43
4.4. Diseño de investigación.....	44
4.5. Población y muestra.....	44
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	45
4.6.1. Técnicas:.....	45
4.6.2. Instrumentos.....	49
4.6.3. Validez.....	50
4.6.4. Confiabilidad.....	50
4.7. Técnicas de procesamiento de la información y análisis de datos.....	50
4.8. Aspectos éticos de la investigación.....	51
CAPITULO V.....	52
RESULTADOS.....	52
5.1. Descripción del diseño tecnológico.....	52
5.2. Descripción de resultados.....	53
5.2.1. Granulometría del desmonte de mina.....	53
5.2.2. Densidad – Ensayo por el método reemplazo de agua.....	59
5.2.3. Análisis químico al material de desmonte de mina.....	64
5.2.4. Vida útil y almacenamiento.....	68
5.3. Contrastación de hipótesis.....	69
<b>5.3.1. Proceso de prueba de la Hipótesis Principal.....</b>	<b>69</b>
CAPITULO VI.....	71
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	71
6.1. Hipótesis general:.....	71
6.2. Hipótesis específica N° 01:.....	72
6.3. Hipótesis específica N° 02:.....	72
6.4. Hipótesis específica N° 03:.....	73
CONCLUSIONES.....	75
RECOMENDACIONES.....	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS.....	80
ANEXO N° 01: Matriz de consistencia.....	81
Anexo N° 02: Matriz de operacionalización de variables.....	82
Anexo N° 03: Matriz de operacionalización del instrumento.....	83
Anexo N° 04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación.....	84
Consentimiento Informado.....	117
PANEL FOTOGRAFICO:.....	119



## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Resultado de granulometría 1 para la cimentación del dique .....	53
Tabla 2: Resultado granulométrico 2 .....	54
Tabla 3: Resultado de granulometría numero 3 .....	57
Tabla 4: Resultado granulométrico 4 .....	58
Tabla 5: Ensayo de densidad 1- cimentación de dique .....	59
Tabla 6: Resultado 2 – cimentación de dique .....	60
Tabla 7: Resultado 3 del ensayo en el cuerpo del dique .....	61
Tabla 8: Resultado 4 del ensayo en el cuerpo del dique .....	62
Tabla 9: Ensayo 5 realizado para el cuerpo del dique .....	63
Tabla 10: Resultados del análisis mineralógico-desmonte de mina .....	67

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: Residuos mineros – desmonte de Mina.....	32
Figura 2: Ensayo de granulometría in situ-desmonte de mina.....	46
Figura 3: Ensayo en laboratorio de suelos .....	46
Figura 4: Material desmonte de mina sobre la plataforma del dique.....	47
Figura 5: Conformación de desmonte de mina con tractor oruga.....	47
Figura 6: Compactación del material de mina con rodillo vibratorio de 20 tn. ....	48
Figura 7: Excavación y extracción de material para ser pesado en kg. ....	48
Figura 8: Llenado de agua para hallar el volumen que ingresa al hoyo .....	49
Figura 9: Determinación de humedad con Speedy .....	49
Figura 10: Curva granulométrica .....	54
Figura 11: Curva granulométrica 2.....	56
Figura 12: Curva granulométrica 3 .....	57
Figura 13: Curva granulométrica 4 dentro de los parámetros.....	58
Figura 14: Relación AP y NP para indicar potencial acida .....	65
Figura 15: Demostración relación NAG Y pHNAG.....	66
Figura 16: Contenido de minerales (%PESO) .....	67
Figura 17: Volumen de almacenamiento Etapa 2 A Y 2B.....	69
Figura 18: Desmonte de mina (cantera).....	119
Figura 19: Controles de calidad realizados al dique de contención de relaves.....	119
Figura 20: Determinación de densidad del material .....	120

## CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 1: Productor de Mineral .....	17
Cuadro 2: Clasificación de suelos SUCS.....	38
Cuadro 3: Operacionalización de las variables.....	42
Cuadro 4: Criterio de clasificación .....	64
Cuadro 5: Resultados ABA de muestras.....	64
Cuadro 6: Criterio para evaluar generación de acidez .....	65
Cuadro 7: Detalle de muestra – resultados NAG.....	66
Cuadro 8: Contenido de minerales (%PESO).....	68

## RESUMEN

La presente investigación presenta como problema general: ¿Qué efecto tiene el uso de desmonte de mina como material de préstamo para la construcción del dique de contención de relaves, relavera San Francisco, 2023?, para lo cual se formula como objetivo general: evaluar el efecto que tiene el uso de desmonte de mina como material de préstamo para la construcción del dique de contención de relaves, relavera San Francisco, 2023. Como hipótesis general a contrastar es: Tiene efecto positivo el uso de desmonte de mina como material de préstamo para la construcción del dique de contención de relaves, relavera San Francisco, 2023.

El método de investigación será el científico, el tipo de esta investigación será descriptivo y el nivel de investigación será descriptivo- explicativo, utilizándose un diseño de investigación no experimental, la población estuvo conformado por el desmonte de mina que se extrae de las labores de explotación en la minera Bateas SAC, mientras que la muestra estuvo conformada por 1tn de desmonte de mina.

Como conclusión la presente investigación fue la utilización del desmonte de mina como material de préstamo para la construcción de dique de contención, ya que cumple con la normatividad nacional (ASTM (American Society for Testing of Materials) , CLASIFICACIÓN SUCS y Normas Técnicas Peruanas NTP), como material de préstamo a fin de reutilizar los residuos sólidos producto de la explotación minera llamados desmonte o botadero de mina en próximas construcciones de diques de contención de relaves.

**Palabras claves:** Desmonte de mina, material de préstamo, dique de contención

## ABSTRACT

The present investigation present as a general problem: What effect does the use of mine waste material have as loan material for the construction of the tailings containment dam, San Francisco tailings dam, 2023?, for which the general objective is formulated: to evaluate the effect of the use of mine waste as borrow material for the construction of the tailings containment dam, San Francisco tailings dam, 2023. As a general hypothesis to be contrasted is: The use of mine waste as borrow material for construction of the tailings containment dam, San Francisco tailings dam, 2023.

The research method will be scientific, the type of this research will be applied and the level will be descriptive, using a quasi-experimental research design, the population was made up of the mine waste that is extracted from the exploitation work in the mining company Bateas SAC, while the sample consisted of 290 1 tn of mine waste.

As a conclusion, the present investigation was the use of mine waste as a loan material for the construction of the containment dam, since it complies with the national regulations (ASTM (American Society for Testing of Materials), SUCS CLASSIFICATION and the E.050 Standard of the National Construction Regulations, Peruvian Technical Standards NTP), as loan material in order to reuse the solid waste product of mining exploitation called waste rock or mine dump in upcoming constructions of tailings containment dams.

Keywords: Mine waste, borrow material, containment dam

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: Uso de desmonte de mina como material de préstamo para la construcción de dique de contención de relaves, es propuesto por el problema que radica actualmente en el mundo y en nuestro país.

En el mundo y Latinoamérica los desmontes de mina producidos debido a la extracción de minerales han avanzado significativamente en aumento de la acumulación de desmonteras, por ello a mayor explotación se requiere más depósitos de relaves y/o recrecimientos, estos tienen el potencial de generar degradación ambiental, explotación de cerros, rocas, tierra (para afirmado como material de préstamo), cambios en la topografía del terreno, áreas que son difíciles de restaurar a su estado original. El Perú es el segundo mayor productor de cobre, por consiguiente segundo mayor almacenador de desmonteras sin reutilización alguna, en este caso como se visualizaba desmontes de mina en la minera BATEAS SAC – provincia de Caylloma, Arequipa donde a su vez se encontraba en la necesidad de un recrecimiento de una de sus relaveras en el cual se optó por la utilización de desmonte de mina como material de préstamo en el dique de contención para el presente proyecto en mención; Recrecimiento de la “Relavera N° 03 SAN FRANCISCO – Etapa 2A” en la ciudad de Arequipa, que conformó de 3 etapas de recrecimiento.

Entonces a partir de lo mencionado se investigó al desmonte de mina para que ser utilizado como material de préstamo para la cimentación (pedraplén) y el cuerpo de dique (terraplén) del dique de contención y que éste cumpla con las granulometrías establecidas según normas, que supere el 95% el grado de compactación, así mismo conocer las propiedades fisicoquímicas del desmonte de mina.

Donde se demostró que el material es adaptable, factible demostrando su efecto positivo en el dique de contención con ensayos que demostraron y a su vez garantizaron la estabilidad en el dique y reutilizando el material de desmonte de mina que queda a la intemperie en las desmonteras.

Capítulo I, trata sobre la realidad problemática y su desarrollo, justificación y planteamiento.

Capítulo II, en el marco teórico contiene antecedentes intencionales y nacionales, bases teóricas y definición de términos básicos.

Capítulo III, presenta la hipótesis general y específicas con la descripción de variables.

Capítulo IV, presenta la metodología de la tesis, tipo, nivel y diseño de investigación que aplicara la presente tesis, detalla la población y muestra y especifica las técnicas e instrumentos de recolección de datos en conjunto del análisis de datos y técnicas de procesamiento de datos.

Capítulo V, describe los resultados de cada planteamiento del problema mostrado en la tesis.

Capítulo VI, describe el análisis y discusión de resultados, finalmente las conclusiones de la presente tesis así mismo las recomendaciones, referencias bibliográficas, anexos y panel fotográfico.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 Planteamiento del Problema**

Los desmontes de mina en el Mundo son un problema resaltante a causa del incremento de explotación minera en los últimos años, ya que una de las actividades importantes en el desarrollo del crecimiento económico a nivel mundial, para la clasificación de minerales específicos de la masa extraída el 75% es desecho y solo el 25% de mineral es puro para ser comercializado, lo cual el desmonte de mina queda acopiado en las mineras sin uso alguno.

En Latinoamérica como Brasil, Chile, México y Perú concentran el 85% de las exportaciones de metales tales como: plata, oro, cobre, zinc, ello les convierte en mayores productores de desmontes de mineral que no es reutilizado solo depositado a la intemperie.

En el Perú esto ha ido incrementando en distintos departamentos de nuestro país como Cusco, Moquegua, Junín y Arequipa se han convertido en lugares con mayor producción de minerales y desmontes de mina, a causa de la misma explotación por consecuencia que se obtiene los residuos de mineral(ganga) material desecho que son trasladados a depósitos y/o almacenados en lugares aledaños llamados desmonteras, sin uso alguno expuestos a la intemperie, cuando éste puede ser utilizado ante la necesidad de construcciones y/o ampliación de presas de relave que para llevarse a cabo estos proyectos están en la necesidad de la utilización de recursos naturales, material de préstamo como la tierra y las rocas



(explotación de áreas y cerros), que a pesar del plan de acción ambiental estos recursos no se recuperan a un 100%. Entonces por tales razones se optó por la utilización de desmonte de mina (residuo mineral) como material de préstamo en reemplazo de la tierra y rocas que se requieren en las construcciones de dique de contención para relaves, cumpliendo con los parámetros establecidos según norma.

El Perú se mantuvo como el segundo productor mundial de cobre, plata y zinc el 2018 de acuerdo a la última encuesta mundial del U.S. Geological Survey (USGS). (Gestión, 2019).

**Cuadro 1: Productor de Minerales**

PRODUCTO	LATINOAMERICA	MUNDO
Oro	1	6
Cobre	2	2
Plata	2	2
Zinc	1	2
Plomo	1	3
Estaño	1	4
Molibdeno	2	4
Cadmio	2	8
Roca Fosfórica	2	11
Diatomita	1	5
Indio	1	7
Andalucita / Kyanita y minerales relacionados	1	4
Selenio	1	10

Nota: Perú productor de mineral (MEM)

## 1.2 Delimitación de Problema

### Espacial

La investigación se llevó a cabo en el distrito de Caylloma, departamento de Arequipa, lugar donde se realizó la construcción del Recrecimiento de la “Relavera N° 03 San Francisco – etapa 2A”

### Temporal

Se ejecuto la investigación durante 9 meses el año 2019

### Económica

Los costos presentados en esta investigación fueron asumidos por el proyecto en ejecución por la empresa COSEMIN PI SAC.

### **1.3 Formulación y sistematización del problema**

#### **1.3.1 Problema General**

¿Qué efecto tiene el uso de desmonte de mina como material de préstamo para la construcción del dique de contención de relaves, relavera San Francisco, 2023?

#### **1.3.2 Problemas Específicos**

1. ¿Cuál es la granulometría del material de préstamo desmonte de mina para la construcción del dique de contención de relaves?
2. ¿Cuál es la densidad del material de préstamo desmonte de mina para la construcción del dique de contención de relaves?
3. ¿Cuál es el análisis químico del material de préstamo desmonte de mina para la construcción del dique de contención de relaves?

### **1.4 Justificación**

#### **1.4.1 Justificación práctica o social**

La presente investigación busca fomentar el uso del desmonte de mina como material de préstamo para su reutilización y por otro lado dejar de utilizar recursos naturales (tierra, rocas) que son esenciales la su uso como material de préstamo, con la reutilización a su vez desaparecer los montones y cerros de desmonte de mina que se encuentran acumulados a la intemperie en los lugares de desmonteras en las minas.

#### **1.4.2 Justificación científica o teórica**

Con los resultados de los ensayos realizados al desmonte de mina como material de préstamo, se encuentran dentro de los parámetros que exige la norma asegurando la estabilidad del dique de contención de relave demostrando su efecto positivo de su uso.

### **1.4.3 Justificación metodológica**

La presente investigación ayuda a fomentar la reutilización y uso del desmonte de mina como material de préstamo en construcciones o ampliaciones de diques de contención de relaves, ya que a través de su investigación, se obtuvo los resultados de los ensayos como; granulometrías y densidad que cumplieron con los parámetros establecidos en la normatividad demostrando su validez como material para ser utilizados y estudiados en otros proyectos.

## **1.5 Objetivos de la investigación**

### **1.5.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto que tiene el uso de desmonte de mina como material de préstamo para la construcción del dique de contención de relaves, relavera San Francisco,2023.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

1. Evaluar la granulometría del material de préstamo desmonte de mina para la construcción de dique de contención de relaves.
2. Analizar la densidad del material de préstamo desmonte de mina para la construcción de dique de contención de relaves.
3. Analizar el resultado de ensayo químico del material de préstamo desmonte de mina para la construcción de dique de contención de relaves.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

- (CINIIF, 2018) En octubre, el Consejo de Normas Internacionales de Contabilidad emitió la CINIIF 20 Costos de Desmonte en la Fase de Producción de una Mina a Cielo Abierto. En las operaciones de minería a cielo abierto, las entidades pueden verse forzadas a extraer materiales de escombros de la mina (“sobrecarga”) para acceder a los yacimientos del mineral. Esta actividad de extracción del escombros se conoce como “desmonte”, en la revista nos menciona la problemática de la medición inicial y posterior del activo de la actividad de desmonte de mina, donde los costos serán identificables por separado, la entidad como propósito distribuirá los costos de producción de desmonte y el contenido de mineral extraído comparado con el contenido de mineral que se esperaba extraer, para una cantidad dada de mineral producido.

- (MARTIN VILLANUEVA, 2019), Mencionan que para el diseño de un depósito de desmonte se realizó la caracterización geotécnica del material, calibración de un modelo constitutivo de segundo orden. La caracterización tuvo como objetivo definir los parámetros de diseño y condiciones estáticas para lo cual describen los resultados de ensayos de campo, pruebas de laboratorio y toma de muestras representativas. Los autores tuvieron dificultad de ensayar muestras de desmonte de un tamaño reducido en comparación del diámetro de los bloques que se obtuvo en campo, respecto a las propiedades dinámicas el material se sometió de corte torsional en la Universidad de Texas-USA. Donde se ha resumido que se requieren para caracterizar el desmonte de mina con fines de diseño geotécnico. Las pruebas de campo utilizan para conocer el tipo y densidad del material de desmonte estos son importantes es los análisis de estabilidad.
- (Garcia, 2014), para optar el título de Doctor de Ingeniería Minera y Geológica en la Universidad Politécnica de Cartagena, elaboró la tesis doctoral titulada: “IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS MINERO-METALÚRGICOS DE LA SIERRA DE CARTAGENA – LA UNIÓN (MURCIA-ESPAÑA)”, plantean como problema general: “La extracción de los recursos minerales ha generado grandes beneficios que, en algunos casos, ha supuesto el desarrollo industrial y social de su entorno, asociado a la explotación de las menas beneficiosas se han generan gran cantidad de residuos minero-metalúrgicos, derivados tanto del proceso extractivo como del de transformación, plantean como objetivo

general: “El objetivo general de esta tesis consiste en evaluar el impacto y riesgo ambiental de los residuos minero-metalúrgicos existentes en la Sierra de Cartagena-La Unión sobre el medio natural. Se llegaron a las siguientes conclusiones: “La caracterización de las diferentes variables ambientales, la cartografía, clasificación y caracterización de los residuos minero-metalúrgicos nos muestra su influencia y efecto en el flujo y transporte de contaminantes”.

- (Orea, 2021), para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Autónoma de México, elaboraron la tesis titulada: “COMPORTAMIENTO DE LOS DIQUES EN TALUD FRENTE A LA ACCIÓN DEL OLEAJE Y CRITERIOS PARA EL REPARTO DE LA PROBABILIDAD CONJUNTA DE FALLO EN LA VIDA ÚTIL”, plantean como problema general: “En el caso de la Ciudad de México, como consecuencia de las características físico-químicas del subsuelo, para cimentar las estructuras se han tenido que adoptar toda clase de cimientos desde los más sencillos tales como los cimientos superficiales (zapatas, losas, pedraplenes, etc.), hasta los más complejos como los intermedios (cajones compensados), profundos (pilotes, pilas, etc.) y mixtos (como los cajones con pilotes de fricción) además de una gran cantidad de variantes. Cada una de estas clases de cimiento plantea un reto en cuanto a su análisis para fines de diseño, es por esto que en esta tesis sólo se aborda el problema del Análisis de una Cimentación Totalmente Compensada”, plantean como objetivo general: “El objetivo de este trabajo es proporcionar una metodología que

permita contar con una herramienta que “facilite” su labor, en el entendido que a pesar de la creencia de que en teoría una cimentación totalmente compensada al sustituirse en su totalidad el peso del suelo por el peso de la estructura (incluyendo carga viva media y peso del cajón). Se llegaron a las siguientes conclusiones: “Se debe llevar a cabo el análisis de expansiones de los estratos bajo el nivel máximo de excavación al efectuar la misma, así como los de asentamientos por re compresión del suelo al aplicar el peso de la estructura”.

- (VEGA, 2009) Menciona que necesariamente se debe evaluar las condiciones geotécnicas del suelo de la cimentación y las propiedades físico-mecánicas del material del desmonte de mina que conforman los botaderos proyectados y se deben estudiar las condiciones de estabilidad física y química del botadero y plantear acciones correctivas pertinentes.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

- (Pardo, 2019), para optar el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Nacional del Centro del Perú, elaboró la tesis titulada: “OPTIMIZACIÓN DEL TRANSPORTE DE DESMONTE CON VOLQUETES MEDIANTE LA TEORÍA DE COLAS EN SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.” En este estudio se plantean como problema general: ¿Cómo se optimiza el transporte de desmonte con volquetes en Sociedad Minera Corona - 2019?, planteando como objetivo general: Determinar la optimización del transporte de desmonte con volquetes usando la aplicación de la teoría de colas en Sociedad Minera Corona. asimismo, se

ha planteado como hipótesis general: Se optimizará el transporte de desmonte con volquetes mediante la aplicación de teoría de colas en Sociedad Minera Corona, metodológicamente la investigación se realizó bajo un enfoque Científico, debido a que se manifiesta a consecuencia de la aplicación de la inteligencia humana, también de la metodología que emplea. Se llegaron a las siguientes conclusiones: “La producción de desmonte incrementó favorablemente; de 37,547 TM/mes a 41,301 TM/mes. También con la Aplicación de la Teoría de colas en las operaciones unitarias de carguío y transporte se logró aumentar en un 10% (288 m<sup>3</sup> /h – 320 m<sup>3</sup> /h) la producción del cargador frontal CAT 966H. Yauricocha es un yacimiento polimetálico. La explotación del mineral es por el método de minado sub level caving en el cual se recupera mineral aplicando las operaciones de perforación con taladros largos y posterior voladura. El desmonte producto de la preparación de estos tajos son transportados por los volquetes volvo FMX 440 de 20 m<sup>3</sup> de capacidad que son cargados con un cargador frontal 966H CAT y son trasladados a tres puntos; la zona del dique para la quinta etapa de la relavera, relleno para el tajo central y relleno para el tajo victoria, la distancia promedio del recorrido es de 8,53 km

- (Salas, 2019), para optar el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Tecnológica del Perú, elaboró la tesis titulada: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE DIQUES DE RELAVE MEDIANTE EL MÉTODO EN TÁNDEM”. En este estudio se plantean como problema general: “¿Cómo optimizar el proceso de



construcción de diques de relave minero aplicando el método en Tándem”, planteando como objetivo general: “Optimizar el proceso de construcción de diques de relave minero aplicando el método en Tándem”, asimismo se ha planteado como hipótesis general: “Aplicando el método en tándem se logra la optimización del proceso de construcción de diques de relave ”, metodológicamente la investigación se realizó bajo un enfoque “cuantitativa”, porque buscamos medir y analizar las variables obtenidas de forma objetiva porque solo se realizarán cambios en el método de acarreo de material con tractores de oruga. Se llegaron a las siguientes conclusiones: “Aplicando el método en Tándem se logra un incremento del 4.17% del total de material que se mueve en comparación con el método tradicional de acarreo en zanja; para distancias de 120m a más; por lo que se consigue optimizar el proceso de construcción de Diques de Relave Minero”, “Si se aplica el método en tándem, la capacidad de acarreo óptima de la maquinaria pesada utilizada se incrementa de 327.18 m<sup>3</sup> /hr a 340.82 m<sup>3</sup> /hr por cada tractor de orugas D8T”, “El rendimiento de los equipos aplicando el método en tándem no solo optimiza el uso de los equipos, también genera un ahorro de 8261.4 \$/ día y la necesidad de evaluar si se requiere aumentar la flota de activos de la empresa creando la posibilidad de optimar a su vez las fases siguientes del proceso constructivo para diques de relave minero”, “Al evaluar los indicadores de desempeño en la aplicación de ambos métodos observamos que la producción del tractor varía significativamente si el operador se encuentra en un nivel promedio por lo que mantener capacitado

al personal nos ayuda a evitar demoras innecesarias en el acarreo de relave y el incremento de la flota de activos por parte de la empresa; y los costos operativos pueden mejorarse buscando formas de conservación de la carrilería de los equipos; además que el 74 uso del método en tándem no solo trae beneficios para largas distancias de acarreo, sino también puede optimar la producción para distancias menores a 100 m”, “El ahorro total proyectado que se alcanzaría aplicando el método en tándem llegaría a 3’015,411.00 dólares por año”

- (Mendoza, 2018), para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental en la Universidad Cesar Vallejo, elaboró la tesis titulada: “INTEMPERISMO EN LOS DESMONTES MINEROS E IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE DRENAJE MEDIANTE EL MÉTODO DE COLUMNA HÚMEDA, EN MINERA BATEAS S.A.C.”. En este estudio se plantean como problema general: “¿Cómo el intemperismo con la geoquímica a través del tiempo genera drenajes ácidos en los desmontes de la Compañía Minera Bateas S.A.C.?””, planteando como objetivo general: “El intemperismo en sus tres etapas Identificara el tipo de drenaje ácido y/o alcalino de mina en los desmontes en la Compañía Minera Bateas S.A.C.”, asimismo se ha planteado como hipótesis general: “El Intemperismo genera drenajes ácidos en los desmontes de la compañía minera Bateas S.A.C.”, metodológicamente la investigación se realizó bajo un enfoque “experimental, cuantitativa”, porque utiliza métodos analíticos de vía clásica, volumétrica e instrumental cumpliendo metodologías nacionales e internacionales en sus resultados

obtenidos en los estudios realizados en los desmontes mineros identificando impactos severos significativos. Se llegaron a las siguientes conclusiones: “El desmonte Santa Catalina N°2 – 9A. Está conformado por una granulometría gravoso – arenoso según su estudio realizado los cuales mineralógicamente se ha podido observar abundante silicatos y contenidos de carbonatos con presencia de menores cantidades de sulfuros y óxidos. Estos silicatos se encuentran constituidos por cuarzo, feldespatos potásicos, plagioclasas, cloritas, muscovita, biotita y rodonita, los carbonatos por calcita y rodrosita, los sulfuros principalmente predominan la pirita, calcopirita, esfalerita y galena. Los óxidos por hematita y pirolusita y contenido de arcillas por caolinita. Los porcentajes sumados de contenido de calcita y rodrosita están sumando el 5.41% y 5.21%; el contenido de pirita, calcopirita, esfalerita y galena cada suman el primero 3.16% y 2.57%. También en las pruebas cualitativas de granulometría los tamaños de las rocas son menores de 10”. Por consiguiente, se pudo concluir que los resultados de los análisis estáticos al inicio del método de columna húmeda y los resultados de los análisis volumétricos, absorción atómica y espectrofotometría de rayos X, indicados en los distintos cuadros de comportamiento de las rocas que conforman el desmonte Santa Catalina N°2 – 9A dieron como resultado un tipo de drenaje generado por el intemperismo simulado y controlado llevado a cabo durante 20 semanas en la prueba de Columna Húmeda en el laboratorio del Instituto de Minería y Medio ambiente de FIGMM - UNI. Determinó un tipo de agua

que siendo evaluada con los estándares de calidad del agua Decreto Supremo N° 015 – 2015 – MINAN nos da una calidad de agua categoría 3.

- (Arroyo, 2017), para optar el grado académico de Magister Scientiae en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible en la Universidad Nacional del Centro del Perú , elaboró la tesis titulada: “EL CONSUMO SOSTENIBLE DEL DESMONTE MINA PARA EL RECRECIMIENTO DEL DEPOSITO DE RELAVE ANDAYCHAGUA VOLCAN S.A.A.”, plantean como problema general: “¿Qué relación existe entre el consumo sostenible del desmonte mina y el recrecimiento del depósito de relave Andaychagua Volcán S.A.A?””, planteando como objetivo general: “Determinar la relación del consumo sostenible del desmonte mina y el recrecimiento del depósito de relave Andaychagua Volcán S.A.A.”, asimismo se ha planteado como hipótesis general: “El consumo del desmonte mina para el recrecimiento del depósito del relave en la mina Andaychagua Volcán S.A.A. es sostenible”, metodológicamente la investigación fue como método general se utilizó el método científico, y como método específico el método descriptivo, transversal, se evaluó la producción del desmonte mina y su granulometría.. Se llegaron a las siguientes conclusiones: Se logró demostrar: “El consumo del desmonte mina para el recrecimiento del depósito del relave en la mina Andaychagua Volcán S.A.A. es sostenible”. Se determinó que la producción sostenible del desmonte mina y el recrecimiento de la relavera es sostenible en función a los datos obtenidos en la prueba. Se logró demostrar “El volumen de la producción desmonte mina es directamente proporcional al

recrecimiento del depósito del relave Andaychagua volcán S.A.A.”. “El volumen trasladado del desmonte mina es proporcional al recrecimiento del depósito del relave minero, de esta manera se estará controlando los lixiviados en los periodos de invierno”.

- (Huamani, 2018), para optar el título de Ingeniero de Minas en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, elaboro la tesis titulada: “ESTANDARIZACIÓN DE LA DISTANCIA DE DESCARGA DE CAMIONES MINEROS EN BOTADEROS DE DESMONTE MINA, MEDIANTE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES UNIDAD MINERA CONSTANCIA”, plantean como problema general: “inestabilidad y riesgo de deslizamiento/caída de camiones en las plataformas de descarga en los botaderos de desmonte mina”, plantean como objetivo general: “Estandarizar la distancia de descarga de camiones mineros, considerando las condiciones actuales de trabajo en los botaderos de mina”, la hipótesis planteada fue: “Con la estandarización de las distancias de descarga de camiones mineros, se reducirá la ocurrencia de incidentes y/o accidentes en el proceso de descarga en los botaderos de mina”, metodológicamente se utilizó el método descriptiva cuantitativa, explicativa, se buscan las causas que originan la inestabilidad de los botaderos de desmonte mediante la estandarización de la distancia de descarga segura de los camiones en los botaderos de desmonte mediante un análisis de estabilidad de taludes. **Se** llegaron a las siguientes conclusiones: “Con los análisis de estabilidad realizados para los distintos escenarios presentados en la tesis, se logró

estandarizar la distancia de descarga de camiones en los botaderos de mina. Si se descarga desmonte regular/bueno las distancias de descarga son libres (1 m) para cualquier altura de descarga (10m, 20m y 40m), pero si descargamos con material de desmonte malo las distancias de descarga son 2.5, 7.5 y 11 m para las alturas de descarga 10, 20 y 40 respectivamente, a fin de mantener la estabilidad de los taludes al realizar descargas “al vacío/descarga libre” se debe mantener la berma de seguridad a la altura correcta: 1.80 m como mínimo (1/2 de la altura del neumático del camión 793F) y su correspondiente ancho en base (5.0 m).”

## **2.2. Bases Teóricas o Científicas**

- **DESMONTE DE MINA:** Son los desechos de material estéril que se generan producto de las acciones de construcción, operación y cierre de una actividad. El material de desmonte es el que no ha pasado por ningún proceso, son solo rocas con trazas de contenido metálico y tierra movida. El material apilado y acumulado que por lo general es de tamaño variable el cual es procedente de trabajos realizados en labores mina es llamado botadero, este material debe ser controlado periódicamente.
- **EXPLOTACIÓN MINERA:** Proviene de actividades de aprovechamiento mineral y trabajos sobre lugares con mayor contenido de mineral, trabajo que se realiza en las minas para extraer el mineral importante y separar de la ganga que luego se convierte en desmonteras de mina.

- **DIQUE DE CONTENCIÓN:** Son estructuras (de hormigón, piedra, tierra y otro material) diseñadas y construidas para controlar o retener sustancias tales como agua, lodo impidiendo su paso. (Zarza, s.f.)
- **RELAVERA:** Las relaveras contienen los residuos del proceso de explotación mineral, la idea en esta etapa es recuperar el agua y recircular para el proceso
- **MATERIAL DE PRÉSTAMO:** es un material seleccionado que cumplirá la función de rellenar una excavación o recrecer alguna construcción con tal material proveniente de otro lugar o yacimiento.

### **2.3. Marco Conceptual**

#### **2.3.1. Desmonte de mina**

##### **2.3.1.1. Concepto:**

El desmonte de mina es el desecho de roca que se obtiene al momento de realizar el desbroce para acceder al mineral puro, es todo lo excedente de residuo mineral (roca con poca o nada de contenido mineral metálico bueno). Se depositan en zonas especiales acondicionadas para este, como desmonteras.

Son los más abundantes porque generan grandes remociones de tierra para obtener el mineral económico como el oro, la plata, el hierro, el cobre, el zinc entre otros, los botaderos de los desmontes ocasionan impactos ambientales significativos en el medio ambiente. (MENDOZA, 2017).

*Figura 1: Residuos mineros – desmonte de Mina*



### **2.3.1.2. Análisis químico**

#### **ENSAYO ABA**

En este ensayo, se estima la cantidad de ácido que podría generar la muestra por oxidación total de la pirita o sulfuro en el mineral y la cantidad de ácido que puede neutralizar este material.

- Capacidad de generación de acidez y neutralización de los materiales
- Ph en pasta cuyo objetivo es determinar la presencia de acidez acumulada
- Especies de azufre (azufre total y % de sulfato)
- Potencial de neutralización NP
- Potencial de acidez disponible (AP o MPA), basado en especies de azufre
- Potencial neto de neutralización (NNP) que es la diferencia entre el potencial de neutralización (NP) y el potencial de acidez (AP); que, en caso de entregar un valor negativo, indicaría la potencial generación de drenaje ácido



Todos los valores se reportan en cantidad equivalente de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) y el criterio generalmente aplicado para descargar todo riesgo de drenaje ácido es que el valor de NNP sea superior a 20kg de  $\text{CaCO}_3$  equivalente por tn de material.

### **ENSAYO O TEST NAG**

El ensayo NAG (Generación neta de acidez), refiere a una prueba estática que se utiliza para determinar el potencial neto de generación de ácido, se basa en la oxidación acelerada de los sulfuros en presencia de peróxido ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). El método consiste en añadir 150ml de solución de peróxido de oxígeno sobre la muestra, ya cuando ocurre la oxidación se mide el pH y la acidez de la solución generada que dependerá del ácido formado y la reacción de este.

### **COMPOSICIÓN MINERALÓGICA POR DRX**

En los análisis mineralógicos semicuantitativos por Difracción de Rayos X se han determinados todos los minerales presentes, nos proporcionan información referente al contenido de minerales.

Conociendo en detalle la mineralogía, se puede predecir la química de los drenajes, asumiendo que estos pueden verse influenciados por las impurezas que contienen y acompañan a los minerales que afectan la composición, tasas de reacción y química del agua.

#### **2.3.2. Análisis granulométrico**

##### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

**(NORMA ASTM D-422)**

La finalidad de este análisis es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante el sistema SUCS. El ensayo es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados en bases o sub-bases de carreteras, presas de tierra o diques, drenajes, etc., depende de este análisis. Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente. Para suelos con tamaño de partículas mayor a 0,074 mm se utiliza el método de análisis mecánico mediante tamices de abertura y numeración. Los materiales utilizados deben cumplir con los siguientes requisitos

a) Granulometría de bolonería de roca (material tipo B)

El tamaño máximo de los fragmentos de roca no deberá ser superior a dos tercios ( $2/3$ ) del espesor de la capa de pedraplén. La curva granulométrica total se ajustará al siguiente huso, en el que D es el tamaño máximo material. (ASTM D-422)

#### **DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS Y ROCAS EN LABORATORIO (NORMA ASTM D-2216)**

Este método de ensayo cubre la determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) por masa en suelos, rocas, y materiales similares, donde la reducción en masa por secado. Para facilidad, la palabra “material” en lo sucesivo se refiere tanto a suelo como a roca, cualquiera que sea más aplicable. Un espécimen de prueba es secado en un horno a temperatura de  $(110 \pm 5^\circ\text{C})$  hasta peso constante. La pérdida de peso durante el secado se considera como agua. El contenido de agua es calculado usando el peso de agua y el peso del espécimen seco (ASTM D-2216-98).

Este ensayo tiene por finalidad, determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo. El contenido de humedad de una masa de suelo, está formado por la suma de sus aguas libres, capilares e hidrosκόpicas. La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa junto con la cantidad de aire, una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este (especialmente en aquellos de textura más fina), como por ejemplo cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica. El método tradicional de determinación de la humedad del suelo en laboratorio, es por medio del secado a horno, donde la humedad de un suelo es la relación expresada en porcentaje entre el peso del agua existente en una determinada masa de suelo y el peso de las partículas sólidas (DESENA, 2023).

### **GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C-127, ASTM D-854)**

Este método de prueba cubre la determinación de la densidad promedio de una cantidad de partículas de agregado grueso (no incluye el volumen de vacíos entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción del agregado grueso. Dependiendo del procedimiento usado, la densidad  $\text{kg/m}^3$  ( $\text{lb/ft}^3$ ) es expresada como seca al horno (SH), saturada y superficialmente seca (SSS), o como densidad aparente. De cualquier manera, la densidad relativa (gravedad específica), es una cantidad adimensional, es expresada como SH, SSS o como densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) (ASTMD-854).

### **2.3.3. Dique de contención de relaves**

Los diques o presas son estructuras diseñadas y construidas para controlar o retener sustancias tales como agua o lodo. Un dique es una estructura (de hormigón, piedra, tierra y otro material) que se construye con el objetivo de contener el agua impidiendo su paso (AAPC, s.f.).

#### **2.3.3.1. Cimentación en dique de contención de relaves**

Los requisitos generales de las cimentaciones en suelos son igualmente aplicables a cimentaciones en roca. Las cimentaciones en ningún caso deberán desplantarse sobre tierra vegetal, materiales sueltos o roca superficial muy alterada. La profundidad mínima de desplante en roca debe ser de 0.5 m bajo la superficie del terreno.

#### **2.3.3.2. Relleno de cimentación de dique con material tipo b (enrocado)**

La cimentación del dique estará conformada por una secuencia de plataformas horizontales de relleno a ser construidas con materiales predominantemente granulares procedentes de la cantera designada para el proyecto (depósito de desmonte San Cristóbal), y que estarán constituidos por fragmentos de roca. Cada una de estas plataformas de relleno tendrá un espesor suelto máximo de 0.6 m y será compactada mediante rodillos vibratorios hasta alcanzar una densidad mínima de 2.1 t/m<sup>3</sup>, de conformidad con la geometría especificada en los planos del proyecto. Dado que por el tamaño máximo de partículas no será eficiente ni representativa la determinación de la densidad de la plataforma compactada mediante el método del cono de arena. Para tal efecto las

pruebas de control de densidad se efectuarán mediante el método de reemplazo de agua (ASTMD-5030).

#### **2.3.4. Control de calidad para construcción de diques de contención**

Se tomará en cuenta las consideraciones establecidas en la especificación técnica de Rellenos. Se verificará que el proceso de conformación de todos los materiales se ejecute en concordancia con los requerimientos de las especificaciones técnicas.

Previo a la conformación de los materiales se debe contar con:

- Pruebas de laboratorio satisfactorias para los materiales componentes por parte del Control de Calidad del Contratista aprobadas por el Ingeniero previa verificación de los ensayos por parte del monitor CQA.
- Protocolos de aprobación del terreno de fundación competente.

Todas las capas de relleno requieren aprobación del personal de control de calidad (CQC) y de la verificación del personal de aseguramiento de calidad (CQA).

#### **SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)**

Los suelos se designan por símbolos de grupo. El símbolo de cada grupo consta de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son las iniciales de los nombres en inglés de los seis principales tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turbas), mientras que los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos (Desena, 2003).

- a) **Suelos Gruesos:** Se dividen en gravas (G) y arena (S), y se separan con el tamiz No. 4, de manera que un suelo pertenece al grupo de grava si más del 50% retiene el tamiz No. 4 y pertenecerá al grupo arena en caso contrario. (Norma).

b) **Suelos Finos:** El sistema unificado considera los suelos finos divididos entre grupos: limos inorgánicos (M), arcillas inorgánicas (C) y limos y arcillas orgánicas (Norma).

*Cuadro 2: Clasificación de suelos SUCS*

CLASIFICACION DE SUELOS	
SIMBOLO DE GRUPO	NOMBRE DEL GRUPO
GW	grava bien graduada
GP	grava mal graduada
GM	grava limosa
GC	grava arcillosa
GW-GM	grava bien graduada con limo
GW-GC	grava bien graduada con arcilla
GP-GM	grava mal graduada con limo
GP-GC	grava mal graduada con arcilla
SW	arena bien graduada
SP	arena mal graduada
SM	arena limosa
SC	Arena arcillosa
SW-SM	arena bien graduada con limo
SW-SC	arena bien graduada con arcilla
SP-SM	arena mal graduada con limo
SP-SC	arena mal graduada con arcilla
CL	arcilla de baja plasticidad

Fuente: (Gonzales, 2002)

#### **2.3.4.1. Ensayos para determinar densidad**

PRUEBA DE DENSIDAD IN SITU REEMPLAZO DE AGUA (ASTM D-5030).

Este método de prueba cubre la determinación el en su sitio Peso de densidad y unidad de suelo y roca que utiliza agua a Un hoyo de prueba arrugado para determinar el volumen del hoyo de prueba. La utilización De la palabra se utiliza "roca" en este método de prueba para implicar eso

el ser importantemente probado contendrá típicamente partículas mayores que 3 en. (75 mm). (ASTMD-5030).

### **APROBACIÓN DE LOS COMPONENTES DE OBRA**

La aprobación de los componentes de obra se realiza mediante inspecciones visuales, ensayos de laboratorio y ensayos de campo. Las aprobaciones culminan con la firma de un protocolo de aprobación. Las actividades que requieren protocolos de aprobación son las siguientes:

Deposición de suelo orgánico, vegetación y suelo inadecuado para la construcción en los respectivos botaderos.

Terreno competente de fundación indicada en los planos como línea de excavación en las siguientes áreas:

- Presas de relaves.
- Cualquier otra estructura a construir como parte del Proyecto cuya aprobación sea solicitada por El Ingeniero y/o El Gerente de Construcción.

Conformación y compactación de materiales de relleno: material tipo A (cuerpo de presa), material tipo B (relleno de cimentación), material tipo 3 (filtro-dren), material tipo 4 (carpeta de rodadura).

## **CAPITULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis general**

Tiene efecto positivo el uso de desmonte de mina como material de préstamo para la construcción del dique de contención de relaves, relavera San Francisco, 2023.

#### **3.2. Hipótesis específicas**

1. La granulometría del material de préstamo desmonte de mina puede tener un diámetro hasta  $\leq 14$  plg, con promedio de 38% de gravas, 9.3% de arena y 2.4% de fino, componentes que permiten una uniforme conformación y compactación.
2. La densidad seca del material de préstamo desmonte de mina, cuyos valores deben superar el 2.20 gr/cm<sup>3</sup> que asegura más del 95% de grado de compactación y estabilidad en el dique de contención de relaves.
3. Los resultados de análisis químico indican que el desmonte de mina no es un potencial contaminante de acidez para ser utilizado en la construcción del dique de contención de relaves.



### **3.3. Variables Definición conceptual de la variable**

#### **Desmante de mina**

Es el material de tipo roca, residuo o ganga del mineral producto del trabajo de desbroce para llegar a la zona donde se encuentra mineral puro.

#### **Dique de contención de relave**

Es una estructura (de hormigón, piedra, tierra y otro material) que se construye con el objetivo de contener el agua impidiendo su paso (wikipedia).

#### **3.3.1. Definición operacional de la variable**

##### **Desmante de mina**

Para determinar su efecto positivo del material desmante se sometió a ensayos de campo, laboratorio y análisis químico.

##### **Dique de contención de relaves**

El dique de contención de relaves pasó las pruebas de aseguramiento de control de calidad (dossier de calidad), ensayos que aseguran la estabilidad y vida útil del dique, para lograr su permiso de funcionamiento.

### 3.3.2. Operacionalización de las variables

*Cuadro 3: Operacionalización de las variables*

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES (FACTORES)	INDICADORES	ESCALA
DESMONTE DE MINA	Es el material estéril o mineral de baja ley (con una ley de mineral que se encuentra por debajo del nivel económico conocido como en minería como Cut Off) que se obtiene al momento de realizar el corte de mineral en la operación de mina o que es obtenido como material de desbroce para acceder al mineral.	El material de tipo roca, ganga del mineral producto del trabajo de desbroce para llegar a la zona donde se encuentra mineral puro tiene su efecto positivo para material de préstamo que así demuestra los ensayos realizados.	Granulometría	Tamaño de partículas	tamiz (mm)
			Densidad	Densidad máxima seca in situ	gr/cm3
				Humedad optima	
			Análisis Químico	Mineralogía	razón
Acidez					
DIQUE DE CONTENCIÓN DE RELAVES	Es una estructura (de hormigón, piedra, tierra y otro material) que se construye con el objetivo de contener el agua impidiendo su paso.	El dique de contención de relaves pasó las pruebas de aseguramiento de control de calidad (dossier de calidad), ensayos que aseguran la estabilidad y vida útil del dique, para lograr su permiso de funcionamiento.	Estabilidad de estructura	Control de compactación	%
			Control de calidad	Control de infiltración	m2

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Método de investigación**

El metodo general de la investigación fue de método científico, a partir de la observacion surge un problema o pregunta que se quiere resolver, lo cual la comunidad científica se encarga de evaluar los resultados obtenidos de por que se empleara desmonte de mina (ganga) como material de prestamo para construcciones de diques de contencion.

#### **4.2. Tipo de investigación**

Según Chávez (2007), describe la variable que interviene dentro de un plan de mantenimiento preventivo, dando una descripción de las actividades que intervienen y su impacto en el área de producción.

Investigación descriptiva, ya que los resultados de los ensayos determinaron el empleo del desmonte de mina como material de préstamo.

#### **4.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigacion es de nivel descriptivo - explicativo para esta investigacion, según Hernandez, et al (2006) la investigacion descriptiva identifican características, señalan formas de conductas y actitudes, establecen comportamientos concretos del universo de investigacion y acuden a la recoleccion de datos .

#### **4.4. Diseño de investigación**

Según Hernández Sampieri (2006), los diseños no experimentales son aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables, no pueden influir sobre ellas porque ya sucedieron.

Se usó el diseño no experimental donde no se construye ninguna situación, si no que se observan situaciones no existentes no provocadas intencionalmente por el investigador.

#### **4.5. Población y muestra**

##### **4.5.1. Población**

(Parra, 2003) define la define como las mediciones u observaciones del universo que se está estudiando, por esta razón pueden definirse varias poblaciones en una sola investigación.

La población estuvo conformada por el material de desmonte de mina (desecho de mineral que de una masa explotada solo 25% es mineral y el 75% de vuelve desecho o desmonte de mina) desmonte que se extrae de las labores de explotación en la MINA BATEAS SAC en la provincia de Caylloma - Arequipa.

##### **4.5.2. Muestra**

(Abanto, 2018), es importante diferenciar muestreo y muestra, muestreo es la técnica que permite obtener un tamaño de muestra para nuestra investigación, y una muestra es un subconjunto representativo de la población de estudio.

La muestra estuvo conformada por 1 tonelada (1090 kg) de desmonte de mina de un total de 124,580 000 m<sup>3</sup> utilizado en la construcción del dique que progresivamente según la frecuencia de cada 5000 m<sup>3</sup> se fue realizando ensayos de granulometría y

densidad durante el proceso de ejecución del proyecto en construcción del dique, el material fue muestreado en el nivel 12 de la mina BATEAS.

#### **4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

##### **4.6.1. Técnicas:**

- **Observación directa.** – La investigadora estuvo presente en la ejecución del proyecto presente en los ensayos de campo y laboratorio realizados al desmonte de mina ya que con ello se verificó su efecto del uso y comportamiento del material en cada capa del dique de contención durante la construcción del proyecto.
- **Revisión bibliográfica.** - Esta técnica se desarrolló para profundizar al conocimiento, la revisión de normas, tesis, libros y expediente técnico para así realizar la sustentación del problema investigado.
- **Pruebas estandarizadas.** – Los ensayos se dieron con la finalidad de obtener la granulometría in si-tu y densidad del material desmonte de mina, demostrando que se encuentra dentro de los parámetros requeridos como también el ensayo de reemplazo por agua para determinar la densidad y el grado de compactación que sea mayor al 95%, todo ello con el fin de la utilización del material para la construcción de diques y la granulometría según las normas.

##### **MATERIALES Y/O INSTRUMENTOS**

El material que es el desmonte de mina proveniente de la desmontera Bateas ubicada en el nivel 12 de la minera Bateas donde se realizó el ensayo de granulometría in si-tu del material desmonte de mina.

## ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM D-422

Los ensayos realizados in situ se fueron en la desmontera bateas en una muestra de 290 kg para la cimentación del dique y los finos en laboratorio para el cuerpo del dique

*Figura 2: Ensayo de granulometría in situ-desmante de mina*



*Figura 3: Ensayo en laboratorio de suelos*



○ CONSTRUCCIÓN:

ACUMULACION DE MATERIAL EN PLATAFORMA

*Figura 4: Material desmonte de mina sobre la plataforma del dique*



CONFORMACIÓN DEL DESMONTE DE MINA

*Figura 5: Conformación de desmonte de mina con tractor oruga*





## COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DESMONTE DE MINA

Se observa el proceso de compactación en la cimentación del dique de capa de 0.60 m cubierto por la geomembrana.

*Figura 6: Compactación del material de mina con rodillo vibratorio de 20 tn.*



## ENSAYO DE REEMPLAZO POR AGUA (ASTM D-5030)

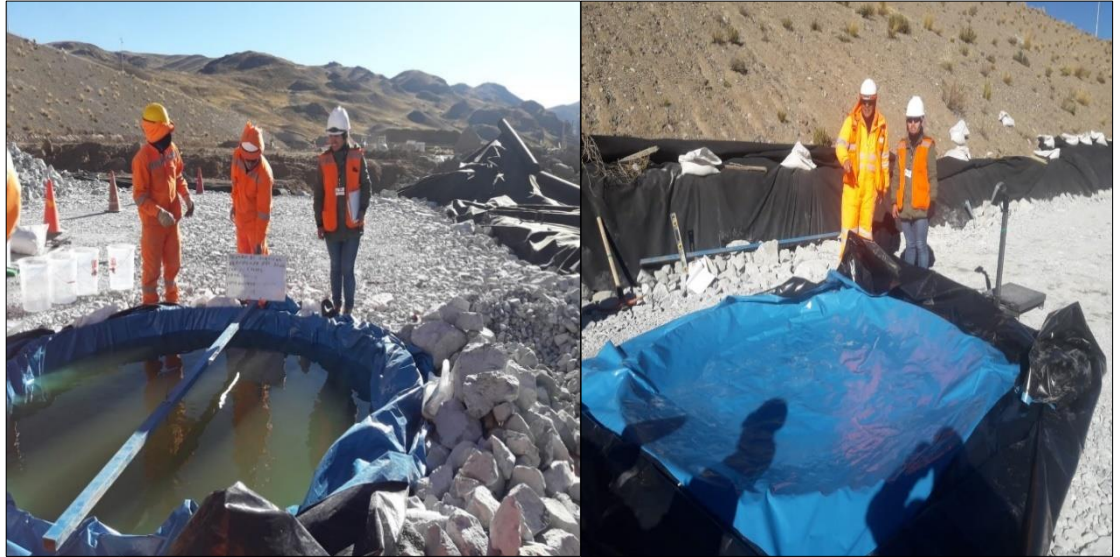
Los ensayos realizados a la cimentación del dique y cuerpo del dique para determinar la densidad máxima seca y grado de compactación.

*Figura 7: Excavación y extracción de material para ser pesado en kg.*

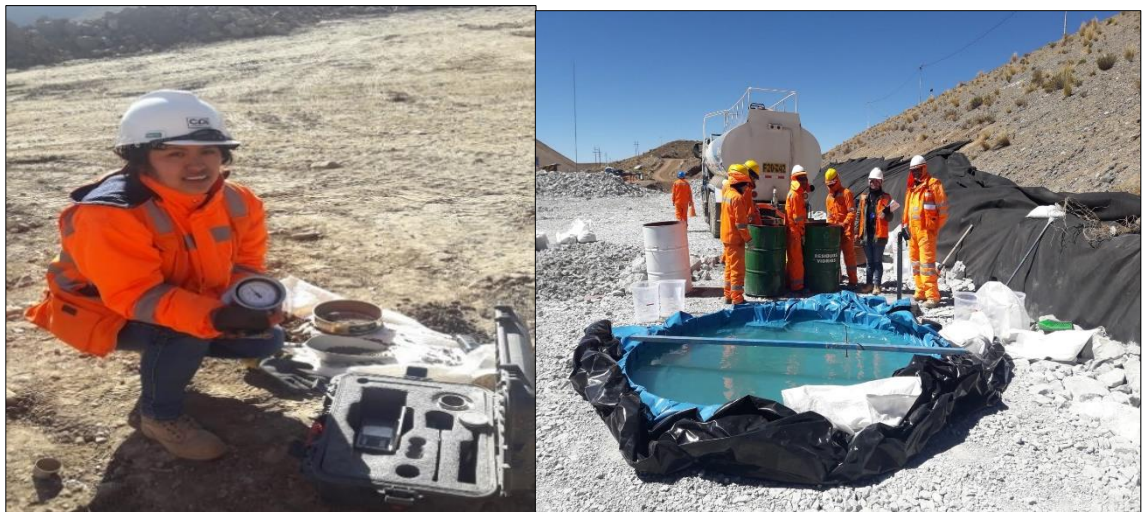




*Figura 8: Llenado de agua para hallar el volumen que ingresa al hoyo*



*Figura 9: Determinación de humedad con Speedy*



#### **4.6.2. Instrumentos**

Los instrumentos que se utilizó en la tesis fue; Ensayo de test field, proctor modificado, densidad de campo, contenido de humedad, límites del uso

granulométrico 100 , 90-100, 60-75, 35-50, 24-38, 11-21, 7-15, 3-7, ensayo de Nag ( $NP/AP < 1$ ) ( $1 < NP/AP < 3$   $NP/AP \geq 3$ )

#### **4.6.3. Validez**

La validez de criterio se refiere a cualquier otro instrumento que mida la misma variable. Se pueden realizar correlaciones para determinar en qué medida los distintos instrumentos miden la misma variable (Marytere, 2022),

Se verifico el cumplimiento de los estándares y normas de los instrumentos altamente relacionados con la variable, los ensayos de granulometría, densidad, ensayo aba y nag medirán y determinarán su valor de la variable y eficacia como se muestra en los anexos los certificados.

#### **4.6.4. Confiabilidad**

Los instrumentos que se llegaron a utilizar en la presente investigación se establecieron de acuerdo a las normas Técnicas nacionales e internacionales que se encuentran normalizados en mecánica de suelos como; Clasificación SUCS, reemplazo por agua, granulometría, ensayo químico.

### **4.7. Técnicas de procesamiento de la información y análisis de datos**

El análisis será desde un enfoque descriptivo ya que en la presente investigación se utilizó el Microsoft Excel para presentar los resultados mediante gráficos y tabla de cada ensayo de campo y ensayo laboratorio que fue realizado en el proyecto de construcción para una mayor interpretación de resultados y la información fue mediante las especificaciones de cada ensayo mencionado en las normas vigentes.

#### **4.8. Aspectos éticos de la investigación**

- Se realizo ensayos de granulometría al desmonte de mina producto de la explotación minera en su ubicación inicial “Desmontera Bateas – Nivel 12” para ser evaluado las dimensiones y peso para determinar su granulometría in si-tu.
- Se realizo el ensayo de densidad de campo por el método de reemplazo por agua para hablar la densidad del material y el grado de compactación sea mayor al 95%.
- Se realizo el ensayo químico al desmonte de mina para determinar si el material es generador de acidez y cuanto potencial de ácido contiene como para ser utilizado como material de préstamo.

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. Descripción del diseño tecnológico**

El procedimiento no experimental realizado en la presente tesis que permitió describir y explicar el efecto positivo del uso de desmonte de mina como material de préstamo se llevó a cabo gracias al cumplimiento de normas así lo reflejan los ensayos de campo y laboratorio al material de desmonte, se llegó a interpretar los valores gracias al Microsoft Excel y fórmulas de ello mismo para determinar los intervalos y valores permisibles que se pedían cumplir con las normas y especificaciones técnicas del proyecto, con los resultados que arrojaron en las tablas se visualizó valores que nos permiten el uso de desmontes de mina como material de préstamo en futuras construcciones claramente con mayores ensayos realizados al material, como la caracterización y/o análisis químico de cada material en cada minera ya que por su composición de cada lugar resultan valores distintos a los reactivos que en las pruebas se aplican.

## 5.2. Descripción de resultados

### 5.2.1. Granulometría del desmonte de mina

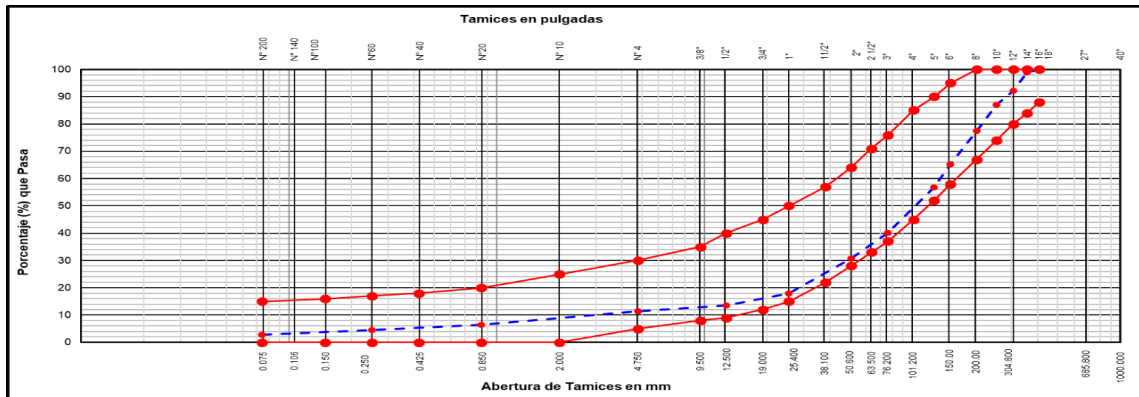
De acuerdo a las especificaciones técnicas para la construcción NORMA ASTM D-6913 / D-5519 / D-422 donde nos indica el uso para separar partículas en rangos de tamaño y para determinar la cantidad de partículas en cada rango, la presente tesis se tomó como tamaño máximo 14plg en el respectivo análisis granulométrico al material desmonte de mina, se observa en los siguientes resultados

Tabla 1: Resultado de granulometría 1 para la cimentación del dique

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS										
PROYECTO	:	RECRCIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - 2da ETAPA					REGISTRO	:	CPI-FR-CMD-LAB-004	
CLIENTE	:	MINERA BATEAS S.A.C.					TÉCNICO	:	J. SANCHEZ C.	
UBICACIÓN	:	CAYLLOMA - AREQUIPA					RESPONSABLE	:	W. CUELLAR C.	
MATERIAL	:	MATERIAL PARA LA CIMENTACION DEL DIQUE					REVISADO POR	:	T. CASTILLO P.	
PROCEDENCIA	:	DESMONTERA BATEAS- NIVEL 12					FECHA / ENSAYO	:	13-07-18	
MUESTREADO EN	:	DESMONTERA BATEAS- NIVEL 12 (MATERIAL CONEADO)					MUESTRA N°	:	CP- 015	
MUESTREADO POR	:	W. CUELLAR					PAGINA	:	1-3	
COORDENADAS		NORTE	-	ESTE	-	COTA	-	PROF. (m)	-	
Masa Total Seco (g)		299,616				DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:				
Masa Fracción < 3" (g)		0		Constante de Fracción < 3"		MATERIAL COLOR GRIS				
Masa Fracción < N° 4 (g)		912.4		Constante de Fracción < N° 4		0.01249452				
Tamiz				Porcentajes (%)			Especificación Técnica		DATOS DE LA MUESTRA	
Tamaño en (")	Tamaño en (mm)	Retenido	Acumulado	Retenido	Acumulado	Pasante				
18"	450.0						88	-	100	Granulometría Dividida
16"	406.4	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0				SI Malla ( 3" )
15"	381.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	86	-	100	SI Malla (N° 4)
14"	355.6	3095.0	3095.0	1.0	1.1	98.9	84	-	100	
13"	330.2	0.0	0.0	0.0	1.1	98.9	82	-	100	
12"	304.8	20335.0	23430.0	6.8	7.9	92.1	80	-	100	Temperatura de Secado
11"	279.4	0	23430	0.0	7.9	92.10	77	-	100	110 °C
10"	254.0	15230	38660	5.1	13.0	87.00	74	-	100	% Bloques > 12"
9"	228.6	17165	55825	5.7	18.7	81.30	71	-	100	7.9
8"	203.2	11665	67490	3.9	22.6	77.40	67	-	100	% Bolones < 12"->3"
7"	177.8	16055	83545	5.4	28.0	72.00	63	-	100	56.5
6"	152.4	20260	103805	6.8	34.8	65.20	58	-	95	% Gravas
5"	127.0	25603	129408	8.5	43.3	56.70	52	-	90	% Arenas
4"	101.2	25061	154469	8.4	51.7	48.30	45	-	85	% Finos
3"	76.2	24228	178697	8.1	59.8	40.20	37	-	76	Humedad Global (%)
2 1/2"	63.5	9292	187989	3.1	62.9	37.10	33	-	71	Humedad de Grava ( %w )
2"	50.6	19137	207126	6.4	69.3	30.70	28	-	64	Humedad de F. Fino ( %w )
1 1/2"	38.1	17300	224426	5.8	75.1	24.90	22	-	57	D60
1"	25.4	20689	245115	6.9	82.0	18.00	15	-	50	D30
3/4"	19.05	6408	251523	2.1	84.1	15.90	12	-	45	
1/2"	12.70	7275	258798	2.4	86.5	13.50	9	-	40	C. de Uniformidad (Cu)
3/8"	9.525	2736	261534	0.9	87.4	12.60	8	-	35	Grado de Curvatura (Cc)
N° 4	4.760	3571	265105	1.2	88.6	11.40	5	-	30	3.46
Limite Atterberg (ASTM D-4318)										
N° 10	2.000	279	279	3.5	92.1	7.90	0	-	25	Limite Líquido %
N° 20	0.840	117	396	1.5	93.6	6.40	0	-	20	Limite Plástico %
N° 40	0.420	82	478	1.0	94.6	5.40	0	-	18	Indice Plástico %
N° 60	0.250	69	547	0.9	95.5	4.50	0	-	17	
Clasificación SUCS (ASTM D-2487)										
N° 100	0.149	62	609	0.8	96.3	3.70	0	-	16	GP
N° 140	0.106	40	649	0.5	96.8	3.20	0	-	16	
N° 200	0.074	31	680	0.4	97.2	2.80	0	-	15	
Fondo		232.4	912.4	2.8	100.00	-				Grava mal gradada, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos
<b>TOTAL</b>		912								Cumple con la Especificación Técnica
										SI

En la tabla se observa la granulometría del material desmonte de mina donde su tamaño máximo es de 14 plg y el tipo de clasificación de suelo es un GP mezcla de grava y arena con poco o nada de finos, material color gris claro.

Figura 10: Curva granulométrica



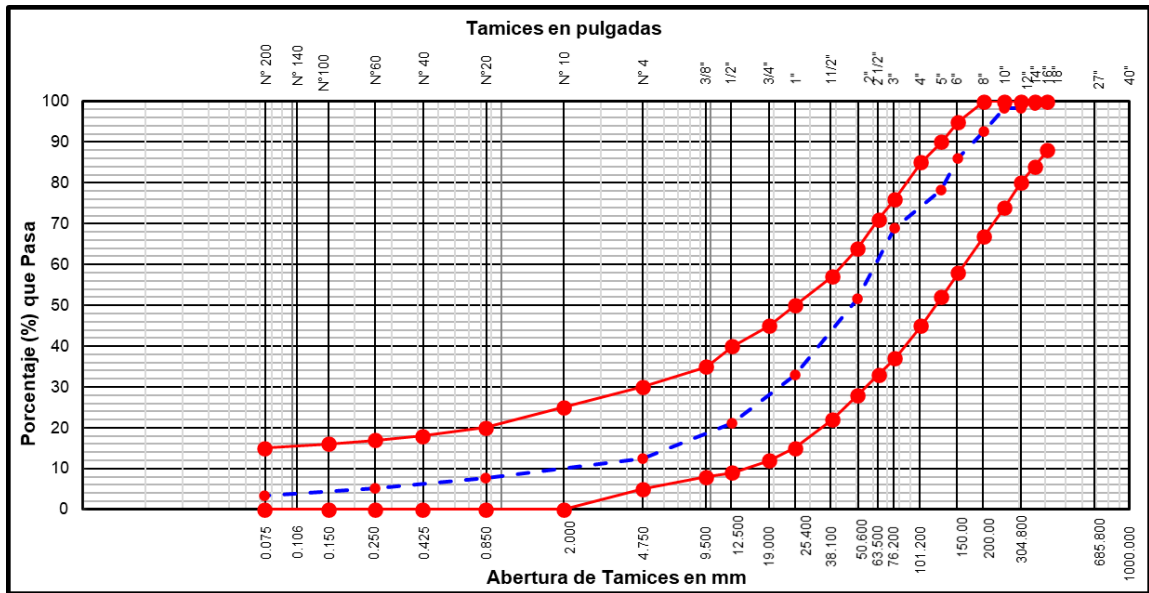
En la gráfica se observa la curva de la granulometría del material desmonte de mina que demuestra estar dentro de los husos granulométricos que el proyecto manda como requisito de aprobación de material.

Tabla 2: Resultado granulométrico 2

PROYECTO	:	RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - 2da ETAPA	REGISTRO	:	CPH-MAT-PLT-LAB-009					
CLIENTE	:	MINERA BATEAS S.A.C.	TÉCNICO	:	--					
UBICACIÓN	:	CAYLLOMA - AREQUIPA	RESPONSABLE	:	M. QUISPEM.					
MATERIAL	:	MATERIAL TIPO "B"	REVISADO POR	:	S. HORNA R.					
PROCEDENCIA	:	DESMONTERA BATEAS NIVEL 12	FECHA / ENSAYO	:	12-08-18					
MUESTREADO EN	:	PLATAFORMA PROG. 680 CAPA 4	MUESTRA N°	:	CP-020					
COORDENADAS	NORTE	8314326.611	ESTE	196144.469	COTA	4400.08	PROF. (m)	-		
Masa Total Seco (g)	2,559,750				<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b>					
Masa Fracción < 3" (g)	0		Constante de Fracción < 3"		MATERIAL COLOR PLOMO GRIS					
Masa Fracción < N° 4 (g)	556.0		Constante de Fracción < N° 4		0.022248201					
<b>Tamiz</b>				<b>Porcentajes (%)</b>			<b>Especificación Técnica</b>		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
Tamaño en (")	Tamaño en (mm)	Retenido	Acumulado	Retenido	Acumulado	Pasante				
18"	450.0	0.0			0.00	100.00				
16"	406.4	0.0	0.0	0.0	0.00	100.00	<b>88 - 100</b>	<b>GranuloM.</b>	SI	Malla ( 3" )
15"	381.0	0	0.0	0.0	0.94	99.06	<b>86 - 100</b>		SI	Malla (N° 4)
14"	355.6	0	0.0	0.0	0.94	99.06	<b>84 - 100</b>			
13"	330.2	0	0.0	0.0	1.74	98.26	<b>82 - 100</b>			
12"	304.8	24500	24500.0	1.0	1.74	98.26	<b>80 - 100</b>	Temperatura de Secado	110	°C
11"	279.4	0	24500.0	0.0	1.74	98.26	<b>77 - 100</b>			
10"	254.0	0	24500.0	0.0	1.74	98.26	<b>74 - 100</b>	% Bloques > 12"	1.74	
9"	228.6	69500	94000.0	2.7	1.78	98.22	<b>71 - 100</b>			
8"	203.2	76650	170650.0	3.0	7.35	92.65	<b>67 - 100</b>	% Bolones < 12" > 3"	29.4	
7"	177.8	127950	298600.0	5.0	10.38	89.62	<b>63 - 100</b>			
6"	152.4	191250	489850.0	7.5	14.01	85.99	<b>58 - 95</b>	% Gravas	56.5	
5"	127.0	183900	673750.0	7.2	21.69	78.31	<b>52 - 90</b>	% Arenas	9.1	
4"	101.2	158700	832450.0	6.2	27.58	72.42	<b>45 - 85</b>	% Finos	3.26	
3"	76.2	170650	1003100.0	6.7	31.11	68.89	<b>37 - 76</b>	Humedad Global (%)	5.2	
2 1/2"	63.5	15664	1018764.0	0.6	42.21	57.79	<b>33 - 71</b>	Humedad de Grava ( %w )	----	
2"	50.6	13937	1032701.0	0.5	48.33	51.67	<b>28 - 64</b>	Humedad de F. Fino ( %w )	----	
1 1/2"	38.1	14155	1046856.0	0.6	56.66	43.34	<b>22 - 57</b>	D60	64.32	
1"	25.4	11821	1058677.0	0.5	66.99	33.01	<b>15 - 50</b>	D30	21.75	
3/4"	19.05	6041	1064718.0	0.2	72.58	27.42	<b>12 - 45</b>			
1/2"	12.70	3573	1068291.0	0.1	78.83	21.17	<b>9 - 40</b>	C. de Uniformidad (Cu)	28.61	
3/8"	9.525	1165	1069456.0	0.0	81.91	18.09	<b>8 - 35</b>	Grado de Curvatura (Cc)	3.27	
N° 4	4.760	1304	1070760.0	0.1	87.63	12.37	<b>5 - 30</b>	<b>Limite Atterberg (ASTM D-4318)</b>		
N° 10	2.000	186.0	186.0	4.1	90.37	9.63	<b>0 - 25</b>	Limite Liquido %	-	
N° 20	0.840	76.0	262.0	1.7	92.39	7.61	<b>0 - 20</b>	Limite Plástico %	-	
N° 40	0.420	45.0	307.0	1.0	93.77	6.23	<b>0 - 18</b>	Indice Plástico %	-	
N° 60	0.250	35.1	342.1	0.8	94.78	5.22	<b>0 - 17</b>	<b>Clasificación SUCS (ASTM D-2487)</b>		
N° 100	0.149	32.1	374.2	0.7	95.68	4.32	<b>0 - 16</b>	<b>GP</b>		
N° 140	0.106	21.2	395.4	0.5	96.26	3.74	<b>0 - 16</b>			
N° 200	0.074	18	413.4	0.4	96.74	3.26	<b>0 - 15</b>	Grava mal gradada, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos		
Fondo		143	556.0	3.3	100.00	--				
<b>TOTAL</b>		556						Cumple con la Especificación Técnica	<b>SI</b>	

En la tabla se observa la granulometría del material desmonte de mina donde su tamaño máximo es de 12 plg y el tipo de clasificación de suelo es un GP mezcla de grava y arena con poco o nada de finos, material color plomo gris.

Figura 11: Curva granulométrica 2



Se observa la curva granulométrica del material desmonte que se encuentra dentro de los husos granulométricos.

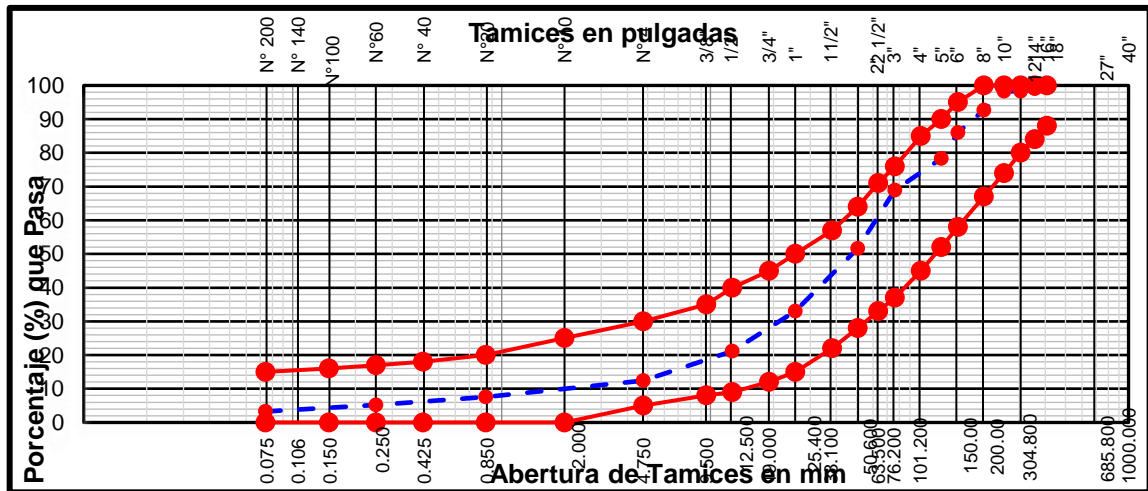


Tabla 3: Resultado de granulometría número 3

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS											
PROYECTO	RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - 2da ETAPA					REGISTRO	CNT - BAT - 001				
CLIENTE	MINERA BATEAS S.A.C.					TÉCNICO	M. ESCOBAR				
UBICACIÓN	CAYLLLOMA - AREQUIPA					RESPONSABLE	S. HORNA				
MATERIAL	TIPO A2					REVISADO POR	S. HORNA				
PROCEDENCIA	CANTERA BATEAS NIVEL 12					FECHA / ENSAYO	15-09-18				
MUESTREO EN	BATEAS NIVEL 12					MUESTRA N°	CB-001				
MUESTREO POR	F. ARISTA G.					PAGINA	1 - 6				
COORDENADAS	NORTE		ESTE		COTA		PROF. (m)				
Masa Total Seco (g)	2,573,150					DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:					
Masa Fracción < 3" (g)	138,870					MATERIAL COLOR PLOMO GRIS.					
Masa Fracción < N° 4 (g)	682.0					Constante de Fracción < N°4: 0.0347507					
Tamiz		Peso (g)		Porcentajes (%)			Especificación Técnica				
Tamaño en (")	Tamaño en (mm)	Retenido	Acumulado	Retenido	Acumulado	Pasante			DATOS DE LA MUESTRA		
13"	330.200			--	--	100.0	100	100	Granulometría Dividida	NO	Malla (3")
12"	304.800	104700.0	104700.0	4.1	4.1	95.9	100	100		NO	Malla (N° 4)
11"	279.400	40900.0	145600.0	1.6	5.7	94.3	100	100			
10"	250.000	90200.0	235800.0	3.5	9.2	90.8	100	100			
9"	228.600	0.0	0.0	--	--	90.8	88	100			
8"	200.000	96400.0	332200.0	3.70	12.9	87.1	84	100	Temperatura de Secado	110	°C
7"	177.800	70450.0	402650.0	2.70	15.6	84.4			% Bloques > 12"		4.1
6"	150.000	59550.0	462200.0	2.30	17.9	82.1	75	99			
5"	127.000	100900.0	563100.0	3.90	21.8	78.2	70	98			
4"	101.200	150800.0	713900.0	5.90	27.7	72.3	65	97	% Bolones < 12"->3"		35.8
3"	76.20	208650.0	922,550.0	8.1	35.8	64.2	57	95	% Gravos		40.5
2 1/2"	63.50	5950	928,500.0	4.3	40.1	59.9	52	92	% Arenas		16.1
2"	50.60	7997	936497.0	5.8	45.9	54.1	48	86	% Finos		7.6
1 1/22"	38.100	8346	944843.0	6.0	51.9	48.1	42	80	Humedad Global (%)		5.4
1"	25.400	8144	952987.0	5.9	57.8	42.2	34	69	Humedad de Grava ( %w )		----
3/4"	19.500	9447	962434.0	6.8	64.6	35.4	28	63	Humedad de F. Fino ( %w )		----
1/2"	12.700	5654	968088.0	4.1	68.7	31.3	23	52			
3/8"	9.525	5609	973697.0	4.0	72.7	27.3	20	47	D60		22.17
1/4"	6.300	0	973697.0	--	72.7	27.3	20	47	D30		0.91
N° 4	4.760	4990	978687.0	3.6	76.3	23.7	13	35	C. de Uniformidad (Cu)		
N° 8	2.360	0.0	--	--	76.3	23.7			Grado de Curvatura (Cc)		
N° 10	2.000	122.0	122.00	4.2	80.5	19.5	7	27			
N° 16	1.180	0.0	122.0	--	80.5	19.5					
N° 20	0.840	117.1	239.1	4.1	84.6	15.4	5	22			
N° 30	0.600	0.0	239.1	--	84.6	15.4					
N° 40	0.420	73.0	312.1	2.5	87.1	12.9	4	20			
N° 50	0.300	0.0	312.1	--	87.1	12.9					
N° 60	0.250	44.0	356.1	1.5	88.6	11.4	3	18			
N° 80	0.180	0.0	356.1	--	88.6	11.4					
N° 100	0.149	62.2	418.3	2.2	90.8	9.2	2	16			
N° 140	0.106	22.1	440.4	0.8	91.6	8.4					
N° 200	0.074	21.9	462.3	0.8	92.4	7.6	0	15			
Fondo		219.7	682.0	7.6	100.0	--					
<b>TOTAL</b>		<b>682.00</b>							Cumple con la Especificación Técnica		<b>SI</b>

En la tabla se observa la granulometría del material desmonte de mina donde su tamaño máximo es de 12 plg con % de gravas 40.5, % de arena 16.1 y % de fino 7.6 y el tipo de clasificación de suelo es un GC-GM grava arcilloso limoso, material color plomo gris.

Figura 12: Curva granulométrica 3



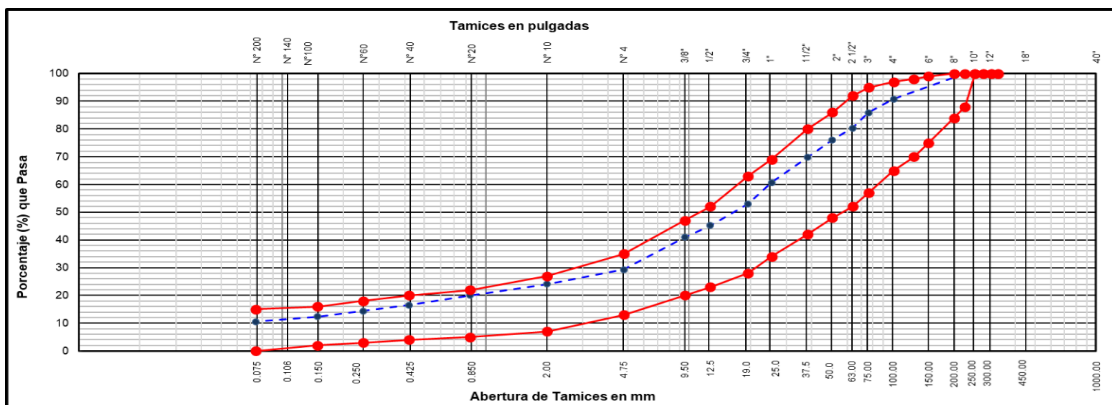
Se observa la curva granulométrica del material desmote y cumple con las especificaciones técnicas.

Tabla 4: Resultado granulométrico 4

CPI		srk		PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD				Minera Bateas	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				CODIGO	FOR-LAB				
NORMA ASTM D-6913 / D-5519 / D-422				FECHA	19/05/2018				
				REVISIÓN	0				
				PAGINA	1 - 1				
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS									
PROYECTO	RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - 2da ETAPA				REGISTRO	CNT-BAT-006			
CLIENTE	MINERA BATEAS S.A.C.				TÉCNICO	M. ESCOBAR			
UBICACIÓN	CAYLLOMA - AREQUIPA				RESPONSABLE	N. MACEDO			
MATERIAL	TIPO A2				REVISADO POR	S. HORNA			
PROCEDENCIA	CANTERA BATEAS NIVEL 12				FECHA / ENSAYO	08-10-18			
MUESTREADO EN	PLATAFORMA DE DIQUE CAPA 07/ 0+100 - 0+240				MUESTRA N°	CB-006			
COORDENADAS	NORTE	8314310.103	ESTE	195681.926	COTA	4403.92	PROF. (m)	-	
Masa Total Seco (g)	2,197,450			DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:					
Masa Fracción < 3" (g)	76.872			Constante de Fracción < 3" :					
Masa Fracción < N° 4 (g)	701.0			Constante de Fracción < N° 4:			0		
Tamiz		Peso (g)		Porcentajes (%)		Especificación Técnica		DATOS DE LA MUESTRA	
Tamaño en (")	Tamaño en (mm)	Retenido	Acumulado	Retenido	Acumulado	Pasante			
13"	330.200	0.0	0.0	--	--		100	100	Granulom
12"	304.800			--	--		100	100	
							100	100	
10"	254.000						100	100	
9"	226.600			--	--	100.0	88	100	
8"	200.000	32380.0	3238.0	1.50	1.5	98.5	84	100	Temperatura de Secado
6"	150.000	43550.0	75930.0	2.0	3.5	96.5	75	99	% Bloques > 12"
5"	127.000	76800.0	152730.0	3.5	7.0	93.0	70	98	
4"	101.200	47550.0	200280.0	2.2	9.2	90.8	65	97	% Bolones < 12"->3"
3"	76.20	108220.0	308,500.0	4.9	14.1	85.9	57	95	% Gravas
2 1/2"	63.50	4990	313,490.0	5.6	19.7	80.3	52	92	% Arenas
2"	50.60	3790	317280.0	4.2	23.9	76.1	48	86	% Finos
1 1/2"	38.100	5668	322948.0	6.3	30.2	69.8	42	80	Humedad Global (%)
1"	25.400	8122	331070.0	9.1	39.3	60.7	34	69	Humedad de Grava ( %w )
3/4"	19.500	6864	337934.0	7.7	47.0	53.0	28	63	Humedad de F. Fino ( %w )
1/2"	12.700	7000	344934.0	7.8	54.8	45.2	23	52	
3/8"	9.525	3814	348748.0	4.3	59.1	40.9	20	47	D60
1/4"	6.300	0	348748.0	--	59.1	40.9	13	35	D30
N° 4	4.760	10422	359170.0	11.6	70.7	29.3	13	35	C. de Uniformidad (Cu)
N° 8	2.360	0.0	--	--	70.7	29.3			Grado de Curvatura (Cc)
N° 10	2.000	125.0	125.0	5.2	75.9	24.1	7	27	
N° 16	1.180	0.0	125.0	--	75.9	24.1			
N° 20	0.840	97.1	222.1	4.1	80.0	20.0	5	22	Limite Atterberg (ASTM D - 4318)
N° 30	0.600	0.0	222.1	--	80.0	20.0			Limite Líquido %
N° 40	0.420	83.4	305.5	3.5	83.5	16.5	4	20	Limite Plástico %
N° 50	0.300	0.0	305.5	--	83.5	16.5			Indice Plástico %
N° 60	0.250	50.5	356.0	2.1	85.6	14.4	3	18	
N° 80	0.180	0.0	356.0	--	85.6	14.4			Clasificación SUCS (ASTM D - 2487)
N° 100	0.149	48.2	404.2	2.0	87.6	12.4	2	16	
N° 140	0.106	20.5	424.7	0.9	88.5	11.5			GC-GM
N° 200	0.074	23.6	448.3	1.0	89.5	10.5	0	15	Grava arcilloso-limosa
Fondo		252.7	701.0	10.5	100.0	--			Cumple con la Especificación Técnica
<b>TOTAL</b>		<b>701.00</b>							<b>-</b>

En la tabla se observa la granulometría del material desmote de mina donde su tamaño máximo es de 8 plg con % de gravas 56.6, % de arena 18.8 y % de fino 10.5 y el tipo de clasificación de suelo es un GC-GM grava arcilloso limoso, material color plomo gris.

Figura 13: Curva granulométrica 4 dentro de los parámetros



Se observa la curva granulométrica y la gradación promedio del material.

## 5.2.2. Densidad – Ensayo por el método reemplazo de agua

### Resultado reemplazo de agua (ASTM D-5030)

Tabla 5: Ensayo de densidad 1- cimentación de dique

<b>PROYECTO</b> : RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - ETAPA 2A			
<b>CLIENTE</b> : MINERA BATEAS		<b>REGISTRO</b> : CPI-FR-CMD-LAB-003	
Ubicación : CAYLLOMA - AREQUIPA		Realizado Por : M. QUISPE M.	
Cantera : BATEAS NIVEL 12		Revizado Por : S. HORNA R.	
Material : MATERIAL TIPO B		Ing. Resp. : S. HORNA R.	
		Fecha Ensayo : 27/07/2018	
<b>DATOS DE ENSAYO</b>			
N° de Ensayo		3	
Ubicación de Prueba / (Prog.)		0+600	
Lado / (Carril)		Lado Derecho	
Coordenada Norte		196100.608	
Coordenada Este		8314340.83	
Cota / Elevación		4399.001	
Espesor de Relleno (cm)		0.50	
Capa de Relleno N°		2° Capa	
Profundidad de Prueba		0.50	
Temperatura de Ambiente		08.7 °C	
Temperatura de Agua		12.1°C	
Turno		Dia	
N° de Certificado de Test Fill			
<b>VOLUMEN DEL AGUA</b>			
1	Densidad del Agua	1	gr/cc
2	Dimensión del Anillo Circular	2.70	m
3	Area del Anillo Circular	5.73	m2
4	Volumen del hoyo del material + anillo	2448.74	kg
5	Volumen en el Anillo -Correccion en el Anillo	520.3	kg
<b>DENSIDAD HUMEDAD</b>			
6	Peso de la Muestra Húmeda	3443.21	gr.
7	Volumen del Hoyo	1408.44	cm3
8	<b>Densidad Húmeda</b>	<b>2.45</b>	gr/cc
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216</b>			
9	Peso del material Humedo + Tara	5855	gr.
10	Peso del material seco + Tara	5616	gr.
11	Peso de la Tara	1192	gr.
12	Peso del Agua	239	gr.
13	Peso del material	4424	gr.
14	Porcentaje de Humedad total de muestra	<b>5.4</b>	%
<b>DENSIDAD SECA</b>			
15	<b>Densidad Seca</b>	<b>2.32</b>	gr/cc

Se observa como resultado la densidad seca de 2.32 gr/cm3 cumpliendo con las especificaciones técnicas que manda la densidad seca mayor a 2.1 gr/c, una humedad de 5.4% - material desmonte de mina para la cimentación del dique.

Tabla 6: Resultado 2 – cimentación de dique

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS			
<b>PROYECTO</b> : RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - ETAPA 2A			
<b>CLIENTE</b> : MINERA BATEAS		<b>REGISTRO N°</b> : CPI-FR-CMD-LAB-002	
Ubicación : CAYLLOMA - AREQUIPA		Realizado Por : M.QUISPE M.	
Cantera : BATEAS NIVEL 12		Revizado Por : S. HORNA R.	
Material : MATERIAL TIPO B		Ing. Resp. : S. HORNA R.	
Tramo : 0+580 - 0+680		Fecha de Ensayo : 26/07/2018	
DATOS DE ENSAYO			
N° de Ensayo		1	
Ubicación de Prueba /(Prog.)		0+570	
Lado /(Carril)		LADO IZQUIERDO	
Coordenada Norte		8314316.869	
Coordenada Este		196116.452	
Cota / Elevación		4399	
Espesor de Relleno (cm)		50.00	
Capa de Relleno N°		Capa 2	
Profundidad de Prueba		0.50	
Temperatura de Ambiente		07.1 °C	
Temperatura de Agua		0.9 °C	
Turno		Dia	
VOLUMEN DEL AGUA			
1	Densidad del Agua	1	gr/cc
2	Dimensión del Anillo Circular	2.70	m
3	Area del Anillo Circular	5.73	m <sup>2</sup>
4	Volumen del hoyo del material + anillo	2308.5	kg
5	Volumen en el Anillo -Correccion en el Anillo	489.85	kg
DENSIDAD HUMEDAD			
6	Peso de la Muestra Húmeda	3149.25	gr.
7	Volumen del Hoyo	1328.8	cm <sup>3</sup>
8	<b>Densidad Húmeda</b>	<b>2.37</b>	gr/cc
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216			
9	Peso del material Humedo + Tara	5871	gr.
10	Peso del material seco + Tara	5639	gr.
11	Peso de la Tara	1183	gr.
12	Peso del Agua	232	gr.
13	Peso del material	4456	gr.
14	Porcentaje de Humedad total de muestra	<b>5.2</b>	%
DENSIDAD SECA			
15	<b>Densidad Seca</b>	<b>2.25</b>	gr/cc

Se observa como resultado la densidad seca de 2.25 gr/cm<sup>3</sup>(dentro del parámetro requerido del proyecto para su aprobación), con un porcentaje de humedad de 5.2% - material desmonte de mina para la cimentación del dique.

Tabla 7: Resultado 3 del ensayo en el cuerpo del dique

<b>PROYECTO</b> : RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - ETAPA 2A				
<b>CLIENTE</b> : MINERA BATEAS		<b>REGISTRO N°</b> : CPI-RA-RD-021A		
Ubicación : CAYLLOMA - AREQUIPA		Realizado Por : M.ESCOBAR		
Cantera : BATEAS NIVEL 12		Revizado Por : S.HORNA		
Material : TIPO A 2 / CAPA 36 A2 / 0+240-0+360		Ing. Resp. : N. MACEDO R.		
Fecha Muestreo : 10/11/2018		Fecha Ensayo : 10/11/2018		
DATOS DE ENSAYO				
N° de Ensayo	1			
Ubicación de Prueba / (Prog.)	0+280			
Lado / (Carril)	Lado Derecho			
Coordenada Norte	8314303.870			
Coordenada Este	195781.460			
Cota / Elevación	4413.4			
Espesor de Relleno (cm)	60			
Capa de Relleno N°	36			
Profundidad de Prueba(m)	0.60			
Temperatura de Ambiente	8 °C			
Temperatura de Agua	10 °C			
Turno	Dia			
DATOS DE LABORATORIO				
1	CONCEPTO	REGISTRO	SIMBOLO	VALOR
2	Optimo Contenido de Humedad	CNT - BAT - 016	OCH	5.1
3	Maxima Densidad Seca (Proctor Modificado) (gr/cm3)	CNT - BAT - 016	MDS	2.345
4	Peso Especifico de la Grava (gr/cm3)	CNT - BAT - 016	PEG	2.620
VOLUMEN DEL AGUA				
5	Densidad del Agua	1.00	gr/cc	
6	Dimensión del Anillo Circular	1.80	m	
DATOS DE CAMPO				
7	volumen de agua en el anillo - correccion	78.15	lts	
8	peso del suelo excavado	2088.7	kg	
9	peso del suelo excavado y retenido en la malla 3".	448	kg	
10	volumen de agua en la excavacion + el anillo	907.43	lts	
CÁLCULOS DE DENSIDAD				
11	volumen de la excavacion	829.3	lts	
12	volumen del material mayor a la malla de 3"	171.0	lts	
13	Volumen Ocupado por el Suelo que pasa la malla de 3".	658.3	lts	
14	peso del suelo que pasa la malla 3"	1640.7	kg	
15	<b>Densidad Húmeda</b>	2.492	gr/cm3	
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216				
16	Peso del material Humedo + Tara	5594	gr.	
17	Peso del material seco + Tara	5216	gr.	
18	Peso de la Tara	334	gr.	
19	Peso del Agua	378	gr.	
20	Peso del material	4882	gr.	
21	Porcentaje de Humedad total de muestra	7.7	%	
RESULTADOS				
22	<b>Densidad De Campo Seca (gr/cm3)</b>	2.314	(gr/cm3)	
23	<b>Grado de Compactacion (%)</b>	98.69	(%)	

Se observa los resultados del ensayo que la densidad seca resulta 2.31 gr/cm3 cumpliendo especificaciones técnicas, con un grado de compactación del 98.69 y porcentaje de humedad optima de 7.7 - material desmonte de mina utilizado en cuerpo del dique.

Tabla 8: Resultado 4 del ensayo en el cuerpo del dique

<b>PROYECTO</b> : RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - ETAPA 2A			
<b>CLIENTE</b> : MINERA BATEAS		<b>REGISTRO</b> : CPI-RA-RD-008A	
Ubicación : CAYLLOMA - AREQUIPA		Realizado Por : M. ESCOBAR	
Cantera : BATEAS NIVEL 12		Revizado Por : S. HORNA.	
Material : TIPO A2 / CAPA 9A2 / 0+660 - 0+770		Ing. Resp. : N. MACEDO	
Fecha Muestreo : 21/10/2018		Fecha Ensayo : 21/10/2018	
DATOS DE ENSAYO			
N° de Ensayo		1	
Ubicación de Prueba / (Prog.)		0+700	
Lado / (Carril)		Derecho	
Coordenada Norte		8314309.672	
Coordenada Este		196200.726	
Cota / Elevación		4404.20	
Espesor de Relleno (cm)		60	
Capa de Relleno N°		9	
Profundidad de Prueba(m)		0.60	
Temperatura de Ambiente		14 °C	
Temperatura de Agua		11 °C	
Turno		Dia	
DATOS DE LABORATORIO			
1	CONCEPTO	REGISTRO	SIMBOLO
2	Optimo Contenido de Humedad	CNT- BAT- 007	OCH
3	Maxima Densidad Seca (Proctor Modificado) (gr/cm3)	CNT- BAT- 007	MDS
4	Peso Especifico de la Grava (gr/cm3)	CNT- BAT- 007	PEG
VOLUMEN DEL AGUA			
5	Densidad del Agua	1	gr/cc
6	Dimensión del Anillo Circular	1.80	m
DATOS DE CAMPO			
7	volumen de agua en el anillo - correccion	75.43	lts
8	peso del suelo excavado	2292.4	kg
9	peso del suelo excavado y retenido en la malla 3".	445.5	kg
10	volumen de agua en la excavacion + el anillo	1035.77	lts
CÁLCULOS DE DENSIDAD			
11	volumen de la excavacion	960.3	lts
12	volumen del material mayor a la malla de 3"	172	lts
13	Volumen Ocupado por el Suelo que pasa la malla de 3".	788.3	lts
14	peso del suelo que pasa la malla 3"	1847	kg
15	Densidad Húmeda	2.34	gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216			
16	Peso del material Humedo + Tara	6690	gr.
17	Peso del material seco + Tara	6359	gr.
18	Peso de la Tara	328	gr.
19	Peso del Agua	331	gr.
20	Peso del material	6031	gr.
21	Porcentaje de Humedad total de muestra	5.5	%
RESULTADOS			
22	Densidad De Campo Seca (gr/cm3)	2.221	(gr/cm3)
23	Grado de Compactacion (%)	95.51	(%)

Se observa los resultados del ensayo que la densidad es de 2.22 gr/cm3 cumpliendo los parámetros, con un grado de compactación del 95.51 % y porcentaje de humedad de 5.5 con el material desmonte de mina utilizado en cuerpo del dique.

Tabla 9: Ensayo 5 realizado para el cuerpo del dique

<b>PROYECTO</b> : RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - ETAPA 2A			
<b>CLIENTE</b> : MINERA BATEAS		<b>REGISTRO N°</b> : CPI-RA-RD-025A	
Ubicación : CAYLLOMA - AREQUIPA		Realizado Por : M.ESCOBAR	
Cantera : BATEAS NIVEL 12		Revizado Por : S.HORNA.	
Material : TIPO A 2 / CAPA 21A2 / 0+660-0+800		Ing. Resp. : N. MACEDO R.	
Fecha Muestreo : 15/11/2018		Fecha Ensayo : 15/11/2018	
DATOS DE ENSAYO			
N° de Ensayo		1	
Ubicación de Prueba / (Prog.)		0+740	
Lado / (Carril)		lado izquierdo	
Coordenada Norte		8314293.308	
Coordenada Este		196235.577	
Cota / Elevación		4411.20	
Espesor de Relleno (cm)		60	
Capa de Relleno N°		21	
Profundidad de Prueba(m)		0.60	
Temperatura de Ambiente		9 °C	
Temperatura de Agua		10 °C	
Turno		Dia	
DATOS DE LABORATORIO			
1	CONCEPTO	REGISTRO	SIMBOLO
2	Optimo Contenido de Humedad	CNT- BAT - 018	OCH
3	Maxima Densidad Seca (Proctor Modificado) (gr/cm3)	CNT- BAT - 018	MDS
4	Peso Especifico de la Grava (gr/cm3)	CNT- BAT - 018	PEG
VOLUMEN DEL AGUA			
5	Densidad del Agua	1.00	gr/cc
6	Dimensión del Anillo Circular	1.80	m
DATOS DE CAMPO			
7	volumen de agua en el anillo - correccion	79.45	lts
8	peso del suelo excavado	2495.2	kg
9	peso del suelo excavado y retenido en la malla 3".	614.55	kg
10	volumen de agua en la excavacion + el anillo	1079.85	lts
CÁLCULOS DE DENSIDAD			
11	volumen de la excavacion	1000.4	lts
12	volumen del material mayor a la malla de 3"	233.7	lts
13	Volumen Ocupado por el Suelo que pasa la malla de 3".	766.7	lts
14	peso del suelo que pasa la malla 3"	1880.7	kg
15	<b>Densidad Húmeda</b>	2.453	gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216			
16	Peso del material Humedo + Tara	5730	gr.
17	Peso del material seco + Tara	5370	gr.
18	Peso de la Tara	386	gr.
19	Peso del Agua	360	gr.
20	Peso del material	4984	gr.
21	Porcentaje de Humedad total de muestra	7.2	%
RESULTADOS			
22	<b>Densidad De Campo Seca (gr/cm3)</b>	2.288	(gr/cm3)
23	<b>Grado de Compactacion (%)</b>	97.03	(%)

Se observa en los resultados del ensayo que la densidad seca es de 2.288 gr/cm<sup>3</sup>, con un grado de compactación del 97.03 % y porcentaje de humedad optima de 7.2 - con el material desmonte de mina utilizado en cuerpo del dique, a capas de 0.60 m cumpliendo más del 2.1 gr/cm en densidad.

### 5.2.3. Análisis químico al material de desmonte de mina

#### Ensayo ABA

En este ensayo se estimó la cantidad de ácido que podría generar el desmonte de mina el pH en pasta (presencia de acidez acumulada por oxidación).

- Potencial de neutralización (NP), material con capacidad de neutralizar acidez.
- Potencial de acidez disponible (AP o MPA)
- Potencial neto de neutralización (NNP), es la diferencia entre NP y AP

#### Criterio de clasificación

Cuadro 4: Criterio de clasificación

Caracterización	Criterio de clasificación	Comentarios
POTENCIAL GENERADOR DE ACIDEZ (POSIBLE)	$NP/AP < 1$	Posible generación de acidez, salvo que los minerales sulfurosos sean no reactivos
INCERTIDUMBRE (INCIERTO)	$1 < NP/AP < 3$	Posible generador de acidez, si el NP es insuficiente reactivo o es consumido a una velocidad mayor que la velocidad de reacción
NO GENERADOR DE ACIDEZ (IMPOSIBLE)	$NP/AP \geq 3$	No hay generación de acidez

Fuente: Price 1997

Cuadro 5: Resultados ABA de muestras

Estudio	Código de muestra	Procedencia	Ph pasta	AP (*)	NP (*)	NNP (*)	NP/AP	%S
SRK (Perú) 2018	M-1	Depósito de desmontes Bateas	7.97	50	66.8	16.8	1.34	1.6
	M-2		7.92	78.1	81	2.9	1.04	2.5
	M-3		8.09	96.9	130	33.1	1.34	3.1
	M-4		8.04	59.4	85.3	25.9	1.44	1.9

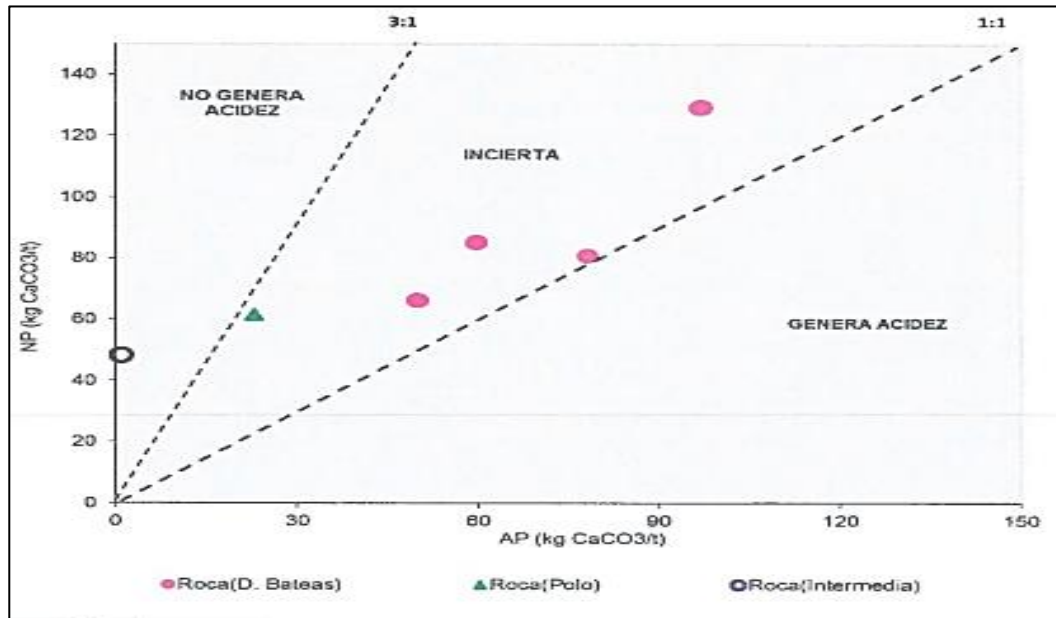
Fuente: Laboratorio AGQ (Informe de Ensayo GEO-19/00007, 04/04/19)

Se observa según criterio NP/AP, en los valores obtenidos en la tabla indican que las muestras M-1 y M-2 M-3 M-4 se encuentran en el rango de incierto a materiales no generadores de acidez.



Se observa los resultados y la correlación entre el potencial de acidez (AP) y el potencial de neutralización (NP) que representa la relación NP/AP indica que las muestras de desmonte de mina se encuentran en el rango incierto ( $1 < NP/AP < 3$ ).

Figura 14: Relación AP y NP para indicar potencial acida



Se observa la gráfica de la relación NP y AP que indica potencial, los puntos rosados que representan al material desmonte de mina que se encuentran dentro del intervalo incierto.

### Ensayo o Test NAG

La prueba (generación neta de acidez) se utilizó para determinar el potencial neto de generación de ácido, considerando el valor del pH obtenido presentando 3 clasificaciones:

Cuadro 6: Criterio para evaluar generación de acidez

Resultado Prueba NAG	Clasificación
pH NAG < 4.5 y NAG > 10	Alta generación de acidez
Ph NAG > 4.5 y NAG > 10	Baja generación de acidez
Ph NAG > 4.5 y NAG < 1	No genera acidez

Fuente: D.S. N° 010-2020- MINAM

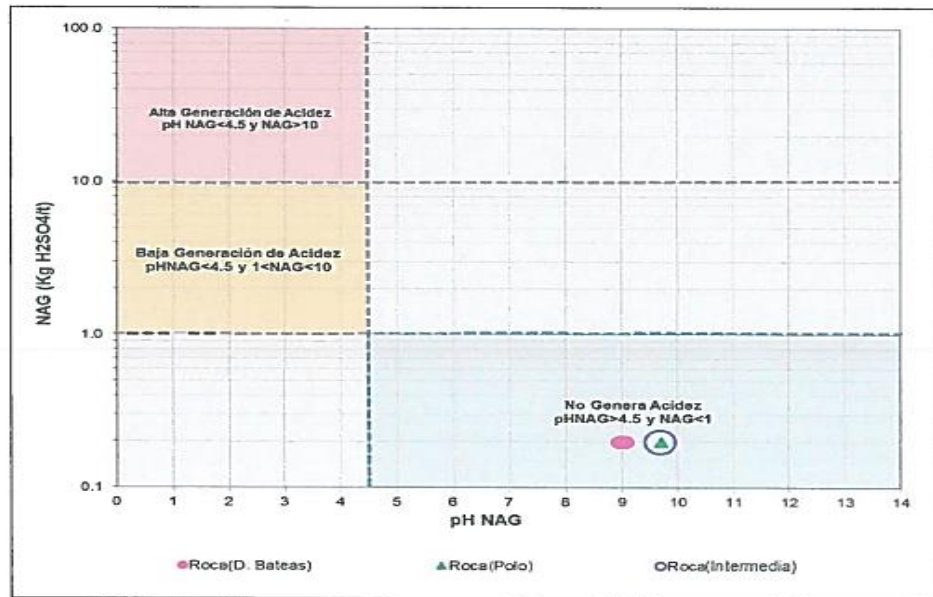
Cuadro 7: Detalle de muestra – resultados NAG

ID MUESTRA		Parámetros NAG		Clasificación según criterio NAG
		pH-NAG	NAG (pH 4.5)	
			kg H2SO4/t	
M-1	Depósito de desmontes Bateas	9.02	<0.2	No genera acidez
M-2		9.07	<0.2	No genera acidez
M-3		8.98	<0.2	No genera acidez
M-4		8.97	<0.2	No genera acidez

Fuente: Laboratorio AGQ, (Informe de ensayo: GEO-19/00004. 11/18)

Se observa los valores del resultado pH- NAG, interpretado en la siguiente figura

Figura 15: Demostración relación NAG Y pHNAG



Como se observa la información presentada de la roca desmonte de mina de bateas la clasificación corresponde a No generadores de acidez (pH NAG > 4.5 y NAG (kgH2SO4/t) < 1).

### Composición Mineralógica

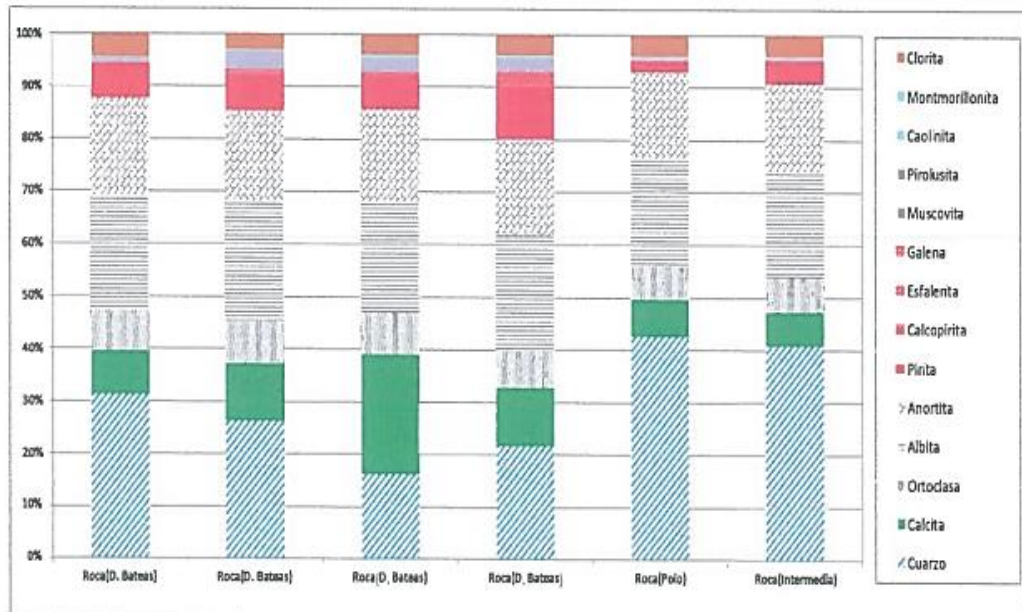
Se han determinado todos los minerales que contienen la presente muestra de desmonte de mina conociendo a detalle la siguiente mineralogía.

Tabla 10: Resultados del análisis mineralógico-desmonte de mina

FORMULA	Composición Mineralógica	MUESTRAS DE DESMONTES ESTUDIADOS			
		M-1	M-2	M-3	M-4
SiO2	Cuarzo	30.73	25.49	15.68	21.51
CaCO3	Calcita	8	10.5	22	11
K(AlSi3O8)	Ortodclasa	7.6	7.8	7.6	7.2
Na (AlSi3O8)	Albita	21.4	22.1	20.3	21.8
Ca (Al2Si2O8)	Anortita	18.2	16.7	17.2	18.2
FeS2	Pirita	6.253	6.412	5.765	10.06
CuFeS2	Calcopirita	0.043	0.006	0.046	0.124
ZnS	Esfalerita	0.227	0.686	0.799	2.297
Pbs	Galena	0.061	0.327	0.221	0.326
Fe2O3	Hematita	2.04	3.27	3.48	0.48
Al2Si2O5(OH)4	Caolinita	0.14	0.36	0.41	0.31
MnO2	Pirolusita	0.56	3.08	2.25	2.38
Na0.3(Al,Mg)2Si4O10(OH)2xH2O	montmorillonita	0.24	0.18	0.26	0.28
(Mg,Fe)5(AlSi)5O10(OH)8	Clorita	4.3	2.8	3.76	3.84
KAl3Si3O10(OH)2	Muscovita	0.21	0.23	0.25	0.19

Se observa el resultado mineralógico del material desmonte de mina muestreado en la desmontera donde tiene mayor contenido de cuarzo.

Figura 16: Contenido de minerales (%PESO)



El resultado del material desmonte de mina indica que presenta feldspatos y plagioclasas como minerales de mayor abundancia con contenido entre 47.2% y 45.1% y cuarzo 23,35%. Adicionalmente

presenta sulfuros 8.43% generador de acidez, mientras que el contenido de minerales consumidores de acidez esta dado por la calcita 12.88%.

Se observa la presencia de óxidos de hierro y manganeso con 4.39%.

## 5.2.4. Vida útil y almacenamiento

Volumen de almacenamiento y vida útil

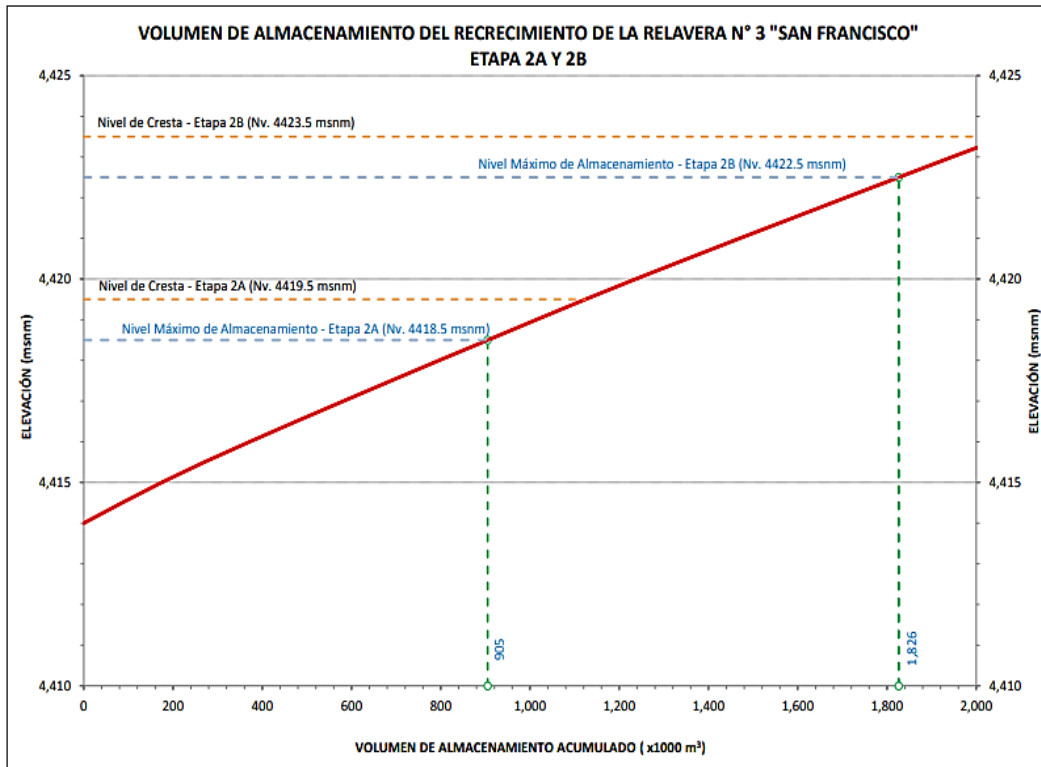
Cuadro 8: Contenido de minerales (%PESO)

srk consulting		CÁLCULO DE VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO Y VIDA ÚTIL			
Proyecto:	Diseño de Ingeniería Básica y de Detalle para el Recrecimiento de la Relavera N° 3 - Elaborado por:	R.D.			
	San Francisco - Segunda Etapa	Aprobado por:	F.S.		
Código:	17-R-308-01	Fecha:	Junio 2017		
CÁLCULO DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO Y VIDA ÚTIL					
Descripción	Unidades	Cantidad			
Producción diaria de relave	tpd	1,500.00			
Relave enviado al depósito San Francisco (60%)	tpd	900.00			
Relave utilizado como relleno en interior mina (40%)	tpd	600.00			
Densidad seca promedio del relave depositado	t/m3	1.20			
Periodo anual de operación	días	360.00			
Cota (msnm)	Área (m2)	Volumen Parcial (m3)	Volumen Acumulado (m3)	Tiempo (años)	
				(meses)	(años)
4,414.0	170,045.8	0.00	0.00	0.00	0.00
4,414.5	174,511.2	86,136.84	86,136.84	3.83	0.32
4,415.0	179,934.8	88,608.05	174,744.89	7.77	0.65
4,415.5	200,154.0	94,977.36	269,722.26	11.99	1.00
4,416.0	206,795.3	101,732.81	371,455.06	16.51	1.38
4,416.5	210,905.3	104,423.45	475,878.51	21.15	1.76
4,417.0	213,269.6	106,043.17	581,921.68	25.86	2.16
4,417.5	214,640.0	106,977.22	688,898.90	30.62	2.55
4,418.0	215,993.9	107,658.29	796,557.19	35.40	2.95
4,418.5	217,347.7	108,442.81	905,000.00	40.22	3.35
4,419.0	218,698.5	109,011.38	1,014,011.37	45.07	3.76
4,419.5	220,053.8	109,687.89	1,123,699.27	49.94	4.16
4,420.0	232,273.2	113,067.98	1,236,767.25	54.97	4.58
4,420.5	233,657.4	116,482.47	1,353,249.72	60.14	5.01
4,421.0	235,044.3	117,175.24	1,470,424.96	65.35	5.45
4,421.5	236,433.8	117,869.35	1,588,294.31	70.59	5.88
4,422.0	237,826.0	118,564.79	1,706,859.10	75.86	6.32
4,422.5	239,220.9	119,140.90	1,826,000.00	81.16	6.76
4,423.0	240,618.5	119,959.67	1,945,959.68	86.49	7.21
4,423.5	242,018.9	120,659.18	2,066,618.86	91.85	7.65

Fuente: Srk consulting (Supervisión)

Se observa la producción de relave es de 1500 toneladas por día, del cual el 60% de relave enviado a la relavera San Francisco es 900 tn por día y el volumen acumulado total de la etapa 2 A es de 905,000.00 m3 de almacenamiento para unos 3 años y 3 meses de vida útil de la relavera San Francisco N° 3 etapa 2 A.

Figura 17: Volumen de almacenamiento Etapa 2 A Y 2B



Se observa nivel máximo de almacenamiento Etapa 2 A niv. 4418.5 msnm

### 5.3. Contrastación de hipótesis

#### 5.3.1. Proceso de prueba de la Hipótesis Principal

**H<sub>0</sub>:** Resulta negativo el uso de desmonte de mina como material de préstamo para la construcción de diques de contención de relaves.

**H<sub>1</sub>:** Tiene efecto positivo el uso de desmonte de mina como material de préstamo para la construcción de diques de contención de relaves

De acuerdo a los resultados de laboratorio la granulometría del material puede llegar hasta la dimensión de 14 plg y respecto a la densidad en los ensayos de campo realizados al desmonte de mina deben superar el 2.20 gr/cm<sup>3</sup> de esa forma así asegura más del 95% de grado de compactación en el dique, resulta que cumple con el parámetro de requerimiento en las normas y especificaciones técnicas del proyecto a su vez llega al grado de compactación requerido asegurando su estabilidad en el dique de contención de relaves.

La estabilidad es un instrumento muy importante en los diques, asegurando el aseguramiento de la calidad del material y ensayos realizados tenemos la seguridad del funcionamiento de la relavera porque de no cumplir los parámetros del requerimiento de la calidad esto puede ocasionar problemas económicos, ambientales y hasta puede cobrar vidas humanas si falla la estabilidad de los diques de contención de relave.

Como resultado en la caracterización química es favorable ya que no contiene mayor porcentaje de generador de acidez que puede resultar dañino para el medio ambiente por tales razones el desmonte de mina tiene un efecto positivo como se demostró con la aprobación por parte de la supervisión en vista de sus ensayos para dar conformidad en su utilización como material de préstamo y asimismo para próximas construcciones de diques de relaves, están en la capacidad de proporcionar estabilidad en el dique de relaves.

## **CAPITULO VI**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **6.1. Hipótesis general:**

**Tiene efecto positivo el uso de desmonte de mina como material de préstamo para la construcción. del dique de contención de relaves, relavera San Francisco, 2023.**

Se determinó que el desmonte de mina se puede utilizar como material de préstamo para construcciones de diques de contención de relaves por que de acuerdo con la granulometría que presenta el material es aceptable la dimensión de la roca, los ensayos de densidad donde son mayor a 2.2 gr/cm<sup>3</sup> asegurando un grado de compactación más del 95% y la característica química del desmonte que no es potencial generador de acidez, todo ello se comporta acorde en cumplimiento de los valores mínimos exigidos en las especificaciones técnicas (certificado de aseguramiento de la calidad) q se encargan de asegurar las estructuras construidas en un dique de contención de relaves, garantizando su vida útil y funcionamiento eficaz de esa manera conseguir el permiso de funcionamiento de la relavera en los siguientes próximos 3 años del depósito de relaves San Francisco etapa 2A, por lo tanto se acepta

la hipótesis alterna que menciona el efecto positivo del uso del desmonte de mina por sus características y reutilización como material para construcciones.

**6.2. Hipótesis específica N° 01:**

**La granulometría del material de préstamo desmonte de mina puede tener un diámetro hasta < igual a 14 plg, con promedio de 38 % de gravas, 9.3% de arena y 2.4% de fino, componentes que permitirán una uniforme conformación y compactación.**

Se evaluó la granulometría del material desmonte de mina como se observa en el resultado que la dimensión del tamaño máximo es 14, 12 plg y clasificado como un material GP (mezcla de grava y arena con poco de fino), con % de finos 2.4, con % de gravas 38%, con % arena de 9,3 en promedio lo cual indica 3 componentes necesarios que demuestran correlación para ser conformada y compactada en cada capa del dique, con el fin de su uso se evaluó que los finos en los ensayos de granulometría no era mayor al 5% el cual permite que la cimentación permita ser como una capa drenante para la evacuación de las filtraciones subterráneas y soportar los esfuerzos por parte del peso del dique de contención de relave.

**6.3. Hipótesis específica N° 02:**

**La densidad del material de préstamo desmonte de mina, cuyos valores deben superar el 2.20 gr/cm<sup>3</sup> que asegura más del 95% el grado de compactación y estabilidad en el dique de contención de relaves.**

Se analizó los resultados de densidad seca como se muestra en la tabla se obtuvo valores de 2.32 gr/cm<sup>3</sup>, 2.25 gr/cm<sup>3</sup>, 2.24 gr/cm<sup>3</sup>, valores que superan ampliamente a la densidad de 2.1 gr/cm<sup>3</sup> estipulado en la ingeniería del detalle, la humedad óptima



del material con porcentaje de humedad de 5.4%, 5.2%, 7% que ambos resultados entre si nos arrojan el grado de compactación de 95.86%, 95.86% y 95.42% en 0.60m de ancho de la plataforma de 14m, garantizando de esta manera la estabilidad física del dique de contención, de esta forma se afirma la hipótesis ya que de acuerdo al análisis realizado el material puede ser utilizado en la siguiente etapa de recrecimiento o próximas construcciones de diques siempre y cuando se realice más ensayos al desmonte mina previo uso de tal forma que se reutilice de las desmonteras

#### **6.4. Hipótesis específica N° 03:**

**Los resultados de análisis químico indican que el desmonte de mina no es un potencial contaminante de acidez para ser utilizado en la construcción de dique de contención de relaves.**

Se analizó los resultados y el material desmonte presenta feldespatos y plagioclasas como minerales de mayor abundancia con contenido que varía entre 47.2% y 45.1% adicionalmente presentan sulfuros 8.43% generador de acidez, mientras que el contenido de minerales consumidores de acidez esta dado por la calcita 12.88% entonces aquí hay un balance. La correlación entre potencial de acidez (AP) y el potencial de neutralización (NP) que representa la relación NP/AP según el criterio de interpretación  $NP/AP > 3$  (No generador de acidez) y  $1 < NP/AP < 3$  (Incierto) los resultados; AP = 50- 78.1 - 96.9 - 59.4 y NP = 66.8 – 81-130 – 85.3 lo cual determinan 02 muestras el rango incierto y 02 muestras material no generados de acidez.

Del ensayo NAG según criterio que indica potencial de generación acida los resultados fueron el pH – NAG = 9.02 – 9.07 – 8.98 – 8.97, los cuales corresponden a material No Generadores de Acidez ( $pH_{NAG} > 4.5$ ).

Así se analizó el criterio de evaluación generalmente aplicado para descartar todo riesgo de drenaje ácido están dentro del parámetro establecido entonces de acuerdo al ensayo de caracterización geoquímica resulta a favor, así mismo es necesario realizar el ensayo geoquímico a todo material de desmonte de mina que será utilizado como material de préstamo para diques de contención de diques y dependiendo del volumen que se utilizará en éste.

## CONCLUSIONES

1. El uso de desmonte de mina tiene un efecto positivo como material de préstamo para diques dado que sus resultados en los ensayos cumplen las normativas y en el instrumento es verificar el cumplimiento de los estándares y normas establecidas, a la actualidad 2023 la relavera San Francisco N°3 Etapa 2A ha cumplido satisfactoriamente su vida útil sin problemas y en efecto; es positivo el uso de desmonte de mina como material de préstamo para futuras construcciones o recrecimiento de diques de contención.
2. De acuerdo a la granulometría que presenta el desmonte de mina que presenta el tamaño máximo hasta 14 plg que este puede ingresar a la cimentación del dique a capas de 0.50 m y tamaño máximo de 10 plg que pueden ingresar al cuerpo del dique a capas de 0,60 m optimizando tiempo de construcción debido a su mayor tamaño de cada capa, ya que los porcentajes(%) de gravas finos y gravas gruesos según análisis granulométricos permiten una mezcla homogénea logrando la conformación y compactado uniformemente del desmonte de mina sobre la plataforma del dique de contención de relave, por ello se acepta la hipótesis de que si tiene un efecto positivo el uso para próximas construcciones o recrecimientos de diques.
3. Dado los resultados de densidad máxima seca del desmonte de mina en su función como material de préstamo en la construcción del diques nos indica que si efectivamente cumple con el parámetro de superar el 2.2 gr/cm<sup>3</sup> de densidad, por consecuencia indico más del 95% de grado de compactación de esta manera se aseguró la estabilidad horizontal y vertical del dique así garantizando su buen funcionamiento de la relavera y cumplir su vida útil estimada, de esta forma se acepta la hipótesis de la presente tesis.
4. De acuerdo a todos los criterios de evaluación de la prueba ABA, NAG, del material desmonte de mina su interpretación corresponde a materiales No generadores de acidez. Los resultados obtenidos en el análisis mineralógico evidencian la presencia de sulfuros (materiales generadores de acidez) pero también evidencia presencia de calcita y aluminosilicatos (minerales consumidores de acidez), lo cual por conclusion el desmonte de mina nos da estabilidad química como material de préstamo para construcciones de diques de contención de relaves ya que cumple con límites permisibles del MINAM.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tomar como aporte la presente tesis para futuras investigaciones y lleven esto a una investigación más profunda de cómo se relacionan las variables y como estas influyen en las propiedades de los materiales compactados para la construcción de diques que sería un diseño experimental.
2. Se recomienda que para lograr pasar el 95 % de compactación preferentemente se utilice el rodillo vibratorio de 20 tn ya que los desmontes de mina por tener granulometría mayor a 3” y por ser capas de 50 y 60 cm, este rodillo de mayor tonelaje es más efectivo para la compactación correcta del material.
3. Se recomienda realizar ensayos de test field (ensayo en tres franjas por separado cada franja con un determinado número de cicladas con un rodillo de 12tn o 20tn) al material conformado desmonte de mina sobre una plataforma para determinar con exactitud con cuantas cicladas del rodillo vibratorio se llegará al grado de compactación más del 95% y así optimizar tiempos y combustible.
4. Realizar más ensayos de granulometría y análisis químico a un mayor número de muestras proveniente de los desmontes de mina y verificar la representatividad de las muestras con respecto a la cantidad de material de desmonte de mina que se tiene programado utilizar posteriormente, considerando los contenidos de sulfuros según se encuentra se recomienda el uso de una cobertura adecuada a fin de minimizar el riesgo de ingreso de oxido y agua hacia el material de desmonte.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARROYO, J. El consumo sostenible del desmonte mina para el recrecimiento del depósito de relave Andaychagua Volcán S.A.A. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017.
2. ASUNTOS AMBIENTALES MINEROS Disponible en:  
[http://www.minem.gob.pe/\\_sector.php?idSector=4](http://www.minem.gob.pe/_sector.php?idSector=4)
3. Aduvire, O. (2011). Prevención y control de la generación ácida en minería: Depósitos de residuos mineros e instalaciones de mina. 4° Jornada Técnico- científica de la red MASyS. Oruro (Bolivia), noviembre.
4. ACMER (1999), Risk Assessment Framework for the Management of Sulfidic Mine Wastes Australian Center for Mining Environmental Research, September.
5. ACMER (2000), Management of Sulfidic Mine Wastes and Acid Drainage, Australian Center for Mining Environmental Research, September.
6. Bigham, J.M. y Nordstrom, D.K. (2000) Iron and aluminum hydroxysulfates from acid sulfate Waters En: Alpers, C.N. Jambor, J.L. y Nordstrom, D.K. (eds), Sulfate minerals: crystallography, geochemistry and environmental significance. Reviews in Mineralogy y Geochemistry, MSA, Virginia USA (40), 305-403.
7. Conexión Esan. El boom de las construcciones se muda a provincias. [En línea] 21 de Enero de 2015. El boom de las construcciones se muda a provincias.
8. Diseño de cimentaciones de diques de presa de relaves: Criterios de diseño de presa. Disponible en: [http://www.jorgealvahurtado.com/files/labgeo26\\_a.pdf](http://www.jorgealvahurtado.com/files/labgeo26_a.pdf)
9. Decreto. Supremo N° 010-2010-MINAM
10. Decreto Supremo N° 024-2016-EM – MEM (2016)
11. DISEÑO DE CIMENTACIONES DE DIQUES. Lima. Disponible en:  
<http://www.jorgealvahurtado.com/files/Diseno%20Cimentaciones->
12. GESTIÓN DE OPERACIONES Y PROYECTOS MINEROS. Disponible en: <http://max-schwarz.blogspot.com/2013/03/que-es-un-botadero-de-desmonte-de-mina.html>
13. GARCÍA, C. Impacto y riesgo ambiental de los residuos minero-metalúrgicos de la sierra de Cartagena – La Unión (Murcia-España). Universidad Politécnica de Cartagena, 2004.
14. GARD (2009). Global Acid Rock Drainage Guide. INAP (International Network for Acid Rock prevention). USA

15. HUAMANI, N. Estandarización de la distancia de descarga de camiones mineros en botaderos de desmonte mina, mediante análisis de estabilidad de taludes unidad minera constancia. Arequipa: Universidad Nacional San Agustín de Cajas, 2018.  
Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7319>
16. Ingeniería y Normas ASTM – Biblioteca Digital de Ingeniería y Normas ASTM
17. INGENIERÍA DE DETALLE PARA EL RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 “SAN FRANCISCO” – 2 da ETAPA Especificaciones Técnicas
18. Ingenieros de caminos. Ingenieros de caminos. [En línea] [Citado el: 8 de Febrero de 2023.] <https://ingeniero-de-caminos.com/exudacion-del-hormigon/>.
19. LLIGUI, E. y ÑAUTA, P. Análisis geotécnico – económico comparativo entre diques construidos con materiales arcilloso gravoso en el proyecto control de inundaciones del río cañar. Ecuador: Universidad de La Cuenca, 2014.
20. MENDOZA, M. Intemperismo en los desmontes mineros e identificación del tipo de drenaje mediante el método de columna húmeda, en minera bateas S.A.C. Lima: Cesar Vallejo, 2017. Disponible en: <https://docplayer.es/84641038-Facultad-de-ingenieria.html>
21. Ministerio de Energía y Minas – RDN° 019-97-EM-DGAA (Guía Ambiental para el manejo de Relaves Mineros)
22. MEND (Mine Environment Neutral Drainage (2005). List of Potential Information Requirements in Metal leaching/acid rock drainage assessment and mitigation work. MEND Report 5.1.
23. Manejo, gestión, tratamiento y disposición final de relaves mineros generados en el proyecto río blanco. (Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa)
24. Moñino Ferrando, A.; et al. Procedimientos y procesos para la construcción de diques.
25. Méndez, Carlos. Metodología: Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación con Énfasis en Ciencias Empresariales. Cuarta. México: Limusa 2011. 978-968-18-7177-2
26. Norma Técnica E.050 Suelos y cimentaciones
27. NORMAS ASTM International (American Society for Testing and Materials, 1898)
28. Normas de ASTM disponible en: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/normas-astm>
29. Normas ASTM: Conocimiento AEC. Disponible en:
30. Ñaupás, Humberto, y otros. Metodología de la investigación: Cuantitativa Cualitativa y

Redacción de la Tesis. Bogotá: Ediciones de la U, 2

31. Price W. AA (1997). Draft Guidelines and recommended methods for the predicción of metal leaching and acid rock drainage at minesites in british columbia reclamation section energy and minerals división british columbia ministry of employment and investment smithers, B, C Canada 160p.
32. Price, W.A., (2009), Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. MEND Program. CANMET Mining and Mineral Sciences Laboratories, British Columbia, Canada, 579 pp.
33. Ruíz, Carlos. Instrumentos de Investigación Educativa: Procedimientos para su Diseño y Validación. Segunda. Venezuela: Ediciones EIDEG, 2002. 980-303- 384-0. 52. Neville, A. y Brooks, J. Concrete Technology. s.l.: Pearson India, 2019. 978-935343655
34. Sobek, A.A., W.A. Schuller J.R. Freeman and R.M Smith, (1978). Field and Laboratory Methods Apliable to overburdens and Minesoils. Report EPA-600/2-78-054, US Natinal Technical information report PB-280 495.
35. USGS(2003). Determining the toxicity potential of mine waste piles, USA June.
36. Usher B.H. Cruywagen L.M., de Necker E. Hodgson F.D. (2003), Acid-Base Accounting Techniques and evaluation (ABATE). South African Water Research Commission. Report number 1055/5/03
37. Sánchez, Hugo y Reyes, Carlos. Metodología y Diseños en la Investigación Científica. Lima: Visión Universitaria, 2015. 9972-9695-3-3.
38. PRESAS DE RELAVE. Disponible en: [https://www.cip.org.pe/publicaciones/2018/J\\_VELARDE\\_Presas\\_de\\_Relaves.pdf](https://www.cip.org.pe/publicaciones/2018/J_VELARDE_Presas_de_Relaves.pdf)
39. VELARDE, Presas de relave disponible en: [https://www.cip.org.pe/publicaciones/2018/J\\_VELARDE\\_Presas\\_de\\_Relaves.pdf](https://www.cip.org.pe/publicaciones/2018/J_VELARDE_Presas_de_Relaves.pdf)
40. VERA, R. y VÉLEZ, D. Cimentación de represas según el tipo de suelo-Artículo Científico (UTM), Disponible en: (PDF) Cimentación de represas según el tipo de suelo-Artículo Científico (UTM) (researchgate.net).
41. Walder, I. Twardowska, I., Wahistrom and Tommi Keartinen, T. (2010). European Waste Characterisation Standars Acid (neutral rock drainage prevention. Preliminar Europea

# **ANEXOS**



## ANEXO N° 01: Matriz de consistencia

Título del Proyecto: **USO DE DESMONTE DE MINA COMO MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DIQUE DE CONTENCIÓN DE RELAVES**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN		METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIONES	
¿Qué efecto tiene el uso de desmonte de mina como material de préstamo para la construcción del dique de contención de relaves, relavera San Francisco, 2023?	Evaluar el efecto que tiene el uso de desmonte de mina para la construcción del dique de contención de relaves, relavera San Francisco, 2023.	Tiene efecto positivo el uso de desmonte de mina como material de préstamo para la construcción del dique de contención de relaves, relavera San Francisco, 2023.	INDEPENDIENTE:	Granulometría	<b>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN:</b> * Método Científico. <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> * Descriptivo. <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> * Descriptivo - explicativo <b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</b> * No experimental. <b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b> * POBLACIÓN Conformada por el material desmonte de mina  * MUESTRA: La muestra está conformado por 1tn (1090 kg) de desmonte de mina.  <b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</b> TÉCNICAS: * Observación directa INSTRUMENTOS: * Parámetros de ensayos.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	Desmonte de mina	Densidad	
¿Cuál es la granulometría del material de préstamo desmonte de mina para la construcción del dique de contención de relaves?	Evaluar la granulometría del material de préstamo desmonte de mina para la construcción del dique de contención de relaves.	La granulometría del material de préstamo desmonte de mina puede tener un diámetro hasta < igual a 14 plg, con promedio de 38% de gravas, 9.3% de arena y 2.4% de fino, componentes que permiten una uniforme conformación y compactación.		Análisis Químico	
¿Cuál es la densidad del material de préstamo desmonte de mina para la construcción del dique de contención de relaves?	Analizar la densidad del material de préstamo desmonte de mina para la construcción del dique de contención de relaves.	La densidad del material de préstamo desmonte de mina, cuyos valores deben superar el 2.20 gr/cm <sup>3</sup> que asegura más del 95% el grado de compactación y estabilidad en el dique de contención de relaves.	DEPENDIENTE:	Estabilidad de estructura	
¿Cuál es el resultado químico del material de préstamo desmonte de mina para la construcción del dique de contención de relaves?	Analizar el resultado del ensayo químico del material de préstamo desmonte de mina para la construcción del dique de contención de relaves.	Los resultados de análisis químico indican que el desmonte de mina no es un potencial contaminante de acidez para ser utilizado en la construcción de dique de contención de relaves.	Dique de contención de relaves	Control de calidad	

**Anexo N° 02: Matriz de operacionalización de variables**

<b>MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DEL INSTRUMENTO</b>					
<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES (FACTORES)</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA</b>
<b>DESMONTE DE MINA</b>	Es el material estéril o mineral de baja ley (con una ley de mineral que se encuentra por debajo del nivel económico conocido como en minería como Cut Off) que se obtiene al momento de realizar el corte de mineral en la operación de mina o que es obtenido como material de desbroce para acceder al mineral.	El material de tipo roca, ganga del mineral producto del trabajo de desbroce para llegar a la zona donde se encuentra mineral puro tiene su efecto positivo para material de préstamo que así demuestra los ensayos realizados.	Granulometría	Tamaño de partículas	tamiz (mm)
			Densidad	Densidad máxima seca in situ	gr/cm3
				Humedad optima	
			Análisis Químico	Mineralogía	razón
Acidez					
<b>DIQUE DE CONTENCIÓN DE RELAVES</b>	Es una estructura (de hormigón, piedra, tierra y otro material) que se construye con el objetivo de contener el agua impidiendo su paso.	El dique de contención de relaves pasó las pruebas de aseguramiento de control de calidad (dossier de calidad), ensayos que aseguran la estabilidad y vida útil del dique, para lograr su permiso de funcionamiento.	Estabilidad de estructura	Control de compactación	%
			Control de calidad	Control de infiltración	m2

**Anexo N° 03: Matriz de operacionalización del instrumento**

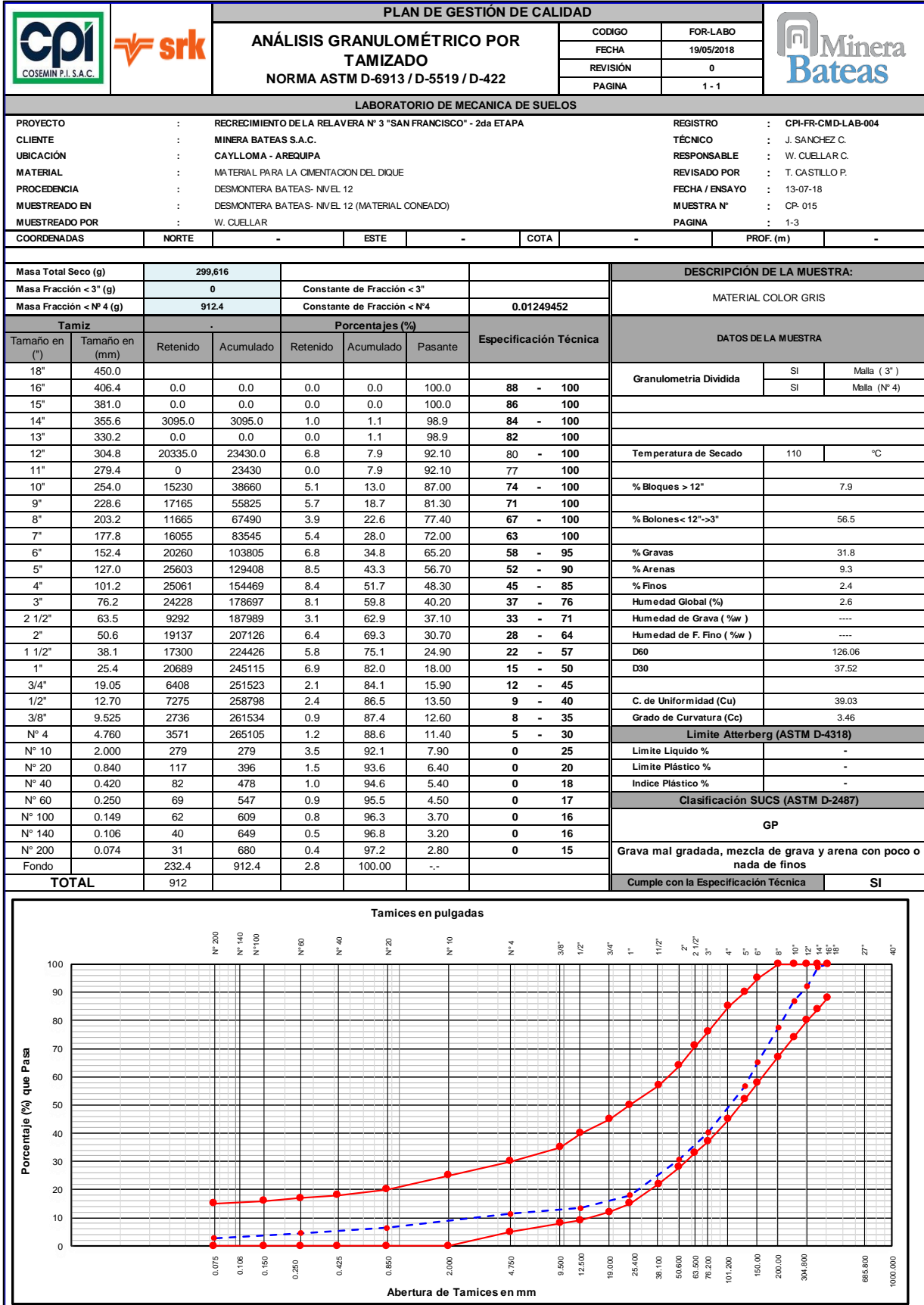
<b>MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DEL INSTRUMENTO</b>					
<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES (FACTORES)</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA</b>
<b>DESMONTE DE MINA</b>	Es el material estéril o mineral de baja ley (con una ley de mineral que se encuentra por debajo del nivel económico conocido como en minería como Cut Off) que se obtiene al momento de realizar el corte de mineral en la operación de mina o que es obtenido como material de desbroce para acceder al mineral.	El material de tipo roca, ganga del mineral producto del trabajo de desbroce para llegar a la zona donde se encuentra mineral puro tiene su efecto positivo para material de préstamo que así demuestra los ensayos realizados.	Granulometría	Tamaño de partículas	tamiz (mm)
			Densidad	Densidad máxima seca in situ	gr/cm <sup>3</sup>
				Humedad optima	
			Análisis Químico	Mineralogía	razón
Acidez					
<b>DIQUE DE CONTENCIÓN DE RELAVES</b>	Es una estructura (de hormigón, piedra, tierra y otro material) que se construye con el objetivo de contener el agua impidiendo su paso.	El dique de contención de relaves pasó las pruebas de aseguramiento de control de calidad (dossier de calidad), ensayos que aseguran la estabilidad y vida útil del dique, para lograr su permiso de funcionamiento.	Estabilidad de estructura	Control de compactación	%
			Control de calidad	Control de infiltración	m <sup>2</sup>

# Anexo N° 04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación

## ENSAYOS DE GRANULOMETRIA (DOSSIER DE CALIDAD)

cpi		srk		PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD				Minera Bateas	
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> NORMA ASTM D-6913 / D-5519 / D-422				CODIGO		FOR-LAB			
				FECHA		19/05/2018			
				REVISIÓN		0			
				PAGINA		1 - 1			
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS									
PROYECTO : RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - 2da ETAPA CLIENTE : MINERA BATEAS S.A.C. UBICACIÓN : CAYLLOMA - AREQUIPA MATERIAL : MATERIAL ESTRUCTURAL PROCEDENCIA : CANTERA SAN CRISTOBAL MUESTREO EN : CIMENTACION DEL DIQUE 0+680 AL 0+680 - CANTERA SAN CRISTOBAL CAPA 1				REGISTRO : CPI-FR-CMD-LAB-001 TÉCNICO : J. SANCHEZ C. RESPONSABLE : W. CUELLAR C. REVISADO POR : T. CASTILLO P. FECHA / ENSAYO : 06-07-18 MUESTRA N° : CP-011					
COORDENADAS NORTE		-		ESTE		-		COTA	
								PROF. (m)	
Masa Total Seco (g)		151,577						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	
Masa Fracción < 3" (g)		0		Constante de Fracción < 3"				MATERIAL COLOR GRIS CLARO, CON PRESENCIA DE BOLONERIA.	
Masa Fracción < N° 4 (g)		938.9		Constante de Fracción < N° 4		0.019207683			
Tamiz		Porcentajes (%)						DATOS DE LA MUESTRA	
Tamaño en (")	Tamaño en (mm)	Retenido	Acumulado	Retenido	Acumulado	Pasante	Especificación Técnica		
18"	450.0						88 - 100	Granulom	SI
16"	406.4							Temperatura de Secado	110
12"	304.8							% Bloques > 12"	
10"							74 - 100		
9"	228.6						71 - 100		
8"							67 - 100		
7"	177.8	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	63 - 100		
6"	152.4	8974.4	8974.4	5.9	5.9	94.1	58 - 95	% Gravas	46.9
5"	127.0	5705	14679.4	3.8	9.70	90.3	52 - 90	% Arenas	19.6
4"	101.2	18407	33086.4	12.1	21.80	78.2	45 - 85	% Finos	4.9
3"	76.2	10235	43321.4	6.8	28.60	71.4	37 - 76	Humedad Global (%)	3.6
2 1/2"	63.5	6339	49660.4	4.2	32.80	67.2	33 - 71	Humedad de Grava (%w)	----
2"	50.6	10038	59698.4	6.6	39.40	60.6	28 - 64	Humedad de F. Fino (%w)	----
1 1/2"	38.1	13810	73508.4	9.1	48.50	51.5	22 - 57	D60	49.66
1"	25.4	12887	86395.4	8.5	57.00	43.0	15 - 50	D30	10.09
3/4"	19.05	7531	93926.4	5.0	62.00	38.0	12 - 45		
1/2"	12.70	8430	102356.4	5.6	67.60	32.4	9 - 40	C. de Uniformidad (Cu)	121.35
3/8"	9.525	4513	106869.4	3.0	70.60	29.4	8 - 35	Grado de Curvatura (Cc)	5.01
N° 4	4.760	7422	114291.4	4.9	75.50	24.5	5 - 30	Limite Atterberg (ASTM D-4318)	
N° 10	2.000	250.7	250.7	4.8	82.00	18.0	0 - 25	Limite Líquido %	-
N° 20	0.840	188.9	439.6	3.6	86.90	13.1	0 - 20	Limite Plástico %	-
N° 40	0.420	114.3	553.9	2.2	89.90	10.1	0 - 18	Indice Plástico %	-
N° 60	0.250	75.4	629.3	1.4	91.90	8.1	0 - 17	Clasificación SUCS (ASTM D-2487)	
N° 100	0.149	62.2	691.5	1.2	93.50	6.5	0 - 16	GP	
N° 140	0.106	33.5	725.0	0.6	94.40	5.6	0 - 16	Grava mal gradada, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	
N° 200	0.074	29	753.6	0.5	95.10	4.9	0 - 15	Cumple con la Especificación Técnica	
Fondo		185.30	938.9	4.9	100.00	-		SI	
<b>TOTAL</b>		938.90							

CPI COSEMIN P.I. S.A.C.		srk		PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD				Minera Bateas	
<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y            ABSORCIÓN DEL AGREGADO            GRUESO            NORMAS ASTM C-127, ASTM D-854</b>				CODIGO	FOR-LAB-CPI-01-005				
				FECHA	19/05/2018				
				REVISIÓN	0				
				PAGINA	1 - 1				
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS									
PROYECTO	: RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - 2da ETAPA					REGISTRO	: CPI-FR-CMD-LAB-001		
CLIENTE	: MINERA BATEAS S.A.C.					TÉCNICO	: J. SANCHEZ C.		
UBICACIÓN	: CAYLLOMA - AREQUIPA					RESPONSABLE	: W. CUELLAR C.		
MATERIAL	: MATERIAL ESTRUCTURAL					REVISADO POR	: T. CASTILLO P.		
PROCEDENCIA	: CANTERA SAN CRISTOBAL					FECHA / MUESTREO	: 06-07-18		
MUESTREADO EN	: CIMENTACION DEL DIQUE 0+580 AL 0+680 - CANTERA SAN CRISTOBAL CAPA 1					MUESTRA N°	: CP-011		
MUESTREADO POR	: W. CUELLAR J.					PAGINA	: 4 - 4		
COORDENADAS	NORTE	-	ESTE	-	COTA	-	PROF. (m)	-	
TEMPERATURA DEL AMBIENTE (°C)		9.8			TEMPERATURA DEL AGUA (°C)		24		
AGREGADO GRUESO ASTM C - 127									
IDENTIFICACION		UND.	1	2	PROMEDIO				
1	Masa de la muestra Sat. Sup. Seca al aire	g.	6857.0	6817.0					
2	Masa de la muestra Sat. Sumergida en el Agua	g.	4265.0	4247.0					
3	Masa de la muestra seca en horno 105 °C	g.	6785.0	6745.0					
4	Peso específico Bukl (Base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.618	2.625	2.62				
5	Peso específico Bukl (Base sat.)	g/cm <sup>3</sup>	2.645	2.653	2.65				
6	Peso específico Aparente (Base seca )	g/cm <sup>3</sup>	2.692	2.700	2.70				
7	Porcentaje de Absorción	%	1.06	1.07	1.06				
AGREGADO FINO ASTM D - 854									
TEMPERATURA DEL AMBIENTE (°C)					TEMPERATURA DEL AGUA (°C)				
IDENTIFICACION		UND.	1	2	3				
1		ml.			/				
2		g.							
3		g.							
4		g.							
5		g.							
6									

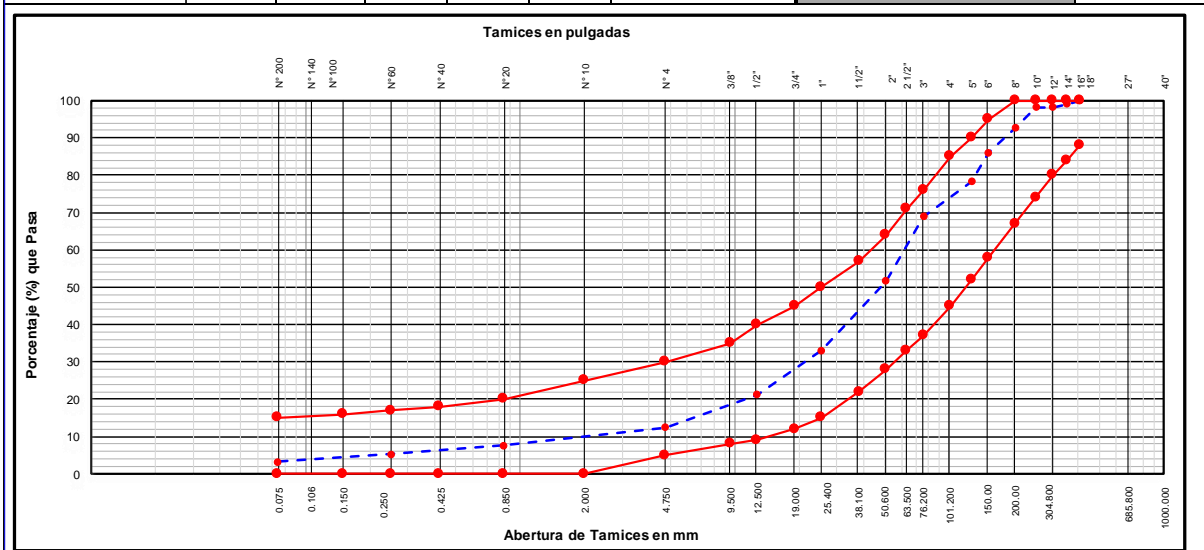




<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>							
PROYECTO	:	RECRCIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - 2da ETAPA	REGISTRO	:	CPI-MAT-PLT-LAB-009		
CLIENTE	:	MINERA BATEAS S.A.C.	TÉCNICO	:	--		
UBICACIÓN	:	CAYLLOMA - AREQUIPA	RESPONSABLE	:	M. QUISPE M.		
MATERIAL	:	MATERIAL TIPO "B"	REVISADO POR	:	S. HORNA R.		
PROCEDENCIA	:	DESMONTERA BATEAS NIVEL 12	FECHA / ENSAYO	:	12-08-18		
MUESTREADO EN	:	PLATAFORMA PROG. 680 CAPA 4	MUESTRA N°	:	CP-020		

COORDENADAS	NORTE	8314326.611	ESTE	196144.469	COTA	4400.08	PROF. (m)	-
-------------	-------	-------------	------	------------	------	---------	-----------	---

Masa Total Seco (g)	2,559,750				<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b>				
Masa Fracción < 3" (g)	0		Constante de Fracción < 3"						
Masa Fracción < N° 4 (g)	556.0		Constante de Fracción < N° 4		0.022248201				
<b>Tamiz</b>				<b>Porcentajes (%)</b>			<b>Especificación Técnica</b>		
Tamaño en (")	Tamaño en (mm)	Retenido	Acumulado	Retenido	Acumulado	Pasante	<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
18"	450.0	0.0			0.00	100.00	<b>GranuloM.</b>	SI	Malla (3")
16"	406.4	0.0	0.0	0.0	0.00	100.00		SI	Malla (N° 4)
15"	381.0	0	0.0	0.0	0.94	99.06			
14"	355.6	0	0.0	0.0	0.94	99.06	<b>84 - 100</b>		
13"	330.2	0	0.0	0.0	1.74	98.26	<b>82 - 100</b>		
12"	304.8	24500	24500.0	1.0	1.74	98.26	<b>80 - 100</b>		
11"	279.4	0	24500.0	0.0	1.74	98.26	<b>77 - 100</b>		
10"	254.0	0	24500.0	0.0	1.74	98.26	<b>74 - 100</b>		
9"	228.6	69500	94000.0	2.7	1.78	98.22	<b>71 - 100</b>		
8"	203.2	76650	170650.0	3.0	7.35	92.65	<b>67 - 100</b>		
7"	177.8	127950	298600.0	5.0	10.38	89.62	<b>63 - 100</b>		
6"	152.4	191250	489850.0	7.5	14.01	85.99	<b>58 - 95</b>		
5"	127.0	183900	673750.0	7.2	21.69	78.31	<b>52 - 90</b>		
4"	101.2	158700	832450.0	6.2	27.58	72.42	<b>45 - 85</b>		
3"	76.2	170650	1003100.0	6.7	31.11	68.89	<b>37 - 76</b>		
2 1/2"	63.5	15664	1018764.0	0.6	42.21	57.79	<b>33 - 71</b>		
2"	50.6	13937	1032701.0	0.5	48.33	51.67	<b>28 - 64</b>		
1 1/2"	38.1	14155	1046856.0	0.6	56.66	43.34	<b>22 - 57</b>		
1"	25.4	11821	1058677.0	0.5	66.99	33.01	<b>15 - 50</b>		
3/4"	19.05	6041	1064718.0	0.2	72.58	27.42	<b>12 - 45</b>		
1/2"	12.70	3573	1068291.0	0.1	78.83	21.17	<b>9 - 40</b>		
3/8"	9.525	1165	1069456.0	0.0	81.91	18.09	<b>8 - 35</b>		
N° 4	4.760	1304	1070760.0	0.1	87.63	12.37	<b>5 - 30</b>		
<b>Limite Atterberg (ASTM D-4318)</b>									
N° 10	2.000	186.0	186.0	4.1	90.37	9.63	<b>0 - 25</b>		
N° 20	0.840	76.0	262.0	1.7	92.39	7.61	<b>0 - 20</b>		
N° 40	0.420	45.0	307.0	1.0	93.77	6.23	<b>0 - 18</b>		
N° 60	0.250	35.1	342.1	0.8	94.78	5.22	<b>0 - 17</b>		
N° 100	0.149	32.1	374.2	0.7	95.68	4.32	<b>0 - 16</b>		
N° 140	0.106	21.2	395.4	0.5	96.26	3.74	<b>0 - 16</b>		
N° 200	0.074	18	413.4	0.4	96.74	3.26	<b>0 - 15</b>		
Fondo		143	556.0	3.3	100.00	-.-			
<b>TOTAL</b>		556					<b>Cumple con la Especificación Técnica</b>		<b>SI</b>

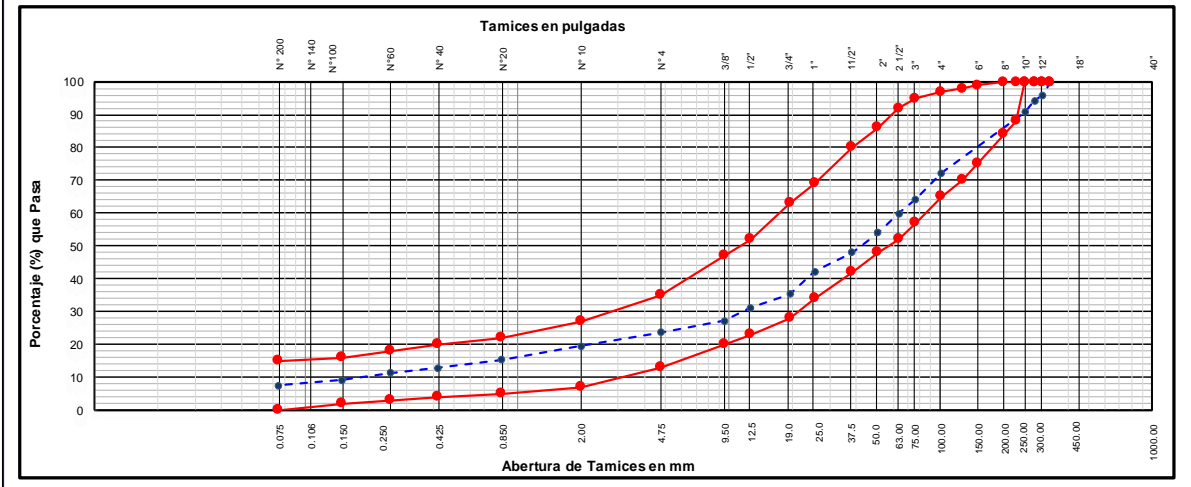


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS			
PROYECTO	RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - 2da ETAPA	REGISTRO	CNT - BAT - 001
CLIENTE	MINERA BATEAS S.A.C.	TÉCNICO	M. ESCOBAR
UBICACIÓN	CAYLLOMA - AREQUIPA	RESPONSABLE	S. HORNA
MATERIAL	TIPO A2	REVISADO POR	S. HORNA
PROCEDENCIA	CANTERA BATEAS NIVEL 12	FECHA / ENSAYO	15-09-18
MUESTREO EN	BATEAS NIVEL 12	MUESTRA N°	CB-001
MUESTREO POR	F. ARISTA G.	PAGINA	1 - 6

COORDENADAS	NORTE	ESTE	COTA	PROF. (m)	-
-------------	-------	------	------	-----------	---

Masa Total Seco (g)	2,573,150					<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b>		
Masa Fracción < 3" (g)	138,870	Constante de Fracción < 3" :				MATERIAL COLOR PLOMO GRIS.		
Masa Fracción < N° 4 (g)	682.0	Constante de Fracción < N° 4:						0.0347507
Tamiz		Peso (g)		Porcentajes (%)			Especificación Técnica	
Tamaño en (")	Tamaño en (mm)	Retenido	Acumulado	Retenido	Acumulado	Pasante		
13"	330.200			--	--	100.0	100	100
12"	304.800	104700.0	104700.0	4.1	4.1	95.9	100	100
11"	279.400	40900.0	145600.0	1.6	5.7	94.3	100	100
10"	250.000	90200.0	235800.0	3.5	9.2	90.8	100	100
9"	228.600	0.0	0.0	--	9.2	90.8	88	100
8"	200.000	96400.0	332200.0	3.70	12.9	87.1	84	100
7"	177.800	70450.0	402650.0	2.70	15.6	84.4		
6"	150.000	59550.0	462200.0	2.30	17.9	82.1	75	99
5"	127.000	100900.0	563100.0	3.90	21.8	78.2	70	98
4"	101.200	150800.0	713900.0	5.90	27.7	72.3	65	97
3"	76.20	208650.0	922,550.0	8.1	35.8	64.2	57	95
2 1/2"	63.50	5950	928,500.0	4.3	40.1	59.9	52	92
2"	50.60	7997	936497.0	5.8	45.9	54.1	48	86
1 1/2"	38.100	8346	944843.0	6.0	51.9	48.1	42	80
1"	25.400	8144	952987.0	5.9	57.8	42.2	34	69
3/4"	19.500	9447	962434.0	6.8	64.6	35.4	28	63
1/2"	12.700	5654	968088.0	4.1	68.7	31.3	23	52
3/8"	9.525	5609	973697.0	4.0	72.7	27.3	20	47
1/4"	6.300	0	973697.0	--	72.7	27.3	20	47
N° 4	4.760	4990	978687.0	3.6	76.3	23.7	13	35
N° 8	2.360	0.0	--	--	76.3	23.7		
N° 10	2.000	122.0	122.00	4.2	80.5	19.5	7	27
N° 16	1.180	0.0	122.0	--	80.5	19.5		
N° 20	0.840	117.1	239.1	4.1	84.6	15.4	5	22
N° 30	0.600	0.0	239.1	--	84.6	15.4		
N° 40	0.420	73.0	312.1	2.5	87.1	12.9	4	20
N° 50	0.300	0.0	312.1	--	87.1	12.9		
N° 60	0.250	44.0	356.1	1.5	88.6	11.4	3	18
N° 80	0.180	0.0	356.1	--	88.6	11.4		
N° 100	0.149	62.2	418.3	2.2	90.8	9.2	2	16
N° 140	0.106	22.1	440.4	0.8	91.6	8.4		
N° 200	0.074	21.9	462.3	0.8	92.4	7.6	0	15
Fondo		219.7	682.0	7.6	100.0	--		
<b>TOTAL</b>		<b>682.00</b>						

DATOS DE LA MUESTRA		
Granulometria Dividida	NO	Malla ( 3" )
	NO	Malla (N° 4)
Temperatura de Secado	110	°C
% Bloques > 12"	4.1	
% Bolones < 12" -> 3"	35.8	
% Gravas	40.5	
% Arenas	16.1	
% Finos	7.6	
Humedad Global (%)	5.4	
Humedad de Grava ( %w )	----	
Humedad de F. Fino ( %w )	----	
D60	22.17	
D30	0.91	
C. de Uniformidad (Cu)		
Grado de Curvatura (Cc)		
Limite Atterberg (ASTM D - 4318)		
Limite Líquido %	22	
Limite Plástico %	18	
Indice Plástico %	4	
Clasificación SUCS (ASTM D - 2487)		
GC-GM		
Grava arcillo-limosa		
Cumple con la Especificación Técnica		<b>SI</b>



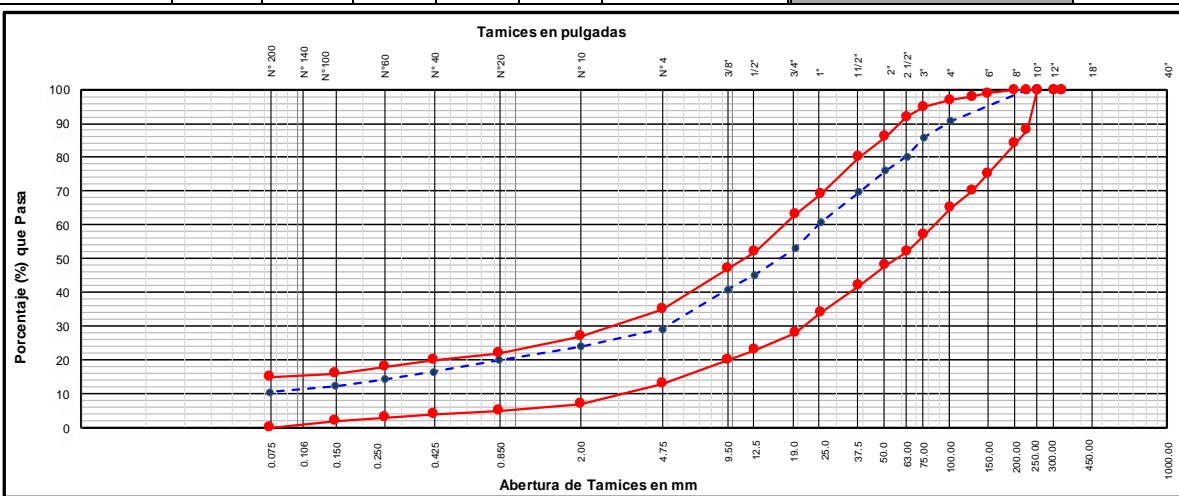
OBSERVACIÓN :





<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>					
PROYECTO	:	RECRCIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - 2da ETAPA	REGISTRO	:	CNT-BAT-006
CLIENTE	:	MINERA BATEAS S.A.C.	TÉCNICO	:	M. ESCOBAR
UBICACIÓN	:	CAYLLOMA - AREQUIPA	RESPONSABLE	:	N. MACEDO
MATERIAL	:	TIPO A2	REVISADO POR	:	S. HORNA
PROCEDENCIA	:	CANTERA BATEAS NIVEL 12	FECHA / ENSAYO	:	08-10-18
MUESTREADO EN	:	PLATAFORMA DE DIQUE CAPA 07/ 0+100 - 0+240	MUESTRA N°	:	CB-006


COORDENADAS	NORTE	8314310.103	ESTE	195681.926	COTA	4403.92	PROF. (m)	-
-------------	-------	-------------	------	------------	------	---------	-----------	---




Masa Total Seco (g)	2,197,450						<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b>			
Masa Fracción < 3" (g)	76,872		Constante de Fracción < 3" :				MATERIAL COLOR PLOMO GRIS.			
Masa Fracción < N° 4 (g)	701.0		Constante de Fracción < N° 4:		0					
<b>Tamiz</b>	<b>Peso (g)</b>		<b>Porcentajes (%)</b>			<b>Especificación Técnica</b>		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
Tamaño en (")	Tamaño en (mm)	Retenido	Acumulado	Retenido	Acumulado					Pasante
13"	330.200	0.0	0.0	--	--		100	100	Granulom	
12"	304.800			--	--		100	100		
10"	254.000						100	100		
9"	226.600			--	--	100.0	88	100		
8"	200.000	32380.0	3238.0	1.50	1.5	98.5	84	100	Temperatura de Secado	
6"	150.000	43550.0	75930.0	2.0	3.5	96.5	75	99	% Bloques > 12"	
5"	127.000	76800.0	152730.0	3.5	7.0	93.0	70	98	% Bolones < 12" > 3"	
4"	101.200	47550.0	200280.0	2.2	9.2	90.8	65	97	% Gravas	
3"	76.20	108220.0	308,500.0	4.9	14.1	85.9	57	95	% Arenas	
2 1/2"	63.50	4990	313,490.0	5.6	19.7	80.3	52	92	% Finos	
2"	50.60	3790	317280.0	4.2	23.9	76.1	48	86	Humedad Global (%)	
1 1/2"	38.100	5668	322948.0	6.3	30.2	69.8	42	80	Humedad de Grava (% w )	
1"	25.400	8122	331070.0	9.1	39.3	60.7	34	69	Humedad de F. Fino (% w )	
3/4"	19.500	6864	337934.0	7.7	47.0	53.0	28	63	D60	
1/2"	12.700	7000	344934.0	7.8	54.8	45.2	23	52	D30	
3/8"	9.525	3814	348748.0	4.3	59.1	40.9	20	47	C. de Uniformidad (Cu)	
1/4"	6.300	0	348748.0	--	59.1	40.9	13	35	Grado de Curvatura (Cc)	
N° 4	4.760	10422	359170.0	11.6	70.7	29.3	13	35	<b>Limite Atterberg (ASTM D - 4318)</b>	
N° 8	2.360	0.0	--	--	70.7	29.3			Limite Liquido %	25
N° 10	2.000	125.0	125.00	5.2	75.9	24.1	7	27	Limite Plástico %	19
N° 16	1.180	0.0	125.0	--	75.9	24.1			Indice Plástico %	6
N° 20	0.840	97.1	222.1	4.1	80.0	20.0	5	22	<b>Clasificación SUCS (ASTM D - 2487)</b>	
N° 30	0.600	0.0	222.1	--	80.0	20.0			<b>GC-GM</b>	
N° 40	0.420	83.4	305.5	3.5	83.5	16.5	4	20	<b>Grava arcillo-limosa</b>	
N° 50	0.300	0.0	305.5	--	83.5	16.5			<b>Cumple con la Especificación Técnica</b>	
N° 60	0.250	50.5	356.0	2.1	85.6	14.4	3	18	-	
N° 80	0.180	0.0	356.0	--	85.6	14.4				
N° 100	0.149	48.2	404.2	2.0	87.6	12.4	2	16		
N° 140	0.106	20.5	424.7	0.9	88.5	11.5				
N° 200	0.074	23.6	448.3	1.0	89.5	10.5	0	15		
Fondo		252.7	701.0	10.5	100.0	--				
<b>TOTAL</b>		<b>701.00</b>								



## ENSAYOS DE DENSIDAD - METODO REEMPLAZO POR AGUA

 	<b>PLAN DE GESTION DE CALIDAD</b>		
	<b>ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU - MÉTODO REEMPLAZO DE AGUA (ASTM D-5030)</b>	Código : FR-LAB-CPI-01-008 Fecha Aprob: 19/05/2018 Revisión: 00 Página : 1-1	
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>			
<b>PROYECTO : RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - ETAPA 2A</b>			
<b>CLIENTE : MINERA BATEAS</b>	<b>REGISTRO : CPI-FR-CMD-LAB-003</b>		
Ubicación : CAYLLOMA - AREQUIPA	Realizado Por : M. QUISPE M.		
Cantera : BATEAS NIVEL 12	Revizado Por : S. HORNA R.		
Material : MATERIAL TIPO B	Ing. Resp. : S. HORNA R.		
	Fecha Ensayo : 27/07/2018		
<b>DATOS DE ENSAYO</b>			
N° de Ensayo	3		
Ubicación de Prueba / (Prog.)	0+600		
Lado / (Carril)	Lado Derecho		
Coordenada Norte	196100.608		
Coordenada Este	8314340.83		
Cota / Elevación	4399.001		
Espesor de Relleno (cm)	0.50		
Capa de Relleno N°	2° Capa		
Profundidad de Prueba	0.50		
Temperatura de Ambiente	08.7 °C		
Temperatura de Agua	12.1°C		
Turno	Dia		
N° de Certificado de Test Fill			
<b>VOLUMEN DEL AGUA</b>			
1	Densidad del Agua	1	gr/cc
2	Dimensión del Anillo Circular	2.70	m
3	Area del Anillo Circular	5.73	m2
4	Volumen del hoyo del material + anillo	2448.74	kg
5	Volumen en el Anillo -Correccion en el Anillo	520.3	kg
<b>DENSIDAD HUMEDAD</b>			
6	Peso de la Muestra Húmeda	3443.21	gr.
7	Volumen del Hoyo	1408.44	cm3
8	<b>Densidad Húmeda</b>	<b>2.45</b>	gr/cc
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216</b>			
9	Peso del material Humedo + Tara	5855	gr.
10	Peso del material seco + Tara	5616	gr.
11	Peso de la Tara	1192	gr.
12	Peso del Agua	239	gr.
13	Peso del material	4424	gr.
14	Porcentaje de Humedad total de muestra	5.4	%
<b>DENSIDAD SECA</b>			
15	<b>Densidad Seca</b>	<b>2.32</b>	gr/cc
<b>OBSERVACIÓN :</b> .....			

 		PLAN DE GESTION DE CALIDAD		
		ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU - MÉTODO REEMPLAZO DE AGUA (ASTM D-5030)		
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>				
<b>PROYECTO</b>	: RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - ETAPA 2A			
<b>CLIENTE</b>	: MINERA BATEAS	<b>REGISTRO N°</b>	: CPI-FR-CMD-LAB-002	
Ubicación	: CAYLLOMA - AREQUIPA	Realizado Por	: F. ARISTA	
Cantera	: BATEAS NIVEL 12	Revizado Por	: S. HORNA R.	
Material	: MATERIAL TIPO B	Ing. Resp.	: S. HORNA R.	
Tramo	: 0+580 - 0+680	Fecha de Ensayo	: 26/07/2018	
<b>DATOS DE ENSAYO</b>				
N° de Ensayo	1			
Ubicación de Prueba / (Prog.)	0+570			
Lado / (Carril)	LADO IZQUIERDO			
Coordenada Norte	8314316.869			
Coordenada Este	196116.452			
Cota / Elevación	4399			
Espesor de Relleno (cm)	50.00			
Capa de Relleno N°	Capa 2			
Profundidad de Prueba	0.50			
Temperatura de Ambiente	07.1 °C			
Temperatura de Agua	0.9 °C			
Turno	Día			
<b>VOLUMEN DEL AGUA</b>				
1	Densidad del Agua	1		gr/cc
2	Dimensión del Anillo Circular	2.70		m
3	Area del Anillo Circular	5.73		m <sup>2</sup>
4	Volumen del hoyo del material + anillo	2308.5		kg
5	Volumen en el Anillo -Correccion en el Anillo	489.85		kg
<b>DENSIDAD HUMEDAD</b>				
6	Peso de la Muestra Húmeda	3149.25		gr.
7	Volumen del Hoyo	1328.8		cm <sup>3</sup>
8	<b>Densidad Húmeda</b>	<b>2.37</b>		gr/cc
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216</b>				
9	Peso del material Humedo + Tara	5871		gr.
10	Peso del material seco + Tara	5639		gr.
11	Peso de la Tara	1183		gr.
12	Peso del Agua	232		gr.
13	Peso del material	4456		gr.
14	Porcentaje de Humedad total de muestra	5.2		%
<b>DENSIDAD SECA</b>				
15	<b>Densidad Seca</b>	<b>2.25</b>		gr/cc

 		PLAN DE GESTION DE CALIDAD		
		ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU - MÉTODO REEMPLAZO DE AGUA (ASTM D-5030)		
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>				
<b>PROYECTO</b>	: RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - ETAPA 2A			
<b>CLIENTE</b>	: MINERA BATEAS	<b>REGISTRO N°</b>	: CPI-RA-RD-021A	
<b>Ubicación</b>	: CAYLLOMA - AREQUIPA	<b>Realizado Por</b>	: M.ESCOBAR	
<b>Cantera</b>	: BATEAS NIVEL 12	<b>Revizado Por</b>	: S.HORNA	
<b>Material</b>	: TIPO A 2 / CAPA 36 A2 / 0+240-0+360	<b>Ing. Resp.</b>	: N. MACEDO R.	
<b>Fecha Muestreo</b>	: 10/11/2018	<b>Fecha Ensayo</b>	: 10/11/2018	
DATOS DE ENSAYO				
N° de Ensayo	1			
Ubicación de Prueba / (Prog.)	0+280			
Lado / (Carril)	Lado Derecho			
Coordenada Norte	8314303.870			
Coordenada Este	195781.460			
Cota / Elevación	4413.4			
Espesor de Relleno (cm)	60			
Capa de Relleno N°	36			
Profundidad de Prueba(m)	0.60			
Temperatura de Ambiente	8 °C			
Temperatura de Agua	10 °C			
Turno	Dia			
DATOS DE LABORATORIO				
1	CONCEPTO	REGISTRO	SIMBOLO	VALOR
2	Optimo Contenido de Humedad	CNT - BAT - 016	OCH	5.1
3	Maxima Densidad Seca (Proctor Modificado) (gr/cm3)	CNT - BAT - 016	MDS	2.345
4	Peso Especifico de la Grava (gr/cm3)	CNT - BAT - 016	PEG	2.620
VOLUMEN DEL AGUA				
5	Densidad del Agua	1.00		gr/cc
6	Dimensión del Anillo Circular	1.80		m
DATOS DE CAMPO				
7	volumen de agua en el anillo - correccion	78.15		lts
8	peso del suelo excavado	2088.7		kg
9	peso del suelo excavado y retenido en la malla 3".	448		kg
10	volumen de agua en la excavacion + el anillo	907.43		lts
CÁLCULOS DE DENSIDAD				
11	volumen de la excavacion	829.3		lts
12	volumen del material mayor a la malla de 3"	171.0		lts
13	Volumen Ocupado por el Suelo que pasa la malla de 3".	658.3		lts
14	peso del suelo que pasa la malla 3"	1640.7		kg
15	<b>Densidad Húmeda</b>	2.492		gr/cm3
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216				
16	Peso del material Humedo + Tara	5594		gr.
17	Peso del material seco + Tara	5216		gr.
18	Peso de la Tara	334		gr.
19	Peso del Agua	378		gr.
20	Peso del material	4882		gr.
21	Porcentaje de Humedad total de muestra	7.7		%
RESULTADOS				
22	<b>Densidad De Campo Seca (gr/cm3)</b>		<b>2.314</b>	(gr/cm3)
23	<b>Grado de Compactacion (%)</b>		<b>98.69</b>	(%)



PLAN DE GESTION DE CALIDAD

ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU - MÉTODO REEMPLAZO DE AGUA (ASTM D-5030)

Código : FR-LAB-CPI-01-008  
 Fecha Aprob: 28/05/2018  
 Revisión: 00  
 Página : 1-1



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

<b>PROYECTO</b>	: RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - ETAPA 2A	<b>REGISTRO</b>	: CPI-RA-RD-008A
<b>CLIENTE</b>	: MINERA BATEAS	Realizado Por	: M. ESCOBAR
Ubicación	: CAYLLOMA - AREQUIPA	Revizado Por	: S. HORNA.
Cantera	: BATEAS NIVEL 12	Ing. Resp.	: N. MACEDO
Material	: TIPO A2 / CAPA 9A2 / 0+660 - 0+770	Fecha Ensayo	: 21/10/2018
Fecha Muestreo	: 21/10/2018		

DATOS DE ENSAYO

N° de Ensayo	1
Ubicación de Prueba / (Prog.)	0+700
Lado / (Carril)	Derecho
Coordenada Norte	8314309.672
Coordenada Este	196200.726
Cota / Elevación	4404.20
Espesor de Relleno (cm)	60
Capa de Relleno N°	9
Profundidad de Prueba(m)	0.60
Temperatura de Ambiente	14 °C
Temperatura de Agua	11 °C
Turno	Dia

DATOS DE LABORATORIO

1	CONCEPTO	REGISTRO	SIMBOLO	VALOR
2	Optimo Contenido de Humedad	CNT- BAT- 007	OCH	4.7
3	Maxima Densidad Seca (Proctor Modificado) (gr/cm3)	CNT- BAT- 007	MDS	2.325
4	Peso Especifico de la Grava (gr/cm3)	CNT- BAT- 007	PEG	2.590

VOLUMEN DEL AGUA

5	Densidad del Agua	1	gr/cc
6	Dimensión del Anillo Circular	1.80	m

DATOS DE CAMPO

7	volumen de agua en el anillo - correccion	75.43	lts
8	peso del suelo excavado	2292.4	kg
9	peso del suelo excavado y retenido en la malla 3".	445.5	kg
10	volumen de agua en la excavacion + el anillo	1035.77	lts

CÁLCULOS DE DENSIDAD




11	volumen de la excavacion	960.3	lts
12	volumen del material mayor a la malla de 3"	172	lts
13	Volumen Ocupado por el Suelo que pasa la malla de 3".	788.3	lts
14	peso del suelo que pasa la malla 3"	1847	kg
15	<b>Densidad Húmeda</b>	2.34	gr/cm3

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216

16	Peso del material Humedo + Tara	6690	gr.
17	Peso del material seco + Tara	6359	gr.
18	Peso de la Tara	328	gr.
19	Peso del Agua	331	gr.
20	Peso del material	6031	gr.
21	Porcentaje de Humedad total de muestra	5.5	%

RESULTADOS

22	Densidad De Campo Seca (gr/cm3)	2.221	(gr/cm3)
23	Grado de Compactacion (%)	95.51	(%)

 		PLAN DE GESTION DE CALIDAD		
		ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU - MÉTODO REEMPLAZO DE AGUA (ASTM D-5030)	Código : FR-LAB-CPI-01-008 Fecha Aprob: 28/05/2018 Revisión: 00 Página : 1-1	
				
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>				
<b>PROYECTO : RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" - ETAPA 2A</b>				
<b>CLIENTE :</b>	<b>MINERA BATEAS</b>	<b>REGISTRO N° :</b>	<b>CPI-RA-RD-025A</b>	
<b>Ubicación :</b>	<b>CAYLLOMA - AREQUIPA</b>	<b>Realizado Por :</b>	<b>M.ESCOBAR</b>	
<b>Cantera :</b>	<b>BATEAS NIVEL 12</b>	<b>Revizado Por :</b>	<b>S.HORNA.</b>	
<b>Material :</b>	<b>TIPO A 2/ CAPA 21A2 / 0+660-0+800</b>	<b>Ing. Resp. :</b>	<b>N. MACEDO R.</b>	
<b>Fecha Muestreo :</b>	<b>15/11/2018</b>	<b>Fecha Ensayo :</b>	<b>15/11/2018</b>	
<b>DATOS DE ENSAYO</b>				
N° de Ensayo	1			
Ubicación de Prueba / (Prog.)	0+740			
Lado / (Carril)	lado izquierdo			
Coordenada Norte	8314293.308			
Coordenada Este	196235.577			
Cota / Elevación	4411.20			
Espesor de Relleno (cm)	60			
Capa de Relleno N°	21			
Profundidad de Prueba(m)	0.60			
Temperatura de Ambiente	9 °C			
Temperatura de Agua	10 °C			
Turno	Dia			
<b>DATOS DE LABORATORIO</b>				
1	<b>CONCEPTO</b>	<b>REGISTRO</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>VALOR</b>
2	Optimo Contenido de Humedad	CNT- BAT - 018	OCH	5.0
3	Maxima Densidad Seca (Proctor Modificado) (gr/cm3)	CNT- BAT - 018	MDS	2.358
4	Peso Especifico de la Grava (gr/cm3)	CNT- BAT - 018	PEG	2.630
<b>VOLUMEN DEL AGUA</b>				
5	Densidad del Agua	1.00		gr/cc
6	Dimensión del Anillo Circular	1.80		m
<b>DATOS DE CAMPO</b>				
7	volumen de agua en el anillo - correccion	79.45		lts
8	peso del suelo excavado	2495.2		kg
9	peso del suelo excavado y retenido en la malla 3".	614.55		kg
10	volumen de agua en la excavacion + el anillo	1079.85		lts
<b>CÁLCULOS DE DENSIDAD</b>				
11	volumen de la excavacion	1000.4		lts
12	volumen del material mayor a la malla de 3"	233.7		lts
13	Volumen Ocupado por el Suelo que pasa la malla de 3".	766.7		lts
14	peso del suelo que pasa la malla 3"	1880.7		kg
15	<b>Densidad Húmeda</b>	2.453		gr/cm3
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216</b>				
16	Peso del material Humedo + Tara	5730		gr.
17	Peso del material seco + Tara	5370		gr.
18	Peso de la Tara	386		gr.
19	Peso del Agua	360		gr.
20	Peso del material	4984		gr.
21	Porcentaje de Humedad total de muestra	<b>7.2</b>		%
<b>RESULTADOS</b>				
22	<b>Densidad De Campo Seca (gr/cm3)</b>	2.288		(gr/cm3)
23	<b>Grado de Compactacion (%)</b>	97.03		(%)

**FICHA DE CONFORMIDAD DE TRABAJO - ANEXO**

FICHA DE CONFORMIDAD	TITULO "USO DE DESMONTE DE MINA COMO MATERIAL DE PRESTAMO PARA LA CONSTRUCCION DE DIQUE DE CONTENCIÓN DE RELAVES"			CUMPLE / NO CUMPLE
	CHECK LIST DE CONFORMIDAD DEL DIQUE			
CHECK LIST DE CONFORMIDAD DEL DIQUE				
AREA	TIPO	DESCRIPCIÓN	SI	NO
DIQUE DE CONTENCIÓN DE RELAVES	Construccion	La densidad de compactación para cada capa debe ser de 98% como mínimo, lo que garantiza la estabilidad del dique de acuerdo a su diseño.	SI	
	Construccion	Se realizó control topografico en cada capa del dique , replanteo y realizacion de planos.	SI	
	Construccion	Se respeto los parámetros topográficos +-5 durante la ejecucion del dique	SI	
	Construccion	Prueba de laboratorios satisfactorios para los materiales a utilizar	SI	
	Construccion	El espesor de la capa a construir, por lo general entre 0.30 y 0.50m.	SI	
	Construccion	Previa a la conformacion de los materiales se dio liberacion de cada capa ?	SI	
	Construccion	Se utilizo rodillo vibratorio mayor a 12 tn para la compactacion de cada capa ?	SI	
	Construccion	Se contó co un laboratorio de suelos con instrumentos equipados que aseguren la calidad de cada material utilizado en la cimentacion y cuerpo del dique	SI	
	Construccion	El porcentaje de finos son menores al 15% que pasan la malla #200	SI	
	Construccion	· La humedad del material no debe ser menor al 18% en una capa conformada	SI	
	Construccion	La densidad obtenida de las pruebas realizadas por el metodo de reemplazo de agua fueron valores mayores al 2.1 gr/cm3 asegurando la infiltracion y estabilidad del dique.	SI	
	Construccion	Se realizo los ensayos suficientes para la utilizacion de nuevos materiales para el dique	SI	
<p><b>PROCESO DE ELABORACION</b>  <b>ELABORADO</b> QUISPE MENDEZ MARIELA JHESSENIA  UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</p>				

---

# Anexo A

---

## Resultados Lab AGQ ABA-NAG-SPLP

---

  
ALFONSO GARCÍA DE SOTO  
JEFE DE SUPERVISIÓN  
C.A.P. 121628



Estudio	GEO-18/0004		Tipo Muestra:		ROCA	
---------	-------------	--	---------------	--	------	--

RESULTADOS ANALITICOS

Nº de Informe Descripción	Incert	Unidades	NI-25/00026	NI-26/00127	NI-2800028	NI-28/00129	NI-2800030	NI-28/00131
			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
<b>Gequímica Ambiental</b>								
Acidez Total	± 8 %	%	1,8	2,9	3,5	3,2	0,83	0,13
Fiz Rating	-		3	3	3	3	3	3
pH Pasta	± 2 %	Unidades de pH	7,97	7,92	8,09	8,04	8,09	8,07
Potencial de Acidez Máximo (MPA)	± 8 %	kg CaCO <sub>3</sub> /Ton	50,0	78,1	96,9	59,4	22,8	0,938
Potencial de Neutralización Neto (NNP)	± 8 %	kg CaCO <sub>3</sub> /Ton	16,8	2,90	33,1	25,9	38,8	47,4
Potencial Neutralización Lawrence	± 2 %	kg CaCO <sub>3</sub> /Ton	66,8	81,0	100	85,8	61,6	48,3
Ratio Potencial de Neutralización (RNP)	± 8 %		1,34	1,04	1,34	1,44	2,70	51,5
Sulfato Total	± 8 %	%	0,20	0,40	0,40	1,3	0,10	0,10
Sulfuro Total	± 8 %	%	1,6	2,5	3,1	1,9	0,73	0,03

Nota: Los Resultados de este Informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están indicadas a lo largo del Informe. Si aparece marco de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (\*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de radiactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Estado	ISO-18/0004	Tipo Muestra	BOCA
--------	-------------	--------------	------

ANEXO TECNICO				
Parámetro	PWT	Técnica	Ref Norma	Rango
<b>Gequímica Ambiental</b>				
Azufre Total	PE-4408	Anál. Elemental		0,01 - 30 %
Fluor Rating	PE-4405	Inspección Visual		0,0 - 3
pH Pauta	PE-4416	Electrometría		2,00 - 9,00 Unidades de pH
Potencial de Acidez Máxima (MPA)	PE-4407	Calculado		0,313 - 825 Kg CaCO <sub>3</sub> /Ton
Potencial de Neutralización Neto (NNP)	PE-4407	Calculado		-500 - 1 950 Kg CaCO <sub>3</sub> /Ton
Potencial Neutralización Lawrence	PE-4403	Volimetría		-500 - 1 950 Kg CaCO <sub>3</sub> /Ton
Ratio Potencial de Neutralización (RNP)	PE-4407	Calculado		-161 - 1 000
Sulfuro Total	PE-4005	Anál. Elemental		0,01 - 30 %
Sulfuro Total	PE-4016	Anál. Elemental		0,01 - 30 %

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están indicadas a lo largo del informe. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (\*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. B: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de reactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos. Para los parámetros de reactividad el valor del rango corresponde al AMD.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Estado	GEO-15/00004		Tipo Muestra:		ROCA				
MUESTRAS									
	Punto de Muestra	Fecha/Tiempo Muestra	Lugar de Muestreo	Contenedor L3	Fecha Inicio	Fecha Recepción	Análisis	Muestreado por	
MA-15/00001	M 1	28/11/2018 14:00	S-M BAYAS		28/11/2018	28/11/2018	020-FR-0002	Clases	
MA-15/00002	M 2	28/11/2018 14:00	S-M BAYAS		28/11/2018	28/11/2018	020-FR-0002	Clases	
MA-15/00003	M 3	28/11/2018 14:15	S-M BAYAS		28/11/2018	28/11/2018	020-FR-0002	Clases	
MA-15/00004	M 4	28/11/2018 14:15	S-M BAYAS		28/11/2018	28/11/2018	020-FR-0002	Clases	
MA-15/00005	M 5	28/11/2018 14:20	S-M BAYAS		28/11/2018	28/11/2018	020-FR-0002	Clases	
MA-15/00006	M 6	28/11/2018 14:30	S-M BAYAS		28/11/2018	28/11/2018	020-FR-0002	Clases	

Los parámetros marcados con asterisco (\*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Estado	GEO-15/00004	Tipo Muestra:	ROCA
--------	--------------	---------------	------

RESULTADOS ANALITICOS

MP de Referencia	MP-12/001120	MP-12/001124	MP-12/001125	MP-12/001126	MP-12/001127	MP-12/001128		
Descripción	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6		
Parámetro	Incert	Unidades						
<b>Geología Ambiental</b>								
* NAG (pH 4.5)	-	kg H2SO4/t	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
* NAG (pH 7.0)	-	kg H2SO4/t	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	
pH NAG	± 1 %	Unidades de pH	9,02	9,07	8,98	8,97	9,71	9,70

Nota: Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están indicadas a lo largo del informe. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (\*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. B: Ensayo subcontratado y no acreditado. EC: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de reflectividad el valor inferior del rango corresponde al A.MD.

Estado	GEO-13/00004	Tipo Muestra:	ROCA
--------	--------------	---------------	------

MUESTRAS

	Punto de Muestra	Fecha/Toma Muestras	Lugar de Muestra	Cantidad(es)	Fecha Inicio	Fecha Recuento	Análisis	Recuento por
MP-12/001120	M-1	08/12/2018 14:00	U.M. BATEAS		18/01/2019	18/01/2019	GEO-15-0000	Clasificación
MP-12/001124	M-2	08/12/2018 14:00	U.M. BATEAS		18/01/2019	18/01/2019	GEO-15-0000	Clasificación
MP-12/001125	M-3	08/12/2018 14:00	U.M. BATEAS		18/01/2019	18/01/2019	GEO-15-0000	Clasificación
MP-12/001126	M-4	08/12/2018 14:00	U.M. BATEAS		18/01/2019	18/01/2019	GEO-15-0000	Clasificación
MP-12/001127	M-5	08/12/2018 14:00	U.M. BATEAS		18/01/2019	18/01/2019	GEO-15-0000	Clasificación
MP-12/001128	M-6	08/12/2018 14:00	U.M. BATEAS		18/01/2019	18/01/2019	GEO-15-0000	Clasificación

Los parámetros marcados con asterisco (\*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación.

Tipo Muestra:	ELUATO	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente:	SRK CONSULTING (PERU) S.A
Estado:	GEO-19/00004	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio:	AV. LA PAZ NRO. 1227 LIMA - LIMA - MIRAFLORES LIMA LIMA 27
PVT Muestreo:				Cod Cliente:	303284
Cliente JH:	---			Contrato:	PE19-0113

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los resultados emitidos en este Informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



P.A.

Edwin Acacigüta Ramos

FECHA EMISIÓN: 26/01/2019

OBSERVACIONES:

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

AGQ PERU, S. A. C.

Av. Santa Rosa 111 La Florida, Calle 10 La Florida, Lima, Perú

T: (511) 750 27 00

atencion@laboratorioagq.com

agq.com.pe

1/4

Estudio	GEO-19/0004			Tipo Muestra:			ELUATO		
RESULTADOS ANALITICOS									
ID de Referencia	LA-19/0001/1	LA-19/0001/2	LA-19/0001/3	LA-19/0001/4	LA-19/0001/5	LA-19/0001/6	LA-19/0001/7	LA-19/0001/8	LA-19/0001/9
Ubicación	M-1 / ELUATO DE	M-2 / ELUATO DE	M-3 / ELUATO DE	M-4 / ELUATO DE	M-5 / ELUATO DE	M-6 / ELUATO DE	M-7 / ELUATO DE	M-8 / ELUATO DE	M-9 / ELUATO DE
	BAE	BAE	BAE	BAE	BAE	BAE	BAE	BAE	BAE
Factor(es)	Incert	Unidades							
<b>Parámetros Físico-Químicos</b>									
pH	± 1 %	Unidades de pH	8,82	8,78	8,81	8,75	8,82	8,55	
<b>Formas Nitrogenadas/Fosforadas</b>									
Fósforo Disuelto	± 5 %	mg/L	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	0,011	
<b>Aniones -</b>									
Sulfato	± 24 %	mg/L	105	38,4	38,4	44,3	63,5	8,18	
<b>Metales Disueltos</b>									
Aluminio Disuelto	-	mg/L	0,429	0,745	0,328	0,479	0,646	0,721	
Antimonio Disuelto	± 10 %	mg/L	0,06557	0,04472	0,05330	0,03898	0,00775	0,00880	
Arsénico Disuelto	± 2 %	mg/L	0,01050	0,01891	0,01000	0,00667	0,01208	0,01986	
Azúcar Disuelto	± 22 %	mg/L	41,9	16,4	15,9	15,7	22,7	5,31	
Bario Disuelto	± 22 %	mg/L	0,0130	0,0092	0,0218	0,0740	0,0559	0,0677	
Berilio Disuelto	-	mg/L	< 0,0000	< 0,0000	< 0,0000	< 0,0000	< 0,0000	< 0,0000	
Boro Disuelto	± 25 %	mg/L	0,025	0,053	0,046	0,084	0,038	0,035	
Cadmio Disuelto	± 5 %	mg/L	< 0,00000	< 0,00001	0,00017	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	
Calcio Disuelto	± 23 %	mg/L	37	26	25	30	43	33	
Cobalto Disuelto	± 7 %	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	
Cromo Disuelto	± 1 %	mg/L	0,0010	0,0009	0,0008	0,0004	0,0021	0,0030	
Cromo Disuelto	± 7 %	mg/L	0,061	0,007	0,012	0,009	0,025	0,025	
Estaño Disuelto	± 20 %	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	
Estroncio Disuelto	-	mg/L	0,08813	0,10975	0,10120	0,27770	0,12908	0,13048	
Hierro Disuelto	± 8 %	mg/L	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	
Litio Disuelto	± 11 %	mg/L	0,0040	0,0033	0,0037	0,0034	0,0008	0,0009	
Magnesio Disuelto	± 11 %	mg/L	0,001	0,003	0,007	0,004	0,015	0,007	
Manganeso Disuelto	± 10 %	mg/L	0,00572	0,00488	0,02994	0,00021	< 0,00006	0,00011	
Mercurio Disuelto	± 15 %	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	
Moolibdeno Disuelto	± 5 %	mg/L	0,00003	0,00046	0,00027	0,00735	0,00328	0,00271	
Níquel Disuelto	± 7 %	mg/L	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	
Plata Disuelto	± 15 %	mg/L	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	
Plomo Disuelto	± 17 %	mg/L	0,00013	0,00041	0,00091	< 0,00008	< 0,00006	< 0,00006	
Potasio Disuelto	± 13 %	mg/L	3,8	2,4	2,0	2,3	2,6	2,6	
Selenio Disuelto	± 5 %	mg/L	0,00420	0,00832	0,00641	0,00115	0,00091	0,00076	
Silicio Disuelto	-	mg/L	14	11	12	3,5	18	20	
Sodio Disuelto	± 13 %	mg/L	6,62	4,99	5,78	4,43	8,46	9,26	
Sodio Disuelto	-	mg/L	0,67	0,68	0,35	0,59	0,80	0,96	
Talio Disuelto	± 25 %	mg/L	0,00050	0,00050	0,00050	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	
Tiempo Disuelto	± 8 %	mg/L	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	
Vanadio Disuelto	± 8 %	mg/L	< 0,006	0,008	< 0,006	0,008	0,016	0,018	
Zinc Disuelto	± 23 %	mg/L	< 0,061	< 0,062	< 0,062	< 0,062	< 0,062	< 0,062	

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Estado	GEO-19/0004	Tipo Muestra: EUATO		
ANEXO TÉCNICO				
Parámetro	NT	Técnica	Ref Norma	Rango
<b>Parámetros Físico-Químicos</b>				
pH	SMWW 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017	Electrometría		0,150 - 14,0 Unidades de pH
<b>Formas Nitrogenadas/Fosforadas</b>				
Nitrato Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 - 10,0 mg/L
<b>Aniones -</b>				
Sulfatos	SMWW 4500-SO4 2- E, 23rd Ed. 2017	Espect UV-VIS		5,00 - 20 000 mg/L
<b>Metales Disueltos</b>				
Aluminio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 200 mg/L
Antimonio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 - 50,000 mg/L
Arsénico Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
Azufre Disuelto	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 (1994)	Espect ICP-OES		1,50 - 2 000 mg/L
Bario Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 50,00 mg/L
Berilio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0000 - 10,00 mg/L
Boro Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 - 50,0 mg/L
Cadmio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
Calcio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 100 mg/L
Cobalto Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 50,000 mg/L
Cobre Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 100,0 mg/L
Cromo Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 - 50,0 mg/L
Estadío Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L
Estroncio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 - 10,000 mg/L
Hierro Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,03 - 50 mg/L
Litio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L
Magnesio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 - 1 500 mg/L
Manganeso Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00008 - 50,000 mg/L
Mercurio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L
Molibdeno Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,000015 - 30,000 mg/L
Níquel Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 - 50,00 mg/L
Plata Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
Plomo Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00008 - 50,000 mg/L

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Estudio	020-29/00004	Tipo Muestra:	ELUATO
Parámetro	PHI	Técnica	Ref Norma
Potasio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VA1)	Espect ICP-MS	Rango 0,08 - 1.000 mg/L
Selenio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS	0,00004 - 50,000 mg/L
Silicio Disuelto	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 (1994)	Espect ICP-OES	0,20 - 1.000 mg/L
Silicio Disuelto	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 (1994)	Espect ICP-OES	0,04 - 500 mg/L
Sodio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VA1)	Espect ICP-MS	0,01 - 100 mg/L
Talio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS	0,00001 - 50,000 mg/L
Titanio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VA1)	Espect ICP-MS	0,0004 - 50,00 mg/L
Vanadio Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS	0,004 - 50,0 mg/L
Zinc Disuelto	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS	0,002 - 100 mg/L

Nota: Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están indicadas a lo largo del informe. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (\*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. El ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estéril. Para los parámetros de radioactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos. Para los parámetros de radioactividad el valor del rango corresponde al AMD.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Estado	GED-19/00004	Tipo Muestra	EUATO
<b>ANEXO TECNICO</b>			
Parámetro	INT	Técnica	Ref Norma
Parámetros Físico-Químicos Filtrados			
Aluminio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,032 - 20,0 mg/L
Antimonio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,00 - 20 mg/L
Arsénico	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,001 - 20,0 mg/L
Azufre	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	4 - 20 000 mg/L
Bario	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,0013 - 20,00 mg/L
Berilio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,0005 - 20,00 mg/L
Boro	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,05 - 20 mg/L
Cadmio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,0020 - 20,00 mg/L
Calcio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,305 - 1 000 mg/L
Cobalto	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,0066 - 20,00 mg/L
Cobre	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,0036 - 20,00 mg/L
Cromo	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,0028 - 20,00 mg/L
Estañe	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,035 - 20,0 mg/L
Estroncio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,004 - 20,0 mg/L
Fósforo	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	2 - 1 000 mg/L
Hierro	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,04 - 20 mg/L
Litio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,016 - 20,0 mg/L
Magnesio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,31 - 1 000 mg/L
Manganeso	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,002 - 20,0 mg/L
Níquel	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,0063 - 20,00 mg/L
Plata	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,0023 - 20,00 mg/L
Plomo	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,02 - 20 mg/L
Potasio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,85 - 1 000 mg/L
Selenio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,00 - 20 mg/L
Silicio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	2,7 - 43 mg/L
Sodio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,264 - 1 000 mg/L
Talio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,15 - 20 mg/L
Titanio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,0042 - 20,00 mg/L
Uranio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,07 - 20 mg/L
Vanadio	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,0032 - 20,00 mg/L
Zinc	PE-4412 PE SPLP	Espect ICP-OES	0,16 - 20 mg/L
Parámetros Físico-Químicos			
pH	SMEWW 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017	Electrometría	0,250 - 14,0 Unidades de pH
Aniones -			
Sulfatos	SMEWW 4500-SO4 2-E, 23rd Ed. 2017	Espect UV-VIS	5,00 - 20 000 mg/L

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Santa Rosa 515, Oficina: 20401, La Molina, Lima, Perú

T: (011) 330-2100

[www.agqlabs.com.pe](http://www.agqlabs.com.pe)

40044516

# Anexo B

## Resultados Mineralogía - UNI

  
Miguel Carate Quispe  
JEFE DE SUPERVISIÓN  
C.I.P. 121828



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica  
Laboratorio de Espectrometría

### MINERALOGÍA POR DIFRACTOMETRÍA DE RAYOS X DE SEIS MUESTRAS DE UM BATEAS

**SOLICITADO** : SRK CONSULTING (PERÚ) S.A.

**Procedencia de muestras** : UM Bateas

**Proyecto** : "Supervisión UM Bateas"  
**Proyecto N°** : 17-S-308-01

**Recepción de muestras** : Lima, 22 de Enero del 2019

#### 1.- MUESTRAS EVALUADAS

Muestras	Código	Tipo	Referencias
M-1	MN-19/000133	Desmontera Bateas	Recrecimiento dique
M-2	MN-19/000134	Desmontera Bateas	Recrecimiento dique
M-3	MN-19/000135	Desmontera Bateas	Recrecimiento dique
M-4	MN-19/000136	Desmontera Bateas	Recrecimiento dique
M-5	MN-19/000137	Polo	Recrecimiento dique
M-6	MN-19/000138	Intermedia	Recrecimiento dique

#### 2.-CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE MUESTRAS PULVERIZADAS

Determinado por difracción de rayos X y complementado por microscopía óptica y análisis espectral de las muestras; cuyos resultados se indican a continuación.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

## 2.1

Muestra	Tipo
M-1	Desmontera Bateas

Muestra constituida por feldespatos, carbonatos, cuarzo, óxidos de hierro y manganeso, ferromagnesianos, arcillas, y sulfuros. Su composición y abundancia mineralógica se indica en la tabla siguiente:

Minerales / M-1	Formula	% en Peso
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	30.73
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	8.00
Ortoclase	K(AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	7.80
Albita	Na(AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	21.40
Anortita	Ca(Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )	18.20
Pirita	FeS <sub>2</sub>	6.253
Calcopirita	CuFeS <sub>2</sub>	0.043
Esfalerita	ZnS	0.227
Galena	PbS	0.081
Hematita	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.04
Caolinita	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	0.14
Pirolusita	MnO <sub>2</sub>	0.58
Montmorillonita	Na <sub>0.3</sub> (Al,Mg) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> xH <sub>2</sub> O	0.24
Clorita	(Mg,Fe) <sub>2</sub> (Al,Si) <sub>5</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>6</sub>	4.30
Muscovita	KA <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	0.21

## 2.2

Muestra	Tipo
M-2	Desmontera Bateas

Muestra constituida por feldespatos, carbonatos, cuarzo, cloritas, óxidos de hierro y manganeso, arcillas, y sulfuros. Su composición y abundancia mineralógica se indica en la tabla siguiente:

Minerales / M-2	Formula	% en Peso
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	25.49
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	10.50
Ortoclase	K(AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	7.80
Albita	Na(AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	22.10
Anortita	Ca(Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )	16.70
Pirita	FeS <sub>2</sub>	6.412
Calcopirita	CuFeS <sub>2</sub>	0.066
Esfalerita	ZnS	0.686
Galena	PbS	0.327
Hematita	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.27
Caolinita	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	0.36
Pirolusita	MnO <sub>2</sub>	3.08
Montmorillonita	Na <sub>0.3</sub> (Al,Mg) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> xH <sub>2</sub> O	0.18
Clorita	(Mg,Fe) <sub>2</sub> (Al,Si) <sub>5</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>6</sub>	2.80
Muscovita	KA <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	0.23

### 2.3

Muestra	Tipo
M-3	Desmontera Bateas

Muestra constituida por feldespatos, apreciables carbonatos, cuarzo, sulfuros, cloritas, óxidos de hierro y manganeso y escasas arcillas. Su composición y abundancia mineralógica se indica en la tabla siguiente:

Minerales / M-3	Formula	% en Peso
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	15.66
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	22.00
Ortoclasa	K(AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	7.60
Albita	Na(AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	20.30
Anortita	Ca(Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )	17.20
Pirita	FeS <sub>2</sub>	5.765
Calcopirita	CuFeS <sub>2</sub>	0.046
Esfalerita	ZnS	0.799
Galena	PbS	0.221
Hematita	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.48
Caolinita	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	0.41
Pirrolusita	MnO <sub>2</sub>	2.25
Montmorillonita	Na <sub>0.3</sub> (Al,Mg) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> xH <sub>2</sub> O	0.26
Clorita	(Mg,Fe) <sub>3</sub> (Al,Si) <sub>5</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>	3.76
Muscovita	KA <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	0.25

### 2.4

Muestra	Tipo
M-4	Desmontera Bateas

Muestra constituida por feldespatos, carbonatos, cuarzo, sulfuros, cloritas, óxidos de hierro y manganeso, y arcillas. Su composición y abundancia mineralógica se indica en la tabla siguiente:

Minerales / M-4	Formula	% en Peso
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	21.51
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	11.00
Ortoclasa	K(AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	7.20
Albita	Na(AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	21.80
Anortita	Ca(Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )	18.20
Pirita	FeS <sub>2</sub>	10.060
Calcopirita	CuFeS <sub>2</sub>	0.124
Esfalerita	ZnS	2.297
Galena	PbS	0.326
Hematita	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.48
Caolinita	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	0.31
Pirrolusita	MnO <sub>2</sub>	2.38
Montmorillonita	Na <sub>0.3</sub> (Al,Mg) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> xH <sub>2</sub> O	0.28
Clorita	(Mg,Fe) <sub>3</sub> (Al,Si) <sub>5</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>	3.84
Muscovita	KA <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	0.19

### 3.- RESULTADO DEL ANALISIS DE METALES EN MUESTRAS

La distribución de metales en las muestras determinados por métodos de análisis espectral se indica en la tabla siguiente.

Muestras	%Fe	%Mn	%Cu	%Pb	%Zn	%Cd	%As
M-1	4.34	0.352	0.015	0.053	0.152	0.0008	0.0080
M-2	5.27	1.949	0.023	0.283	0.460	0.0028	0.0006
M-3	5.12	1.423	0.016	0.191	0.536	0.0036	0.0007
M-4	5.02	1.504	0.043	0.282	1.541	0.0081	0.0186
M-5	3.56	0.073	0.004	0.005	0.012	0.0001	0.0001
M-6	4.03	0.079	0.005	0.006	0.011	0.0001	0.0046

Los valores de hierro se distribuyen formando silicatos, óxidos y sulfuros, en el caso del manganeso corresponden a ocurrencias de pirolusita, los valores de cobre, plomo, zinc, cadmio y arsénico están ligados fundamentalmente a los minerales sulfurados.

Lima, 7 de Febrero del 2019



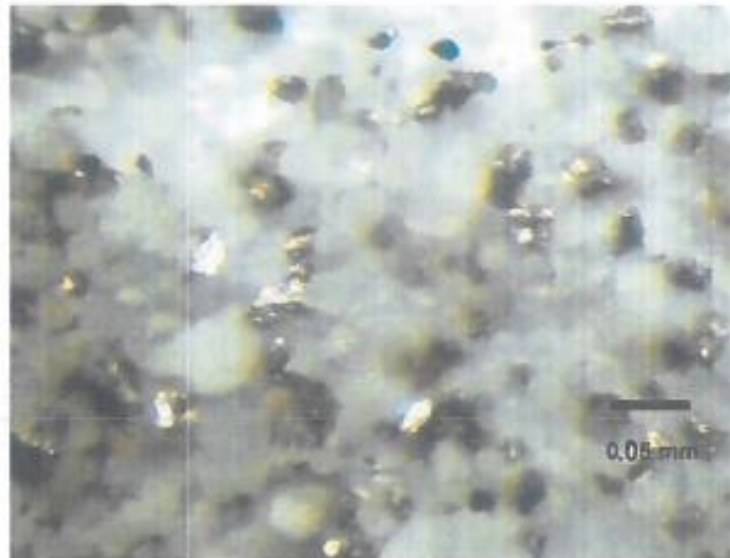
**MSc. Atilio Mendoza A.**  
**Jefe del Laboratorio de Espectrometría**

Se adjuntan fotografías y difractogramas de rayos X de las seis muestras de UM Bateas. En los difractogramas de rayos X las plagioclasas corresponden a soluciones sólidas de albita ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) y anortita ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ).

## FOTOGRAFÍAS DE SEIS MUESTRAS DE UM BATEAS

M-1

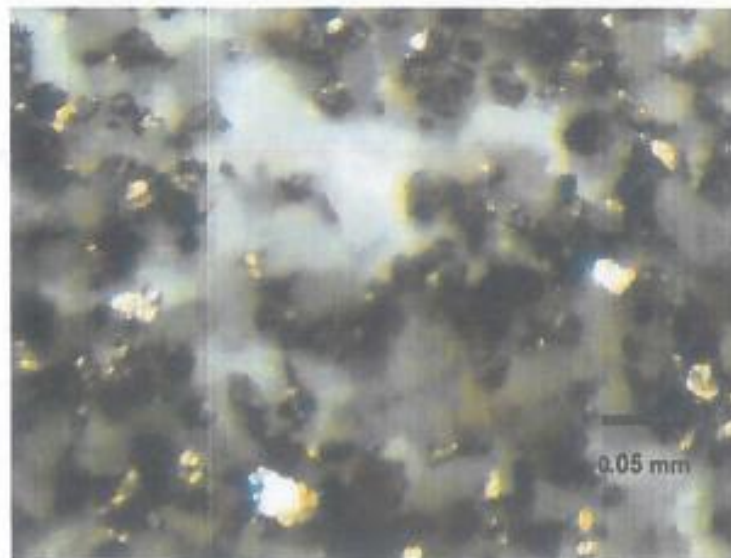
Desmontera Bateas



Muestra constituida por feldespatos, carbonatos, cuarzo, óxidos de hierro y manganeso, ferromagnesianos, arcillas, y sulfuros.

M-2

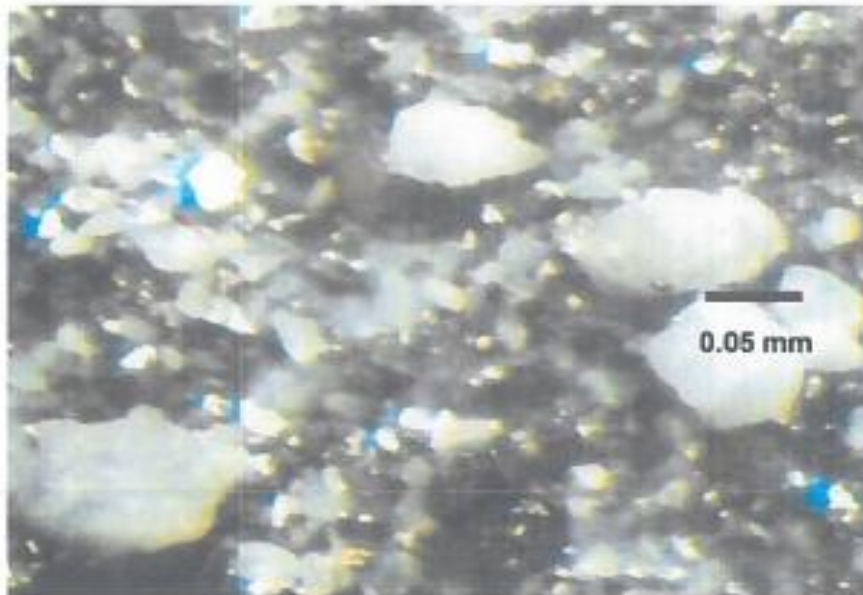
Desmontera Bateas



Muestra constituida por feldespatos, carbonatos, cuarzo, cloritas, óxidos de hierro y manganeso, arcillas, y sulfuros.

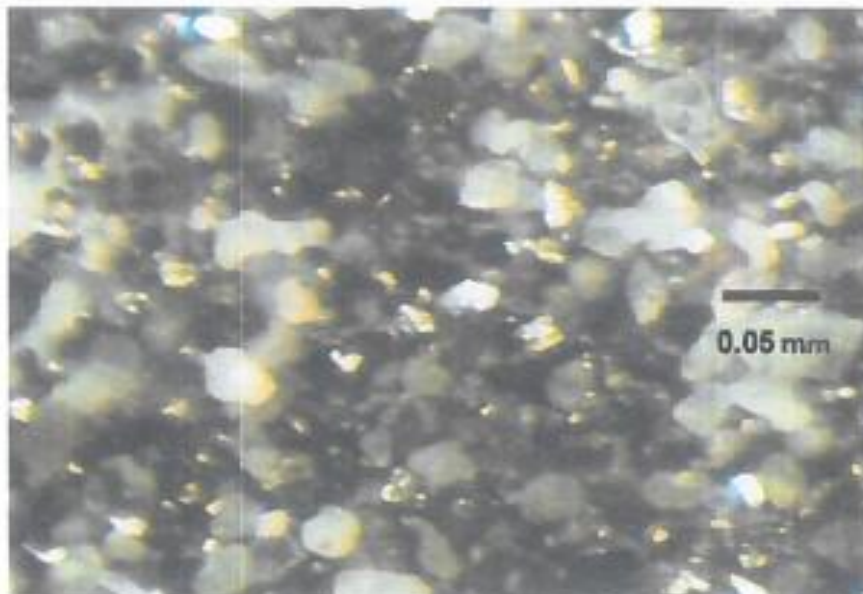


M-3	Desmontera Bateas
-----	-------------------



Muestra constituida por feldespatos, apreciables carbonatos, cuarzo, sulfuros, cloritas, óxidos de hierro y manganeso y escasas arcillas.

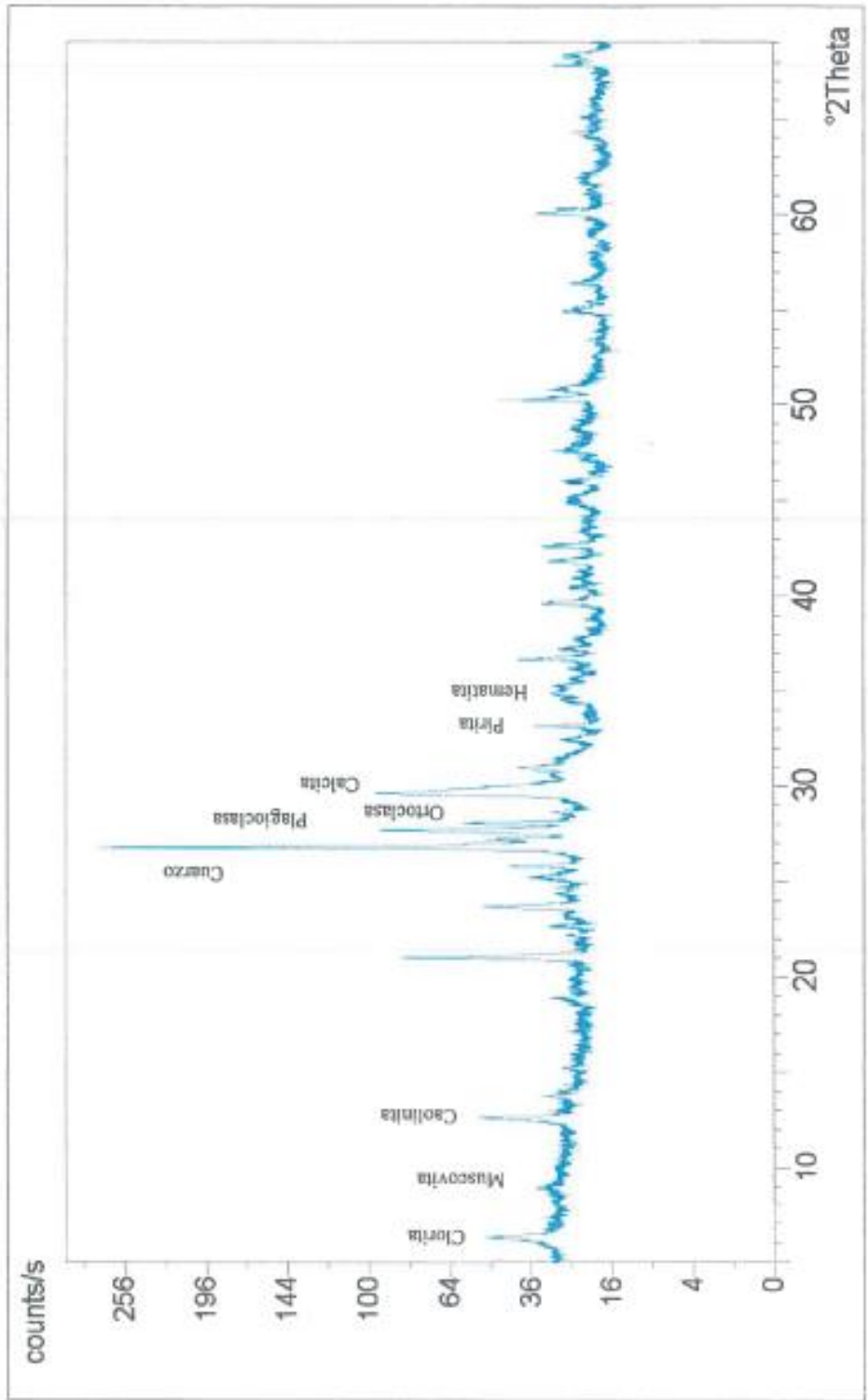
M-4	Desmontera Bateas
-----	-------------------



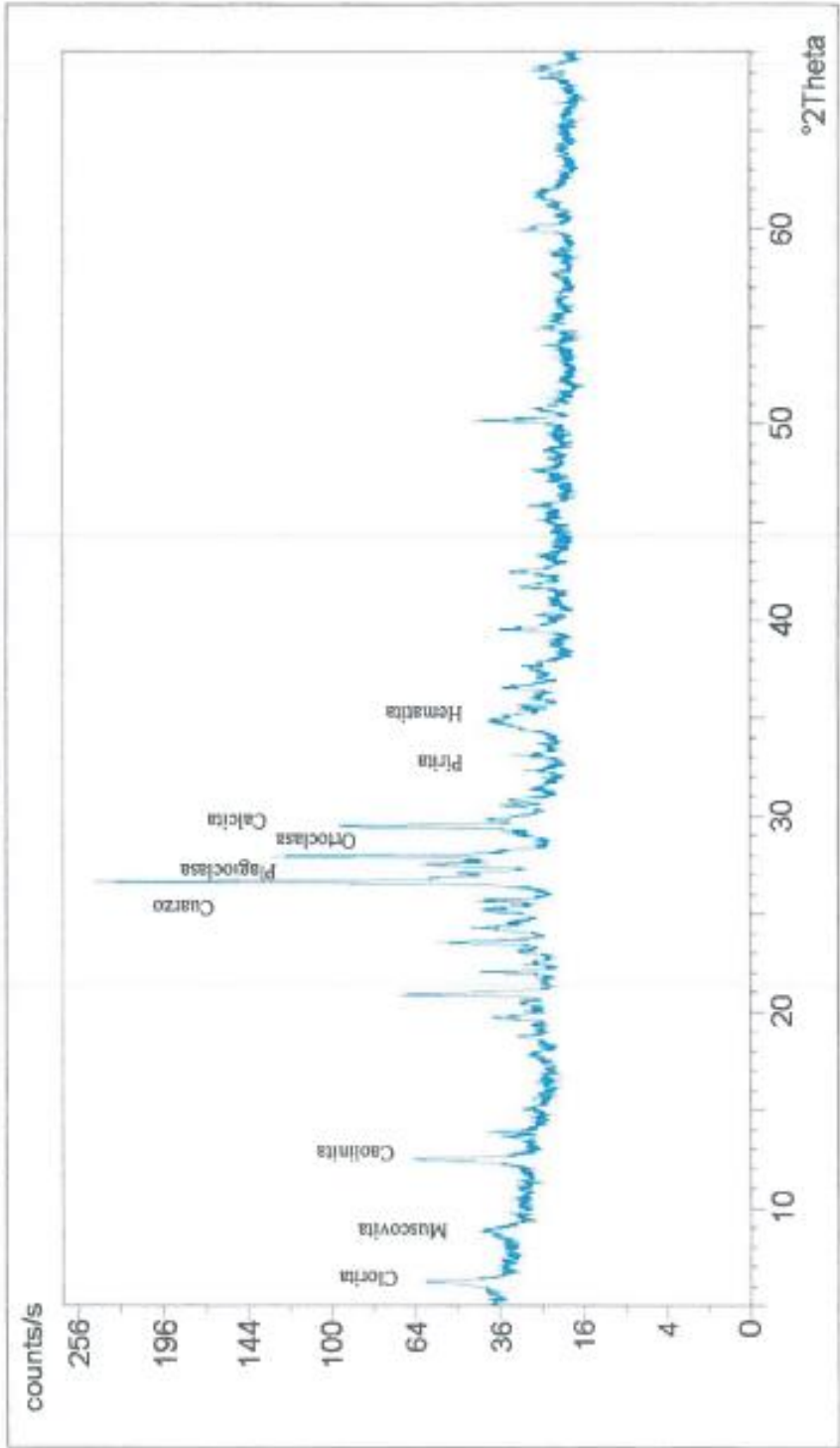
Muestra constituida por feldespatos, carbonatos, cuarzo, sulfuros, cloritas, óxidos de hierro y manganeso, y arcillas.



Difractograma de Rayos X: M-1 Desmontera Bateas- CuKa/Ni - 40 kV/30mA

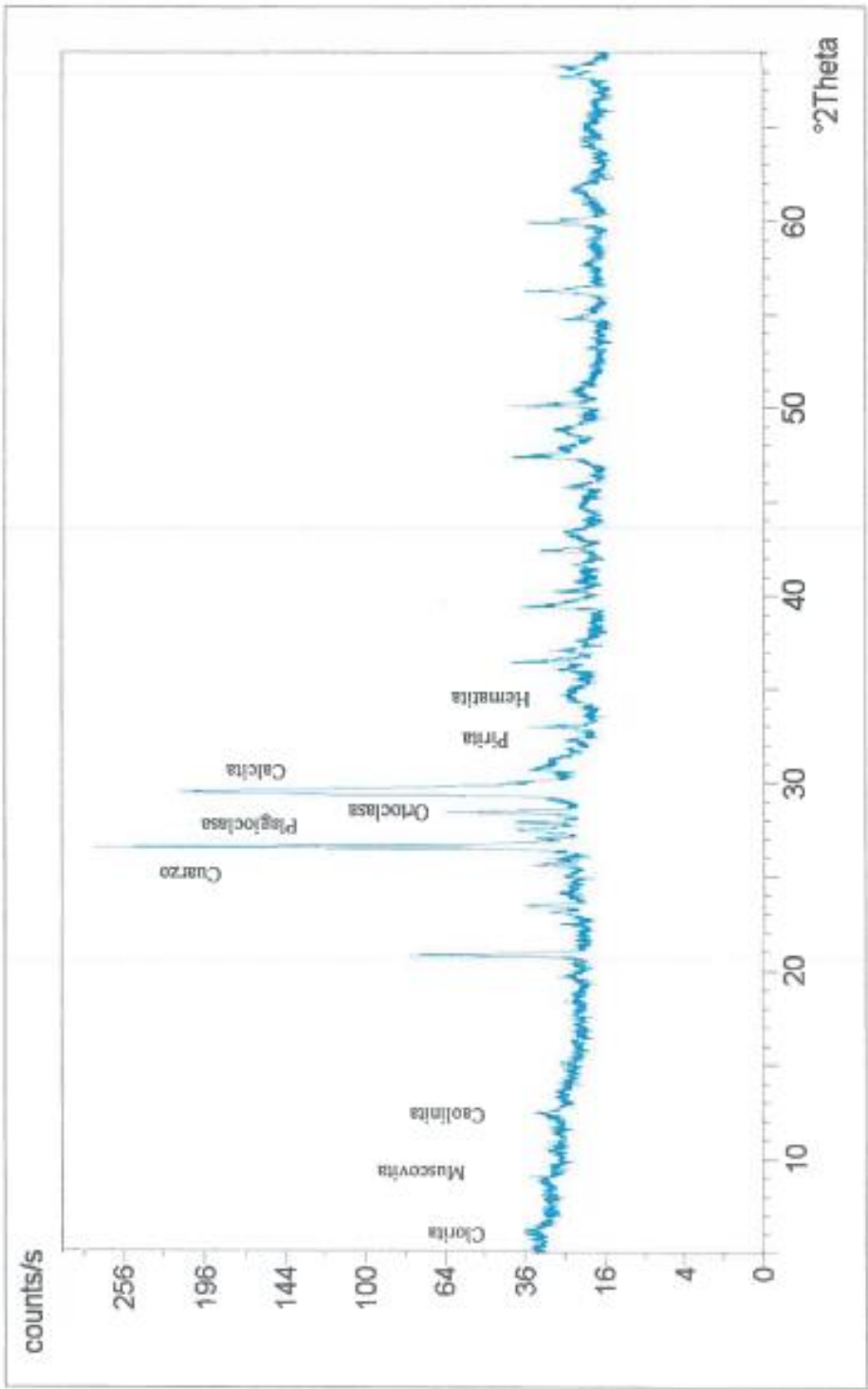


Difractograma de Rayos X: M-2 Desmontera Bateas- CuKa/Ni - 40 kV/30mA

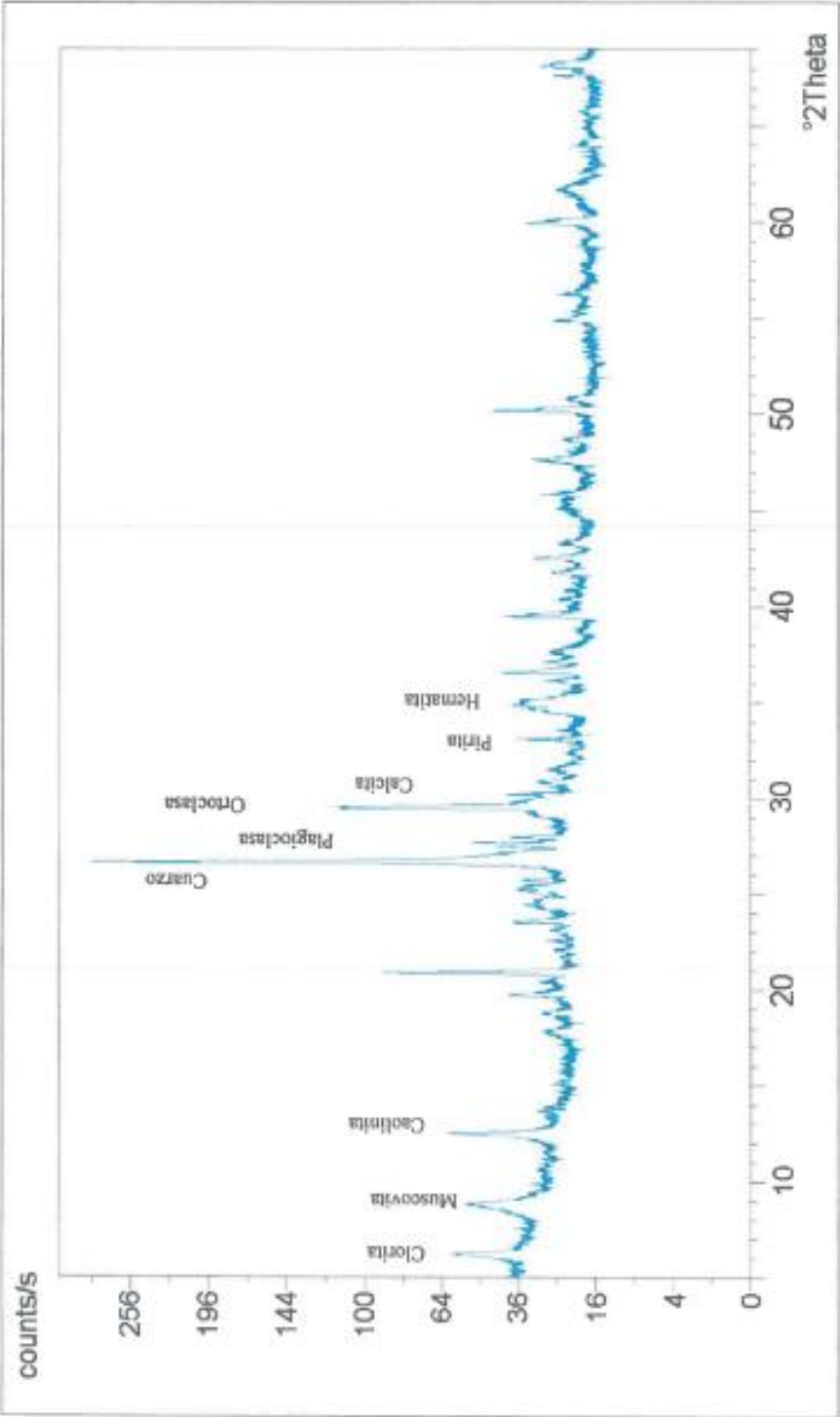


10

Difractograma de Rayos X: M-3 Desmontera Bateas- CuKa/Ni - 40 kV/30mA



Difractograma de Rayos X: M-4 Desmontera Bateas- CuKa/Ni - 40 kV/30mA



# **Consentimiento Informado**



El que suscribe, Representante de la empresa COSEMIN P.I SAC, con RUC N° 20602555993.

## AUTORIZACION

Que, la Srta. **QUISPE MENDEZ MARIELA JHESSENIA**, egresada de la Facultad de Ingenieria Civil de la Universidad Peruana Los Andes con codigo de Matricula N° F01292D, **AUTORIZAMOS** el uso de Información de los ensayo, informes que se realizaron en el Proyecto **RECRECIMIENTO DE LA RELAVERA N° 3 "SAN FRANCISCO" ETAPA 2A, NV 4419.50 - MINERA BATEAS S.A.C - CAYLLOMA - AREQUIPA.** para realizar la Tesis Titulada **"USO DE DESMONTE DE MINA COMO MATERIAL DE PRESTAMO PARA LA CONSTRUCCION DE DIQUE DE CONTENCIÓN DE RELAVES"**.

Se expide la presente para los fines que la interesada crea conveniente.

Huancayo, 03 de Julio del 2023

  
**CPI BRYAN GUERRA GALVEZ**  
GERENTE GENERAL  
COSEMIN P.I. S.A.C.

R.U.C. 20602555993  
CALLE LAS INFANTAS NRO. 181 URB. CAMINO REAL - LA MOLINA - LIMA  
PROLONGACIÓN GRAU NRO. 2533 - EL TAMBO - HUANCAYO  
CELULAR : 958 966 855 TELÉFONO : (064) 253563



## PANEL FOTOGRAFICO:

Figura 18: Desmonte de mina (cantera)



Ensayos realizados en laboratorio

## Ensayos y controles

Figura 19: Controles de calidad realizados al dique de contención de relaves



Controles de calidad; verificación topográfica de puntos en cada capa de la plataforma del dique de contención de relaves



Figura 20: Determinación de densidad – método reemplazo por agua



Ensayo de densidad de campo por el método reemplazo por agua con anillo de 1.80 de diámetro donde se hallará el peso extraído del hoyo entre el volumen de agua ingresado

