



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Adición de relave minero metálico en la capacidad portante de la  
trocha carrozable del tramo La Quida – Igor, Huaranchal, 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Romero Segura, Wilder Jordinho (orcid.org/0000-0003-1265-1110)  
Vare Quispe, Anyelita Estephania (orcid.org/0000-0001-6418-2606)

**ASESOR:**

Dr. Herrera Viloche, Alex Arquimedes (orcid.org/0000-0001-9560-6846)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño De Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A mis padres, Wilder Romero Rodríguez y Marina Segura Ruiz, quienes me han apoyado en todo momento desde el inicio de mi carrera para poder lograr las metas trazadas que tengo desde un inicio, Por eso, este trabajo se lo dedico con todo el afecto y cariño que les tengo. A mi hermano Einer Romero Segura, quien ha sido un apoyo incondicional siempre apoyándome en mis momentos más críticos y dando ánimos. A mi abuela, Eusebia Ruiz Castillo, ya que ella fue motivación en mi proceso formativo como futuro profesional.

**Romero Segura, Wilder Jordinho.**

A Dios, por darme la fortaleza necesaria para seguir continuando día a día, a pesar de todas las adversidades que pueden existir.

A mis padres, por brindarme su apoyo moral y económico, ya que sin su ayuda todo hubiera sido aún más difícil.

Y a mis hermanos, porque son mi motor y motivo para esforzarme y seguir dando todo de mí y siempre les estaré muy agradecida. Y definitivamente, a mí misma por ser perseverante y no rendirme jamás.

**Vare Quispe, Anyelita Estephania.**

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios y a mi familia por su apoyo incondicional durante todo el proceso en mi educación, a la Universidad por la educación brindada para formarme como profesional y a mi compañera de tesis por su apoyo arduo durante toda la Investigación de nuestro proyecto.

**Romero Segura, Wilder Jordinho.**

Agradezco al todo poderoso, mi Dios por brindar perseverancia y fortaleza a mi vida, dado que, sin él, nada es posible.

Agradezco el apoyo de mis padres por su paciencia y comprensión, y a mis hermanos quienes son el motor y motivo de mis metas en la vida.

A mis amigos, por brindarme su confianza y ánimos para no decaer y seguir logrando mis objetivos.

**Vare Quispe, Anyelita Estephania.**

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	7
III. METODOLOGÍA .....	21
3.1. Enfoque, Tipo y Diseño de investigación .....	21
3.2. Variables y Operacionalización .....	24
3.3. Población, muestreo, muestra y unidad de análisis. ....	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad 27	
3.5. Procedimiento .....	29
3.6. Método de análisis de datos .....	35
3.1. Aspectos éticos .....	36
IV. RESULTADOS .....	37
I. DISCUSIÓN.....	57
II. CONCLUSIONES .....	60
III. RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Matriz de hipótesis.....	6
<b>Tabla 2.</b>	Característica del depósito en pasta.....	20
<b>Tabla 3.</b>	Esquema de diseño de investigación cuasi experimental.....	23
<b>Tabla 4.</b>	Clasificación de variables .....	25
<b>Tabla 5.</b>	Instrumentos de recolección de datos de la investigación .....	28
<b>Tabla 6.</b>	Los datos específicos del área de proyecto se visualizan a continuación: .....	32
<b>Tabla 7.</b>	Niveles de análisis geoquímico.....	34
<b>Tabla 8.</b>	Identificación de tipos de rocas mineralógicas y su representación (%). 35	
<b>Tabla 9.</b>	Análisis granulométrico y clasificación de suelos. ....	38
<b>Tabla 10.</b>	Determinación de cantidades para ensayo Proctor por calicata. (MTC E 115) – ASTM D 1557. ....	41
<b>Tabla 11.</b>	Determinación de cantidades para ensayo CBR por calicata (MTC E 132) – ASTM D 1883.....	41
<b>Tabla 12.</b>	Descripción de la muestra y cápsula para calicata 01/ estrato 01. ...	42
<b>Tabla 13.</b>	Descripción de la muestra y cápsula para calicata 02/ estrato 02. ...	43
<b>Tabla 14.</b>	Descripción de la muestra y cápsula para calicata 03/ estrato 01. ...	44
<b>Tabla 15.</b>	Descripción de la muestra y cápsula para calicata 04/ estrato 02. ...	45
<b>Tabla 16.</b>	Descripción de la muestra y cápsula para calicata 05/ estrato 01. ...	46
<b>Tabla 17.</b>	Descripción de la muestra y cápsula para calicata 06/ estrato 02. ...	47
<b>Tabla 18.</b>	Resumen de los valores obtenidos en cada calicata respecto al ensayo Proctor modificado. ....	48
<b>Tabla 19.</b>	Resultados del C.B.R .....	51
<b>Tabla 20.</b>	Muestra de adición en C-1 – C-6.....	52
<b>Tabla 21.</b>	Resumen de los valores obtenidos en cada calicata respecto al ensayo de C.B.R. 53	

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1.</b>	La clasificación de los tipos de investigación.....	23
<b>Figura 2.</b>	Se muestra cada uno de los procedimientos a realizar en el proyecto. 30	
<b>Figura 3.</b>	Perfil estratigráfico C-01. ....	39
<b>Figura 4.</b>	Perfil estratigráfico C-02. ....	39
<b>Figura 5.</b>	Perfil estratigráfico C-03. ....	39
<b>Figura 6.</b>	Perfil estratigráfico C-04. ....	40
<b>Figura 7.</b>	Perfil estratigráfico C-05. ....	40
<b>Figura 8.</b>	Perfil estratigráfico C-06. ....	40
<b>Figura 9.</b>	Curva de compactación para calicata 01/ estrato 01.....	43
<b>Figura 10.</b>	Curva de compactación para calicata 02/ estrato 02 (gráfico y descripción).....	44
<b>Figura 11.</b>	Curva de compactación para calicata 03/ estrato 01 .....	45
<b>Figura 12.</b>	Curva de compactación para calicata 04/ estrato 02 .....	46
<b>Figura 13.</b>	Curva de compactación para calicata 05/ estrato 01 .....	47
<b>Figura 14.</b>	Curva de compactación para calicata 06/ estrato 02 .....	48
<b>Figura 15.</b>	Representación gráfica de la máxima densidad seca de las calicatas indicadas. 49	
<b>Figura 16.</b>	Representación gráfica del óptimo contenido de humedad de las calicatas indicadas .....	50
<b>Figura 17.</b>	Representación gráfica de la máxima densidad seca al 100% y al 95% de las calicatas indicadas.....	55
<b>Figura 18.</b>	Representación gráfica del valor CBR de la máxima densidad seca al 100% y al 95% de las calicatas indicadas.....	56
<b>Figura 19.</b>	Porcentajes de suelo sin adición de rmm. ....	57
<b>Figura 20.</b>	Aumento de CBR en las seis calicatas. ....	57

## Resumen

Esta tesis tuvo como objetivo general determinar la influencia de la adición de relave minero metálico en la capacidad portante de la trocha carrozable, en el tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022. Siendo una metodología de tipo aplicada y experimental con muestreo no probabilístico. Determinándose mediante el ensayo de Proctor modificado y california Bearing ratio (CBR) el estado de la trocha carrozable sin adición de relave minero como muestra patrón perteneciente al primer objetivo, luego se estableció una adición de 10%, 20% y 30% de relave minero, para lo cual se tomó la muestra de seis calicatas. Posteriormente a través de ensayos de mecánica de suelos, se verificó las características de la trocha y que los resultados concluyeron que el suelo al natural cuenta con un índice de plasticidad y contenido de humedad elevado, predominando el tipo de suelo compuesto por arena limosa con grava y grava limosa con arcilla, respecto al análisis de comportamiento de la adición, se concluye que, el CBR al 100% fue más beneficioso para la calicata 05 +30 % de relave minero con un 25.64% y para el CBR al 95% un óptimo de 23.05%, a diferencia de la adición de 10% en la C-2 que fue de 16.39% al 100% que fue el valor más bajo.

**Palabras clave:** Proctor modificado, CBR, relave minero, límites de consistencia.

## **Abstract**

The general objective of this thesis was to determine the influence of the addition of metallic mining tailings on the bearing capacity of the roadbed in the section La Quida - Igor, Huaranchal, 2022. It is an applied and experimental methodology with non-probabilistic sampling. Determining by means of the modified Proctor test and California Bearing Ratio (CBR) the condition of the carriageway without addition of mining tailings as a standard sample belonging to the first objective, then an addition of 10%, 20% and 30% of mining tailings was established, for which the sample of six pits was taken. Subsequently, through soil mechanics tests, the characteristics of the path were verified and the results concluded that the natural soil has a plasticity index and high moisture content, predominantly the type of soil composed of silty sand with gravel and silty gravel with clay, regarding the analysis of the behavior of the addition, it is concluded that the CBR at 100% was more beneficial for the test pit 05 +30% of mining tailings with 25.64% and for the CBR at 95% an optimum of 23.05%, unlike the addition of 10% in C-2 which was 16.39% at 100% which was the lowest value.

**Keywords:** Modified Proctor, CBR, mine tailings, consistency limits.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel global, durante los últimos años, el estado de conservación de las vías transitables en el mundo depende de los niveles de servicio y su capacidad portante, asimismo, del mantenimiento que le brinden las autoridades correspondientes, porque es ahí donde se logra ver el grado de importancia que se les brinda a las carreteras rurales o trochas carrozables. Por otra parte, los relaves mineros generados de los procesos mineralógicos ocasionan diversos factores negativos en el medio ambiente, como la contaminación visual en las áreas donde vacían dicho residuo, asimismo, el perjuicio a nivel de agua, por la infiltración de dicho material a través del subsuelo y, sobre todo los daños a la salud si es que no está debidamente tratado al analizarlo. Los factores influyentes negativos que abarca la problemática conllevan a retrasar el tiempo de llegada de los transportistas hacia su punto de destino, incrementando el volumen de tránsito y a estar muy vulnerables a enfermedades respiratorias debido a la gran absorción de polvo por gran tiempo al ser una trocha carrozable.

Para el análisis del cálculo de la capacidad portante de suelos, es necesario abarcar la granulometría, contenido de humedad, límites, peso específico y Proctor, entre otros aspectos dentro de los parámetros característicos del suelo. En el Artículo 45 de la NTE.030 (2019) se menciona a la “capacidad portante” citada de la siguiente manera: En todos los estudios de mecánica de suelos se tiene en cuenta el efecto de los terremotos para determinar la capacidad portante de la tierra. Cuando es probable que ocurra la licuefacción del suelo, se lleva a cabo una investigación geotécnica para evaluar esta posibilidad y determinar la solución más adecuada (p.12).

Como técnica de mejoramiento en suelos, se debe realizar modificaciones de las propiedades y características naturales de un suelo, donde se requiere determinar la rigidez, estabilidad, reducción de hinchamiento, porosidad, permeabilidad, resistencia, como otros puntos más. En Chile, todos los tratamientos del suelo enfocan su objetivo en analizar la capacidad portante

de los terrenos para poder mejorarla, y de tal modo que se pueda percibir la absorción y filtración de la superficie terrestre. (Avaria, 2018).

Desde tiempos remotos, en Colombia se viene implementando una gran variedad de recursos constructivos, los cuales generan ventajas experimentales dentro del ámbito de obras civiles, asimismo existen desventajas por adición de materiales geo sintéticos para los proyectos de geotecnia procesados para medir la capacidad portante, temas de contaminación en los suelos granulares que contengan suelos finos de calidad baja, donde la importancia de dichos recursos se enfoca en el resultado de la eficiencia a los típicos problemas tradicionales. (Mejía, 2012).

En México, durante el año anterior, se indicó un total de ocho proyectos dentro del rubro de las infraestructuras viales, los cuales superaban los mil millones de dólares para la agenda gubernamental del país, de los cuales la mayoría de ellos ya han empezado los trabajos de construcción por parte del sector público. Siendo los principales promotores de avance estratégico, la planificación, el presupuesto, controles, procesos constructivos (capacidad portante, duración, accesos, ensayos topográficos, ensayos de suelo), en conjunto de todas las rehabilitaciones a las vías existentes en mal estado. (Bnamericas, 2021, párr., 1-7).

A nivel nacional, es necesario señalar que en la Norma E.050 de suelos y cimentaciones es quien indica el marco de medición y cálculo de la capacidad portante en terreno de construcción, incluyendo que cada proceso constructivo depende de la realización del diseño para la vía, con soluciones estratégicas como geos sintéticos, geomallas, polímeros acrílicos, entre otros. En La Libertad, según una videoconferencia protagonizada por el titular de la Municipalidad Provincial de Trujillo (MPT, 2022), manifestó que se llevó a cabo un mejoramiento de vías en la ciudad, siendo un aproximado del 60% de las pistas dañadas que se propusieron como objetivo recuperar, con buen funcionamiento de piletas, luminarias, señalizaciones, reparaciones de pavimento (recapeo, removimiento de adoquines, rediseño de carpeta asfáltica), donde sea fácil identificar hasta qué grado de

capacidad portante podría resistir una carretera en mal estado, y otra en reparación.

A nivel local, dentro de la provincia de Trujillo desde el año 2017 que fue el año de gran presencia de huaycos en las zonas costeras, aún se puede apreciar la verdadera realidad de las pistas en la provincia, las cuales lucen descuidadas y en abandono, un muy mal estado a simple vista de huecos y baches totalmente intransitables dentro de las vías pertenecientes a las zonas más afectadas en aquel tiempo. Según el secretario de Defensa de la Federación de transporte, sostiene que el 70% de pistas en Trujillo, están destruidas a más del 50%, de las cuales no se le puede realizar ningún estudio o de otro modo, breves pruebas y ensayos para el análisis de la capacidad portante y la resistencia de cada vía. (Diario Perú 21, 2020). Para la sierra liberteña donde está la ubicación del distrito de Huaranchal, influye más la importancia de los factores de durabilidad y resistencia de la capacidad portante, en base a su clima cálido, su temperatura máxima alcanza los 18°C anualmente y la temperatura mínima llega a unos 9°C, en temporadas de lluvia en invierno. Así también, las precipitaciones de gran magnitud que impiden avanzar algún tipo de rehabilitación en las vías. (anexo 3).

De acuerdo a la problemática ya antes presentada, se generó la siguiente pregunta general: ¿De qué manera la adición de relave minero metálico influye en la capacidad portante de la trocha carrozable del tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022?

También se presentó las siguientes preguntas específicas: ¿Cuál es la muestra patrón de la trocha carrozable en el tramo La Quida – Igor, Huaranchal, 2022?, ¿Cuál es el porcentaje de adición de relave minero metálico en base al estudio de mecánica de suelos, en la capacidad portante de la trocha carrozable en el tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022?, ¿Cuáles son las características de las propiedades físicas en la capacidad portante de la trocha carrozable que permitan proponer la adición de relave minero metálico dentro del Caserío Igor?, ¿Cuál es el comportamiento de la adición de relave minero metálico en la capacidad

portante de la trocha carrozable en el tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022?

La realización de la presente investigación se justifica al estar enfocada como aporte y contribución en la generación de la propuesta de adicionar relave minero metálico teniendo como resultado su influencia en una mejora significativa de la capacidad portante en la trocha carrozable del área de estudio, logrando así, un reconocimiento no solo económicamente, sino mayor apreciación al material de relave minero, también del ámbito social para el desarrollo sostenible de una vía, con el fin de aportar benéficamente a los pobladores de las zonas aledañas al proyecto y con una mejora de transitabilidad vehicular como peatonal, en base a seguridad, economía y aprobación ecológica. Por otro lado, será de gran utilidad para las nuevas generaciones de investigadores y a su vez, complementar los beneficios de las diversas técnicas y metodologías en la construcción de carreteras, contando con el empleo de relave minero metálico.

Asimismo, se justifica teóricamente según la realización de la adición de relave minero metálico mediante ensayos respectivos, en base a normativas y reglamentos para la resistencia de la capacidad portante de la trocha carrozable, según teorías de tesis, artículos científicos englobados a una profunda investigación que permitió formular propuestas para solución y mejora al problema actual en Igor, Huaranchal.

La justificación práctica del estudio, propone alternativas de solución, con aporte al uso de recursos sostenibles reusables, adicionando relave minero metálico, a través de ensayos CBR y estudio de suelos para la capacidad portante en trocha carrozable. Es así que, la presente investigación busca realizar propuestas innovadoras para contribuir al medio ambiente y sociedad, empleando agregados de materiales sostenibles con una estructura económica, sostenible y ambiental.

Para el logro de la justificación metodológica, se llevará a cabo la aplicación de la ficha de observación para el análisis de cada etapa de las alteraciones en la capacidad portante de la trocha carrozable al adicionar relave minero

metálico en ella, resaltando que el análisis presente verificará sus características físicas y mecánicas encontradas, que sirvan como guía para futuras investigaciones relacionadas al proyecto propuesto.

En relación a todo lo expuesto, se tiene como objetivo general: Determinar la influencia de la adición de relave minero metálico en la capacidad portante de la trocha carrozable, en el tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022.

Y como objetivos específicos se plantearon los siguientes:

Determinar la muestra patrón de la trocha carrozable en el tramo La Quida – Igor, Huaranchal, 2022.

Establecer el porcentaje de adición de relave minero metálico en base al estudio de mecánica de suelos, en la capacidad portante de la trocha carrozable en el tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022.

Identificar las características de las propiedades físicas en la capacidad portante de la trocha carrozable que permitan proponer la adición de relave minero metálico dentro del Caserío Igor.

Analizar el comportamiento de la adición de relave minero metálico en la capacidad portante de la trocha carrozable en el tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022.

Como hipótesis general se tiene que, la adición de relave minero metálico influye de manera significativa en la capacidad portante de la trocha carrozable del tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022. También así tenemos: **hipótesis específica 1:** Determinar que la muestra patrón de la trocha carrozable en el tramo La Quida – Igor, Huaranchal, 2022, tiene un efecto positivo, **hipótesis específica 2:** Establecer que el porcentaje de adición de relave minero metálico en base al estudio de mecánica de suelos, en la capacidad portante de la trocha carrozable en el tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022, tiene un efecto significativo, **hipótesis específica 3:** Identificar que las características de las propiedades físicas en la capacidad portante de la trocha carrozable tienen un efecto positivo al proponer la adición de relave minero metálico dentro del Caserío Igor, **hipótesis**

**específica 4:** El analizar el comportamiento de la adición de relave minero metálico en la capacidad portante de la trocha carrozable en el tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022, tiene un efecto significativo.

**Tabla 1.** *Matriz de hipótesis*

<b>Hipótesis</b>	<b>Variable Independiente</b>	<b>Unidad de estudio</b>	<b>Conectores</b>	<b>Lugar</b>	<b>Tiempo</b>
La adición de relave minero metálico influye significativamente en la capacidad portante de la trocha carrozable del tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022.	<b>V. Independiente</b> Adición de relave minero metálico. <b>V. Dependiente</b> Capacidad portante.	Relave minero metálico	Influye significativamente	Caserío La Quida – Igor, Huaranchal.	2022

Fuente: Elaboración propia

## II. MARCO TEÓRICO

### ***“Empleo del relave minero para el mejoramiento de las características mecánicas de la carretera Ananea – Suches”.***

Chipana, Edinson (2018), determinó las propiedades físicas y mecánicas de suelos mineros mediante el aprovechamiento de subproductos mineros para el mejoramiento de la Carretera Ananea-Suches a nivel afirmado (p. 26). Con la aplicación de una metodología de evaluación y clasificación bibliográfica de obras inéditas para el análisis de las características de los suelos de relave minero encontrados en el área de estudio, la cual fue aplicada como muestra de forma directa en 02 canteras de suelos, siendo (Cantera Relave minero y Cantera Jachatira), haciendo uso de formatos de laboratorio e instrumentos de medición como reglas metálicas, balanzas electrónicas, entre otros; lo cual permitió realizar el diagnóstico del estudio de suelos (p. 78). Concordando a la base de datos, se determinó las características físicas y mecánicas del suelo de cantera, indicando que su resultado de la superficie del camino de terracería se puede mejorar utilizando minerales que drenan de las áreas cercanas al camino, para minimizar el costo de recuperación y repavimentación, al combinar los desechos de la mina y otros trabajos (p. 131). Asimismo, se ha mejorado mucho el tratamiento de las propiedades físicas y mecánicas de los residuos mineros para ser utilizados como materiales de mejora vial en grado positivo. (p.133).

**El aporte de la presente investigación prioriza el contar con una guía de la evaluación sobre la empleabilidad del relave minero, la cual ayude al mejoramiento de las características físico mecánicas de las carreteras a nivel de afirmado por el método de combinación de suelos para la recolección de datos contribuyentes.**

***“Influencia de la dosificación de relave minero sobre la compactación y la capacidad de soporte de un material granular para el afirmado de la carretera Carata-Motil”.***

Pérez y Rodríguez (2021), determinaron el efecto de la dosificación de relaves mineros sobre la capacidad de carga y compactación de materiales granulares en la pavimentación de la carretera Carata-Motil (pág. 8). Se ha desarrollado un método experimental monoagente que realiza ensayos de caracterización de materiales granulares para residuos de canteras y minería (análisis de granulometría tamizada, contenido de humedad natural, término de Atterberg y clasificación de suelos según AASHTO y SUCS), luego gracias a una prueba de Proctor modificado al 0%, 10%, 20% y 30% para lograr una humedad óptima y una densidad de presión máxima, se realizaron 12 pruebas de reactivos optimizados (pág. 4). Luego de realizadas las pruebas se obtuvo como resultado que utilizando residuos mineros la relación óptima de residuos mineros a granulares fue de 20%, con una densidad seca mayor de 2.113 kg/cm<sup>2</sup>, con un valor de 69,00% CBR al 100%. A partir de las características del suelo terrestre según el método SUCS y según AASHTO, determinó que correspondiente al grupo de arcillas pobremente graduadas (A7 - 7-6). De las características del material extraído se determina compuesto por grava fina (GW) según SUCS, y la clasificación AASHTO es una mezcla bien graduada de grava y arena. (A-1-a). (p.76).

**La presente información brindó ensayos experimentales muy eficientes para poder determinar la influencia específica cuando se adiciona relave minero para una capacidad de soporte en los afirmados cuando se quiera usar en las carreteras no pavimentadas, esta información nos servirá para cuando se requiera recopilar datos para la presente investigación.**

***“Diseño de mezcla con adición de relaves mineros para pavimentos de resistencia media, Ayacucho 2018”.***

Hernán (2018), determinó el diseño de dosificación mixta, para concreto F'c = 175 kg/cm<sup>2</sup>, adición de mineral de cola minera, para tráfico ligero (aceras, falsos pisos, etc.), presa de relaves Amanda Uyuccasa - de Canarias - Taca-P Victor Fajardo - Ayacucho (p. 21). Presenta una metodología de aplicación para lograr propósitos de aplicación inmediata y directa en un contexto del mundo real antes de construir una teoría. Este estudio busca saber cómo actuar y comportarse (p. 73). Con la adición de relaves mineros en tabla de dimensionamiento de concreto f'c = 175kg/cm<sup>2</sup> para tráfico ligero (método ACI), se puede combinar como uno de los materiales por sus propiedades físicas. Tamaño (AASHTO T-27, ASTM D422), Contenido de humedad (ASTM D-4944 y AASHTO T-217), Gravedad específica y absorción (N.T.P. 400.022 ASTM C-128). De acuerdo al estudio de diseño de mezcla de aplicación, la adición de mineral de cola mejora el aprovechamiento de agregado fino (arena gruesa) en un 25%, equivalente a S/. 15,00 nuevos soles, por metro cúbico de hormigón (p. 26). Se concluyó que, los residuos de mina pueden ser aprovechados para el acabado y formación de muros de ladrillo, en una proporción de 1:1, 3:1, 2:1, según análisis de relaves. (p. 163).

**La presente investigación da a conocer que, si es factible el uso de relaves mineros en pavimentos y se puede ejecutar con un adecuado diseño de mezclas, esto informa que los relaves tienen propiedades para ser utilizados como alternativas de agregados en carreteras.**

***“Relave minero como componente del agregado fino para elaborar concreto mayor a  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ , con fines ambientales”.***

Carhuamaca y Coras (2019), determinaron el efecto de los relaves mineros como componente del agregado fino para la producción de concreto mayor a  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ , con fines ambientales, en San Ignacio de Morococha S.A. para la minería. (p. 7). La metodología científica utilizada siguió una serie de técnicas y procedimientos organizados que podrían lograr los objetivos de este estudio (pág. 30). Resultados del examen de residuos mineros en diferentes proporciones, desde 10%, 25% y 50%, con tres  $f'c = 175 - 210 - 280 \text{ kg/cm}^2$ . Se concluyó que el uso de árido como componente fino mejora las propiedades de resistencia del hormigón por encima de  $175 \text{ kg/cm}^2$ , lo que conduce a resultados positivos con 10% y 25% de sustitución, ya que se observó que tienen un porcentaje similarmente mayor. Resistencia del diseño estándar, también cumple con E.60 y ASTM C39, el 50% no cumple con los estándares de resistencia requeridos. (p.103).

**La presente investigación nos informa del diferente tipo de uso que se puede dar al relave minero en esta ocasión componente de un agregado, dando resultados positivos para su aplicación con un fin ambiental según la investigación.**

***“Uso de relave para mejoramiento de suelos por el método Compaction Grouting, Pasco – 2019”.***

Robles (2019), evaluó que los relaves para mejoramiento de suelos por compactación (p. 4). Su metodología es empírica, se manipulan yacimientos de minerales para determinar su efecto en la recuperación de suelos por el método. Asimismo, la gestión de los residuos mineros como material de construcción tiene un impacto positivo en el medio ambiente circundante (p. 81). La resistencia a la compresión de las muestras de este diseño de estudio mostró un comportamiento incrementado hasta el día 21 y el día 28 mostró una disminución para luego alcanzar el estado estable hasta los 90 días. La resistencia a la compresión de las muestras diseñadas por los autores

mencionados mostró un comportamiento creciente hasta el día 90, y luego mostró una disminución en el día 180. Los lodos de Quiulacocha son residuos del proceso de flotación del procesamiento de minerales polimetálicos, con un contenido de sulfato de 35%, un pH ácido de 2.7 y una tasa de paso de malla de 200.35%. Concluyó que, el tratamiento de los residuos de la mina Quiulacocha mediante un método de estabilización/endurecimiento a base de cemento es aceptable. Los diseños con 20% de cemento, tipo I y tipo HR/MH/S, muestran comportamiento de resistencia, cambios de pH ácido-base y contenido reducido de sulfatos. El comportamiento disminuye con el tiempo hasta que los valores (P. 152).

**La presente investigación nos brinda información a través de un método muy eficiente el Compaction Grouting determinando que se puede hacer un tratamiento adecuado a los relaves ya que estos cumplen con criterios para ser aplicados.**

***“Estabilización de suelos de subrasante usando el relave minero de Ticapampa en la carretera EMP.PE 3N (Catac) – Túnel Kahuish – Chavín de Huántar – San Marcos – EMP.PE – 14A (succha) – 2017”.***

Romero (2020), determinó la estabilización de suelos de subrasante evaluando las propiedades mecánicas de este, para preparación de muestras sin estabilizar y estabilizadas. (p.14). Se basó en una perspectiva metodológica que se adoptó con el método deductivo, con orientación aplicada. (p.63). Debido a los análisis y ensayos ejecutados, se logró determinar las propiedades del relave y regeneración de su grado de contaminación y las propiedades de plasticidad de suelo donde se logra definir la calidad de este en comparación con la subrasante (p.97). Se concluye que, cada resultado garantizó la fijación del material minero sin riesgo alto de contaminación, beneficiando ambientalmente a la estabilización de suelo por tiempo moderado. En general, el proceso de adición de relave minero en Ticapampa, pudo lograr el incremento de la

capacidad portante, brindando mejorías en las muestras posterior a la adición porcentual del mineral. (p.98).

**El aporte de la investigación es ampliar los métodos de uso del relave minero, y brindar control para reducción de los principales contaminantes ambientales. Asimismo, evidenciar la importancia de los estudios de suelos y de impacto ambiental en carreteras.**

***“Mejoramiento del suelo con el diseño de hincado de rocas en la desmontera de mina Excélsior-Cerro de Pasco”.***

García y Mestanza (2020), abarcaron la recuperación de suelo con diseño de roca golpeando el sitio minero Excélsior Cerro de Pasco (pág. 20). El método utilizado es el método cuantitativo con alcance descriptivo, plasmando los valores numéricos y las medidas utilizadas, a través de un proceso, se convierten en datos para sacar conclusiones (p. 86). De acuerdo con los resultados proporcionados en su presentación, según el método de Mohr Coulomb, el factor de seguridad (Fs) aumentó debido a la contribución del diseño empotrado en roca de hasta 8.00% entre la resistencia al corte y la relación de tensión del suelo. Cuando se modela el análisis pseudoestático con diseño de pilas de roca, usar el método de elementos finitos del modelo fundamental de Mohr Coulomb, diseñado en el software Plaxis 2D para tres zonas, siendo más confiable que el método de equilibrio de límite de Mohr Coulomb, porque al comparar los factores de seguridad, el especificaciones geotécnicas más adecuadas para esta Investigación, utilizando una hoja de cálculo Leps, donde hay diferentes resultados sobre la fuerza de adhesión y el ángulo de fricción para diferentes dimensiones de materiales más gruesos (p.142).

**La presente investigación nos brinda una alternativa de mejoramiento en los suelos usando un método tradicional como es el Hincado en esta investigación fue aplicado a desmontes de minería para que estos puedan ser usados en investigaciones que lleguen a realizarse referente al tema.**

A continuación, se describieron algunas bases teóricas importantes en esta investigación:

### **Términos de infraestructura vial**

Según Yancce, (2019), las carreteras están definidas como caminos transitables de vehículos motorizados, los cuales cuentan con un mínimo de dos ejes, presentan características geométricas y están diseñadas acorde a las normas del MTC.

Según Portal de arquitectura (2018) se tiene como tipos de carreteras a:

**Carretera afirmada:** Son consideradas en esta categoría las carreteras que tienen una superficie de rodadura compuesta por al menos una capa de afirmado.

- **Afirmado:** Superficie compactada, compuesta por material granular ya sea natural o procesado a una gradación indicada para soportar directamente las cargas y esfuerzos según el tipo de tránsito.

**Carretera sin afirmar:** Cuya subrasante o superficie de rodadura carece de afirmado.

**Camino:** No cuentan con un diseño geométrico, más bien se ajustan a la topografía que presenta el terreno, favorecen la transitabilidad de vehículos todo el año y su superficie está compuesta por suelos estables.

**Trocha carrozable:** Estos son caminos comerciables y no logran características de ingeniería vial, a menudo con IMDA menos de 200 vehículos/día. El ancho de las calzadas debe ser como mínimo de 3.50 m, para este caso se disponen prolongaciones denominadas carriles, con un mínimo de 500 metros. La superficie de rodadura puede o no estar confirmada. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018, p.14).

Según Ramírez (2002, p.1), para aclarar el término construcción sostenible, es importante saber que no solo incluye la obra de construcción. Los edificios sostenibles no son solo aquellos que tienen la capacidad de mejorar la eficiencia energética y del agua como se cree comúnmente, sino que

también se definen por el uso del espacio, la tierra y las prioridades con la función del proyecto.

Braja (2015), indica que la capacidad portante de un suelo es la presión máxima que opera en contacto entre el subsuelo y la cimentación. Hay varias formas de determinar la capacidad de carga permitida; la prueba de corte directo es una de las pruebas más populares porque se puede realizar en todo tipo de suelo.

Espinoza (2006), en su tesis titulada “Parámetros para el cálculo y diseño de estructuras tipo invernadero y su comparación con las estructuras metálicas convencionales”, plantea que la capacidad portante del suelo se parte de los ensayos de los tres ejes, a través de las tablas obtenidas de experiencia, en la que las unidades de carga permiten determinar el supuesto, incluso el ensayo de la cinta de acceso, que es muy utilizado por los constructores de invernaderos, a pesar de su corrección dio buenos resultados empíricamente.

La capacidad de carga es su capacidad de soporte de las cargas aplicadas. Técnicamente se tiene en cuenta la máxima resistencia a la presión que se da por contacto entre el suelo y la zona de cimentación. El análisis de capacidad vial, se usarán para analizar las características y/o límites del proyecto, el tráfico, la ingeniería, el medio ambiente y la calidad. con servicio que la trayectoria brindará al usuario, para realizar los ajustes necesarios a los elementos y/o parámetros considerados en el diseño de ingeniería. Guía de Ruta: Diseño Geométrico (2018, p.128).

Los factores involucrados para determinar la resistencia al esfuerzo cortante dependen de la humedad y densidad alcanzada. Para lograr el reconocimiento de la capacidad y de la calidad de soporte de los suelos, es necesario llevar a cabo diversos ensayos, en el cual, el ensayo de carreteras, inicia de manera simple y sencilla, tal como el ensayo CBR. En la compactación del ensayo tipo Proctor modificado su procedimiento indica que la cantidad de humedad del suelo debe estar situada en capas pequeñas dentro de un molde de determinadas medidas. Donde la densidad seca se

establecerá con distintos contenidos de humedad, volviéndose a repetir las veces que sea necesaria la misma técnica, con el objetivo de obtener la relación entre la densidad seca obtenida y la humedad del suelo, a través de una cantidad de golpes definidas con martillo y caídas tipificadas por su altura. Para la realización de este ensayo Proctor modificado, según la PUCP (2012), se establece que, este tipo de ensayo se realiza en suelos que contienen al menos un 30% de partículas de muestra atrapadas en una malla de al menos (19 mm).

El ensayo CBR, es empleado para diseño en pavimentos flexibles, se recomienda realizar como mínimo cinco de estos ensayos. Según (Muñoz, 2015), la obtención del número CBR se da con la relación de la carga unitaria (lbs. / pulg 2.), y así se podrá evaluar la calidad del material que se obtenga de un suelo en base a su resistencia, determinando el índice de penetración al terreno.

Según el MTC (2007, p.18), se denomina estabilización de suelos al mejoramiento de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de una capa particular de suelo por métodos mecánicos que involucran elementos químicos, naturales o hechos por el hombre, para mejorar la resistencia y durabilidad ante efectos de cargas de los vehículos.

Las trochas carrozables son caminos comerciables y no logran características de ingeniería vial, a menudo con IMDA menos de 200 vehículos/día. El ancho de las calzadas debe ser como mínimo de 3.50 m, para este caso se disponen prolongaciones denominadas carriles, con un mínimo de 500 metros. La superficie de rodadura puede o no estar confirmada. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018, p.14).

### **Términos de geotecnia y mecánica de suelos:**

#### **Agregados:**

Se definen como materiales granulares, tales como grava, piedra triturada, arena o escoria de alto horno de hierro, que, al ser utilizados junto agua y

cemento, conforman una mezcla denominada concreto (Sánchez de Guzmán, 2001).

### **Calicata:**

Braja (2012). Muestra tomada con fines exploratorios, para identificar los materiales que componen los suelos de fundación, se pueden realizar en cimentaciones, muros, caminos, etc.

### **Análisis granulométrico:**

Sirve para determinar la cantidad de material granular, a través de su tamizado en distintos tamaños de abertura de mallas normadas, que presenta una muestra de terreno. MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO (2007).

### **Curva granulométrica:**

Es la representación mediante una gráfica de cómo está distribuido granulométricamente un suelo. (Braja, 2015).

### **Estratificación:**

Abarca el concepto de mostrar mediante la representación gráfica las capas, estratos, planos o cualquier tipo de superficie que delimitan verticalmente un terreno, ya sea por material similar o diferente en cada nivel. (Braja, 2015).

Todas las plantas mineras realizan el proceso de condensación, el cual es una flotación que produce un residuo conocido como desecho, que es una suspensión fina de sólidos en líquido, donde el sólido es esencialmente el mismo que el material en el sitio de la mina, a partir de la cual se realizó el fraccionamiento de metales preciosos, su extracción, generación y descarga en plantas de condensado húmedo a partir de minerales y desechos rocosos. Además, estos residuos contienen metales disueltos y reactivos resultantes del procesamiento de metales. (Ramírez, 2015).

Según Cárdenas (2019), los relaves son parte del desecho del material resultante de un proceso de flotación, el cual sirve para rescatar mineral funcional, a través de procesos químicos y mecánicos. Su generación se da

en minería superficial o también subterránea y, es necesario recalcar que el relave de minería no es un residuo peligroso, por ello, tiene que ser debidamente tratado y con verificaciones de control que validen sus condiciones de almacenamiento.

Los relaves mineros tienen que ser estabilizados necesariamente si se requiere incluir como parte de material de construcción. El tipo de cemento Portland ordinario (OPC) se ha utilizado para la estabilización de dichos residuos mineralógicos, cuyo método tiene un número de limitaciones, abarcando la resistencia de baja acidez, como también la mala inmovilización de factores contaminantes (Mora, 2019).

Se visualizan problemas de presencia de metales muy pesados, lixiviación por lluvias, contaminación generada por polvo, y el constante peligro de depredaciones en las presas de relaves que son evidentes aún. Dado el caso, los relaves mineros contienen algunos metales pesados dentro de su composición química, que contaminan las aguas subterráneas y los suelos, la vegetación y terminando fatalmente con la vida (Calderón y Umiña, 2015).

**Minería Metálica:** Es un trabajo de explotación de recursos naturales, donde se consigue extraer un elemento metálico. Tenemos.

Básicos: Plomo, zinc, cobre, estaño.

Ferrosos: Tungsteno, hierro, molibdeno, manganeso cobalto.

Preciosos: Oro, plata, platino.

La minería ha presentado un desarrollo histórico en la producción de minerales metálicos, en Oro, zinc, plata y plomo. Fundación Relaves Chile y Fundación Terram- Consejo minero-2015.

Los pasivos ambientales, se considera con este nombre a las estructuras, efluentes, emisiones, depósitos de residuos producidos por procesos mineros, que hoy en día se encuentran en estado de abandono o inactivos y por ende, representa peligro constante y fuerte para la salud pública de los pobladores, la naturaleza y a las propiedades” (Chappuis, 2019).

Los PAMs, son componentes mineros que, por lo general, se encuentran en estado de abandono. El país cuenta con más de 890 de ellos, de los cuales, en base a registro, existen más de 340 componentes de relaves, según el Ministerio de Energía y Minas, 2018.

Presentándose dos tipos de PAMAs comúnmente conocidos como:

PAMAs abandonado: Son aquellos componentes encontrados fuera de la concesión minera al momento que se inició la nueva ley, pero con disposición de concentraciones mineralógicas. (LEY 28271." Pasivos Ambientales Mineros").

PAMs inactivos: Los que fueran franquiciados con entrada en vigor de esta Ley, pero cuyas estructuras, operaciones o instalaciones hayan estado inactivas durante al menos dos años. LEY 28271." Pasivos Ambientales Mineros").

Cuando la balsa está activa en el argot minero, es denominada como presa o pantano de lodos den la industria extractiva. El diseño de la infraestructura, toma en cuenta ciertos criterios ambientales, donde se impermeabiliza el basamento y se asegura su estabilidad en los muros de construcción diseñados. (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2022).

Hay diversos tipos de depósitos, todos son diferentes según la proporción de agua que acompañará al relave, y dependiente de la forma de almacenamiento. (Decreto Supremo N°248, 2007), otros tipos de depósitos los más comunes:

a) Tranque de Relave:

Sedimento en el que la pared está formada por la parte más gruesa de los residuos, compactados, producidos por hidrociclón (proceso de separación de sólidos gruesos y finos, empujando un chorro de agua. (Decreto Supremo N°248, 2007).

b) Embalse de relave:

Es donde se construye el muro de contención con materiales prestados (tierra y roca circundantes) y se impermeabiliza en la parte superior y en su talud interior. Las represas de mineral de cola también se conocen como minas ubicadas en una depresión en el suelo donde no es necesario el levantamiento de un muro de contención. (Decreto Supremo N°248, 2007).

c) Relave Espesado:

Sedimento en el que la superficie ha sido sedimentada, en un dispositivo conocido como espesador, el cual favorece la deposición de sólidos (similar a la depuración del agua de un río para potabilizarla), y extraer parte del agua contenida, que puede ser reutilizado para la mitigación del consumo de agua de fuentes limpias. Un vertedero de residuos sólidos se construye de tal manera que se prevea que los residuos se descarguen en otras áreas no autorizadas, y tiene un sistema de piscina para recolectar cualquier agua residual que pueda salir del vertedero. (Decreto Supremo N°248, 2007).

d) Relave Filtrado:

Similar al espesor, es un depósito donde existe menos cantidad de agua, lo que gracias al proceso de filtración consigue que la humedad sea inferior al 30%. El proceso de filtración es parecido al utilizado en el agua potable. (Decreto Supremo N°248, 2007)

e) Relave en pasta:

Es una combinación de agua con un sólido, conteniendo muchas partículas finas y con una baja densidad de agua, por lo que tendrá una consistencia lacustre con un alto concentrado. Moranda, (2007), indica que, su consistencia corresponde a una mezcla de alta densidad, compuesta de 10 a 25% de agua con un contenido de partículas finas de menos de 20 micras, con un contenido en peso mayor al 15%, y ello corresponde a la posición media entre la concentración y el residuo filtrado (p. 15).

**Tabla 2.** *Característica del depósito en pasta*

<b>Depósito en pasta incrementa:</b>	<b>Depósito en pasta reduce:</b>
Recuperación de agua.	Tamaño de depósitos
Posibilidad de co-depositar.	Volumen de materiales
Flexibilidad Operacional.	Riesgos de falla geomecánica
Actividades de vegetación.	Pérdidas de agua por infiltraciones.
Aceptación ambiental.	Optimización de uso de suelo.

**Fuente:** Olaya y Sevillano (2019).

Según los autores (Cruzado y Bravo, 2010, p. 11), los impactos ambientales, se refiere a los efectos de los Relaves en un ambiente de sedimentación y confinamiento, como acuíferos (ríos, lagunas, aguas subterráneas), suelo, y cuando se toma sin las precauciones técnicas recomendadas, puede dañar la atmósfera. Lo sorprendente del efecto está relacionado con el deterioro del paisaje que produce la cola. Cuando la cola se acumula, borra la vegetación, seca la laguna y forma un montículo. Cuando el montículo "crece", forma un montículo de montaña y así cambia el relieve territorial. Sin embargo, el impacto no se limita a los aspectos físicos del medio ambiente; asimismo, sus efectos se extienden a los aspectos químicos de 19 ecosistemas, donde los recursos naturales se deterioran y luego casi desaparecen.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Enfoque, Tipo y Diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación**

###### **3.1.1.1. Tipo de investigación por el propósito**

Es del Tipo Aplicada debido a que se utilizará el ensayo CBR y estudio de suelos según las normativas del Manual de Carreteras y requerimientos del MTC, haciendo mención a uno como los relaves mineros y al otro punto de capacidad portante en trocha carrozable. Gran investigación con requisitos y métodos de ensayo que cumplan de manera directa permitiendo la evaluación de la capacidad portante del distrito de Huaranchal.

Según Arias y Covinos (2021), la investigación aplicada es en forma básica o pura porque se encarga de resolver problemas prácticos a través de la teoría. Se basa en los conocimientos, descubrimientos y soluciones planteadas dentro de los objetivos de investigación en los que este tipo de investigación es de uso común en medicina o tecnología. Las áreas que se pueden considerar aquí son descriptivas o predictivas (p.68).

###### **3.1.1.2. Tipo de investigación por el Diseño**

Según el tipo de diseño, la investigación actual es EXPERIMENTAL, dado a que en la investigación se manipula de manera intencional una o más variables independientes con el fin de analizar las variaciones que ocasionan en la variable o variables dependientes (Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres, 2018).

### **3.1.1.3. Tipo de investigación por el Nivel**

Según el nivel de investigación, es EXPLICATIVA, debido a que la investigación explica el comportamiento de una variable en función de otras variables, siendo calificado con estudios de causa - efecto.

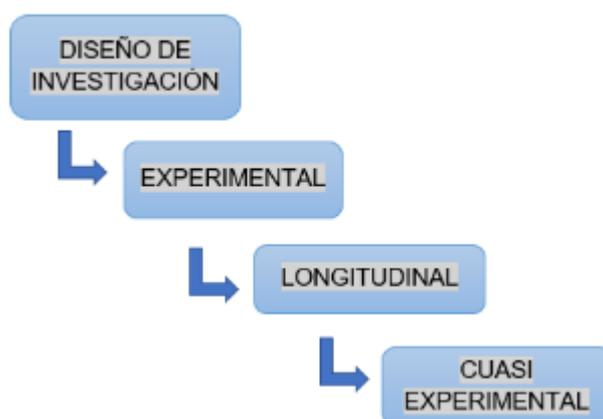
### **3.1.2. Enfoque de la Investigación**

La presente investigación es de enfoque CUANTITATIVO, porque permitirá medir la variable dependiente, siendo la capacidad portante; de tal manera que se examinará los datos obtenidos en base a una medición numérica, mediante, procedimientos rigurosos, métodos y probar teorías, además se utilizará el método deductivo dado que sus características irán de lo general a lo particular, en una realidad social vista desde una perspectiva externa y objetiva. (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

### **3.1.3. Diseño de Investigación**

La presente investigación es de diseño EXPERIMENTAL, porque existe una alteración de manera intencional de las variables independientes con el fin de analizar su efecto en las variables dependientes de la investigación, también se afirma que la investigación es de diseño LONGITUDINAL, porque el estudio de las variables se adaptará a diversos períodos de tiempo, y dado ello se analizará y explicará todos los efectos y consecuencias que presentan las variables de estudio. Asimismo, es CUASI EXPERIMENTAL, porque los grupos de estudio están consignados y no de manera aleatoria, además destacan por la comparativa que se hace de los grupos de estudio con tratamiento y los grupos sin tratamiento (grupo control) por medio de pruebas aleatorias.

**Figura 1.** La clasificación de los tipos de investigación.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.** Esquema de diseño de investigación cuasi experimental

Grupo	Asignación	Pre Prueba	Tratamiento	Post Prueba
<b>GC:</b>	Separación sólido - líquido	O1	-	O2
<b>GE1:</b>	Operaciones mecánicas	O3	X	O4
<b>GE2:</b>	Operaciones Térmicas	O5	X	O6

Fuente: Elaboración propia.

**Dónde:**

**GC:** Grupo control

**GE1, GE2:** Grupos de estudio

**O1, O3, O5:** Pruebas experimentales

**O2, O4, O6:** Observaciones de los resultados.

**X:** adición de relave minero metálico.

## **3.2. Variables y Operacionalización**

### **3.2.1. Variables**

#### **3.2.1.1. Variable dependiente**

##### **Capacidad portante**

Viene a ser la resistencia del suelo respecto a las cargas o su capacidad para resistir. Esto significa darle al piso la capacidad de soportar cargas externas sin causar daños como roturas o deformaciones excesivas. AYBAR (2018, p.22).

CBR es una prueba realizada para obtener la calidad de una muestra de suelo por resistividad y se mide mediante una prueba de placa de cuadrante. La relación de carga de California (CBR) se utiliza para medir la resistencia al corte de los pisos y evaluar la calidad de las aceras, las calzadas y las calzadas, con condiciones de humedad y densidad controladas. (ASTM, 2007).

##### **Adición de relave minero**

Los relaves son una serie de desechos tóxicos de partículas elementales de procesos mineralógicos y concentraciones de minerales, compuestos de suelo, agua y rocas. Debido a las altas concentraciones de químicos y elementos amigables con el medio ambiente en el mineral de cola, su transporte y disposición final debe ser física, hidrológica y químicamente estable a largo plazo. (Cárdenas, 2019).

#### **3.2.2. Matriz de clasificación de variables**

Se muestra en la tabla siguiente:

**Tabla 4.** *Clasificación de variables*

<b>CLASIFICACION DE LAS VARIABLES</b>					
<b>Variables</b>	<b>Relación</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Forma de medición</b>
Adición de relave minero	Independiente	Cuantitativa	Razón	Unidimensional	Indirecta
Capacidad portante	Dependiente	Cuantitativa	Razón	Multidimensional	Indirecta

Fuente: Elaboración propia.

### **3.2.3. Operacionalización de variables**

Del presente documento se tiene a la variable dependiente denominada como capacidad portante donde el estudio será en trocha carrozable, y a la variable independiente de adición de relave minero metálico, donde sus dimensiones de ambas son las siguientes, (anexo 4.1 y 4.2). Donde también se presentará la matriz de consistencia (anexo 4.3).

### **3.3. Población, muestreo, muestra y unidad de análisis.**

#### **3.3.1. Población (Contenido -espacio -tiempo).**

La población de estudio de la presente investigación está en la capacidad portante de la trocha carrozable del tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022.

#### **3.3.2. Técnicas de muestreo.**

El método de muestreo utilizado es no probabilístico a criterio del experto. Esto debido a que la cantidad de muestra está sujeta a normativas como Diseño Geométrico (DG-2018), Manual de Carreteras, Reglamento Nacional, Gestión de Infraestructura Vial. Finalmente, el Manual de diseño de caminos sin pavimentar (2018), un estándar estadounidense AASHTO que determina la cantidad de muestras necesarias para medir con precisión las propiedades del concreto.

#### **3.3.3. Muestra.**

Es aquella parte que representa a la población de estudio; la cual atraviesa por una serie de procesos, que consta en establecer el tipo de muestreo, siendo: muestreo probabilístico y muestreo no probabilístico (Baena, 2017, p. 125).

La muestra utilizada en la investigación es según a los ensayos a realizar al relave minero metálico, tales como la resistencia a la compresión, tracción dividida y a la flexión; teniendo en cuenta que, para los ensayos de compresión y tracción, asimismo se cuenta con ensayos CBR.

1..... Tamaño de muestra.

Siendo aproximadamente 5.25 kilómetros del tramo de la trocha carrozable a realizar para la toma de muestra de la investigación, que

servirá para el estudio y evaluación de la capacidad portante de esta vía y mejorar así su condición y resistencia.

#### **3.3.4. Unidad de análisis**

Se basará en la capacidad portante de la trocha carrozable que se pretende estudiar, con la adición de relave minero metálico para una mayor estabilización de la misma.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **3.4.1. Técnicas de recolección de datos**

Es un procedimiento de acción específico para recopilar información relacionada con el método de investigación que se use. El empleo de unas u otras técnicas depende del marco de investigación que esté implementando. (Hernández y Duana, 2020).

Para el inicio del proyecto, se emitió una carta de permiso a la municipalidad distrital de Huaranchal (anexo 5).

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Como instrumentos utilizados para la recolección de datos, se emplearán fichas de hojas de datos y guías de observación.

Guía de observación N°1 (anexo 6.1), permite recolectar datos para la caracterización del relave minero metálico, la ficha de datos n°1 (anexo 6.2), permitirá recolectar datos del levantamiento topográfico al área de estudio, ficha de datos 2 (anexo 6.3), que permite recolectar información del análisis granulométrico, la ficha de datos 3 (anexo 6.4), permitirá saber los datos del contenido de humedad al material, la Guía de Observación N°2 (anexo 6.5), permitirá tener información del estudio de mecánica de suelos, el ensayo proctor y cbr se plasmará en fichas de observación N° 1 y 2 (anexo 6.6).

**Tabla 5.** *Instrumentos de recolección de datos de la investigación*

<b>ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>VALIDACIÓN</b>	<b>CONFIABILIDAD</b>
Caracterización química de relave	Ficha de datos 1	Ministerio de Energía y Minas	Técnico de laboratorio y certificado de calibración de equipos
Levantamiento topográfico	Guía de observación N°1	- Juicio de expertos. - Certificado de calibración. Instituto Geográfico Nacional (IGN)	
Análisis granulométrico	Ficha de datos 2	ASTM D-422,- MTC (E-107), NTP 339.128:1999	
Contenido de humedad	Ficha de datos 3	- ASTM D-2216, MTC E 108, NTP 339.127:1998	
Estudio de mecánica de suelos	Guía de observación N°2	- Norma E-050 Suelos y Cimentaciones, Norma E-030	
Ensayo Proctor y CBR	Ficha de observación N°1 y N°2	- ASTM D-1557, ASTM D-1883, MTC E-132	

Fuente: Elaboración propia.

### **3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos**

El presente proyecto de investigación utilizará como instrumentos a fichas de datos y guías de observación, las cuales serán evaluados y validados por los especialistas en el área de estudio; asimismo que hayan ejecutado trabajos relacionados con el proyecto de investigación.

- Ficha de datos: viene a ser el instrumento para la recolección de datos, el cual será evaluado y validado por el Ing. Herrera Viloche, Alex Arquímedes cuyo CIP 63256, quien dará conformidad del instrumento ya mencionado. (anexo 6.7 y 6.8).

Asimismo, se trabajará con la Norma E.050, Norma E.030, y guías de Ministerios del Estado, como también con validación del Ing. Ramirez Muñoz, Carlos Javier con código CIP: 140574, siendo todos los que validarán a los instrumentos técnicos a utilizar.

- Guías de observación: El instrumento de recolección de datos como (la guía de observación N°1) será validado a través de juicio de experto en el tema de investigación por el Ing. Herrera Viloche, Alex Arquímedes, cuyo CIP 63256. Asimismo, la guía de observación N°2 será evaluada y validada por el Ing. Yzasiga Patiño, Jonathan con CIP: 195965 con experiencia en el tema y del Ing. Ramirez Muñoz, Carlos Javier con código CIP: 140574 (anexo 6.9).

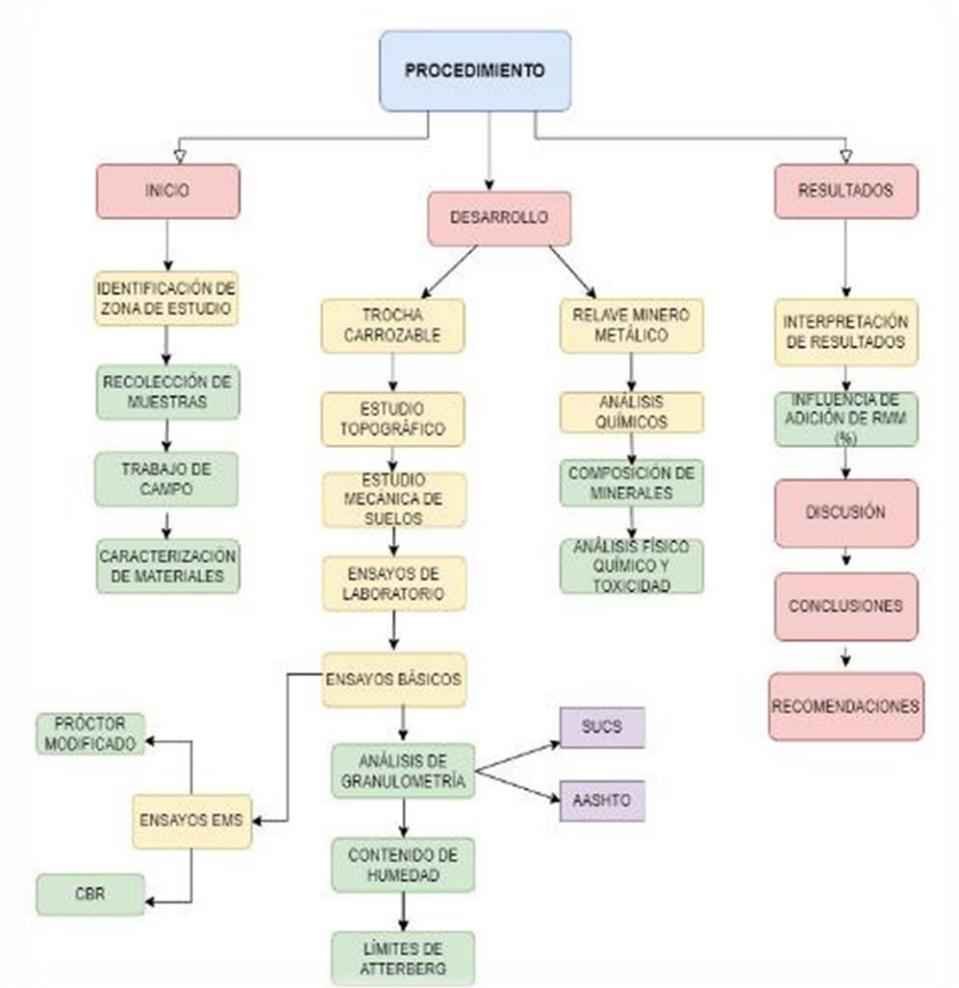
#### **3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos**

Las fichas o formatos donde se recopilarán los resultados de los ensayos a realizar en la investigación, están completados con datos verídicos. Los resultados a obtener, ya sean similares o aleatorios entre ellos, serán empleados tal como se obtienen sin ninguna alteración por conveniencia, manifestando así la franqueza de los datos extraídos en las fichas de resultados. La confiabilidad de los resultados estará garantizada por los certificados de calibración de los equipos de laboratorio, así como también por aprobación del técnico de laboratorio, quien asegurará que los ensayos se realicen tal y conforme a sus respectivas normativas.

#### **3.5. Procedimiento**

Los procedimientos a seguir en el proyecto de investigación se encuentran esquematizados de la siguiente forma:

**Figura 2.** Se muestra cada uno de los procedimientos a realizar en el proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Para su desarrollo fue necesario analizar y estudiar de manera juiciosa el área de estudio, la cual se caracteriza por los problemas de deterioramiento de vía, el acabado por las precipitaciones correspondientes al lugar. Iniciando con el permiso de estudios respectivo en la Municipalidad Distrital de Huaranchal, para luego llevar a cabo, los trabajos de campo, posteriormente de laboratorio y trabajo en gabinete.

### Trabajo de Campo:

Se trabajaron in situ, tomándose toda la información de manera indirecta, a través de los procesos siguientes:

**Levantamiento topográfico:**

Se identificó las características más representativas de la zona, haciendo uso del equipo topográfico GPS de mano marca GARMIN, el cual brindó los datos topográficos y cartográficos de la más alta precisión, teniendo así un total de 658 puntos (anexo 7), obteniendo la digitalización del terreno importando puntos desde un documento Excel hacia el programa Autocad Civil 3D. Luego se procedió a realizar las curvas de nivel las cuales mediante el comando TERRAIN, se cargan los puntos anteriormente importados al programa seguidamente creando una nube de puntos para la creación de la superficie nombrándola como Terreno natural, para el cálculo de las curvas mayores y curvas menores se configuró que las menores estarán a una equidistancia de 1 m y las mayores cada 5m.

**Toma de muestras de suelo:**

Para la obtención de muestras se realizaron 6 calicatas a cada kilómetro de la longitud de la trocha, con la finalidad de entender la topografía del terreno, estas tuvieron una profundidad de 1.50 como indica la normativa de carreteras. Cada muestra de estrato encontrado se extrajo en bolsas plásticas y fueron trasladadas hacia el laboratorio respectivo para sus ensayos correspondientes. (anexo 8).

**Tabla 6.** Los datos específicos del área de proyecto se visualizan a continuación:

<b>1. UBICACIÓN</b>		
<b>REGIÓN</b>	LA LIBERTAD	
<b>PROVINCIA</b>	OTUZCO	
<b>DISTRITO</b>	HUARANCHAL	
<b>CASERÍO</b>	IGOR	
<b>TRAMO</b>	LA QUIDA	
<b>2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA</b>		
<b>LATITUD</b>	7° 41' 23"	
<b>LONGITUD</b>	78° 26' 34"	
<b>ALTITUD</b>	2975 msnm.	
<b>3. LÍMITES DEL TRAMO</b>		
<b>NORTE</b>	Caserío Igor	
<b>SUR</b>	Pueblo Huaranchal	
<b>ESTE</b>	Callanquitas	
<b>OESTE</b>	Pauganche	

Fuente: Elaboración propia.

Debido al área de estudio proyectada, se conoce que la trocha carrozable es aquel camino accesible que no logra las propiedades geométricas de una pista, dado que tiene un índice de tránsito vehicular menor a 200 vehículos por día. (MTC, 2015). Siguiendo con los criterios de diseño geométrico del manual de carreteras.

Las características presentes en el tramo de estudio, iniciando desde el denominado P.I-0, punto de inicio, hasta llegar al km. 5.25, donde se existe gran presencia de rocas en los extremos por el deslizamiento de taludes, como también, se evidencia la destrucción de superficie, pérdida de la capa de afirmado, el deterioro avanzado se da aún más por las precipitaciones debido al clima de la zona.

**Extracción del relave minero metálico:**

Para la elaboración del presente proyecto, el relave minero metálico se obtiene de las minas del caserío Igor y de los desmontes de la Asociación de mineros Unidos para trabajar Igor, siendo el área conocida por los pobladores como El Campamento, perteneciente al distrito de Huaranchal, provincia de Otuzco. Cuales muestras que fueron introducidas en bolsas herméticas previamente desinfectadas, junto a su nombre de identificación, todo un panel fotográfico.

**Caracterización química del relave minero análisis geoquímico:**

Esta parte es donde se determina los metales que pueden contener los relaves mineros, estos se obtienen mediante un ensayo de laboratorio para nuestro estudio de determinar los componentes de los relaves lo realizaremos en el laboratorio LAB PERÚ de Trujillo ficha de información. Lugar: Lab Perú Minerals S.R.L., Mz. N19, Lote 1C, Parque Industrial, La Esperanza, La Libertad, Perú. (anexo 9).

**Tabla 7.** Niveles de análisis geoquímico.

<b>CÓDIGO DE MÉTODO</b>	<b>ANÁLISIS GEOQUÍMICO</b>
MLP-001 / Ver. 00	Determinación de Ag, As, Cu, Fe, Pb, Sb, Zn por Absorción Atómica en Concentrados Polimetálicos, Muestras Geoquímicas y Minerales a fines.
MLP-003 / Ver. 00	Determinación de Ag, Au por Gravimetría en Concentrados Polimetálicos, Muestras Geoquímicas y Minerales a fines.
MLP-010 / Ver. 00	Determinación de Au por Absorción Atómica en Concentrados Polimetálicos, Muestras Geoquímicas y Minerales a fines.

Fuente: Elaboración propia.

#### **Pruebas de laboratorio:**

Estas se deben realizar con diversos ensayos para lograr establecer el análisis de tamaño de las partículas, gravedad específica, límites de consistencia, y cualidades de compactación, todo en base a requerimientos de los materiales de buena calidad que deben cumplir.

También se realizó un análisis fisicoquímico a la muestra de laboratorio, para ver si representa un alto índice que toxicidad, dentro de las instalaciones del Laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C, con RUC 20605355189, cuyo resultado fue negativo, favoreciendo así a la continuación del desarrollo del proyecto. Y el mayor índice de presencia de mineral es de Plomo, siguiendo del mineral Zinc, con un grado leve de toxicidad en el material, confirmando que, no son de generación grave de composición química, por lo cual no hay resultado de afectación a la vía por dicho agregado. (anexo 10).

#### **Aplicación de relave minero.**

Para el desarrollo de esta etapa se realizó las pruebas y ensayos de laboratorios pertinentes, donde las muestras resultantes de la caracterización del relave minero metálico presentaron favorecimiento un

porcentaje de humedad natural óptimo y un índice de plasticidad aceptable para la adición de dicho mineral en la capacidad portante de la trocha carrozable. Para el caso de estar en el lugar, se proyectó un proceso de adición a través de montículos para lograr cubrir la superficie vial.

Las proporciones para la adición de relave minero se trabajaron en 3 fases: siendo de 10%, 20% y 30 %, donde cada muestra era equivalente a 6 kilos para ensayo Proctor y CBR.

**Tabla 8.** *Identificación de tipos de rocas mineralógicas y su representación (%).*

<b>Ensayo: Lote duplicado (R.M.M)</b>			
<b>Mineral</b>	<b>Tipo de muestra</b>	<b>Porcentaje encontrado</b>	<b>Método: MLP – 001/ 02 MLP – 010/ 00.</b>
Cobre	Geoquímicos	0%	-
Ácido sulfúrico	Geoquímicos	0%	-
Oro	Geoquímicos	0.84%	<b>MLP – 001/ 02</b>
Piritas	Geoquímicos	0.02%	<b>MLP – 010/ 00</b>
Plata	Geoquímicos	84%	<b>MLP – 001/ 02</b>
Plomo	Geoquímicos	2.31%	<b>MLP – 001/ 02</b>
Zinc	Geoquímicos	5.09%	<b>MLP – 001/ 02</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Es un proceso de estadísticas técnicas y una forma de explicar los diferentes resultados que se obtienen, este brinda la representación de los datos e ilustrarlos mediante tablas, ilustraciones y gráficas, evaluando estadísticas, de los diferentes datos de probabilidad, obteniendo significativas conclusiones (Gabriela Arteaga, 2020).

Con la ejecución del estudio topográfico se pudo recolectar la data topográfica de cada uno de los puntos encontrados en campo, mediante en equipo GPS marca GARMIN, los cuales se transfirieron al software

AutoCad Civil 3D en datum UTM WGS84, que sirvieron para la generación de las curvas de nivel, creando así los planos ubicación y localización de la trocha, también de topografía, los perfiles de terreno con su informe característico respectivo.

En el estudio de mecánica de suelos, se realizaron seis calicatas en todo el tramo de la vía, con ensayos en base al Manual de Ensayo de Materiales, obteniéndose la clasificación de suelos por medio de SUCS y AASHTO, cual información se ejecutó estadística y gráficamente en el software Excel.

Para considerar los porcentajes de adición de muestra (rmm) al mineral, se le realizaron dos tipos de análisis, siendo el primero de composición química para la recolección de todos los minerales este tiene y también un análisis físico químico para establecer su tiene un gran nivel de toxicidad o no, cuyos resultados fueron positivos y favorables para la continuación del proyecto.

### **3.1. Aspectos éticos**

Los principios y valores éticos que todo profesional debe destacar es la representación de fiabilidad y respeto, debido a ello, el presente trabajo de investigación recopiló diversas fuentes de información, sin realizar plagio o copia, sino debido a una exhaustiva búsqueda de datos actuales, seguras y de suma veracidad, apartadas de artículos y tesis, las cuales serán proporcionadas por las entidades a cargo.

En constancia de ello, vale priorizar la aplicación del correcto Manual ISO 690 y 690-2, sin dejar de lado el análisis de similitud en el programa Turnitin, el que debe abarcar el proyecto, siendo 20%, (anexo 11) ya habiendo mencionado los requerimientos importantes, con ética y moral del investigador.

#### **IV. RESULTADOS**

***O.E.1: Determinar la muestra patrón de la trocha carrozable en el tramo La Quida – Igor, Huaranchal, 2022.***

A través de los resultados brindados por el laboratorio de mecánica de suelos se presentan los siguientes datos:

Se realizó 6 calicatas con una profundidad de 1.50 m cada una, de las cuales se las ha clasificado de forma independiente con cada muestra patrón para cada calicata por los métodos SUCS y AASHTO de acuerdo a la normativa ASTM D2487 y ASTM D3282 respectivamente.

**Tabla 9.** *Análisis granulométrico y clasificación de suelos.*

SONDAJE/ CALICATA	ESTRATO	PROF. (m)	GRANULOMETRÍA (%)			LÍMITES (%)			HUMEDAD (%)	CLASIFICACIÓN	
			GRAVA	ARENA	FINOS	L.L	L.P	I.P		SUCS	AASHTO
C-1	E-1	1.5	27.64	30.35	42.01	N. P	N.P.	N.P.	15.17	SM	A-4 (2)
C-2	E-1	0.5	16.35	42.20	41.45	38	26	12	14.26	SM	A-6 (2)
C-2	E-2	1.5	26.63	39.39	33.98	35	25	10	14.32	SM	A-2-4 (0)
C-3	E-1	1.5	22.95	53.42	23.63	33	25	8	16.15	SM	A-2-4 (0)
C-4	E-1	0.5	19.61	36.48	43.90	38	25	13	16.33	SM	A-6 (2)
C-4	E-2	1.5	20.28	35.29	44.43	35	25	10	20.63	SM	A-4 (2)
C-5	E-1	1.5	51.42	39.81	8.77	29	20	9	10.30	GM	A-2-4 (0)
C-6	E-1	0.5	48.31	26.10	25.59	40	32	8	12.43	GM	A-2-4 (0)
C-6	E-2	1.5	31.03	36.36	32.61	30	23	7	10.44	SM	A-2-4 (0)

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3.** Perfil estratigráfico C-01.

PROFUNDIDAD (mts)	TIPO DE EXCAVACIÓN	HUMEDAD	SIMBOLO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
				SUCS	
0.10	C A L I C A T A	15.17%		SM	Compuesto por arena limosa con 42.01% según clasificación SUCS, en la malla N°200, y con AASHTO, SM A -4 (2).
1.5					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4.** Perfil estratigráfico C-02.

PROFUNDIDAD (mts)	TIPO DE EXCAVACIÓN	HUMEDAD	SIMBOLO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
				SUCS	
0.10	C A L I C A T A	14.26%		SM	Compuesto por arena limosa con 41.45% según clasificación SUCS, en la malla N°200, y con AASHTO, SM A -6 (2).
0.50		14.32%		SM	Compuesto por arena limosa con 33.98% según clasificación SUCS, en la malla N°200, y con AASHTO, SM A -2-4 (0).
1.5					

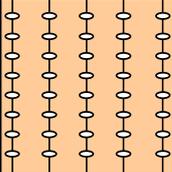
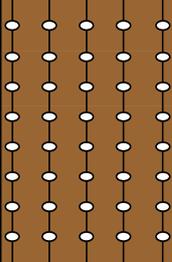
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.** Perfil estratigráfico C-03.

PROFUNDIDAD (mts)	TIPO DE EXCAVACIÓN	HUMEDAD	SIMBOLO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
				SUCS	
0.10	C A L I C A T A	16.15%		SM	Compuesto por arena limosa con 23.63% según clasificación SUCS, en la malla N°200, y con AASHTO, SM A- 2 -4 (0).
1.5					

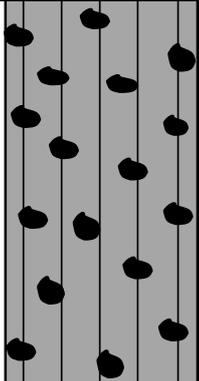
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6.** Perfil estratigráfico C-04

PROFUNDIDAD (mts)	TIPO DE EXCAVACIÓN	HUMEDAD	SIMBOLO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
				SUCS	
0.10	C A L I C A T A	16.33%		SM	Compuesto por arena limosa con 43.9% según clasificación SUCS, en la malla N°200, y con AASHTO, SM A -6 (2).
0.50					
1.5		20.63%		SM	Compuesto por arena limosa con 44.43% según clasificación SUCS, en la malla N°200, y con AASHTO, SM A -4 (0).

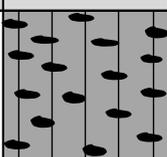
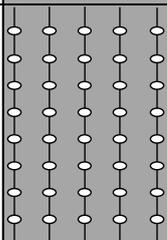
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 7.** Perfil estratigráfico C-05.

PROFUNDIDAD (mts)	TIPO DE EXCAVACIÓN	HUMEDAD	SIMBOLO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
				SUCS	
0.10	C A L I C A T A	10.30%		GM	Compuesto por grava limosa y arcilla con 8.77% según clasificación SUCS, en la malla N°200, y con AASHTO, GM A-2 -4 (0).
1.5					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 8.** Perfil estratigráfico C-06.

PROFUNDIDAD (mts)	TIPO DE EXCAVACIÓN	HUMEDAD	SIMBOLO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
				SUCS	
0.10	C A L I C A T A	12.43%		GM	Compuesto por grava limosa con arena y 25.59 % según clasificación SUCS, en la malla N°200, y con AASHTO, SM A-2 -4 (2).
0.50					
1.5		10.44%		SM	Compuesto por arena limosa con grava y 32.61% según clasificación SUCS, en la malla N°200, y con AASHTO, SM A-2 -4 (2).

Fuente: Elaboración propia.

**O.E.2: Establecer el porcentaje de adición de relave minero metálico en base al estudio de mecánica de suelos, en la capacidad portante de la trocha carrozable en el tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022.**

En base a investigaciones antecedentes y a criterio de investigador se optó por establecer 3 porcentajes de adición, siendo: 10, 20 y 30% a la muestra encontrada, luego del resultado de EMS del área del proyecto, para cada muestra patrón de cada calicata para luego realizar 3 réplicas en Proctor y cbr, por lo que se precisó 10 k 800g de relave adicionado en cada calicata.

**Tabla 10.** *Determinación de cantidades para ensayo Proctor por calicata. (MTC E 115) – ASTM D 1557.*

Adición (%)	Cantidad en probeta		N° de ensayo (Proctor)	PROBETA POR CALICATA	Relave TOTAL por CALICATA(g)
	M.Patrón (g)	Relave (g)			
0%	6000	0	6	3	0
10%	6000	600	6	3	1800
20%	6000	1200	6	3	3600
30%	6000	1800	6	3	5400
Total					10800

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11.** *Determinación de cantidades para ensayo CBR por calicata (MTC E 132) – ASTM D 1883.*

Adición (%)	Cantidad en probeta		PROBETA POR CALICATA	Relave TOTAL por CALICATA (g)
	M.Patrón (g)	Relave (g)		
0%	6000	0	3	0
10%	6000	600	3	1800
20%	6000	1200	3	3600
30%	6000	1800	3	5400
Total				10800

Fuente: Elaboración propia.

**O.E.3: Identificar las características de las propiedades físicas en la capacidad portante de la trocha carrozable que permitan proponer la adición de relave minero metálico dentro del Caserío Igor.**

Con base de resultados de laboratorio, se logró identificar las características de la trocha carrozable, según cada estrato de esta. Por lo que, la mayor parte de la vía se trata de SM (arena limosa), según clasificación SUCS, y como clasificación AASHTO, se compone de grava y arena limosa (A-2-4), considerándose de excelente a bueno como característica de subgrado y aceptable para la adición de material granular como el relave. Observándose que, la calicata cuatro es la que analíticamente resulta ser más desfavorable por su tipología de estratos.

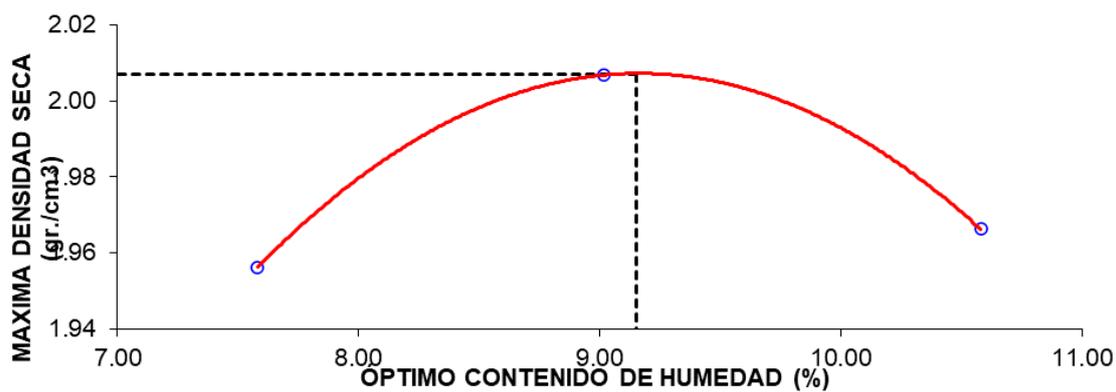
**Calicata C – 01 /E – 1**

**Tabla 12.** Descripción de la muestra y cápsula para calicata 01/ estrato 01.

<b>MUESTRA N.º</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,227	11,405	11,376
Peso de Molde (gr.)	6,734	6,734	6,734
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,493	4,671	4,642
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.10</b>	<b>2.19</b>	<b>2.17</b>
<b>CAPSULA N.º</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	308.9	305.1	311.8
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	294.3	288.4	291.9
Peso de Agua (gr)	14.6	16.7	19.9
Peso de Cápsula (gr.)	101.7	103.2	103.8
Peso de Suelo Seco (gr.)	192.6	185.2	188.1
% de Humedad	<b>7.58</b>	<b>9.02</b>	<b>10.58</b>
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.96	2.01	1.97

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9.** Curva de compactación para calicata 01/ estrato 01.



Fuente: Elaboración propia.

Donde se aprecia un peso de molde de 6,734 g, en una probeta con 56 golpes, teniendo una máxima densidad seca de 2.007 (gr/cm<sup>3</sup>) y un óptimo contenido de humedad de 9.15 (%).

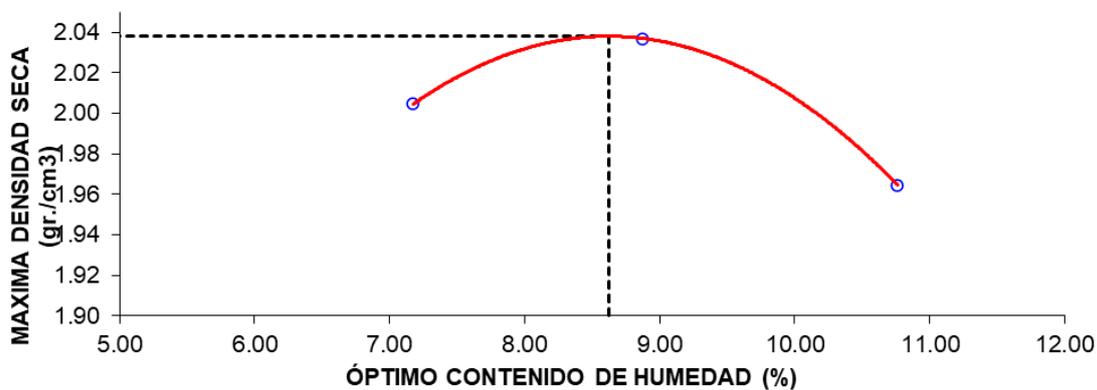
### **Calicata C – 02 /E – 2**

**Tabla 13.** Descripción de la muestra y cápsula para calicata 02/ estrato 02.

<b>MUESTRA N.º</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,303	11,451	11,362
Peso de Molde (gr.)	6,716	6,716	6,716
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,587	4,735	4,646
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.15</b>	<b>2.22</b>	<b>2.18</b>
<b>CAPSULA N.º</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	342.1	338.0	344.7
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	326.2	319.1	321.4
Peso de Agua (gr)	15.9	18.9	23.3
Peso de Cápsula (gr.)	104.6	106.1	104.9
Peso de Suelo Seco (gr.)	221.6	213.0	216.5
% de Humedad	<b>7.18</b>	<b>8.87</b>	<b>10.76</b>
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.00	2.04	1.96

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 10.** Curva de compactación para calicata 02/ estrato 02.



Fuente: Elaboración propia.

Apreciándose un peso de molde de 6,716 g, en una probeta con 56 golpes, teniendo una máxima densidad seca de 2.038 (gr/cm<sup>3</sup>) y un óptimo contenido de humedad de 8.62 (%).

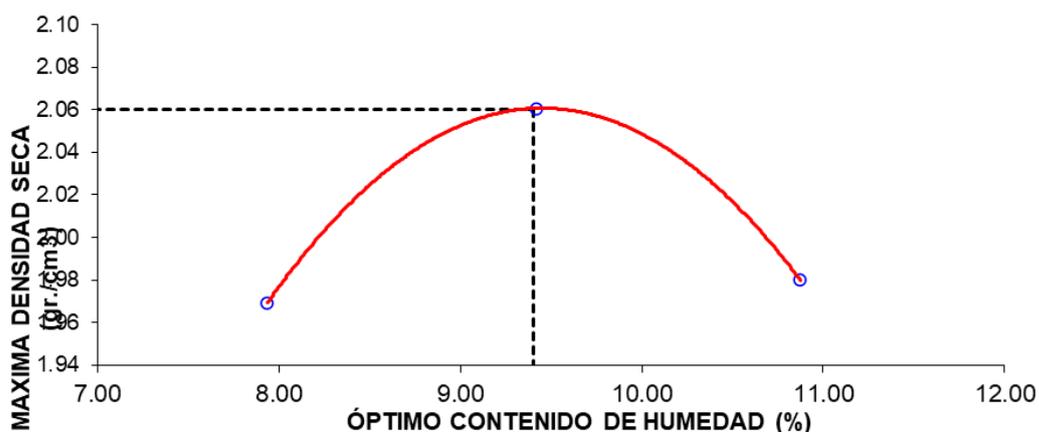
### **Calicata C – 03 /E – 1**

**Tabla 14.** Descripción de la muestra y cápsula para calicata 03/ estrato 01.

<b>MUESTRA N. a</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,272	11,548	11,421
Peso de Molde (gr.)	6,734	6,734	6,734
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,538	4,814	4,687
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.13</b>	<b>2.25</b>	<b>2.20</b>
<b>CAPSULA N.º</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	309.2	305.1	311.9
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	294.1	287.9	291.6
Peso de Agua (gr)	15.1	17.2	20.3
Peso de Cápsula (gr.)	103.8	105.3	104.9
Peso de Suelo Seco (gr.)	190.3	182.6	186.7
% de Humedad	<b>7.93</b>	<b>9.42</b>	<b>10.87</b>
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.97	2.06	1.98

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 11.** Curva de compactación para calicata 03/ estrato 01



Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia un peso de molde de 6,734 g, en una probeta con 56 golpes, teniendo una máxima densidad seca de 2.060 (gr/cm<sup>3</sup>) y un óptimo contenido de humedad de 9.40 (%).

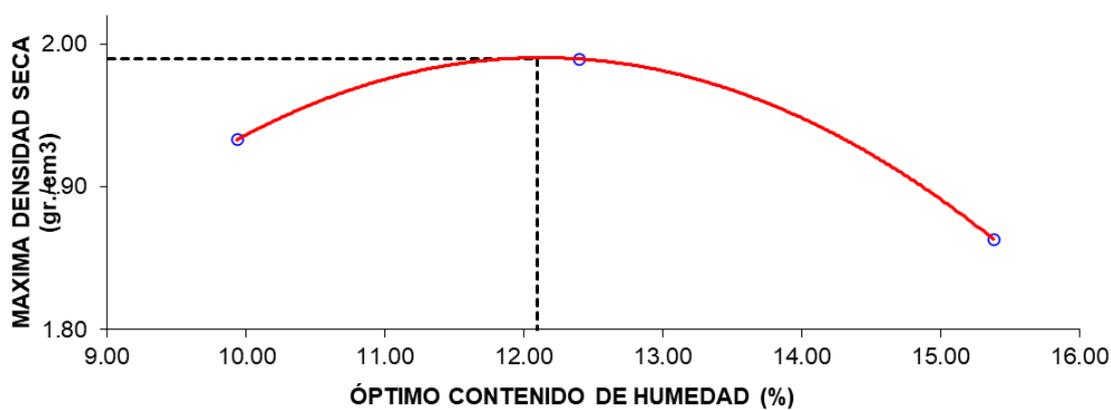
**Calicata C – 04 /E – 2.**

**Tabla 15.** Descripción de la muestra y cápsula para calicata 04/ estrato 02.

<b>MUESTRA N.ª</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,226	11,461	11,278
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,493	4,728	4,545
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.13</b>	<b>2.24</b>	<b>2.15</b>
<b>CAPSULA N.º</b>	<b>S-3</b>	<b>J-15</b>	<b>V-1</b>
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1,000.4	940.4	924.3
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	917.9	849.3	811.0
Peso de Agua (gr)	82.5	91.1	113.3
Peso de Cápsula (gr.)	87.6	114.7	74.5
Peso de Suelo Seco (gr.)	830.3	734.6	736.5
% de Humedad	<b>9.94</b>	<b>12.40</b>	<b>15.38</b>
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.93	1.99	1.86

Fuente: Elaboración propia

**Figura 12.** Curva de compactación para calicata 04/ estrato 02



Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia un peso de molde de 6,733 g, en una probeta con 56 golpes, teniendo una máxima densidad seca de 1.990 (gr/cm<sup>3</sup>) y un óptimo contenido de humedad de 12.10 (%).

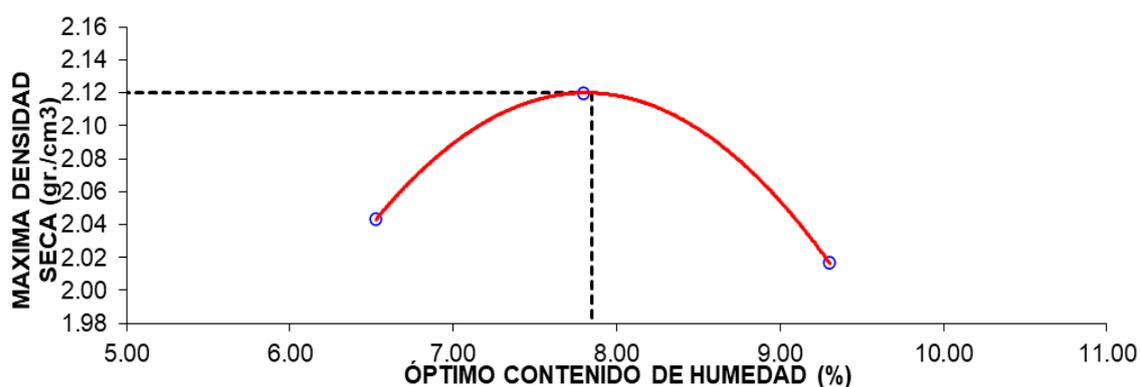
### **Calicata C – 05 /E – 1**

**Tabla 16.** Descripción de la muestra y cápsula para calicata 05/ estrato 01.

<b>MUESTRA N.º</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,234	11.632	11.288
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,501	4,899	4,555
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.13	2.32	2.15
<b>CAPSULA N.º</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	749.3	911.8	924.3
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	694.8	825.9	822.7
Peso de Agua (gr)	54.5	85.9	101.6
Peso de Cápsula (gr.)	94.3	88.7	101.3
Peso de Suelo Seco (gr.)	600.5	737.2	721.4
% de Humedad	9.08	11.65	14.08
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95	2.08	1.89

Fuente: Elaboración propia

**Figura 13.** Curva de compactación para calicata 05/ estrato 01



Fuente: Elaboración propia.

Donde se aprecia un peso de molde de 6,733 g, en una probeta con 56 golpes, teniendo una máxima densidad seca de 2.080 (gr/cm<sup>3</sup>) y un óptimo contenido de humedad de 11.30 (%).

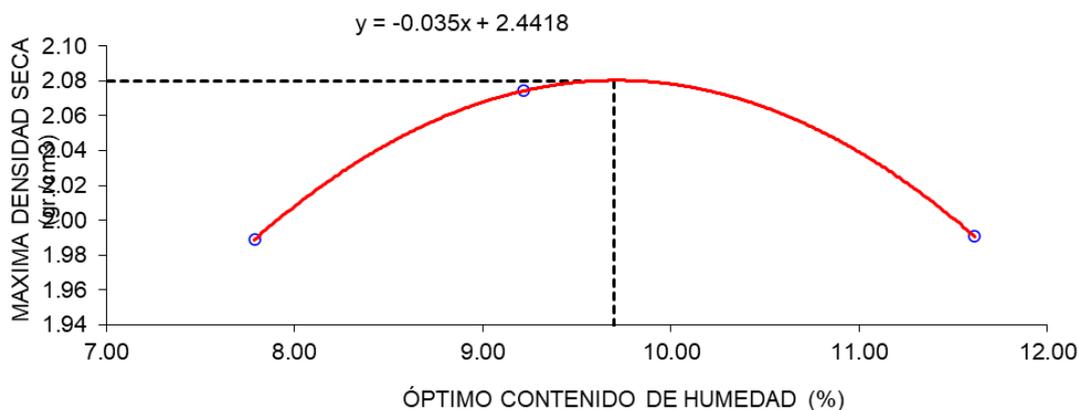
### **Calicata C – 06 /E – 2**

**Tabla 17.** Descripción de la muestra y cápsula para calicata 06/ estrato 02.

<b>MUESTRA N. a</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,311	11,571	11,478
Peso de Molde (gr.)	6,734	6,734	6,734
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,577	4,837	4,744
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.14</b>	<b>2.27</b>	<b>2.22</b>
<b>CAPSULA N.º</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	311.4	304.9	312.4
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	296.3	288.0	290.9
Peso de Agua (gr)	15.1	16.9	21.5
Peso de Cápsula (gr.)	102.4	104.7	105.8
Peso de Suelo Seco (gr.)	193.9	183.3	185.1
% de Humedad	<b>7.79</b>	<b>9.22</b>	<b>11.62</b>
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.99	2.07	1.99

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 14.** Curva de compactación para calicata 06/ estrato 02



**Fuente:** Elaboración propia.

Apreciándose un peso de molde de 6,734 g, en una probeta con 56 golpes, teniendo una máxima densidad seca de 2.080 (gr/cm<sup>3</sup>) y un óptimo contenido de humedad de 9.70 (%).

**Tabla 18.** Resumen de los valores obtenidos en cada calicata respecto al ensayo Proctor modificado.

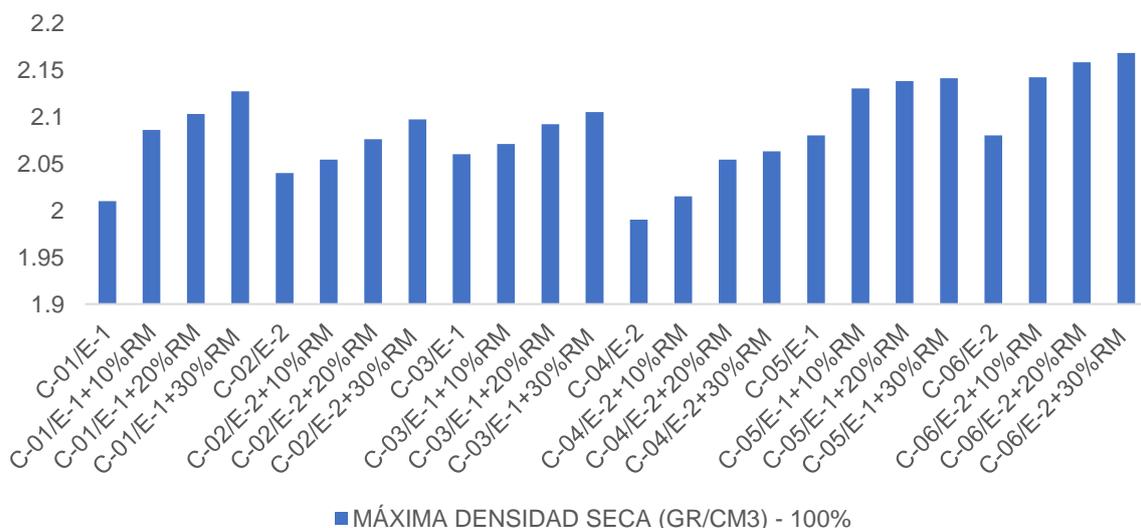
CALICATA	MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM <sup>3</sup> ) 100%	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
<b>C-01/E-1</b>	<b>2.01</b>	<b>9.15</b>
C-01/E-1+10%RM	2.086	8.93
C-01/E-1+20%RM	2.103	8.62
C-01/E-1+30%RM	2.127	8.12
<b>C-02/E-2</b>	<b>2.04</b>	<b>8.62</b>
C-02/E-2+10%RM	2.054	8.50
C-02/E-2+20%RM	2.076	8.26
C-02/E-2+30%RM	2.097	8.02
<b>C-03/E-1</b>	<b>2.06</b>	<b>9.40</b>
C-03/E-1+10%RM	2.071	9.00
C-03/E-1+20%RM	2.092	8.46
C-03/E-1+30%RM	2.105	8.10

<b>C-04/E-2</b>	<b>1.99</b>	<b>12.10</b>
C-04/E-2+10%RM	2.015	11.60
C-04/E-2+20%RM	2.054	10.80
C-04/E-2+30%RM	2.063	10.20
<b>C-05/E-1</b>	<b>2.08</b>	<b>11.30</b>
C-05/E-1+10%RM	2.130	7.65
C-05/E-1+20%RM	2.138	7.54
C-05/E-1+30%RM	2.141	7.48
<b>C-06/E-2</b>	<b>2.08</b>	<b>9.70</b>
C-06/E-2+10%RM	2.142	9.30
C-06/E-2+20%RM	2.158	8.90
C-06/E-2+30%RM	2.168	8.45

Fuente: Elaboración propia

La tabla 18 muestra ampliamente los datos obtenidos mediante el ensayo de Proctor modificado, máxima densidad seca al 100% y óptimo contenido de humedad, de todas las calicatas ya mencionadas, por lo cual se obtiene que el resultado más favorable se obtuvo en la calicata 06, la cual tuvo una adición de 30% de relave minero, dicho valor fue de 2.168 gr/cm<sup>3</sup> y su óptimo contenido de humedad un 8.45%.

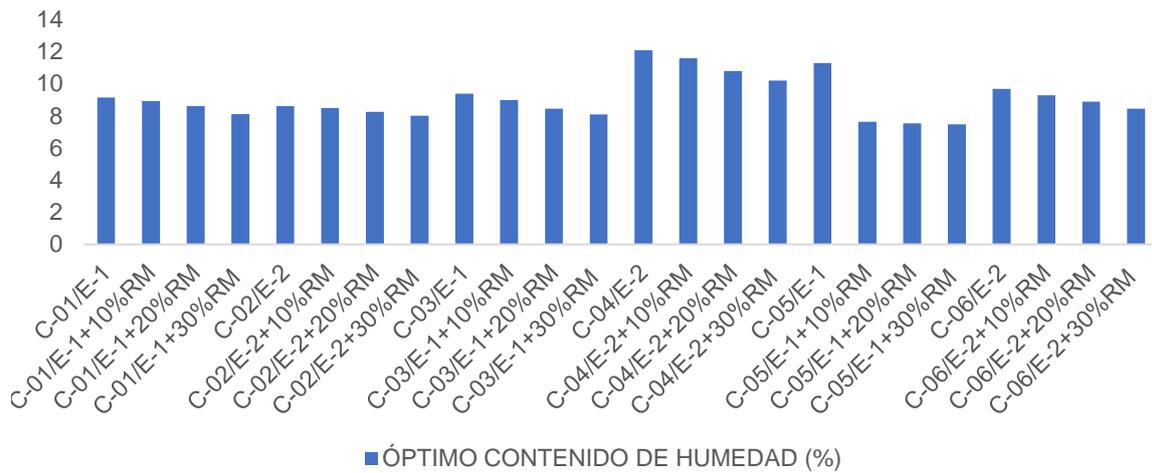
**Figura 15.** Representación gráfica de la máxima densidad seca de las calicatas indicadas.



Fuente: Elaboración propia.

La figura 15, muestra la máxima densidad seca a 100%, de la calicata más favorable, desde una perspectiva gráfica, la cual permite una mejor visualización de los valores indicados en la tabla 18.

**Figura 16.** Representación gráfica del óptimo contenido de humedad de las calicatas indicadas.



Fuente: Elaboración propia.

La figura 16, muestra el óptimo contenido de humedad, de la calicata más favorable, desde una perspectiva gráfica, la cual permite una mejor visualización de los valores indicados en la tabla 18.

**O.E.4: Analizar el comportamiento de la adición de relave minero metálico en la capacidad portante de la trocha carrozable en el tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022.**

Después de obtener los resultados respectivos, se logró analizar el proceso de adición de relaves, estableciéndose que este tipo de mineral sometido a análisis físico químico y de toxicidad adicional, no genera perjuicio a la capacidad portante de la trocha, ni altera su funcionalidad de vía. Según requerimientos del Manual de diseño de carreteras.

**Tabla 19.** *Resultados del C.B.R (95%)*

<b>CALICATAS</b>	<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/ cm3) – 95%</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>C.B.R (%)</b>
<b>CALICATA 1</b>	1.91%	9.15%	12.35%
<b>CALICATA 2</b>	1.94%	8.62%	13.20%
<b>CALICATA 3</b>	1.96%	9.40%	13.82%
<b>CALICATA 4</b>	1.89%	12.10%	11.60%
<b>CALICATA 5</b>	1.97%	11.30%	15.85%
<b>CALICATA 6</b>	1.98 %	9.70%	14.75%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 20.** Muestra de adición en C-1 – C-6. (95%)

<b>CALICATAS</b>	<b>ADICIÓN (RMM)</b>	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/ cm3)</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>C.B.R (%)</b>
<b>CALICATA 1</b>	10%	1.98%	8.93%	13.69%
	20%	2.00%	8.62%	14.47 %
	30%	2.02%	8.12%	15.06%
<b>CALICATA 2</b>	10%	1.95%	8.50%	14.94%
	20%	1.97%	8.26%	16.18%
	30%	1.99%	18.15%	16.68%
<b>CALICATA 3</b>	10%	1.97%	9.00%	14.75%
	20%	1.99%	8.46%	15.27%
	30%	2.00%	8.10%	15.86%
<b>CALICATA 4</b>	10%	1.914%	11.60%	14.90%
	20%	1.95%	10.80%	15.64%
	30%	1.96%	10.20%	16.73%
<b>CALICATA 5</b>	10%	2.02%	7.65%	22.83%
	20%	2.03%	7.54%	22.98%
	30%	2.03%	7.48%	23.05%
<b>CALICATA 6</b>	10%	2.03%	9.30%	15.30%
	20%	2.05%	8.90%	16.43%
	30%	2.06%	8.45%	17.16%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21.** Resumen de los valores obtenidos en cada calicata respecto al ensayo de C.B.R.

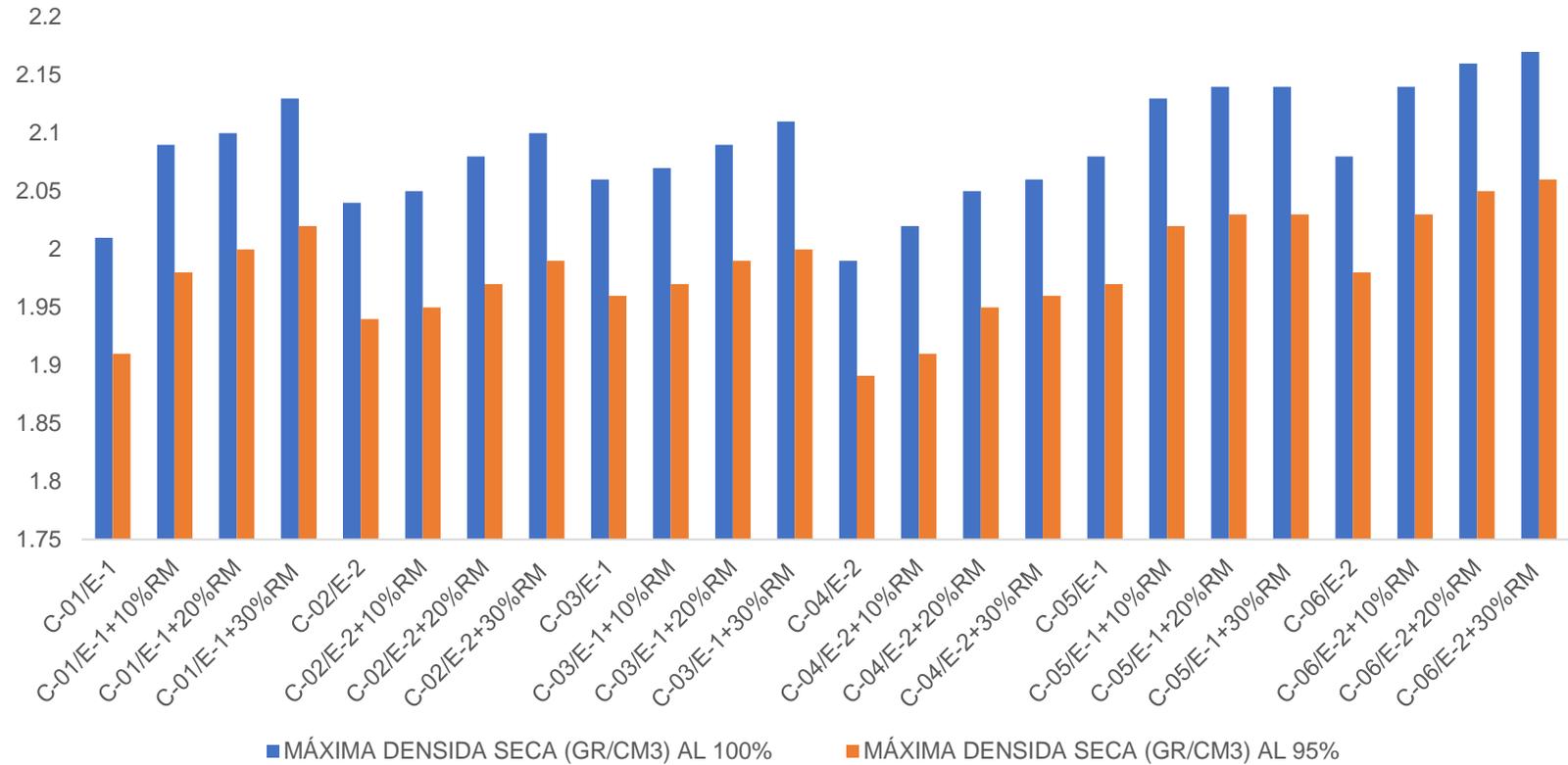
<b>CALICATA</b>	<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM3) AL 100%</b>	<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM3) AL 95%</b>	<b>VALOR C.B.R AL 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA</b>	<b>VALOR C.B.R AL 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA</b>
<b>C-01/E-1</b>	<b>2.01%</b>	<b>1.91%</b>	<b>15.36%</b>	<b>12.35%</b>
<i>C-01/E-1+10%RM</i>	<i>2.09%</i>	<i>1.98%</i>	<i>17.28%</i>	<i>13.69%</i>
<i>C-01/E-1+20%RM</i>	<i>2.10%</i>	<i>2.00%</i>	<i>18.29%</i>	<i>14.47%</i>
<i>C-01/E-1+30%RM</i>	<i>2.13%</i>	<i>2.02%</i>	<i>18.95%</i>	<i>15.06%</i>
<b>C-02/E-2</b>	<b>2.04%</b>	<b>1.94%</b>	<b>15.50%</b>	<b>13.20%</b>
<i>C-02/E-2+10%RM</i>	<i>2.05%</i>	<i>1.95%</i>	<i>16.39%</i>	<i>14.94%</i>
<i>C-02/E-2+20%RM</i>	<i>2.08%</i>	<i>1.97%</i>	<i>17.58%</i>	<i>16.18%</i>
<i>C-02/E-2+30%RM</i>	<i>2.10%</i>	<i>1.99%</i>	<i>18.15%</i>	<i>16.68%</i>
<b>C-03/E-1</b>	<b>2.06%</b>	<b>1.96%</b>	<b>17.51%</b>	<b>13.82%</b>
<i>C-03/E-1+10%RM</i>	<i>2.07%</i>	<i>1.97%</i>	<i>17.99%</i>	<i>14.75%</i>
<i>C-03/E-1+20%RM</i>	<i>2.09%</i>	<i>1.99%</i>	<i>18.13%</i>	<i>15.27%</i>
<i>C-03/E-1+30%RM</i>	<i>2.11%</i>	<i>2.00%</i>	<i>19.67%</i>	<i>15.86%</i>
<b>C-04/E-2</b>	<b>1.99%</b>	<b>1.89%</b>	<b>17.92%</b>	<b>11.60%</b>
<i>C-04/E-2+10%RM</i>	<i>2.02%</i>	<i>1.91%</i>	<i>17.78%</i>	<i>14.90%</i>
<i>C-04/E-2+20%RM</i>	<i>2.05%</i>	<i>1.95%</i>	<i>17.82%</i>	<i>15.64%</i>
<i>C-04/E-2+30%RM</i>	<i>2.06%</i>	<i>1.96%</i>	<i>18.38%</i>	<i>16.73%</i>

<b>C-05/E-1</b>	<b>2.08%</b>	<b>1.976%</b>	<b>20.34%</b>	<b>15.85%</b>
<i>C-05/E-1+10%RM</i>	2.13%	2.02%	25.57%	22.83%
<i>C-05/E-1+20%RM</i>	2.14%	2.03%	25.59%	22.98%
<i>C-05/E-1+30%RM</i>	2.14%	2.03%	25.64%	23.05%
<b>C-06/E-2</b>	<b>2.08%</b>	<b>1.98%</b>	<b>15.89%</b>	<b>14.75%</b>
<i>C-06/E-2+10%RM</i>	2.14%	2.03%	16.85%	15.30%
<i>C-06/E-2+20%RM</i>	2.16%	2.05%	18.02%	16.43%
<i>C-06/E-2+30%RM</i>	2.17%	2.06%	18.87%	17.16%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 39 muestra de forma general los datos obtenidos mediante el ensayo de C.B.R, máxima densidad seca al 100% y al 95%, y valor de C.B.R al 100% y al 95%, de todas las calicatas ya mencionadas, por lo cual se obtiene que el resultado más favorable se obtuvo en la calicata 05, la cual tuvo una adición de 30% de relave minero, dicho valor fue al 100% y 95% fue 25.64% y 23.05 respectivamente.

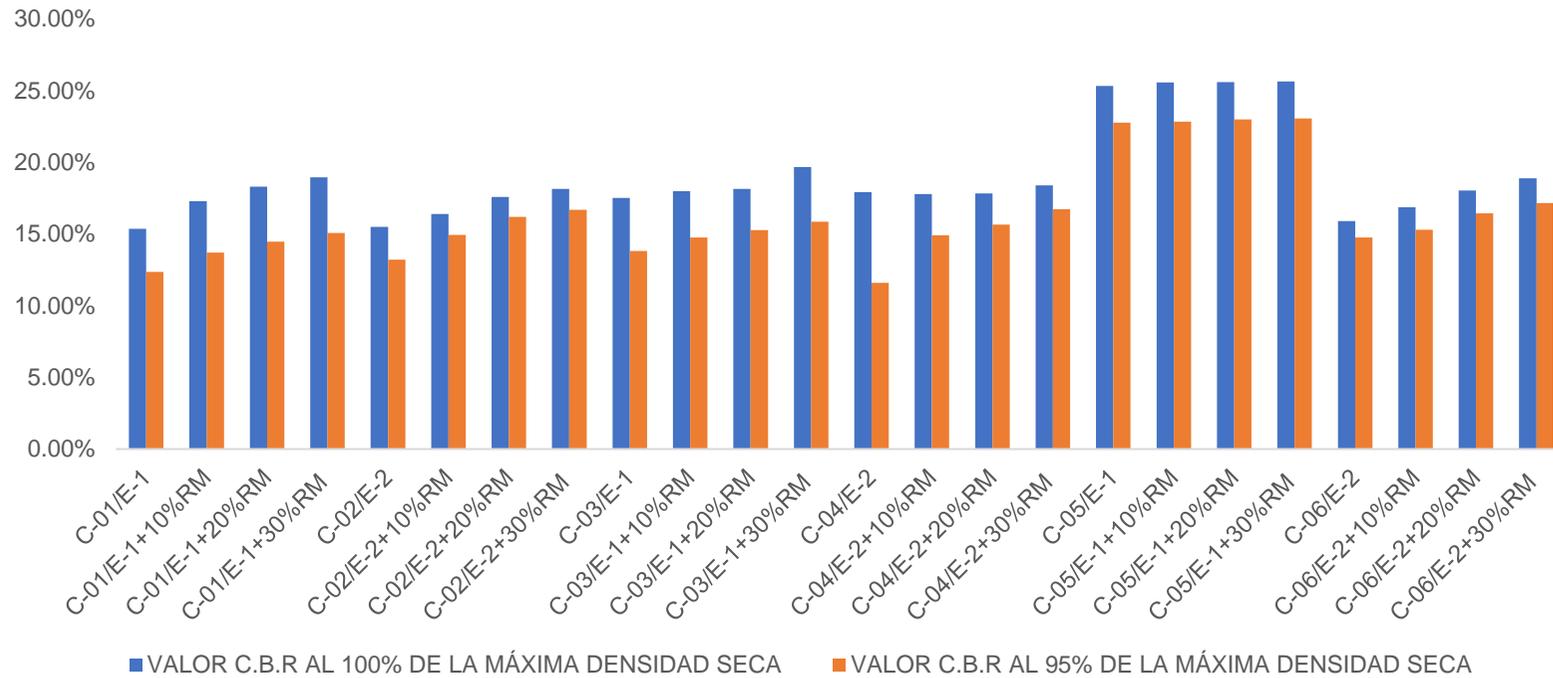
**Figura 17.** Representación gráfica de la máxima densidad seca al 100% y al 95% de las calicatas indicadas.



**Fuente:** Elaboración propia.

La figura 17, muestra los resultados de la máxima densidad seca 95% y 100% obtenidas del ensayo C.B.R, de la calicata más favorable, desde una perspectiva gráfica, la cual permite una mejor visualización de los valores indicados en la tabla 39.

**Figura 18.** Representación gráfica del valor CBR de la máxima densidad seca al 100% y al 95% de las calicatas indicadas.



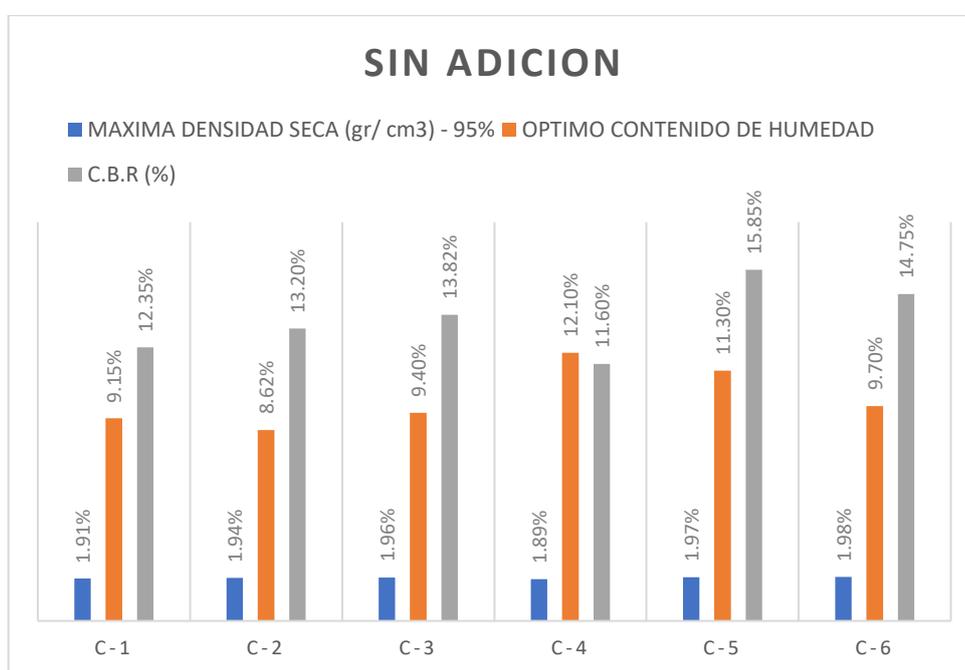
Fuente: Elaboración propia.

La figura 18, muestra los resultados del ensayo de C.B.R al 95% y 100%, de la calicata más favorable, desde una perspectiva gráfica, la cual permite una mejor visualización de los valores indicados en la tabla 39.

**Y de forma general: Determinar la influencia de la adición de relave minero metálico en la capacidad portante de la trocha carrozable, en el tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022.**

Los resultados obtenidos, brindaron información de gran relevancia para poder determinar el favorecimiento que estaría dándose con el proceso de adición de RMM, asimismo, el aumento de CBR, a magnitud de 23.05%, una máxima densidad seca de 2.06% y un Óptimo contenido de humedad de 11.60%.

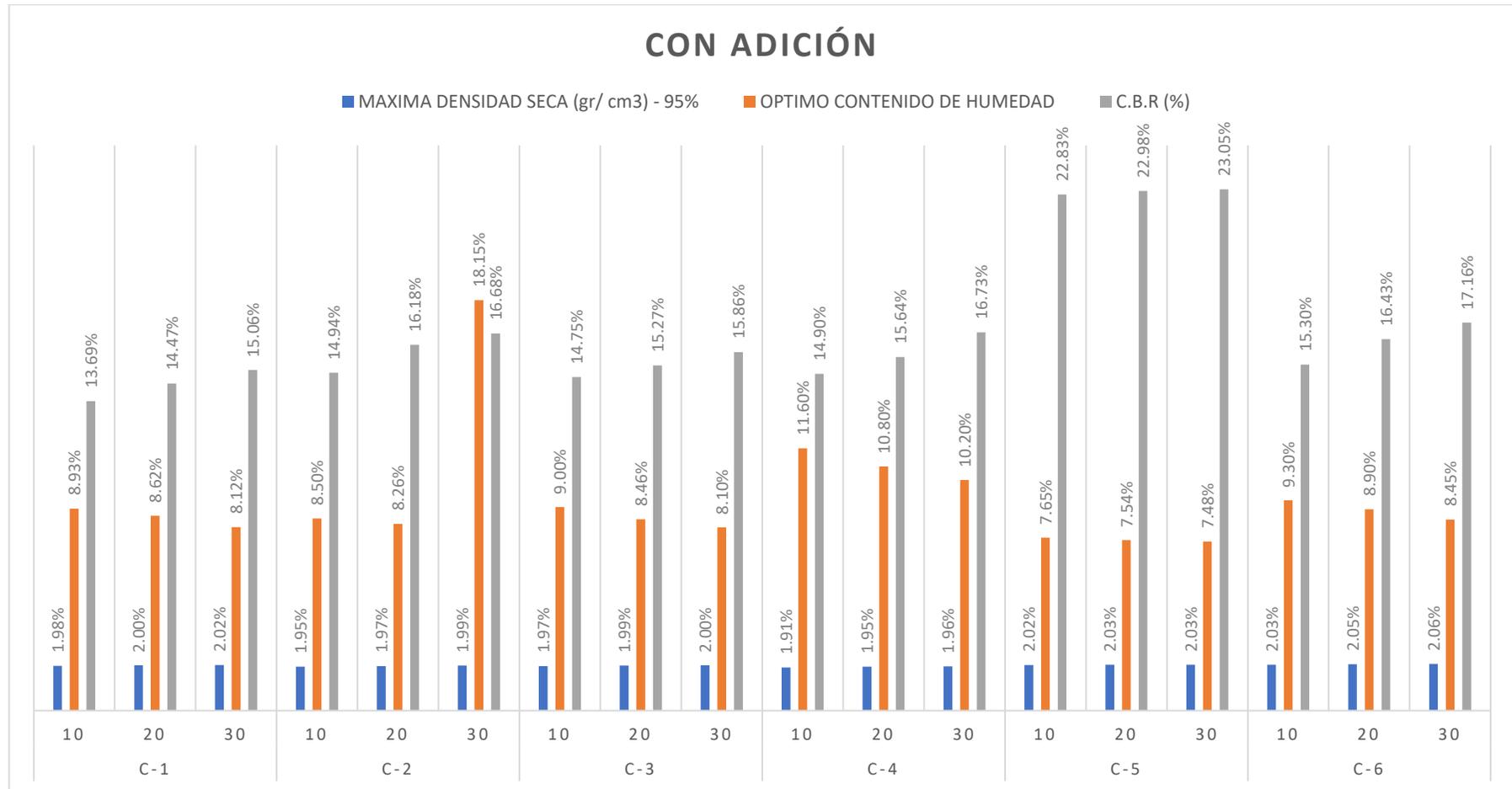
**Figura 19.** Porcentajes de suelo sin adición de rmm.



**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 19, se aprecia los porcentajes del ensayo CBR, dónde la calicata 5, sobresale con un 15.85% de aumento en resistencia, dada sus características físicas de la trocha.

**Figura 20.** Aumento de CBR en las seis calicatas.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 20, se observa un análisis general del ensayo CBR, logrando identificar al tramo de la calicata 05 como mejor tipo de suelo para el ensayo realizado, con porcentajes de 22.83%, 22.98% y 23.05% con cada proceso de adición de relave minero.

#### IV DISCUSIÓN

En la determinación de la muestra patrón, Pari, Sergio y Villalba, Luis (2022) en su investigación realizaron 3 calicatas obteniendo para la primera calicata un índice de plasticidad (IP) de 21%, para la segunda un IP de 15% y para la tercera un IP de 12%, pudiéndose observar que sus índices de plasticidad son considerados como altos, y se encuentran en la categoría de suelos arcillosos según la clasificación del MTC; así mismo el contenido de humedad que obtuvieron fue de 27.21% 5.28% y 26.12% para la primera, segunda y tercera calicata respectivamente. Mientras que para esta investigación se realizaron 6 calicatas de las cuales se recolectó los siguientes índices de plasticidad: la calicata 01- estrato 01, no presentó; la calicata 02-estrato 01 contó con un I.P de 12%, la calicata 02-estrato 02 contó con un I.P de 10%, la calicata 03-estrato 01 contó con un I.P de 8%, la calicata 04-estrato 01 contó con un I.P de 13%, la calicata 04-estrato 02 contó con un I.P de 10%, la calicata 05-estrato 01 contó con un I.P de 9%, la calicata 06-estrato 01 contó con un I.P de 8%, la calicata 06-estrato 02 conto con un I.P de 7%; estas calicatas estuvieron compuesto por arena limosa con grava y grava limosa con arena, pudiéndose observar también que los índices de plasticidad tienen similitud con los del autor anteriormente mencionado; respecto al contenido de humedad obtuvimos 15.17% (calicata 01-estrato 1), 14.26% (calicata 02-estrato 1), 14.32% (calicata 02-estrato 2), 16.15% (calicata 03-estrato 1), 16.33% (calicata 04-estrato 1), 20.63% (calicata 04-estrato 2), 10.30% (calicata 05-estrato 1), 12.43% (calicata 06-estrato 1), 10.44% (calicata 06-estrato 2), a pesar de contar con un número superior de calicatas se comparte resultados similares al del autor en mención, ya que la humedad es superior en unos tramos, mientras que en otros es inferior.

Para establecer el porcentaje de adición de relave minero, se tiene a Chipana (2018), que en su investigación estableció dos cantidades de porcentajes de relave minero, siendo de 30% y 50% las adiciones, obteniendo resultados con el porcentaje de 30% en adición. Obteniendo los mejores resultados significativos, cumpliendo con los parámetros ya establecidos en la EG. 2013, para la creación de carretera, con datos de máxima Densidad Seca 2.116 gr/cm<sup>3</sup>, humedad óptima del 8.97%, y un CBR al 100% de M.D.S. 44.10%. A comparación de esta investigación en la cual se determinaron los porcentajes de 0, 10, 20 y 30% de adición de relave minero metálico, en donde se obtuvo como óptimo resultado la cantidad de 30%, por los datos de mayor valor tanto en máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR, con valores de 2.14%, 7.48% y 25.64% respectivamente.

En la identificación de las características de las propiedades físicas de la trocha existente, Pérez y Rodríguez (2021), en su tesis respecto la muestra de su sub rasante un óptimo contenido de humedad (OCH) de 22.50% y una máxima densidad seca (MDS) de 1.720 gr/cm<sup>3</sup>, para su muestra con 0% RM un OCH de 8.05% y MDS de 2.142 gr/cm<sup>3</sup>, para su muestra con 10% RM un OCH de 8.80% y MDS de 2.120 gr/cm<sup>3</sup>, para su muestra con 20% RM un OCH de 9.30% y MDS de 2.110 gr/cm<sup>3</sup>, para su muestra con 30% RM un OCH de 9.37% y MDS de 2.100 gr/cm<sup>3</sup>. De los resultados de material minero en esta investigación según clasificación SUCS, determina que es una arena arcillosa (SC) y según AASHTO pertenece al grupo A-2-6, siendo representación a un suelo granulado arcilloso o barroso.

En el análisis de comportamiento de adición de relave minero, se tiene a Romero (2022) que en su investigación realizó 3 calicatas en las cuales obtuvo un CBR al 95% de 8% para la primera calicata, 7.7% para la segunda y 13.1% para la tercera. Considerando en forma global que son de categoría regular, estando entre los rangos de 7% a 20%.

Pari, Sergio y Villalba, Luis (2022) en su investigación respecto a las 3 calicatas que consideraron obtuvieron lo siguiente respecto al CBR al 95%: la calicata 01 contó con un 4.9%, la calicata 02 con un 16% y la calicata 03 con un 5.24%, la primera y tercera considerada muy pobre a regular (rango de 3% a 7%) mientras que la segunda considerada regular (rango de 7% a 20%).

Respecto a los resultados presentados en esta tesis, los valores son C.B.R al 100% y 95%: para la calicata 01 de 15.36% y 12.35%, para la calicata 01 +10 % de RM de 17.28% y de 13.69%, para la calicata 01 +20 % de RM de 18.29% y de 14.47%, para la calicata 01 +30 % de RM de 18.95% y 15.06%, para la calicata 02 de 15.50% y 13.20%, para la calicata 02 +10 % de RM de 16.39% y de 14.94%, para la calicata 02 +20 % de RM de 17.58% y de 16.18%, para la calicata 02 +30 % de RM de 18.15% y 16.68%, para la calicata 03 de 17.51% y 13.82%, para la calicata 03 +10 % de RM de 17.99% y de 14.75%, para la calicata 03 +20 % de RM de 18.13% y de 15.27%, para la calicata 03 +30 % de RM de 19.67% y 15.86%, para la calicata 04 de 17.92% y 11.60%, para la calicata 04 +10 % de RM de 17.78% y de 14.90%, para la calicata 04 +20 % de RM de 17.82% y de 15.64%, para la calicata 04 +30 % de RM de 18.38% y 16.73%, para la calicata 05 de 20.34% y 15.85%, para la calicata 05 +10 % de RM de 25.57% y de 22.83%, para la calicata 05 +20 % de RM de 25.59% y de 22.98%, para la calicata 05 +30 % de RM de 25.64% y 23.05%, para la calicata 06 de 15.89% y 14.75%, para la calicata 06 +10 % de RM de 16.85% y de 15.30%, para la calicata 06 +20 % de RM de 18.02% y de 16.43%, para la calicata 06 +30 % de RM de 18.87% y 17.16%. Se comparte los resultados obtenidos con el primer autor, ya que ambos coincidimos que al incorporar ciertos porcentajes mencionados se obtiene una clasificación de regular. En cuanto a los autores en mención, se difiere en lo obtenido ya que sus porcentajes suelen ser más bajos de lo obtenido en esta tesis, pudiendo depender de la cantidad de relave minero adicionado.

## II. VI. CONCLUSIONES

**C.01.** Respecto a esta investigación los índices de plasticidad para las 5 de las 6 calicatas estuvieron entre 7% a un máximo de 13%, y el contenido de humedad entre 10.3% y un máximo de 20.63% concluyendo que, el índice de plasticidad y la humedad presente es relativamente alta en el terreno natural predominando el tipo de suelo compuesto por arena limosa con grava y grava limosa con arcilla; mientras que solo se obtuvo un porcentaje menor respecto al contenido de humedad que fue en la calicata 05 con 10.30%, siendo grava limos dentro de clasificación SUCS.

**C.02.** Respecto a la cantidad de proporción de relave, se logró identificar gracias al estudio de mecánica de suelos, el cual describió las características del terreno, permitiendo así manejar a criterio de investigación los porcentajes de adición, según el tipo de suelo. A su vez, con el análisis de composición química, se verificó que los minerales con mayor presencia son oro y plata, continuando con zinc, lo cual valida el término correcto del nombre y también con el análisis físico químico que determinó que Oro y Plata no presentan grado de toxicidad.

**C.03.** Respecto a la identificación de las características de la trocha, se concluyó que el óptimo contenido de humedad es de 8.62% (C-2) y una máxima densidad seca (95%) de 1.98 gr/cm<sup>3</sup>, y (100%) de 2.08% para la calicata 06, y la calicata 04 presentó un OCH de 12.10% y una MDS (95%) de 1.89%, y al (100%) de 1.990 gr/cm<sup>3</sup>.

**C.04.** Respecto al análisis de comportamiento de la adición, se concluye que, el CBR al 100% fue más beneficioso para la calicata 05 +30 % de relave minero con un 25.64% y para el CBR al 95% un óptimo de 23.05%, a diferencia de la adición de 10% en la C-2 que fue de 16.39% al 100% que fue el valor más bajo.

## **VII. RECOMENDACIONES**

De forma general se indica que es importante realizar siempre el estudio del relave minero a utilizar, ya que dependiendo la zona de procedencia este puede incrementar o disminuir sus propiedades, tanto físicas como mecánicas.

Se recomienda reforzar esta investigación realizando los estudios pertinentes a las vías naturales en las que se desea incorporar relave minero, así mismo en las vías ya estabilizadas con mineral para llevar un control de su comportamiento en el tiempo. Dado que en el ensayo de CBR se pudo apreciar un incremento significativo en la máxima incorporación del material designado para esta investigación.

Se recomienda tomar muestras actuales del tipo de vía a investigar, ya que así permite observar si se cumplen los parámetros establecidos; y también es un indicativo si dicho diseño es funcional o no. Y ver si su estado actual se mantiene según lo estimado en el tiempo de vida útil con la que fue diseñada.

Se recomienda para próximas investigaciones interesadas, incorporar porcentajes mayores de relave minero, ya que en los ensayos de Proctor modificado se pudo apreciar un incremento directamente proporcional favorable conforme se incorporaba mayor cantidad del material experimental a las muestras existentes.

Regirse a los parámetros que cada ensayo lo amerita, cumplir con los parámetros de análisis y generar la data exacta para los estudios propuestos de dicho material minero, teniendo siempre en cuenta la zonificación y temperatura del ámbito proyectado.

Se recomienda que a pesar de establecer que los minerales empleados para las investigaciones no son tóxicos, se deben validar a través de análisis de toxicidad y los ensayos que abarquen relación de impacto ambiental, debido a que la finalidad es contribuir al medio ambiente.

Se recomienda mejorar algunas carencias en las propiedades del relave minero y así habilitar más su uso en diferentes rubros de la construcción como son la fabricación de ladrillos, productos cementicios, entre otros, siempre en cuando cumplan con las normas requeridas.

Realizar investigaciones más profundas a lo que abarca el tema de impacto ambiental, para dar mayor reconocimiento a la aplicación de este material en diversos proyectos de ingeniería, aún más en la estabilización de suelos de carreteras.

## REFERENCIAS

ALMONACID, Iván. Estabilización de subrasante mediante cal y ceniza de quinua en suelos del centro poblado Viñas, Tayacaja, Huancavelica. Tesis (título en ingeniería Civil) Huancayo: Universidad Peruana los Andes 2019. Disponible es: [https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1916/TSP037\\_45546392\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1916/TSP037_45546392_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ANICAMA, Gerson. Estudio experimental del empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicos. Tesis (título en ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú 2019. Disponible en: [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/500/ANICAMA\\_ACOSTA\\_GERSON\\_EMPLEO\\_MATERIALES\\_DESECHO\\_PROCESOS\\_MINEROS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/500/ANICAMA_ACOSTA_GERSON_EMPLEO_MATERIALES_DESECHO_PROCESOS_MINEROS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

AREVALO, Segundo. Estudio de suelos con fines de construcción vial, en la urbanización 09 de abril en el Distrito de Tarapoto, Provincia y Departamento de San Martín – 2016. Tesis (título en ingeniería Civil). Tarapoto: Universidad Científica del Perú, 2016. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/245/AR%C3%89VALO-1-Trabajo-Estudio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BONILLA, Cristhian. Correlación entre el CBR y las propiedades índice y mecánicas en suelos granulares, de las parroquias Atahualpa y Augusto Martínez, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua. Tesis (título en ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato 2020. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30931/1/Tesis%20I.%20C.%201391%20-%20Bonilla%20Espinosa%20Cristhian%20Andr%C3%A9s.pdf>

Braja M. Das. “Fundamentos de ingeniería geotécnica”. México. Sergio R. Cervantes González, 2015.

Braja M. Das, Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Séptima ed., México: Cengage Learning, 2012.

CALDERON, Velisa y UMIÑA, Yane. Evaluación de concretos geos poliméricos mediante la activación alcalina de residuos mineros (relave) y zeolita natural. Tesis (título en ingeniería de Materiales). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín 2015. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/222/B2-M-18396.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAMAC, Jesús. Influencia al incorporar vidrio de sosa, cal y sílice en la resistencia del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Tesis (título en ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Peruana los Andes 2018. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/793/CAMAC%20RAMOS%20JESUS%20MARTIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=60&zoom=100,129,94>

CARDENAS, Félix. Propuesta de uso de relaves de mina polimetálica en la fabricación de unidades de albañilería - caso ex unidad minera Mercedes 3. Tesis (título en ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas 2019. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625225/CardenasT\\_F.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625225/CardenasT_F.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

CASTRO, Matías. Nuevas tecnologías para el uso y disposición de relaves mineros aplicado a Codelco, división el teniente. Tesis (título en ingeniería civil metalúrgica). Chile: Universidad de Concepción 2018. Disponible en: [http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/3592/4/Tesis\\_Nuevas\\_tecnologias\\_para\\_el\\_uso\\_y\\_disposicion\\_de\\_relaves.Image.Marked.pdf](http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/3592/4/Tesis_Nuevas_tecnologias_para_el_uso_y_disposicion_de_relaves.Image.Marked.pdf)

CAO, Shuai, XUE, Gaili and YILMAZ, Erol, 2019. Flexural behavior of fiber reinforced cemented tailings backfill under Three-Point bending. IEEE access: practical innovations, open solutions. Online. 2019. Vol. 7, p. 139317–139328. DOI 10.1109/access.2019.2943479.

CAO, Shuai, YILMAZ, Erol and SONG, Weidong, 2019. Fiber type effect on strength, toughness and microstructure of early age cemented tailings backfill. *Construction and building materials*. Online. 2019. Vol. 223, p. 44–54. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.06.221.

CLAVITEA, Adolfo. Análisis del diseño geométrico de la trocha y su relación con el transporte pesado comprendido entre el desvío del km 1292+000 del panamericano sur con empalme a la avenida zarumilla, distrito, provincia y departamento de Tacna-año 2021. Tesis (título en ingeniería Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna 2021. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2321/Clavitea-Chipana-Adolfo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CONTRERAS, Fernando. Diseño de la vía de acceso Vichka – Huayra para mejorar la transitabilidad en el distrito de Tupe - Yauyos – Lima. Tesis (título en ingeniería Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres 2018. Disponible en: [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/4239/contreras\\_rfs.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/4239/contreras_rfs.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

DAVID BENAVENTE. UNIVERSIDAD DE ALICANTE, 2017. Resistencia a la flexión. *Personal.ua.es* [en línea]. [Consulta: 22 November 2022]. Disponible en: <https://personal.ua.es/es/david-benavente/docencia/practicas-de-petrofisica/resistencia-a-la-flexion.html>.

Desarrollo minero y conflictos socioambientales. [en línea]. Chile: Naciones Unidas CEPAL 2013 [fecha de consulta: 25 de junio del 2022]. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5369/LCL3706\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5369/LCL3706_es.pdf)

E. Juárez Badillo y A. Rico Rodríguez, *Mecánica de Suelos - Tomo I. Fundamento de mecánica de suelos*, México: Limusa, 2005.

Espinosa, Javier. "Parámetros para el cálculo y diseño de estructuras tipo invernadero y comparación con estructuras metálicas convencionales". Ecuador. 2006.

FALAH, Mahroo, OBENAUS-EMLER, Robert, KINNUNEN, Paivo and ILLIKAINEN, Mirja, 2020. Effects of activator properties and curing conditions on alkali-activation of low-alumina mine tailings. Waste and biomass valorization. Online. 2020. Vol. 11, no. 9, p. 5027–5039. DOI 10.1007/s12649-019-00781-z.

GOMEZ, Lenerd y GUILLEN, Mariley. Mejoramiento de la trocha carrozable Celendín – Llangat, provincia de Celendín – departamento de Cajamarca. Tesis (título en ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada de Trujillo, 2021. Disponible en: <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/457>

GONZALES Rodríguez, María. Análisis de fractura en ensayos de compresión para materiales compuestos utilizando pruebas ópticas no destructivas. Tesis (Maestría en Optomecatrónica). México: Centro de Investigaciones en Optomecatrónica, A.C, 2017. 6 pp. Disponible en: <http://cio.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1002/360>

22. Glossary. Geotecnia y Mecanica de Suelos [en línea], 2022. [Consulta: 22 November 2022]. Disponible en: <https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/glossary/>.

Gob.pe:81 [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 22 November 2022]. Disponible en: <http://www.proviasnac.gob.pe:81/Archivos/file/Glosario-extracto.pdf>.

HERNÁNDEZ, Sandra y DUANA, Danae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Revista científica de las Ciencias Económica Administrativas del ICEA [en línea]. Diciembre 2020, n° 17. [Fecha de consulta: 05 de diciembre del 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>

Industrias basadas en recursos naturales. [ en línea]. Peru: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. 2016. [fecha de consulta: 20 de junio del 2022].

Disponible en:  
<https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+74.+Minas+y+canteras>

Informe sobre la situación de los Relaves Mineros en Chile para ser presentado en el cuarto informe periódico de Chile para el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, perteneciente al consejo Económico Social de la Naciones Unidas. [ en línea]. Chile: Fundación Relaves Chile y Fundación Terram 2015. [fecha de consulta: 24 de junio del 2022]. Disponible en: [https://tbinternet.ohchr.org/Treaties/CESCR/Shared%20Documents/CHL/INT\\_CESCR\\_CSS\\_CHL\\_20605\\_S.pdf](https://tbinternet.ohchr.org/Treaties/CESCR/Shared%20Documents/CHL/INT_CESCR_CSS_CHL_20605_S.pdf)

La industria minera y el medio ambiente [ en línea]. Lima: Revista del Instituto de investigación de la facultad de Geología, Minas, Metalúrgica y Ciencias Geográficas 2000 [fecha de consulta: 26 de junio del 2022]. Disponible en: [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v03\\_n5/ind\\_min.htm](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v03_n5/ind_min.htm)

LUGO, Emel. Combinación de los métodos Janbú – Spencer en el análisis de estabilidad de taludes para el empleo de sistemas flexibles de alta resistencia en la construcción de carreteras. Tesis (título en ingeniería civil) Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal 2018. Disponible en: [http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2272/LUGO\\_ALVAREZ\\_EMEL%20DIEGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2272/LUGO_ALVAREZ_EMEL%20DIEGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Manejo, Gestión, Tratamiento y Disposición final de relaves mineros generados en el proyecto Río Blanco. [ en línea]. Ecuador: Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa 2017 [fecha de consulta: 23 de junio del 2022]. Disponible en: <http://geo1.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2018/01/Art1.pdf>

MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO. [ en línea]. Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2017. [fecha de consulta: 22 de junio del 2022]. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_legales\\_1\\_4\\_3580.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_legales_1_4_3580.pdf).

MORA, Gerardo. Evaluación del relave minero y su tratamiento en la planta beneficio mvc-2011-ii. Sayán – Lima. 2017. Tesis (Maestro en Ecología y Gestión Ambiental). Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3395/Gerardo%20Lu%C3%ADs%20Mora%20Palomino%20.pdf?sequence=1>

MORANDÉ, N. R. (07 de diciembre de 2007). Guía Técnica de Operación y Control de Depósitos de Relaves. Guía Técnica de Operación y Control de Depósitos de Relaves. Servicio Nacional de Geología y Minería Departamento de Seguridad Minera.

OJURI, O.O., ADAVI, A.A. and OLUWATUYI, O.E., 2017. Geotechnical and environmental evaluation of lime–cement stabilized soil–mine tailing mixtures for highway construction. *Transportation geotechnics* [en línea], vol. 10, pp. 1–12. ISSN 2214-3912. DOI 10.1016/j.trgeo.2016.10.001. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214391216300897>.

OLOYA, Elizabeth y Sevillano Brahan. Análisis comparativo entre el método aguas abajo y suelo reforzado para el recrecimiento de la presa de relaves Viluyo. Tesis (título en ingeniería Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma 2019. Disponible en: [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2720/CIV-T030\\_46894798\\_T%20%20%20SEVILLANO%20CELIS%20BRAHAN%20JORGE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2720/CIV-T030_46894798_T%20%20%20SEVILLANO%20CELIS%20BRAHAN%20JORGE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

OLUWASOLA, E. A., HAININ, M. R., AZIZ, M. M. A., YAACOB, H. and WARID, M. N. M., 2014. Potentials of steel slag and copper mine tailings as construction materials. *Materials research innovations*. Online. 2014. Vol. 18, no. sup6, p. S6-250-S6-254. DOI 10.1179/1432891714z.000000000966.

OJURI, O. O., ADAVI, A. A. and OLUWATUYI, O. E., 2017. Geotechnical and environmental evaluation of lime–cement stabilized soil–mine tailing mixtures for highway construction. *Transportation geotechnics*. Online. 2017. Vol. 10, p. 1–12. DOI 10.1016/j.trgeo.2016.10.001.

PARI AZA, S.V. and VILLALBA LOPEZ, L.W., 2022. Estabilización de la subrasante usando relave de la Mina Rinconada para la Avenida San Martín, Juliaca, Puno - 2022. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92894>

PEREZ, Marcio y RODRÍGUEZ Josep. Influencia de la dosificación de relave minero sobre la compactación y la capacidad de soporte de un material granular para el afirmado de la carretera Carata-Motil. Tesis (título en ingeniería civil). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2021. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/16774/Perez%20Milla%2C%20%20Rodriguez%20Gutierrez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Preguntas frecuentes sobre relaves. [ en línea]. Chile: Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile 2020. [fecha de consulta: 20 de junio del 2022]. Disponible en: <https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2018/01/Preguntas-frecuentes-sobre-relaves.pdf>

Que es una carretera. Portal de arquitectura Arqhys.com [en línea], 2018. [Consulta: 22 November 2022]. Disponible en: <https://www.arqhys.com/blog/que-es-una-carretera.html>.

AMIREZ, Silvana. Análisis comparativo entre los valores del límite líquido obtenidos por copa de Casagrande y penetrómetro de cono para suelos granulares del cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Tesis (título en ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato 2021. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32493/1/Tesis%20I.%20C.%201458%20-%20Ramirez%20Maiquiza%20Silvia%20Maribel.pdf>

Remediación y activación de pasivos ambientales mineros (PAM) en el Perú. [ en línea]. Perú: Medio Ambiente y Desarrollo 2019. [fecha de consulta: 23 de junio del 2022]. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45068/1/S1901182\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45068/1/S1901182_es.pdf)

Resistencia a la flexión del concreto. Civilgeeks.com [en línea], 2011. [Consulta: 22 November 2022]. Disponible en: <https://civilgeeks.com/2011/03/18/resistencia-a-la-flexion-del-concreto/>.

RODRIGUEZ, Alberto y GARCIA, Ángel. Los residuos mineros – metalúrgicos en el medio ambiente. [ en línea]. Serie N° 11 Madrid España: Instituto Geológico y Minero 2006 [fecha de consulta: 20 de junio del 2022]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=zR6lYdLJRq0C&lpg=PP1&dq=dep%C3%B3sitos%20de%20relaves&hl=es&pg=PA31#v=onepage&q&f=false> ISBN: 8478406565

ROMERO, Jesús. Estabilización de suelos de subrasante usando el relave minero de Ticapampa en la carretera EMP.PE 3n (Catac) – túnel Kahuish – Chavín de Huántar – San Marcos – EMP.PE – 14a (Succha) – 2017. Tesis (Título en ingeniería civil). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo, 2020. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4434>

URIARTE, Estela. Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto en edificaciones en condición de autoconstrucción, Pomalca- Chiclayo. Tesis (título en ingeniería Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán 2020. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7498/Estela%20Uriarte%20Anali.pdf?sequence=1>

VARGAS, Maria. Asimilación y evaluación de Pb, Cd, Fe y Zn en los relaves de Quiulacocha utilizando procesos de cobertura biológica – 2019. Tesis (título en ingeniería Ambiental) Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión 2020.

Disponible en: [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1890/1/T026\\_72888485\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1890/1/T026_72888485_T.pdf)

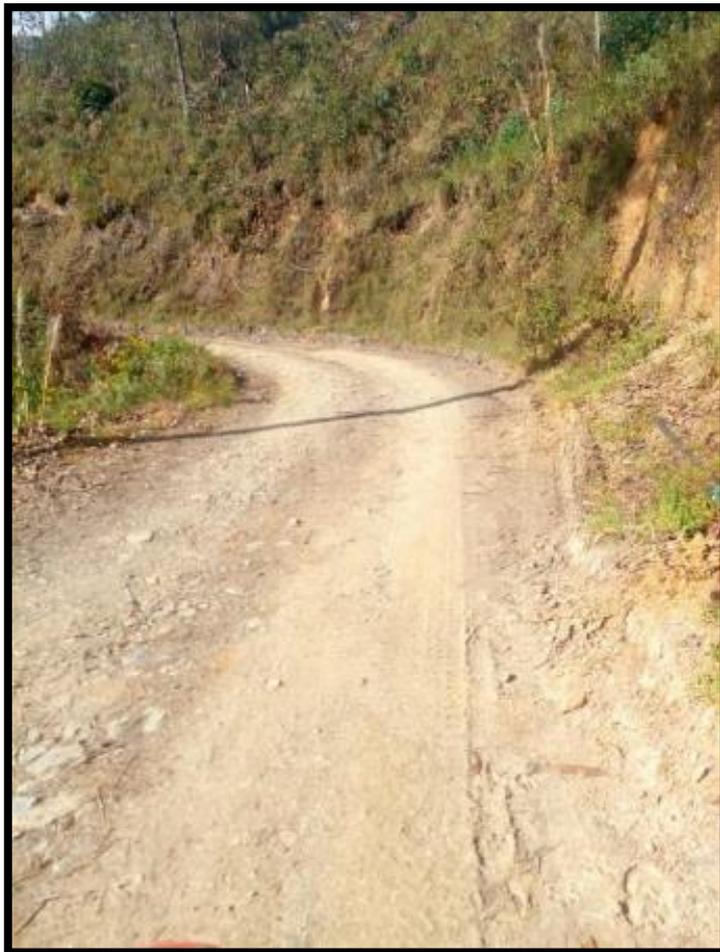
YANCCE, Yony. Diseño geométrico de trochas carrozables según norma dg-2014: Análisis de casos. Tesis (bachiller en ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Peruana del Centro 2019. Disponible en:

<https://repositorio.upecen.edu.pe/bitstream/handle/UPECEN/175/DISE%C3%91O%20GEOM%C3%89TRICO%20DE%20TROCHAS%20CARROZABLES%20SEG%C3%9AN%20NORMA%20DG-2014%20AN%C3%81LISIS%20DE%20CASOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

XUE, Gaili, YILMAZ, Erol, SONG, Weidong and CAO, Shuai, 2019. Mechanical, flexural and microstructural properties of cement-tailings matrix composites: Effects of fiber type and dosage. *Composites. Part B, Engineering*. Online. 2019. Vol. 172, p. 131–142. DOI 10.1016/j.compositesb.2019.05.039.

## **ANEXOS:**

**Anexo 3.** Identificación de la trocha carrozable en el tramo desvío La Quida, caserío Igor, Huaranchal,



**Fuente:** Distrito de Huaranchal (Caserío Igor).

**Anexo 4.** Operacionalización de variables.

Anexo 4.1 Operacionalización de variable dependiente.

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Capacidad portante	<p>Valor soporte, es la resistencia del suelo a la acción de las cargas o su capacidad para resistir cargas. Significa conferir al suelo la capacidad de resistir las cargas exteriores que se le aplican sin que produzcan fallas como rotura o deformaciones excesivas. AYBAR (2018, p.22).</p>	<p>En la capacidad portante del suelo/ trocha carrozable, se implementarán ensayos de temperatura, CBR, el cual representa la resistencia del suelo, y estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y paralelamente con una penetración de 2.54 mm bajo guía del Manual de Carreteras.</p>	Estudio topográfico	Distancia (m)	Razón
				Área de estudio (m <sup>2</sup> )	
				Ángulos (°, ', ")	
				Elevación (msnm)	
			Estudio de mecánica de suelos	Granulometría	
				CBR (%)	
				Contenido de Humedad (%)	
				Límites de Atterberg (%)	
				Densidad Seca Máxima (kg/m <sup>3</sup> )	
			Análisis comparativo de los resultados.	Influencia significativa	
			Estudio de impacto ambiental	Impacto positivo (+%)	
				Impacto negativo (-%)	

Anexo 4.2 Operacionalización de variable independiente.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Adición de relave minero metálico	Los relaves son los materiales/mineral es molidos de desecho sin interés económico (generalmente) que producen las plantas concentradoras de flotación de diferentes minerales. ARCADIS. Relaves Mineros: Optimizando la Gestión para una Industria eco amigable [en línea]. Chile: ARCADIS, 2017.	Será analizado mediante las distintas adiciones en porcentaje del relave minero hacia la superficie de la trocha carrozable del tramo en estudio.	Análisis Granulométrico (porcentajes)	0%	Razón
			10%		
			20%		
			30%		
			Límites de Consistencia	Límite Líquido	
				Límite Plástico	
				Índice de Plasticidad	
Impacto Ambiental	Impacto positivo (+%)				
	Impacto negativo (-%)				

### Anexo 4.3. Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	O B J E T I V O S	A N T E C E D E N T E S	HIPÓTESIS	V A R I A B L E S	M E T O D O L O G Í A
<p><b>Formulación del problema:</b></p> <p>¿De qué manera influye la adición de relave minero en la capacidad portante de la trocha carrozable del tramo desvío La Quida - Caserío Igor, Huaranchal, 2022?</p> <p><b>Problemática:</b></p> <p>A nivel local, dentro de la provincia de Trujillo se ha venido implementando proporciones de relave minero en los procesos constructivos. Debido a las problemáticas de construcción en la infraestructura vial y la falta de mantenimiento se logra apreciar que diversas viviendas de las zonas aledañas, muestran deterioro y desgaste en la capacidad portante de la superficie terrestre en poco tiempo de su entrega, siendo los factores climáticos los más perjudiciales.</p>	<p><b>O. General:</b> Determinar la influencia de la adición de relave minero en la capacidad portante de la trocha carrozable, en el tramo desvío La Quida, caserío Igor, Huaranchal, 2022.</p> <p><b>O. Específicos:</b>            Determinar la muestra patrón de la trocha carrozable en el tramo La Quida, caserío Igor, Huaranchal, 2022.            Establecer el porcentaje de adición de relave minero metálico en base al estudio de mecánica de suelos, en la capacidad portante de la trocha carrozable en el tramo La Quida - Igor, Huaranchal, 2022.            Identificar las características de las propiedades físicas en la capacidad portante de la zona que permitan proponer la adición de relave minero dentro del Caserío Igor.            Analizar los beneficios de la adición de relave minero en la capacidad portante de la trocha carrozable, en el tramo La Quida, caserío Igor, Huaranchal, 2022.</p>	<p>(Chipana, 2018)., en su tesis titulada “Empleo del relave minero para el mejoramiento de las características mecánicas de la carretera Ananea – Suches”.</p> <p>(Rodríguez &amp; Pérez, 2021) en su tesis titulada “Influencia de la dosificación de relave minero sobre la compactación y la capacidad de soporte de un material granular para el afirmado de la carretera Carata-Motil”.</p> <p>(Romero, 2017) su tesis titulada “Estabilización de suelos de subrasante usando el relave minero de Ticapampa en la carretera EMP.PE 3n (Catac) – túnel Kahuish – Chavin de Huantar – San Marcos – EMP.PE – 14a (Succha) – 2017”.</p> <p>(Hernán, 2018) en su tesis titulada “Diseño de mezcla con adición de relaves mineros para pavimentos de resistencia media, Ayacucho 2018”.</p>	<p><b>H. General:</b></p> <p>La adición de relave minero influye significativamente en la capacidad portante del tramo desvío La Quida, caserío Igor, Huaranchal, 2022.</p>	<p><b>V. Independiente:</b></p> <p><b>1. Adición de relave minero</b></p> <p>Los relaves son los materiales/mineral es molidos de desecho sin interés económico ARCADIS, 2017.</p> <p><b>Dependiente:</b></p> <p><b>1. Capacidad portante</b></p> <p>Es la resistencia del suelo a la acción de las cargas o su capacidad para resistir cargas. AYBAR (2018, p.22).</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p><b>1. Capacidad portante</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio topográfico</li> <li>-Estudio de mecánica de suelos.</li> <li>- Análisis comparativo de los resultados.</li> <li>- Estudio de impacto ambiental.</li> </ul>	<p><b>Diseño de Investigación:</b></p> <p>Experimental</p> <p>Experimental puro.</p> <p><b>Unidad de Estudio:</b> Relave minero.</p> <p><b>Población:</b> Capacidad portante de trocha carrozable.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra utilizada en la investigación estará de acuerdo según a los ensayos a realizar al relave minero, tales como la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción dividida y la resistencia a la flexión; teniendo en cuenta que, para los ensayos de compresión y tracción, asimismo se cuenta con ensayos CBR.</p> <p><b>Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos:</b></p> <p><b>Técnica:</b> Observación y análisis documental.</p> <p><b>Instrumento:</b> Ficha de datos y Guía de observación.</p> <p><b>Métodos e instrumentos de análisis de datos:</b></p> <p><b>Método:</b></p> <p>Estadística descriptiva.</p> <p><b>Instrumento:</b> Prueba de hipótesis.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formatos del Manual de Carreteras.</li> <li>- Ficha de Guía de caminos rurales, vecinales.</li> </ul>

**Anexo 5:** Carta de permiso para inicio del proyecto en Huaranchal.

 **MUNICIPALIDAD DISTRITAL  
DE HUARANCHAL**

Huaranchal, 28 de Setiembre de 2022

**CARTA N° 019-2022-MDH-A**

SEÑORES: **ROMERO SEGURA WILDER JORDINHO  
VARE QUISPE ANYELITA ESTHEPANIA  
PRESENTE. -**

REFERENCIA: **EXPEDIENTE ADMINISTRATIVO N° 913-2022-MDH**

ASUNTO: **RESPUESTA A SOLICITUD DE FECHA 21 DE SETIEMBRE DEL 2022**

---

**De mi especial consideración:**

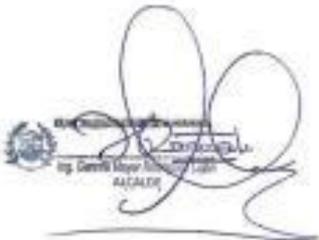
Es grato dirigirme a usted, para hacer llegar mi cordial saludo a nombre de La **Municipalidad Distrital de Huaranchal** y el mio propio, a la vez brindar respuesta a la Solicitud que obra en el Expediente Administrativo N° 913-2022-MDH, respecto al Permiso para realizar Estudios y Trabajos para Proyecto de Tesis en el Tramo La Quida - Igor.

De la revisión de lo solicitado; la Municipalidad Distrital de Huaranchal: **AUTORIZA EL PERMISO SOLITADO PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y TRABAJOS PARA EL PROYECTO DE TESIS, denominada: "ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR; HUARANCHAL 2022;** por el periodo de 3 meses sin horarios determinados.

Asimismo; se exhorta a dar cumplimiento al compromiso asumido de responsabilizarse por el cuidado de las áreas, materia de investigación. Y, aunado a ello, se le requiere en el plazo de la culminación de su investigación, adjuntar una copia de los resultados de su investigación.

Hago propicia la ocasión, para reiterar las muestras de mi consideración.

**Atentamente,**

  
  
Ing. Germán Mayta Rodríguez  
ALCALDE

**Jr. San Martín S/N - Plaza de Armas**

**Anexo 6.** Instrumentos de recolección de datos.

Anexo 6.1 Ficha de datos 1. (Relave minero).

Código	Tipo de ensayo	Método Elemento	MLP- 010	MLP- 010	MLP- 0001	MLP- 001	MLP-001
TESIS R.M.M	LOTE (DUPLICADO) MUESTRA GEOQUÍMICOS	Observación	Oro (Au) g/tm	Oro Au oz/tc	Plata Ag g/tm	Plomo Pb oz/tc	% ZINC Zn
			0.84	0.02	84	2.32	5.09

Anexo 6.2 Guía de observación 1 (**levantamiento topográfico**).

		Adición de relave minero metálico en la capacidad portante de la trocha carrozable del tramo La Quida – Igor, Huaranchal, 2022.		
<b>CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS GPS DE MANO MARCA GARMIN</b>				
Longitud máxima:	5.25	km	<b>FECHA:</b>	OCTUBRE-2022
Ancho máximo:	4	m		
Cota máxima		3120	<b>Cota mínima</b>	2803.46
COORDENADAS DE PUNTOS (INICIAL Y FINAL)				
PUNTO	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Elevación</b>	
Inicial - 1	782962.784	9153099.889	3123.123	
Final - 658	783749.440	9152084.782	2988.874	

Todas las coordenadas con las que se ha trabajado el proyecto son UTM referenciadas al elipsoide WGS-84, y las cotas referidas al nivel medio del mar, y se obtuvo la longitud exacta del área de estudio. No existen muchos desniveles en la calzada de la trocha carrozable. Y se aprecia que la cota más baja es de 2803 y la más alta es de 3120 m, teniendo una diferencia de 317 m, del levantamiento topográfico.

**Anexo 6.3.** Ficha de datos 2

		Adición de relave minero metálico en la capacidad portante de la trocha carrozable del tramo La Quida – Igor, Huaranchal, 2022.			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D – 422 – C4					
Tamices ASTM D6913	Abertura (mm)	Masa Retenida	Retenido parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Que pasa (%)
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	42.1	3.18	3.18	96.82
3/4"	19.050	23.40	1.77	4.94	95.06
1/2"	12.700	57.90	4.37	9.31	90.69
3/8"	9.500	20.80	1.57	10.88	89.12
Nº4	4.750	124.70	9.41	20.28	79.72
Nº10	2.000	158.30	11.94	32.22	67.78
Nº20	0.840	123.80	9.34	41.56	58.44
Nº40	0.425	72.40	5.46	47.020	52.98
Nº60	0.250	37.60	2.84	49.86	50.14
Nº140	0.106	52.30	3.95	53.81	46.19
Nº200	0.075	23.40	1.77	55.57	44.43
<200	PLATO	1.40	44.43	100.00	
TOTAL		738.10			

**Anexo 6.4.** Ficha de datos 3

	Adición de relave minero metálico en la capacidad portante de la trocha carrozable del tramo La Quida – Igor, Huaranchal, 2022.	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>MUESTRA N° 1</b>	<b>MUESTRA N° 2</b>
Peso M. Humedad + tara		
Peso M. seca + tara		
Peso capsula		
Peso de la muestra seca		
Peso del agua		
Humedad		
% de humedad natural		
% de humedad natural. Promedio		

Anexo 6.5. Guía de Observación N°2 - EMS

MECANICA DE SUELOS

TABLA 1 Ubicación de calicatas				
CALICATA S	LOCALIZACION	COORDENADAS UTM		ALTITUD
		ESTE	NORTE	
CALICATA 1	Tramo La Quida - Igor	782976.885	9151438.586	2803.420
CALICATA 2	Tramo La Quida - Igor	783223.338	9151934.997	2893.000
CALICATA 3	Tramo La Quida - Igor	783704.244	9151981.547	2976.400
CALICATA 4	Tramo La Quida - Igor	783390.049	9152588.887	3058.500
CALICATA 5	Tramo La Quida - Igor	783148.000	9152835.000	3084.000
CALICATA 6	Tramo La Quida - Igor	782955.985	9153087.948	3124.000

TABLA 2 Especificaciones de las calicatas		
CALICATA S	PROFUNDIDAD EXCAVADA	PRESENCIA DE AGUA
CALICATA 1	1.5	N. P
CALICATA 2	1.5	N. P
CALICATA 3	1.5	N. P
CALICATA 4	1.5	N. P
CALICATA 5	1.5	N. P
CALICATA 6	1.5	N. P

TABLA 3. Clasificación de suelos métodos SUCS y AASHTO		
CALICATA S	CLASIFICACION	
	SUCS	AASHTO
CALICATA 1	SM	A- 4 (2)
CALICATA 2	SM	A - 6 (2)
CALICATA 3	SM	A - 2 - 4 (0)
CALICATA 4	SM	A - 4 (2)
CALICATA 5	GM	A - 2 - 4 (0)
CALICATA 6	GM	A - 2 - 4 (0)

TABLA 4. Contenido de Humedad	
CALICATA S	% DE HUMEDAD
CALICATA 1	15.17%
CALICATA 2	14.26%
CALICATA 3	16.15%
CALICATA 4	16.33%
CALICATA 5	10.30%
CALICATA 6	10.44%

TABLA 5: Limites de Atterberg.			
CALICATA S	LIMITE LIQUIDO (LL) %	LIMITE PLASTICO (LP) %	INDICE DE PLASTICIDAD (IP) %
CALICATA 1	N. P	N. P	N. P
CALICATA 2	35	25	10
CALICATA 3	33	25	8
CALICATA 4	35	25	10
CALICATA 5	29	20	9
CALICATA 6	30	23	7

**Anexo 6.6.** Ficha de observación N° 1 y 2.

	Adición de relave minero metálico en la capacidad portante de la trocha carrozable del tramo La Quida – Igor, Huaranchal, 2022.		
<b>ENSAYO DE PROCTOR PARA LA DETERMINACIÓN DEL CBR - ASTM D 883</b>			
Molde número	1	2	3
Número de capas	5	5	5
Número de golpes por capa	56	25	10
Condición de la muestra	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
Peso del molde + suelo húmedo (gr)			
Peso del molde (gr)			
Peso del suelo húmedo (gr)			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )			
Densidad húmeda del suelo (gr/cm <sup>3</sup> )			
Humedad contenida			
Contenido de humedad (%)			
Factor de densidad seca			
Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )			

## Anexo 6.7. Validez y confiabilidad de los instrumentos.

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA

#### 1. Datos generales

**Apellido y nombre del experto:** Ing. Ramírez Muñoz Carlos Javier.  
**Institución donde labora** : Universidad Nacional de Jaén.  
**Especialidad** : Ingeniería Civil.  
**Instrumentos de evaluación** : Resultados de los ensayos realizados, se tendrá en cuenta la Norma ASTM y la Norma Técnica Peruana.  
**Autores de los instrumentos** : Romero Segura, Wilder Jordinho / Vare Quispe, Anyelita Estephania

#### 2. Aspectos de validación

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLES (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Los instrumentos y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el reconocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a la(s) variable					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivo de la investigación.					x
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENSIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
PUNTAJE TOTAL					50	

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es valido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41, sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valida ni aplicable (El proyecto de investigación es procedente y/o aplicable.

#### 3. Opinión de aplicabilidad

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

50

  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

## Anexo 6.8. Validez y confiabilidad de los instrumentos.

### 1. Datos generales

**Apellido y nombre del experto:** Ing. Jonathan, Yzasiga Patiño.  
**Institución donde labora** : Universidad Nacional de Jaén.  
**Especialidad** : Ingeniería Civil.  
**Instrumentos de evaluación** : Resultados de los ensayos realizados, se tendrá en cuenta la Norma ASTM y la Norma Técnica Peruana.  
**Autores de los instrumentos** : Romero Segura, Wilder Jordinho / Vare Quispe, Anyelita Estephania

### 2. Aspectos de validación

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLES (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Los instrumentos y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el reconocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a la(s) variable					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivo de la investigación.					x
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENSIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
PUNTAJE TOTAL					50	

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41, sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válida ni aplicable (El proyecto de investigación es procedente y/o aplicable.

### 3. Opinión de aplicabilidad

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 195065

## Anexo 6.7. Validez y confiabilidad de los instrumentos.

### 1. Datos generales

**Apellido y nombre del experto:** Ing. Victoria de los Ángeles Agustín Díaz.  
**Institución donde labora** : Universidad Nacional de Jaén.  
**Especialidad** : Ingeniería Civil.  
**Instrumentos de evaluación** : Resultados de los ensayos realizados, se tendrá en cuenta la Norma ASTM y la Norma Técnica Peruana.  
**Autores de los instrumentos** : Romero Segura, Wilder Jordinho / Vare Quispe, Anyelita Estephania

### 2. Aspectos de validación

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLES (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Los instrumentos y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el reconocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a la(s) variable					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivo de la investigación.					x
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENSIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
PUNTAJE TOTAL		50				

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41, sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válida ni aplicable (El proyecto de investigación es procedente y/o aplicable.

### 3. Opinión de aplicabilidad

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

50

INGENIERÍA CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

## Anexo 7: Levantamiento topográfico.

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

GPS GARMIN MAP. 64S AT AMAZON	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pantalla en color de 2.6 pulgadas que puede leerse a la luz del sol.</li><li>• Receptor GPS y GLONASS de alta sensibilidad con antena Cuadrifilar Helix.</li><li>• Altimetro Barométrico optimizado para exteriores.</li><li>• Conectividad inalámbrica mediante tecnología Bluetooth o ATN +.</li></ul>

### 1.1. DATA TOPOGRÁFICA

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	782962.784	9153099.889	3123.123	BC
2	782964.000	9153099.000	3123.126	E
3	782958.217	9153092.429	3124.000	E
4	782959.661	9153091.799	3123.981	BC
5	782955.985	9153087.948	3124.000	C-6
6	782948.000	9153063.000	3124.653	E
7	782944.000	9153057.000	3124.754	E
8	782937.012	9153043.901	3125.000	E
9	782935.842	9153045.048	3124.983	BC
10	783025.587	9153190.516	3119.670	BC
11	782938.128	9153042.805	3124.980	BC
12	782921.000	9153035.000	3124.000	E
13	782912.000	9153022.000	3123.562	E
14	782907.873	9153012.102	3123.245	E
15	782900.738	9153004.300	3123.021	E
16	782899.018	9153005.769	3123.010	BC
17	782902.207	9153002.948	3123.010	BC
18	782881.111	9152985.938	3122.580	BC
19	782879.943	9152988.070	3122.600	E
20	782878.763	9152989.633	3122.580	BC
21	783029.593	9153189.568	3119.670	BC
22	782868.632	9152979.616	3122.340	BC
23	782871.305	9152977.170	3122.340	BC
24	782858.500	9152969.599	3121.980	BC
25	782860.000	9152969.000	3122.000	E
26	782861.500	9152968.401	3121.980	BC
27	782858.500	9152940.398	3120.564	BC
28	782861.500	9152939.602	3120.564	BC

29	782854.476	9152923.586	3120.137	E
30	782852.000	9152926.000	3120.120	DBC
31	783027.000	9153190.000	3119.690	EJE
32	782854.854	9152919.634	3120.000	DVBC
33	782868.998	9152896.545	3119.640	BC
34	782871.276	9152898.570	3119.637	BC
35	782883.488	9152887.043	3119.354	E
36	782936.831	9152822.037	3115.193	BC
37	782939.169	9152823.964	3115.193	BC
38	782912.435	9152846.342	3117.045	E
39	782938.000	9152823.000	3115.210	E
40	782964.382	9152782.615	3110.103	BC
41	782963.000	9152782.000	3110.120	E
42	783029.060	9153186.636	3120.000	PST
43	782977.000	9152735.000	3101.000	E
44	782975.866	9152733.554	3100.981	BC
45	783023.430	9153177.172	3121.000	EJE
46	783008.221	9153159.746	3122.000	E
47	783010.249	9153159.395	3122.000	P
48	782979.000	9153124.000	3122.843	E
49	782984.528	9152740.172	3100.632	BC
50	782983.000	9152740.000	3100.650	E
51	782975.144	9152767.244	3098.000	BC
52	782981.472	9152739.829	3100.632	BC
53	782973.640	9152767.002	3098.020	E
54	782972.067	9152790.544	3096.120	E
55	782966.976	9152811.371	3095.823	E
56	782995.147	9152829.716	3094.980	BC
57	782974.000	9152819.000	3095.510	E
58	782994.344	9152830.984	3095.000	E
59	783014.688	9152842.967	3094.314	E
60	783020.000	9152845.000	3094.131	E
61	783028.000	9152844.000	3094.000	E
62	783033.000	9152839.000	3093.654	E
63	783030.677	9152829.361	3093.020	E
64	783003.502	9152792.526	3091.184	BC
65	783014.000	9152810.000	3092.000	E
66	783000.498	9152793.474	3091.184	BC
67	783002.000	9152793.000	3091.201	E
68	783002.055	9152776.571	3090.864	E
69	783013.315	9152750.214	3089.521	E
70	783021.305	9152752.488	3087.900	E

71	783029.544	9152720.064	3088.802	E
72	783018.861	9152726.224	3089.020	E
73	783028.911	9152722.160	3088.770	BC
74	783030.176	9152717.968	3088.770	BC
75	783030.362	9152725.074	3088.680	BC
76	783032.000	9152725.000	3088.700	E
77	783022.782	9152752.830	3087.880	BC
78	783033.639	9152724.926	3088.680	BC
79	783020.023	9152767.801	3087.600	E
80	783021.599	9152766.960	3087.582	BC
81	783032.234	9152776.290	3087.120	BC
82	783033.000	9152775.000	3087.130	E
83	783053.997	9152788.319	3086.865	E
84	783085.000	9152795.000	3086.100	E
85	783102.403	9152796.841	3085.843	E
86	783125.237	9152806.920	3085.422	E
87	783142.000	9152810.000	3083.030	E
88	783143.219	9152809.110	3083.010	BC
89	783126.193	9152805.702	3085.401	BC
90	783140.781	9152810.890	3083.010	BC
91	783143.000	9152830.000	3084.170	E
92	783143.950	9152828.775	3084.152	BC
93	783150.000	9152833.000	3083.950	E
94	783154.000	9152827.000	3083.800	E
95	783153.000	9152822.000	3083.620	E
96	783111.339	9152784.352	3081.920	BC
97	783134.000	9152796.000	3082.650	E
98	783132.895	9152797.089	3082.632	BC
99	783135.105	9152794.911	3082.632	BC
100	783112.000	9152783.000	3081.932	E
101	783079.000	9152770.000	3080.550	E
102	783146.000	9152835.000	3084.000	C-5
103	783093.826	9152758.854	3078.870	E
104	783065.000	9152754.000	3080.000	E
105	783063.846	9152742.515	3079.622	E
106	783070.827	9152739.366	3079.480	E
107	783106.553	9152762.785	3078.543	BC
108	783120.758	9152751.804	3078.000	BC
109	783094.404	9152757.541	3078.851	BC
110	783093.072	9152760.136	3078.851	BC
111	783105.278	9152760.863	3078.560	E
112	783105.796	9152759.091	3078.543	BC

113	783120.775	9152753.477	3078.020	E
114	783120.792	9152755.150	3078.000	BC
115	783153.855	9152767.747	3076.980	BC
116	783178.820	9152794.616	3075.980	BC
117	783152.145	9152770.253	3076.980	BC
118	783153.000	9152769.000	3077.000	E
119	783167.000	9152782.000	3076.650	E
120	783168.107	9152780.981	3076.632	BC
121	783165.893	9152783.019	3076.632	BC
122	783178.000	9152796.000	3076.000	E
123	783184.000	9152797.000	3075.800	E
124	783193.000	9152793.000	3075.600	E
125	783193.543	9152794.400	3075.580	BC
126	783262.822	9152781.207	3073.980	BC
127	783202.000	9152790.000	3075.400	E
128	783251.472	9152776.154	3074.120	E
129	783251.461	9152774.582	3074.110	BC
130	783251.484	9152777.727	3074.110	BC
131	783264.000	9152780.000	3074.000	E
132	783260.148	9152771.146	3074.000	DV
133	783269.000	9152784.000	3074.000	DV
134	783371.000	9152742.000	3067.410	BC
135	783612.476	9152634.057	3039.560	E
136	783279.849	9152822.722	3074.980	BC
137	783277.188	9152824.225	3074.980	BC
138	783278.519	9152823.474	3075.000	E
139	783306.739	9152907.410	3076.300	QDA
140	783298.079	9152846.783	3076.000	E
141	783300.083	9152846.429	3075.980	BC
142	783295.749	9152846.468	3075.980	BC
143	783294.392	9152874.489	3076.543	E
144	783296.446	9152874.167	3076.532	BC
145	783332.752	9152849.432	3073.120	E
146	783308.545	9152897.834	3075.980	BC
147	783307.455	9152902.166	3075.980	BC
148	783309.104	9152895.099	3075.700	QDA
149	783308.000	9152900.000	3076.000	E
150	783314.000	9152896.000	3075.860	E
151	783312.827	9152894.979	3075.843	BC
152	783315.173	9152897.021	3075.843	BC
153	783328.838	9152867.221	3074.020	E
154	783327.630	9152866.784	3074.000	BC

155	783330.433	9152867.802	3074.000	BC
156	783581.145	9152623.245	3042.130	BC
157	783375.176	9152741.766	3067.410	BC
158	783359.367	9152678.731	3064.480	BC
159	783346.000	9152820.000	3071.000	E
160	783343.950	9152818.979	3070.980	BC
161	783347.624	9152820.932	3070.980	BC
162	783361.544	9152759.345	3068.540	E
163	783364.146	9152759.863	3068.520	BC
164	783359.162	9152759.007	3068.520	BC
165	783373.573	9152741.639	3067.430	E
166	783309.463	9152617.226	3061.340	E
167	783420.029	9152626.877	3053.980	BC
168	783417.801	9152628.952	3053.980	BC
169	783364.000	9152709.000	3065.120	E
170	783361.721	9152709.523	3064.970	BC
171	783366.224	9152708.900	3064.970	BC
172	783357.888	9152679.917	3064.500	E
173	783346.997	9152670.835	3064.000	E
174	783348.942	9152669.456	3063.980	BC
175	783356.162	9152680.808	3064.480	BC
176	783335.135	9152630.090	3062.000	E
177	783336.748	9152628.858	3061.980	BC
178	783333.388	9152631.119	3061.980	BC
179	783302.504	9152603.440	3059.820	E
180	783310.745	9152615.346	3061.300	BC
181	783308.000	9152619.000	3061.300	BC
182	783318.943	9152595.374	3059.000	E
183	783300.645	9152602.681	3059.800	BC
184	783305.251	9152604.440	3059.800	BC
185	783626.493	9152628.345	3039.000	E
186	783318.446	9152593.947	3058.980	BC
187	783628.117	9152629.304	3038.980	BC
188	783319.441	9152596.801	3058.980	BC
189	783362.045	9152584.279	3057.860	E
190	783362.770	9152585.895	3057.840	BC
191	783361.770	9152582.895	3057.840	BC
192	783389.341	9152591.994	3056.520	E
193	783400.000	9152599.000	3056.000	E
194	783398.908	9152600.071	3055.980	BC
195	783388.812	9152593.178	3056.500	BC
196	783390.049	9152588.887	3056.500	C-4

197	783418.915	9152627.915	3054.000	E
198	783612.639	9152635.611	3039.540	BC
199	783444.000	9152647.000	3052.120	E
200	783444.307	9152645.349	3052.100	BC
201	783443.693	9152648.651	3052.100	BC
202	783477.233	9152638.244	3050.100	E
203	783477.038	9152636.574	3050.080	BC
204	783477.751	9152639.794	3050.080	BC
205	783515.000	9152632.000	3047.000	E
206	783514.358	9152630.580	3046.980	BC
207	783515.642	9152633.421	3046.980	BC
208	783548.236	9152604.011	3044.560	E
209	783548.633	9152605.638	3044.540	BC
210	783547.839	9152602.385	3044.540	BC
211	783566.701	9152606.620	3043.980	BC
212	783566.000	9152608.000	3044.000	E
213	783582.855	9152620.755	3042.130	BC
214	783565.299	9152609.380	3043.980	BC
215	783582.000	9152622.000	3042.150	E
216	783601.000	9152632.000	3040.080	E
217	783600.507	9152633.436	3040.060	BC
218	783601.493	9152630.565	3040.060	BC
219	783624.870	9152627.387	3038.980	BC
220	783626.286	9152613.814	3038.100	BC
221	783623.356	9152614.577	3038.100	BC
222	783621.000	9152631.000	3039.320	QDA
223	783614.000	9152588.000	3035.130	E
224	783615.656	9152588.080	3035.110	BC
225	783612.344	9152587.920	3035.110	BC
226	783643.000	9152525.000	3028.030	E
227	783644.450	9152525.420	3028.000	BC
228	783641.550	9152524.580	3028.000	BC
229	783643.359	9152513.842	3027.320	BC
230	783633.000	9152488.000	3025.250	E
231	783631.416	9152488.151	3025.230	BC
232	783634.584	9152487.849	3025.230	BC
233	783641.000	9152456.000	3023.450	E
234	783642.396	9152456.602	3023.430	BC
235	783639.604	9152455.398	3023.430	BC
236	783667.824	9152418.763	3019.320	E
237	783669.396	9152420.053	3019.300	BC
238	783666.367	9152417.358	3019.300	BC

239	783690.000	9152351.000	3014.120	E
240	783691.323	9152351.752	3014.100	BC
241	783688.678	9152350.248	3014.100	BC
242	783711.447	9152329.120	3012.342	E
243	783708.856	9152328.560	3012.300	BC
244	783713.406	9152329.816	3012.300	BC
245	783707.960	9152279.016	3009.230	E
246	783710.059	9152279.200	3009.210	BC
247	783706.225	9152278.661	3009.210	BC
248	783710.319	9152247.220	3007.120	E
249	783712.025	9152246.527	3007.100	BC
250	783708.839	9152248.137	3007.100	BC
251	783685.000	9152218.000	3004.260	E
252	783732.000	9152099.000	2990.070	E
253	783686.407	9152217.353	3004.240	BC
254	783683.593	9152218.647	3004.240	BC
255	783677.269	9152162.885	3000.110	E
256	783675.000	9152163.000	3000.090	BC
257	783679.000	9152163.000	3000.090	BC
258	783663.000	9152134.000	2996.120	E
259	783664.483	9152133.660	2996.110	BC
260	783661.517	9152134.340	2996.110	BC
261	783662.179	9152119.974	2995.780	E
262	783660.635	9152119.262	2995.770	BC
263	783663.724	9152120.686	2995.770	BC
264	783678.000	9152108.000	2994.170	E
265	783677.389	9152106.581	2994.140	BC
266	783678.611	9152109.419	2994.140	BC
267	783714.000	9152043.000	2984.540	E
268	783731.206	9152097.612	2990.050	BC
269	783732.794	9152100.388	2990.050	BC
270	783743.936	9152084.752	2988.756	E
271	783745.833	9152084.824	2988.742	BC
272	783742.039	9152084.681	2988.742	BC
273	783680.155	9152022.329	2980.980	BC
274	783712.810	9152043.915	2984.510	BC
275	783715.190	9152042.085	2984.510	BC
276	783703.473	9152024.177	2982.360	E
277	783704.329	9152022.685	2982.340	BC
278	783702.510	9152026.100	2982.340	BC
279	783681.000	9152021.000	2981.000	E
280	783671.000	9152009.000	2980.000	E

281	783702.275	9151982.968	2976.410	BC
282	783671.000	9152001.000	2979.280	E
283	783701.000	9151982.000	2976.430	E
284	783702.925	9151975.607	2976.000	E
285	783699.725	9151981.032	2976.410	BC
286	783704.641	9151975.110	2975.970	BC
287	783704.244	9151981.547	2976.400	C-3
288	783700.784	9151967.001	2975.580	BC
289	783699.212	9151968.251	2975.600	E
290	783701.209	9151976.104	2975.970	BC
291	783651.764	9151950.139	2972.960	BC
292	783697.330	9151968.358	2975.580	BC
293	783691.888	9151961.329	2974.960	BC
294	783693.048	9151960.069	2975.000	E
295	783652.256	9151948.453	2973.000	E
296	783618.884	9151942.290	2972.000	E
297	783610.453	9151932.599	2971.500	E
298	783615.974	9151896.388	2968.200	E
299	783617.721	9151896.027	2968.168	BC
300	783606.467	9151886.452	2967.120	E
301	783556.650	9151871.844	2963.000	E
302	783540.672	9151853.503	2959.400	E
303	783499.775	9151841.826	2955.000	E
304	783474.504	9151818.447	2953.600	E
305	783409.000	9151820.000	2950.000	E
306	783367.000	9151831.000	2946.100	E
307	783336.000	9151822.000	2943.120	E
308	783315.296	9151827.847	2942.000	EJ
309	783263.000	9151853.000	2938.000	E
310	783228.000	9151855.000	2935.650	E
311	783172.489	9151820.256	2930.110	E
312	783150.000	9151803.000	2928.000	E
313	783143.000	9151815.000	2927.000	E
314	783147.000	9151843.000	2925.150	E
315	783163.000	9151851.000	2924.300	E
316	783216.499	9151866.732	2920.000	EJ
317	783262.360	9151906.365	2915.050	EJ
318	783286.000	9151924.000	2914.000	E
319	783300.000	9151927.000	2913.100	E
320	783411.819	9151905.095	2906.600	E
321	783336.000	9151925.000	2911.110	E
322	783387.075	9151912.351	2908.320	E

323	783412.277	9151910.659	2906.040	E
324	783415.354	9151911.027	2906.020	BC
325	783409.844	9151910.204	2906.020	BC
326	783326.000	9151962.000	2899.210	E
327	783306.000	9151968.000	2898.200	E
328	783290.000	9151969.000	2897.740	E
329	783279.000	9151968.000	2897.000	E
330	783270.000	9151964.000	2896.400	E
331	783223.338	9151934.997	2893.000	C-2
332	783193.560	9151916.631	2890.000	E
333	783152.000	9151913.000	2886.000	E
334	783127.936	9151898.902	2884.000	E
335	783082.000	9151891.000	2881.000	E
336	783073.000	9151886.000	2880.400	E
337	783078.717	9151867.618	2877.000	E
338	783056.000	9151849.000	2873.100	E
339	783020.627	9151838.480	2871.150	E
340	782992.000	9151841.000	2869.200	E
341	782932.728	9151794.249	2861.600	E
342	783044.434	9151700.112	2845.146	E
343	782929.917	9151802.386	2862.130	E
344	782957.000	9151776.000	2858.000	E
345	782988.000	9151762.000	2855.000	E
346	783043.220	9151725.963	2847.000	E
347	783066.429	9151619.198	2836.230	EJ
348	783068.272	9151582.187	2833.190	E
349	783053.532	9151516.692	2827.108	E
350	783052.284	9151497.639	2826.370	E
351	783058.600	9151447.640	2821.240	E
352	783059.743	9151414.530	2817.127	E
353	783046.533	9151388.028	2814.248	E
354	783036.071	9151378.883	2813.780	E
355	783021.497	9151380.189	2812.580	E
356	782994.244	9151408.693	2807.246	E
357	782988.000	9151431.000	2804.100	E
358	782976.577	9151437.385	2803.443	BC
359	782976.885	9151438.566	2803.420	C-1
360	782976.000	9151436.000	2803.463	KM0
361	782975.423	9151434.615	2803.443	BC
362	783024.778	9153176.445	3120.970	BC
363	783022.071	9153177.905	3120.980	BC
364	783009.367	9153158.778	3121.987	BC

365	783007.074	9153160.714	3121.977	BC
366	782980.230	9153123.135	3122.830	BC
367	782977.770	9153124.865	3122.823	BC
368	782965.216	9153098.111	3123.123	BC
369	782956.773	9153093.058	3123.981	BC
370	782957.329	9153083.631	3124.300	E
371	782958.797	9153083.236	3124.283	BC
372	782955.862	9153084.025	3124.283	BC
373	782946.684	9153063.730	3124.643	BC
374	782949.316	9153062.270	3124.643	BC
375	782942.752	9153057.832	3124.738	BC
376	782945.248	9153056.168	3124.738	BC
377	782893.224	9152994.009	3122.854	E
378	782919.966	9153036.141	3124.980	BC
379	782922.034	9153033.859	3124.980	BC
380	782910.681	9153022.730	3123.490	BC
381	782913.319	9153021.270	3123.490	BC
382	782906.609	9153013.251	3123.220	BC
383	782909.072	9153011.383	3123.220	BC
384	782892.626	9152996.248	3122.840	BC
385	782894.900	9152992.441	3122.840	BC
386	782869.972	9152978.535	3122.360	E
387	782860.000	9152940.000	3120.580	E
388	782857.664	9152923.709	3120.118	BC
389	782858.251	9152919.829	3120.000	BC
390	782870.137	9152897.558	3119.656	E
391	782857.000	9152919.000	3120.000	E
392	782884.585	9152888.088	3119.336	BC
393	782882.391	9152885.998	3119.334	BC
394	782911.306	9152845.342	3117.022	BC
395	782913.565	9152847.342	3117.024	BC
396	782961.618	9152781.385	3110.103	BC
397	782978.134	9152736.446	3100.981	BC
398	782983.753	9152733.166	3100.800	BC
399	782982.418	9152734.734	3100.820	E
400	782981.082	9152736.301	3100.800	BC
401	782972.136	9152766.760	3098.000	BC
402	782973.887	9152790.901	3096.100	BC
403	782970.540	9152790.349	3096.100	BC
404	782968.686	9152811.014	3095.800	BC
405	782965.266	9152811.728	3095.800	BC
406	782973.047	9152820.180	3095.500	BC

407	782974.953	9152817.820	3095.500	BC
408	783015.341	9152841.611	3094.293	BC
409	783014.034	9152844.323	3094.293	BC
410	783019.814	9152846.535	3094.120	BC
411	783020.186	9152843.465	3094.120	BC
412	783027.303	9152842.575	3093.990	BC
413	783028.697	9152845.425	3093.990	BC
414	783031.345	9152838.534	3093.630	BC
415	783034.655	9152839.466	3093.630	BC
416	783029.304	9152830.065	3093.000	BC
417	783032.050	9152828.657	3093.000	BC
418	783015.184	9152809.076	3091.980	BC
419	783012.816	9152810.924	3091.980	BC
420	782993.624	9152832.301	3094.980	BC
421	783003.554	9152776.881	3090.842	BC
422	783000.556	9152776.262	3090.842	BC
423	783011.883	9152749.747	3089.512	BC
424	783014.746	9152750.681	3089.512	BC
425	783017.547	9152725.250	3089.000	BC
426	783020.176	9152727.197	3089.000	BC
427	783019.829	9152752.147	3087.880	BC
428	783018.447	9152768.643	3087.582	BC
429	783033.841	9152773.757	3087.120	BC
430	783053.301	9152789.704	3086.852	BC
431	783054.575	9152786.909	3086.852	BC
432	783084.762	9152796.483	3086.080	BC
433	783085.238	9152793.517	3086.080	BC
434	783102.012	9152798.308	3085.823	BC
435	783102.794	9152795.374	3085.823	BC
436	783124.282	9152808.138	3085.401	BC
437	783142.050	9152831.225	3084.152	BC
438	783149.444	9152831.130	3083.932	BC
439	783150.556	9152834.870	3083.932	BC
440	783152.407	9152826.685	3083.782	BC
441	783155.593	9152827.315	3083.782	BC
442	783151.611	9152822.705	3083.602	BC
443	783154.389	9152821.295	3083.602	BC
444	783112.661	9152781.648	3081.920	BC
445	783078.160	9152771.281	3080.529	BC
446	783079.840	9152768.719	3080.529	BC
447	783066.447	9152753.400	3079.982	BC
448	783063.553	9152754.600	3079.982	BC

449	783062.246	9152741.592	3079.609	BC
450	783065.446	9152743.439	3079.609	BC
451	783071.040	9152737.624	3079.469	BC
452	783070.614	9152741.108	3079.469	BC
453	783177.180	9152797.384	3075.980	BC
454	783184.198	9152798.554	3075.780	BC
455	783183.802	9152795.446	3075.780	BC
456	783192.457	9152791.600	3075.580	BC
457	783201.588	9152788.556	3075.380	BC
458	783226.805	9152782.553	3074.820	BC
459	783227.615	9152785.444	3074.820	BC
460	783202.412	9152791.444	3075.380	BC
461	783227.210	9152783.998	3074.840	E
462	783250.630	9152769.495	3074.000	DV
463	783247.257	9152763.140	3073.800	DV
464	783243.237	9152765.751	3073.800	DV
465	783227.054	9152765.550	3073.600	DV
466	783226.652	9152762.939	3073.600	DV
467	783265.178	9152778.793	3073.980	BC
468	783292.843	9152874.774	3076.532	BC
469	783334.147	9152849.637	3074.000	BC
470	783331.472	9152849.626	3074.000	BC
471	783332.607	9152839.517	3072.680	BC
472	783328.875	9152838.897	3072.680	BC
473	783330.667	9152839.224	3072.700	E
474	783345.342	9152672.210	3063.980	BC
475	783390.013	9152590.365	3056.500	BC
476	783401.092	9152597.929	3055.980	BC
477	783626.207	9152636.484	3039.620	QDA
478	783629.533	9152640.534	3040.000	QDA
479	783617.360	9152625.684	3039.000	QDA
480	783611.688	9152621.797	3038.530	QDA
481	783612.313	9152632.504	3039.540	BC
482	783624.821	9152614.196	3038.120	BC
483	783626.381	9152564.713	3033.113	E
484	783644.915	9152513.632	3027.340	E
485	783625.024	9152564.070	3033.091	BC
486	783627.738	9152565.356	3033.091	BC
487	783646.472	9152513.422	3027.320	BC
488	783681.845	9152019.671	2980.980	BC
489	783672.500	9152008.457	2979.980	BC
490	783669.500	9152009.543	2979.980	BC

491	783672.500	9152001.826	2979.270	BC
492	783669.500	9152000.175	2979.270	BC
493	783694.222	9151958.592	2974.960	BC
494	783652.557	9151946.679	2972.960	BC
495	783619.685	9151941.061	2971.970	BC
496	783618.117	9151943.459	2971.970	BC
497	783612.202	9151932.148	2971.480	BC
498	783609.275	9151933.046	2971.480	BC
499	783614.013	9151896.904	2968.168	BC
500	783607.271	9151885.010	2967.090	BC
501	783605.271	9151888.255	2967.090	BC
502	783555.845	9151873.204	2962.961	BC
503	783557.454	9151870.484	2962.961	BC
504	783541.511	9151852.183	2959.369	BC
505	783539.833	9151854.824	2959.369	BC
506	783499.174	9151843.214	2954.959	BC
507	783500.377	9151840.438	2954.959	BC
508	783475.474	9151816.805	2953.570	BC
509	783473.557	9151820.485	2953.570	BC
510	783408.820	9151818.497	2949.970	BC
511	783409.180	9151821.504	2949.970	BC
512	783367.021	9151829.444	2946.080	BC
513	783366.980	9151832.556	2946.080	BC
514	783336.006	9151820.440	2943.100	BC
515	783335.994	9151823.560	2943.100	BC
516	783314.763	9151826.439	2941.960	BC
517	783315.829	9151829.255	2941.960	BC
518	783263.579	9151854.386	2937.980	BC
519	783262.421	9151851.614	2937.980	BC
520	783249.450	9151856.242	2937.110	BC
521	783249.781	9151859.309	2937.110	BC
522	783227.500	9151856.448	2935.630	BC
523	783228.501	9151853.552	2935.630	BC
524	783173.783	9151819.282	2930.099	BC
525	783171.194	9151821.231	2930.099	BC
526	783249.616	9151857.775	2937.140	E
527	783167.722	9151802.546	2929.000	E
528	783156.612	9151800.862	2928.500	E
529	783168.888	9151801.382	2928.970	BC
530	783166.625	9151803.985	2928.970	BC
531	783156.629	9151802.432	2928.480	BC
532	783156.594	9151799.291	2928.480	BC

533	783148.993	9151801.749	2927.970	BC
534	783151.007	9151804.251	2927.970	BC
535	783144.559	9151815.305	2926.960	BC
536	783141.441	9151814.695	2926.960	BC
537	783148.374	9151842.010	2925.120	BC
538	783145.626	9151843.990	2925.120	BC
539	783162.427	9151852.390	2924.280	BC
540	783163.573	9151849.610	2924.280	BC
541	783216.858	9151865.582	2919.970	BC
542	783215.399	9151868.260	2919.970	BC
543	783263.256	9151905.161	2915.020	BC
544	783261.464	9151907.570	2915.020	BC
545	783286.603	9151922.595	2913.960	BC
546	783285.397	9151925.405	2913.960	BC
547	783299.882	9151928.509	2913.080	BC
548	783300.118	9151925.491	2913.080	BC
549	783336.224	9151926.490	2911.080	BC
550	783335.776	9151923.510	2911.080	BC
551	783386.684	9151910.902	2908.300	BC
552	783387.466	9151913.799	2908.300	BC
553	783413.697	9151902.534	2906.570	BC
554	783409.480	9151907.441	2906.570	BC
555	783325.385	9151960.618	2899.170	BC
556	783326.615	9151963.382	2899.170	BC
557	783305.734	9151966.514	2898.180	BC
558	783306.266	9151969.486	2898.180	BC
559	783290.021	9151967.496	2897.710	BC
560	783289.979	9151970.504	2897.710	BC
561	783279.383	9151966.529	2896.970	BC
562	783278.617	9151969.471	2896.970	BC
563	783270.678	9151962.660	2896.380	BC
564	783269.322	9151965.340	2896.380	BC
565	783225.830	9151933.127	2893.030	E
566	783226.779	9151931.548	2893.000	BC
567	783224.794	9151934.939	2893.000	BC
568	783193.775	9151915.064	2889.960	BC
569	783193.239	9151917.847	2889.960	BC
570	783152.522	9151911.567	2885.970	BC
571	783151.478	9151914.433	2885.970	BC
572	783128.459	9151897.470	2883.980	BC
573	783127.413	9151900.335	2883.980	BC
574	783082.506	9151889.565	2880.960	BC

575	783081.494	9151892.435	2880.960	BC
576	783074.392	9151854.116	2875.475	BC
577	783073.316	9151855.289	2875.500	E
578	783072.239	9151856.463	2875.475	BC
579	783074.795	9151885.281	2880.367	BC
580	783071.206	9151886.719	2880.367	BC
581	783080.335	9151867.468	2876.970	BC
582	783077.100	9151867.767	2876.970	BC
583	783056.507	9151847.586	2873.080	BC
584	783046.031	9151699.838	2845.130	BC
585	783055.493	9151850.414	2873.080	BC
586	783020.781	9151836.961	2871.120	BC
587	783020.474	9151839.999	2871.120	BC
588	782992.367	9151839.462	2869.170	BC
589	782991.633	9151842.538	2869.170	BC
590	782931.725	9151801.745	2862.100	BC
591	782928.108	9151803.028	2862.100	BC
592	782931.461	9151793.325	2861.567	BC
593	782933.996	9151795.172	2861.567	BC
594	782956.231	9151774.701	2857.956	BC
595	782957.769	9151777.299	2857.956	BC
596	782987.277	9151760.681	2854.970	BC
597	782988.723	9151763.319	2854.970	BC
598	783041.885	9151725.043	2846.967	BC
599	783044.555	9151726.883	2846.967	BC
600	783067.928	9151619.363	2836.200	BC
601	783064.930	9151619.033	2836.200	BC
602	783069.773	9151582.043	2833.170	BC
603	783066.771	9151582.332	2833.170	BC
604	783055.022	9151516.495	2827.080	BC
605	783052.042	9151516.889	2827.080	BC
606	783053.790	9151497.684	2826.350	BC
607	783050.778	9151497.593	2826.350	BC
608	783060.097	9151447.760	2821.220	BC
609	783057.103	9151447.520	2821.220	BC
610	783061.255	9151414.201	2817.100	BC
611	783058.231	9151414.858	2817.100	BC
612	783047.743	9151387.094	2814.230	BC
613	783045.323	9151388.962	2814.230	BC
614	783036.575	9151377.331	2813.760	BC
615	783035.566	9151380.434	2813.760	BC
616	783020.803	9151378.745	2812.560	BC

617	783022.192	9151381.633	2812.560	BC
618	782992.901	9151407.928	2807.230	BC
619	782995.588	9151409.459	2807.230	BC
620	782986.752	9151429.895	2804.070	BC
621	782989.248	9151432.105	2804.070	BC
622	783042.907	9151699.721	2845.130	BC
623	782991.436	9151406.901	2807.211	TN
624	783005.917	9151390.695	2810.000	TN
625	783018.395	9151376.357	2812.582	TN
626	783036.566	9151374.728	2813.782	TN
627	783049.824	9151384.524	2814.276	TN
628	783064.329	9151413.663	2817.152	TN
629	783023.388	9153190.476	3119.680	CASA
630	783022.150	9153181.327	3119.890	CASA
631	783013.354	9153171.657	3121.000	TN
632	783003.073	9153160.074	3121.990	TN
633	782975.373	9153126.653	3122.860	TN
634	782960.416	9153101.723	3123.163	TN
635	782953.949	9153094.375	3124.041	TN
636	782848.775	9152926.062	3120.200	TN
637	782855.564	9152941.102	3120.340	TN
638	782855.564	9152970.909	3122.120	TN
639	782877.078	9152992.180	3122.720	TN
640	782890.657	9152998.660	3122.910	TN
641	782893.562	9153004.970	3123.000	TN
642	782904.149	9153015.033	3122.300	TN
643	782917.961	9153038.481	3125.120	TN
644	782908.108	9153024.248	3123.540	TN
645	782933.731	9153047.247	3125.030	TN
646	782944.116	9153065.247	3124.843	TN
647	782952.990	9153084.872	3124.320	TN
648	782924.490	9151804.311	2862.082	TN
649	782928.925	9151791.479	2861.540	TN
650	782927.524	9151811.295	2864.000	TN
651	783697.750	9151957.324	2975.201	TN
652	783708.156	9151963.562	2975.401	BC
653	783703.445	9151966.326	2975.010	TN
654	783707.416	9151976.423	2975.010	TN
655	783706.590	9151968.028	2975.401	BC
656	783714.404	9151971.814	2975.601	BC
657	783717.580	9151968.641	2975.601	BC
658	783749.440	9152084.782	2988.874	BC

Anexo 8. EMS.

Ensayos de análisis granulométrico, contenido de humedad y límites de consistencia de la calicata 01 a la calicata 06.

RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913

PROYECTO	: ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	: ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	: HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE 2022

DATOS :

Sondaje/Muestra	: CALICATA C -1 / E-1
Código de Muestra	: LA QUIDA-IGOR
Observación	: MATERIAL FINO CON MATERIAL ORGANICO COLOR MARRÓN OSCURO Y POCA PIEDRA

Coordenadas :	15.06	15.17
Norte	N	
Este	E	
Cota		
Progresiva		

ENSAYO :

Masa Seca de Fracción	: 1,053.5 gr.	Masa de Finos Eliminados	: 442.20 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca	: 611.3 gr.	Error de Tamizado	: 0.00%
Masa de Fracción Tamizada	: 611.3 gr.		

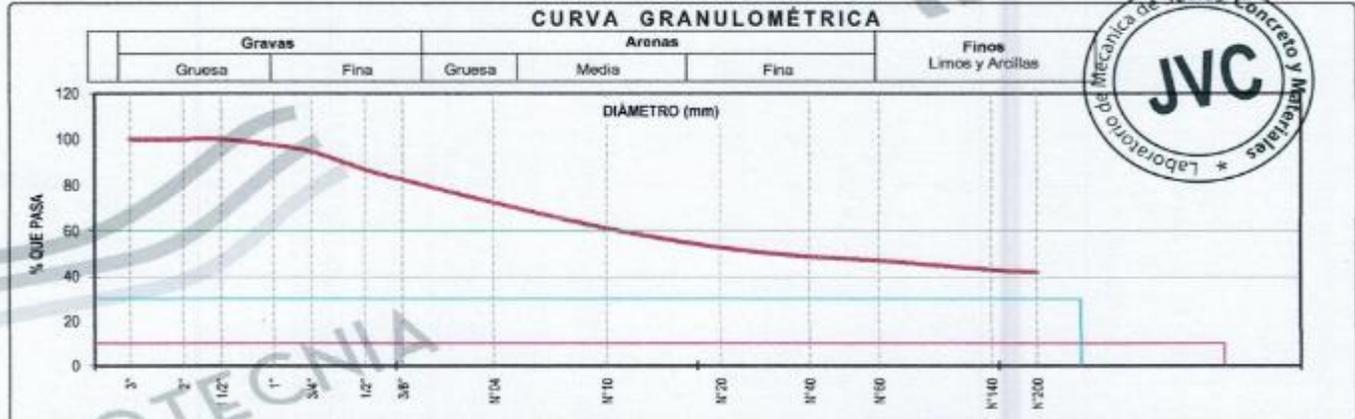
HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216		
Sh + Tara	2,979.60 gr.	2,780.10 gr.
Ss + Tara	2,901.10 gr.	2,703.90 gr.
Tara	99.70 gr.	119.10 gr.
Humedad (%)	2.80	2.96
Humedad Prom (%)	2.88	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : N.P.
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : N.P.
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		Ind. Plástico : N.P.
1"	25.400	27.3	2.59	2.59	97.41		CLASIFICACIÓN / ASTM
3/4"	19.050	29.10	2.76	5.35	94.65		Clas. SUCS (ASTM D2487) : SM
1/2"	12.700	81.20	7.71	13.06	86.94		Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-4 (2)
3/8"	9.500	46.50	4.41	17.48	82.52		NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
N°4	4.750	107.10	10.17	27.64	72.36		Arena limosa con grava
N°10	2.000	118.60	11.26	38.90	61.10		PROF. MUESTREO (m) : 1.50
N°20	0.840	87.10	8.27	47.17	52.83		ESTRATO C-1 / E-1 : 0.10 - 1.50
N°40	0.425	42.10	4.00	51.16	48.84		PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA
N°60	0.250	18.60	1.77	52.93	47.07		% Grava = 27.64
N°140	0.106	43.90	4.17	57.10	42.90		% Arena = 30.35
N°200	0.075	9.40	0.89	57.99	42.01		% Finos = 42.01
< 200	Plato	0.40	42.01	100.00	0.00		
Total		611.30					

DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.54 D30 = 0.16 D60 = 1.78	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = 3.30 CC = 0.03
---------------------	----------------------------------------	-------------------------	------------------------

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

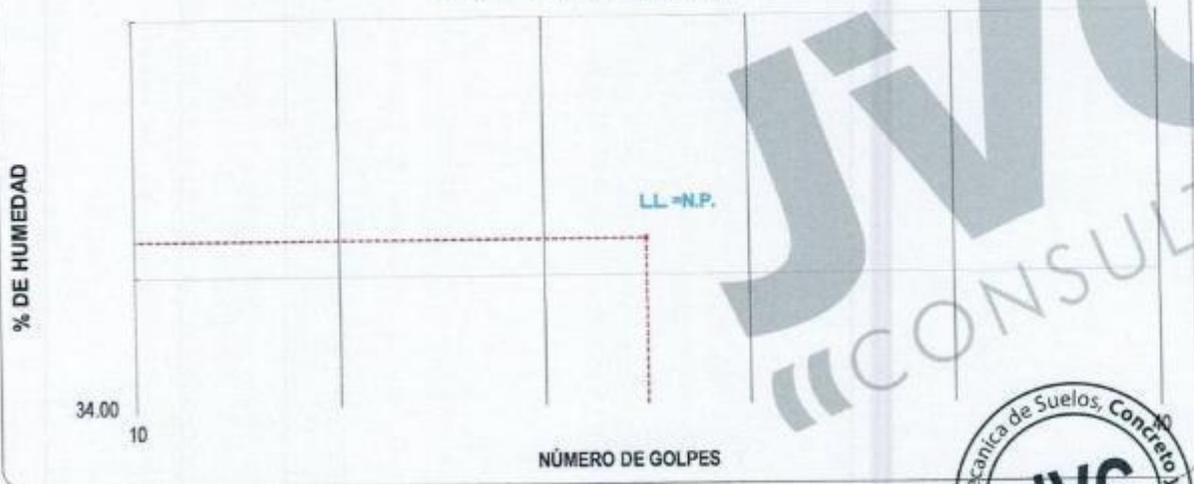
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022

LIMITES DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Nº de golpes					
Peso tara (gr.)					
Peso tara + suelo húmedo (gr.)					
Peso tara + suelo seco (gr.)					
Humedad %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Límites				0.00	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA  
UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
FECHA : OCTUBRE 2022

Prof. de Muestreo : 1.50 m.  
Calicata / Muestra : CALICATA C -1 / E-1  
Estrato : 0.10 - 1.50 m.

Analisis Preliminar (Separación)  
Tamaño Máximo : N° 04  
Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD  
D-2216

DESCRIPCIÓN	S-2	H-15
Masa de Recipiente (gr.)	83.20	116.70
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	2,416.80	2,616.20
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	2,113.65	2,287.43
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	2,111.30	2,285.10
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	2111.30	2285.10
Masa de Suelo Seco (gr.)	2,028.10	2,168.40
Masa de Agua (gr.)	305.50	331.10
Contenido de Humedad (%)	15.06	15.27
Clasificación Visual - Manual	SM	SM
Contenido de Humedad Promedio (%)	15.17	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913

PROYECTO	: ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TRONCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	: ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	: HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE 2022

DATOS:

Sondaje/Muestra	: CALICATA C - 2 / E-1
Código de Muestra	: LA QUIDA-IGOR
Observación	: MATERIAL FINO CON RAICES
	: COLOR MARRÓN OSCURO

Coordenadas:

Norte	: N
Este	: E
Cota	: ---
Progresiva	: ---

ENSAYO:

Masa Seca de Fracción	: 913.2 gr.	Masa de Finos Eliminados	: 377.90 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca	: 535.3 gr.	Error de Tamizado	: 0.00%
Masa de Fracción Tamizada	: 535.3 gr.		

HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216

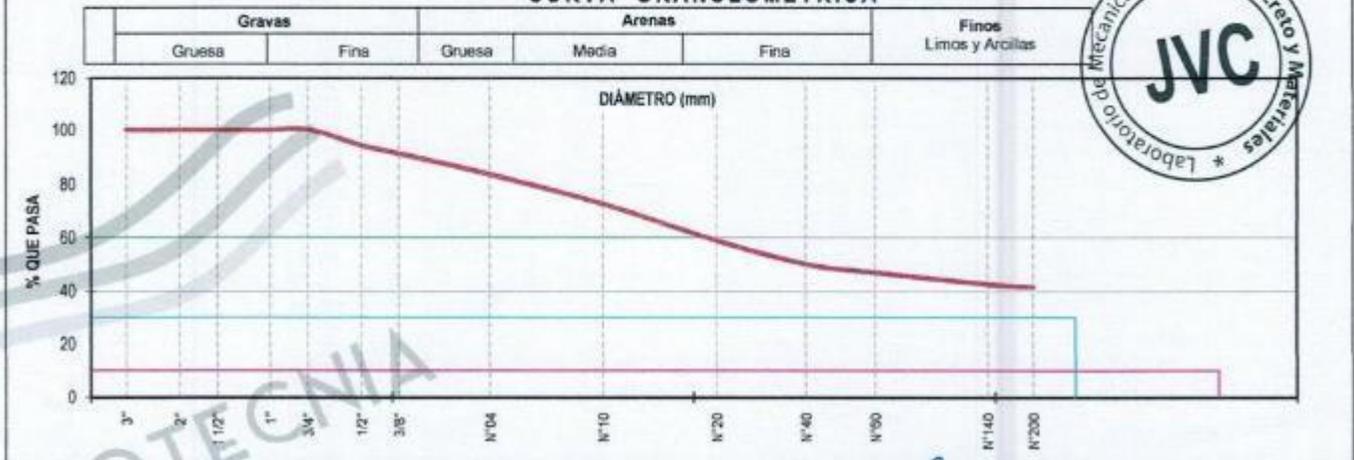
Sh + Tara	: 1,650.90 gr.	1,758.90 gr.
Ss + Tara	: 1,453.70 gr.	1,560.10 gr.
Tara	: 114.40 gr.	119.10 gr.
Humedad(%)	: 14.72	13.80
Humedad Prom(%)	: 14.26	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129	
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00	-	L. Líquido : 38	
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00	-	L. Plástico : 25	
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00	-	Ind. Plástico : 12	
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00	-	CLASIFICACIÓN / ASTM	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	-	Clas. SUCS (ASTM D2487) : SM	
1/2"	12.700	52.30	5.73	5.73	94.27	-	Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-6 (2)	
3/8"	9.500	27.60	3.02	8.75	91.25	-	NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA	
N°04	4.750	69.40	7.60	16.35	83.65	-	Arena limosa con grava	
N°10	2.000	100.30	10.98	27.33	72.67	-	PROF. MUESTREO (m) : 0.50	
N°20	0.840	127.10	13.92	41.25	58.75	-	ESTRATO C-2/E-1 : 0.10 - 0.50	
N°40	0.425	80.10	8.77	50.02	49.98	-	PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA	
N°60	0.250	28.70	3.14	53.16	46.84	-	% Grava = 16.35	
N°140	0.106	39.70	4.35	57.51	42.49	-	% Arena = 42.20	
N°200	0.075	9.50	1.04	58.55	41.45	-	% Finos = 41.45	
< 200	Plato	0.60	41.45	100.00	0.00	-		
Total		535.30						

DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.54	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = 1.70
	D30 = 0.15		CC = 0.05
	D60 = 0.91		

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

LIMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318

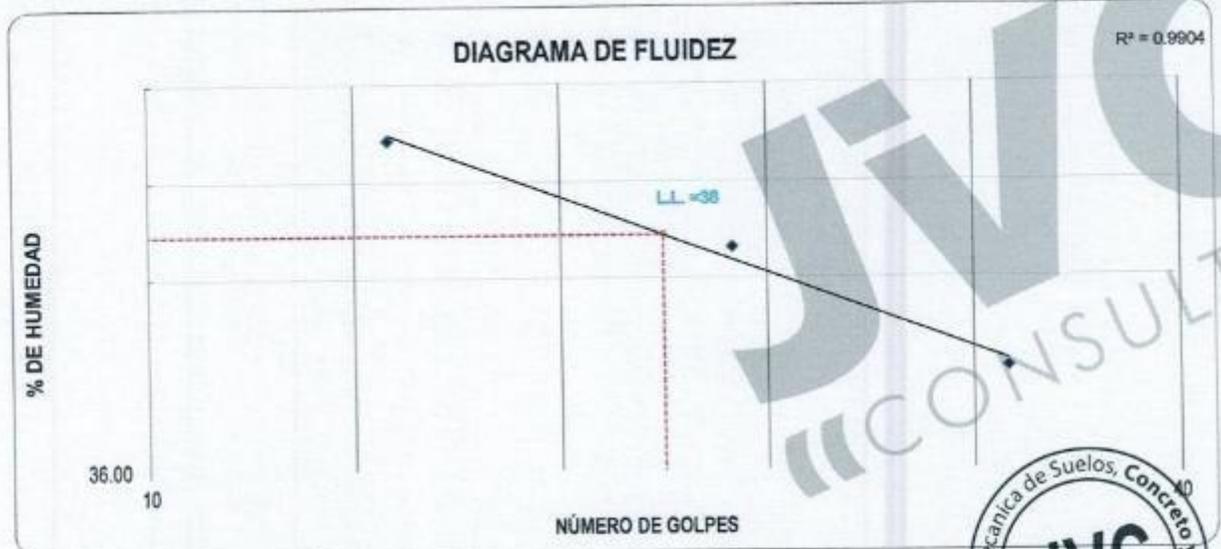
PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022

LIMITES DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	17	27	35		
Nº de golpes				12.34	14.28
Peso tara (gr.)	13.95	13.16	11.09	20.64	21.03
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	35.31	35.36	33.46	18.96	19.62
Peso tara + suelo seco (gr.)	29.27	29.21	27.41	25.38	26.40
Humedad %	39.43	38.32	37.07	26.00	
Limites	38.00				



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216

PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	OCTUBRE 2022

Prof. de Muestreo : 1.50 m.  
Calicata / Muestra : CALICATA C-2 / E-1  
Estrato : 0.10 - 0.50 m.

Analisis Preliminar (Separación)  
Tamaño Máximo : N° 04  
Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD  
D-2216

DESCRIPCIÓN	D-01	H-15
Masa de Recipiente (gr.)	114.40	119.10
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	1,650.90	1,758.90
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	1,456.05	1,562.43
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	1,453.70	1,560.10
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	1453.70	1560.10
Masa de Suelo Seco (gr.)	1,339.30	1,441.00
Masa de Agua (gr.)	197.20	198.80
Contenido de Humedad (%)	14.72	13.80
Clasificación Visual - Manual	SM	SM
Contenido de Humedad Promedio (%)	14.26	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP-140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913

PROYECTO	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPÉ, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	OCTUBRE 2022

DATOS:

Sondaje/Muestra	CALICATA C-2 / E-2
Código de Muestra	LA QUIDA-IGOR
Observación	MATERIAL FINO CON RAICES COLOR MARRÓN OSCURO Y PIEDRA

Coordenadas:

Norte	N
Este	E
Cota	
Progresiva	

ENSAYO:

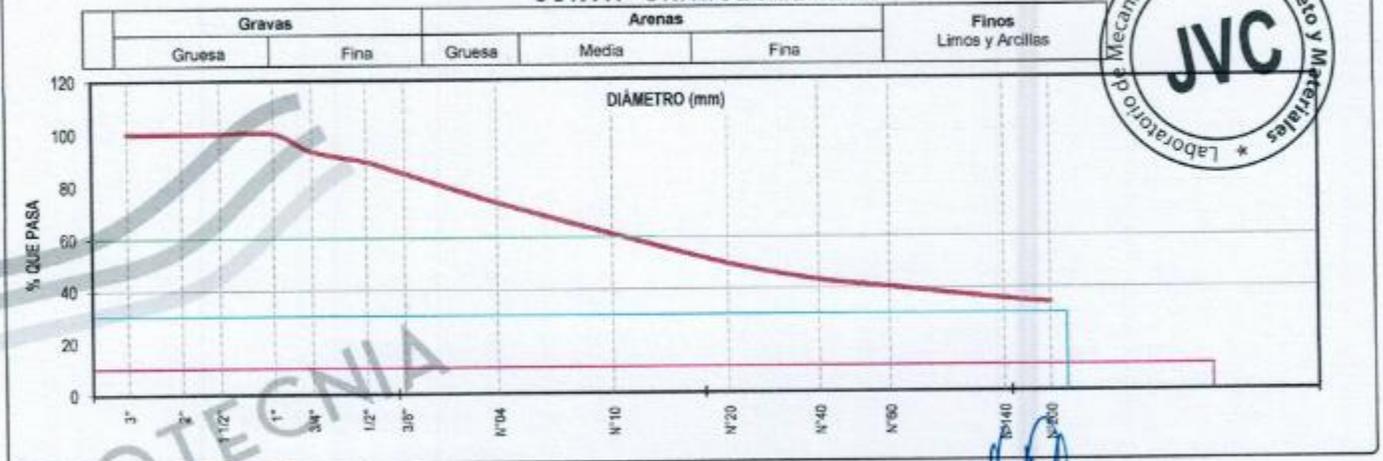
Masa Seca de Fracción	1,212.0 gr.	Masa de Finos Eliminados	409.70 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca	802.3 gr.	Error de Tamizado	0.00%
Masa de Fracción Tamizada	802.3 gr.		

HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216		
Sh + Tara	1,980.10 gr.	1,849.20 gr.
Ss + Tara	1,745.00 gr.	1,632.30 gr.
Tara	113.40 gr.	119.10 gr.
Humedad(%)	14.41	14.23
Humedad Prom(%)	14.32	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : 35
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : 25
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		Ind. Plástico : 10
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN / ASTM
3/4"	19.050	83.60	6.90	6.90	93.10		Clas. SUCS (ASTM D2487) : SM
1/2"	12.700	49.70	4.10	11.00	89.00		Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	54.70	4.51	15.51	84.49		NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
N°04	4.750	134.80	11.12	26.63	73.37		Arena limosa con grava
N°10	2.000	146.50	12.09	38.72	61.28		PROF. MUESTREO (m) : 1.50
N°20	0.840	141.50	11.67	50.40	49.60		ESTRATO C-2/E-2 : 0.50 - 1.50
N°40	0.425	78.30	6.46	56.86	43.14		PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA
N°60	0.250	34.80	2.87	59.73	40.27		% Grava = 26.53
N°140	0.106	58.10	4.79	64.52	35.48		% Arena = 39.39
N°200	0.075	18.20	1.50	66.02	33.98		% Finos = 33.98
< 200	Plato	2.10	33.98	100.00	0.00		
Total		802.30					

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

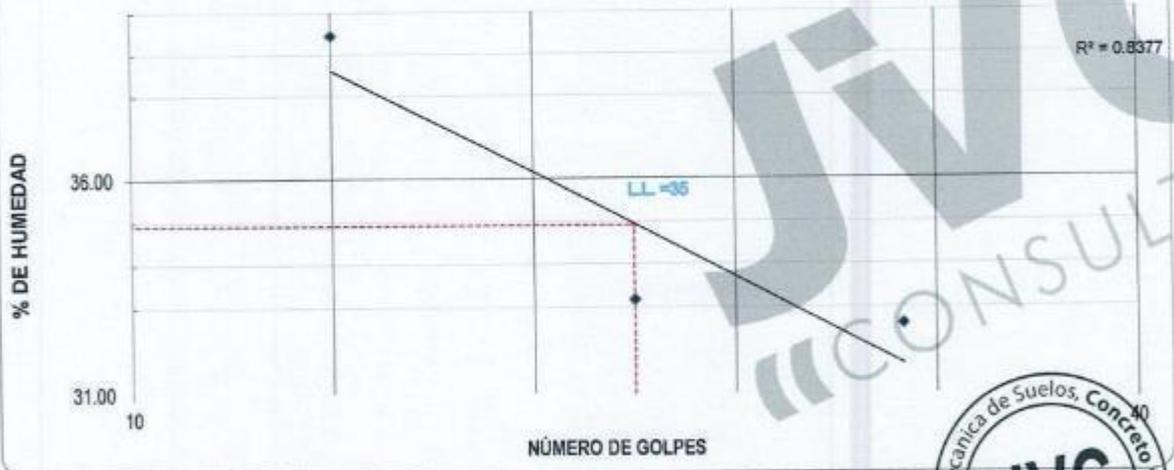
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLASTICO	
Nº de golpes		16	25	33		
Peso tara	(gr.)	14.48	14.39	11.16	12.87	14.30
Peso tara + suelo húmedo	(gr.)	35.34	36.75	31.21	19.56	20.85
Peso tara + suelo seco	(gr.)	29.44	31.18	26.28	18.19	19.58
Humedad %		39.44	33.17	32.61	25.75	24.05
Límites		35.00			25.00	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022

Prof. de Muestreo : 1.50 m.      Analisis Preliminar (Separación)

Calicata / Muestra : CALICATA C-2 / E-2      Tamaño Máximo : N° 04

Estrato : 0.50 - 1.50 m.      Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD  
D-2216

DESCRIPCIÓN	K-11	J-2
Masa de Recipiente (gr.)	113.40	108.40
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	1,980.10	1,849.20
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	1,747.35	1,634.63
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	1,745.00	1,632.30
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	1745.00	1632.30
Masa de Suelo Seco (gr.)	1,631.60	1,523.90
Masa de Agua (gr.)	235.10	216.90
Contenido de Humedad (%)	14.41	14.23
Clasificación Visual - Manual	SM	SM
Contenido de Humedad Promedio (%)	14.32	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913

PROYECTO	: ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	: ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPhANIA
UBICACIÓN	: HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE 2022

DATOS:

Sondaje/Muestra	: CALICATA C-3 / E-1
Código de Muestra	: LA QUIDA-IGOR
Observación	: MATERIAL FINO CON PIEDRA PEQUENA COLOR MARRÓN CLARO

Coordenadas:

Norte	N
Este	E
Cota	
Progresiva	---

ENSAYO:

Masa Seca de Fracción	: 1,056.2 gr.	Masa de Finos Eliminados	: 248.90 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca	: 807.3 gr.	Error de Tamizado	: 0.00%
Masa de Fracción Tamizada	: 807.3 gr.		

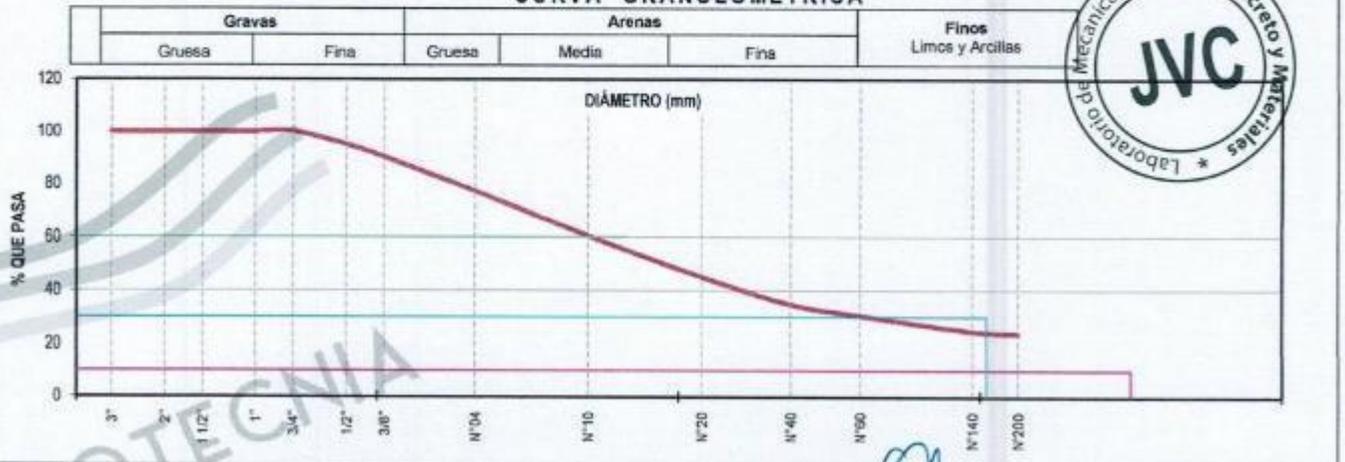
HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216

Sh + Tara	2,093.00 gr.	1,954.30 gr.
Ss + Tara	1,814.50 gr.	1,699.10 gr.
Tara	89.70 gr.	119.10 gr.
Humedad(%)	16.15	16.15
Humedad Prom(%)	16.15	

ENSAYO GRANULOMETRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : 33
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : 25
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		Ind. Plástico : 8
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN / ASTM
1/2"	12.700	53.50	5.07	5.07	94.93		Clas. SUCS (ASTM D2487) : SM
3/8"	9.500	50.00	4.73	9.80	90.20		Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-2-4 (0)
N°04	4.750	138.90	13.15	22.95	77.05		NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
N°10	2.000	176.20	16.68	39.63	60.37		Arena limosa con grava
N°20	0.840	162.70	15.40	55.04	44.96		
N°40	0.425	109.00	10.32	65.36	34.64		
N°60	0.250	44.40	4.20	69.56	30.44		
N°140	0.106	62.30	5.90	75.46	24.54		
N°200	0.075	9.60	0.91	76.37	23.63		PROF. MUESTREO (m) : 1.50
< 200	Plato	0.70	23.63	100.00	0.00		ESTRATO C-3 / E-1 : 0.10 - 1.50
Total		807.30					PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA
DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.33 D30 = 0.23 D60 = 1.9%	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = 5.86 CC = 0.08				% Grava = 22.95 % Arena = 53.42 % Finos = 23.63

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Tel.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318

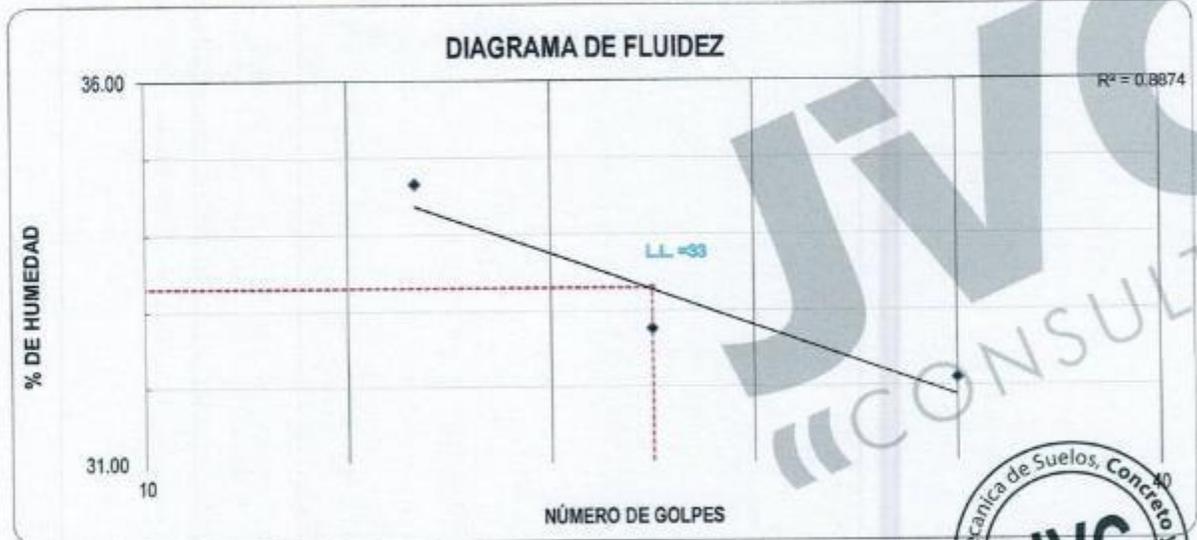
PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	18	25	34		
Nº de golpes					
Peso tara (gr.)	13.66	13.41	13.63	12.74	14.19
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	39.34	35.25	36.47	19.40	20.88
Peso tara + suelo seco (gr.)	32.73	29.86	30.92	18.08	19.54
Humedad %	34.66	32.77	32.10	24.72	25.05
Límites	33.00			25.00	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216

PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	OCTUBRE 2022

Prof. de Muestreo	:	1.50 m.	Analisis Preliminar (Separación)	:	N° 04
Calicata / Muestra	:	CALICATA C-3 / E-1	Tamaño Máximo	:	No Requerido
Estrato	:	0.10 - 1.50 m.	Tamiz Separador	:	

CONTENIDO DE HUMEDAD  
D-2216

DESCRIPCIÓN	V-10	S-6
Masa de Recipiente (gr.)	89.70	119.10
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	2,093.00	1,954.30
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	1,816.85	1,701.43
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	1,814.50	1,699.10
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	1814.50	1699.10
Masa de Suelo Seco (gr.)	1,724.80	1,580.00
Masa de Agua (gr.)	278.50	255.20
Contenido de Humedad (%)	16.15	16.15
Clasificación Visual - Manual	SM	SM
Contenido de Humedad Promedio (%)	16.15	



*[Firma]*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*[Firma]*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913

PROYECTO	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	OCTUBRE 2022

DATOS:

Sondaje/Muestra	CALICATA C-4/E-1
Código de Muestra	LA QUIDA-IGOR
Observación	MATERIAL FINO COLOR BEIGE

Coordenadas:

Norte	N
Este	E
Cota	
Progresiva	

ENSAYO:

Masa Seca de Fracción	1,052.5 gr.	Masa de Finos Eliminados	461.10 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca	591.4 gr.	Error de Tamizado	0.00%
Masa de Fracción Tamizada	591.4 gr.		

HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216		
Sh + Tara	2,063.40 gr.	1,970.40 gr.
Ss + Tara	1,788.50 gr.	1,709.80 gr.
Tara	99.90 gr.	119.10 gr.
Humedad(%)	16.28	16.38
Humedad Prom(%)	16.33	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : 36
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : 25
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		Ind. Plástico : 13
1"	25.400	36.8	3.50	3.50	96.50		CLASIFICACIÓN / ASTM
3/4"	19.050	16.80	1.60	5.09	94.91		Clas. SUCS (ASTM D2487) : SM
1/2"	12.700	42.40	4.03	9.12	90.88		Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-6 (2)
3/8"	9.500	15.00	1.43	10.55	89.45		NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
N°04	4.750	95.40	9.08	19.61	80.39		Arena limosa con grava
N°10	2.000	145.80	13.85	33.46	66.54		
N°20	0.840	104.10	9.89	43.35	56.65		
N°40	0.425	56.00	5.32	48.67	51.33		
N°60	0.250	27.40	2.60	51.28	48.72		
N°140	0.106	41.80	3.97	55.25	44.75		
N°200	0.075	8.90	0.85	56.10	43.90		PROF. MUESTREO (m) : 0.50
< 200	Plato	1.00	43.90	100.00	0.00		ESTRATO C-4/E-1 : 0.10 - 0.50
Total		591.40					PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA
DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.55 D30 = 0.17 D60 = 1.13	COEF. UNIF Y CURVATURA	CU = 2.03 CC = 0.05				% Grava = 19.61 % Arena = 36.48 % Finos = 43.90

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

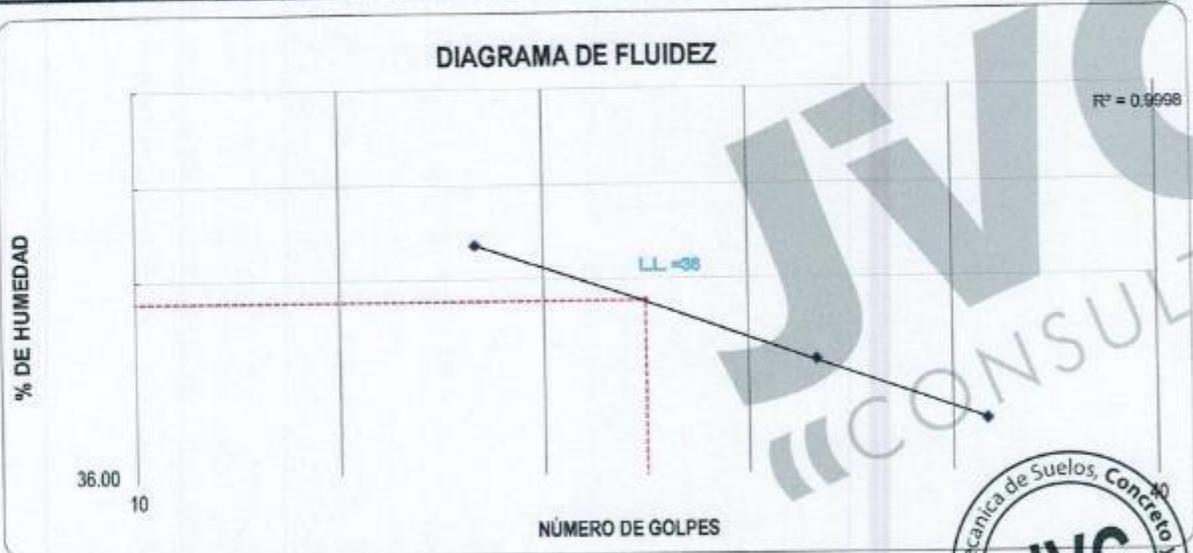
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	20	30	35		
Nº de golpes					
Peso tara (gr.)	13.18	12.74	13.99	14.42	11.98
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	34.46	34.00	37.20	21.67	20.02
Peso tara + suelo seco (gr.)	28.56	28.24	30.99	20.20	18.41
Humedad %	38.36	37.16	36.53	25.43	25.04
Límites		38.00			25.00

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. *Victorio de los Angeles Agustin Diaz*  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D2216

PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	OCTUBRE 2022

Prof. de Muestreo : 0.50 m.  
 Calicata / Muestra : CALICATA C-4 / E-1  
 Estrato : 0.10 - 0.50 m.

Analisis Preliminar (Separación)  
 Tamaño Máximo : N° 04  
 Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	E-11	J-8
Masa de Recipiente (gr.)	99.90	119.10
Masa de Recipiente + Suelo Húmedo (gr.)	2,063.40	1,970.40
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	1,790.85	1,712.13
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	1,788.50	1,709.80
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	1788.50	1709.80
Masa de Suelo Seco (gr.)	1,688.60	1,590.70
Masa de Agua (gr.)	274.90	260.60
Contenido de Humedad (%)	16.28	16.38
Clasificación Visual - Manual	SM	SM
Contenido de Humedad Promedio (%)	16.33	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913

PROYECTO	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPhANIA
UBICACIÓN	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	OCTUBRE 2022

**DATOS :**

Sondaje/Muestra	CALICATA C -4/ E-2
Código de Muestra	LA QUIDA-IGOR
Observación	MATERIAL FINO COLOR MARRON CLARO

**Coordenadas :**

Norte	N
Este	E
Cota	
Progresiva	---

**ENSAYO :**

Masa Seca de Fracción	1,325.7 gr.	Masa de Finos Eliminados	587.80 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca	738.1 gr.	Error de Tamizado	0.00%
Masa de Fracción Tamizada	738.1 gr.		

**HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216**

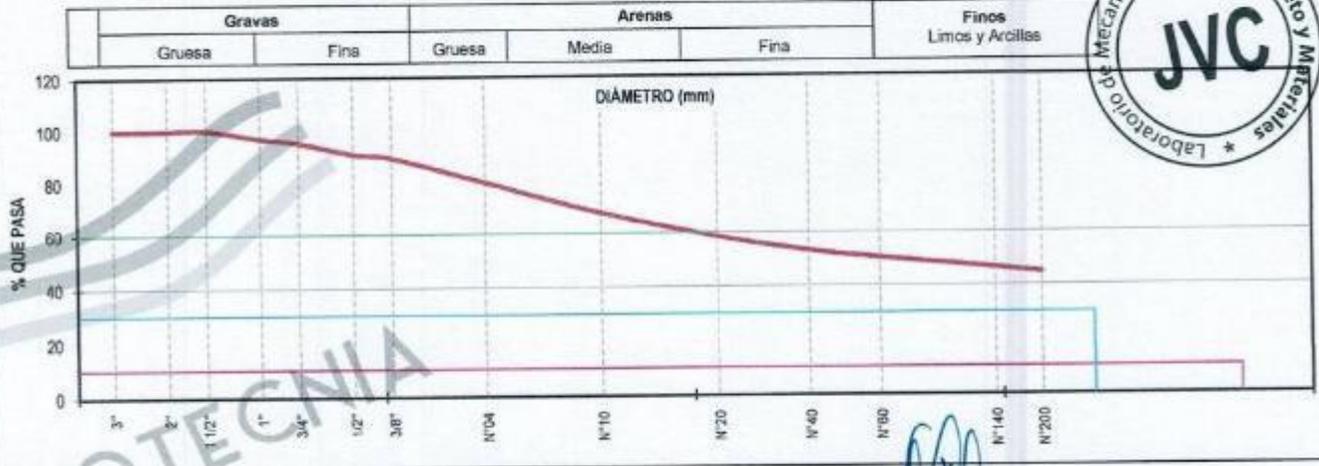
Sh + Tara	1,769.20 gr.	1,985.20 gr.
Ss + Tara	1,480.80 gr.	1,670.10 gr.
Tara	99.80 gr.	119.10 gr.
Humedad(%)	20.88	20.38
Humedad Prom(%)	20.63	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129
3"	75.200	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : 35
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : 25
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		Ind. Plástico : 10
1"	25.400	42.1	3.18	3.18	96.82		<b>CLASIFICACIÓN / ASTM</b>
3/4"	19.050	23.40	1.77	4.94	95.06		Clas. SUCS (ASTM D2487) : SM
1/2"	12.700	57.90	4.37	9.31	90.69		Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-4 (2)
3/8"	9.500	20.80	1.57	10.88	89.12		<b>NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA</b>
N°04	4.750	124.70	9.41	20.28	79.72		Arena limosa con grava
N°10	2.000	158.90	11.94	32.22	67.78		<b>PROF. MUESTREO (m) :</b> 1.50
N°20	0.840	123.80	9.34	41.56	58.44		<b>ESTRATO C-4 / E-2 :</b> 0.50 - 1.50
N°40	0.425	72.40	5.46	47.02	52.98		<b>PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA</b>
N°60	0.250	37.60	2.84	49.86	50.14		% Grava = 20.28
N°140	0.106	52.30	3.95	53.81	46.19		% Arena = 35.29
N°200	0.075	23.40	1.77	55.57	44.43		% Finos = 44.43
< 200	Plato	1.40	44.43	100.00	0.00		
Total		738.10					

DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.56 D30 = 0.17 D60 = 0.97	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = 1.74 CC = 0.06
---------------------	----------------------------------------	-------------------------	------------------------

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victorio de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

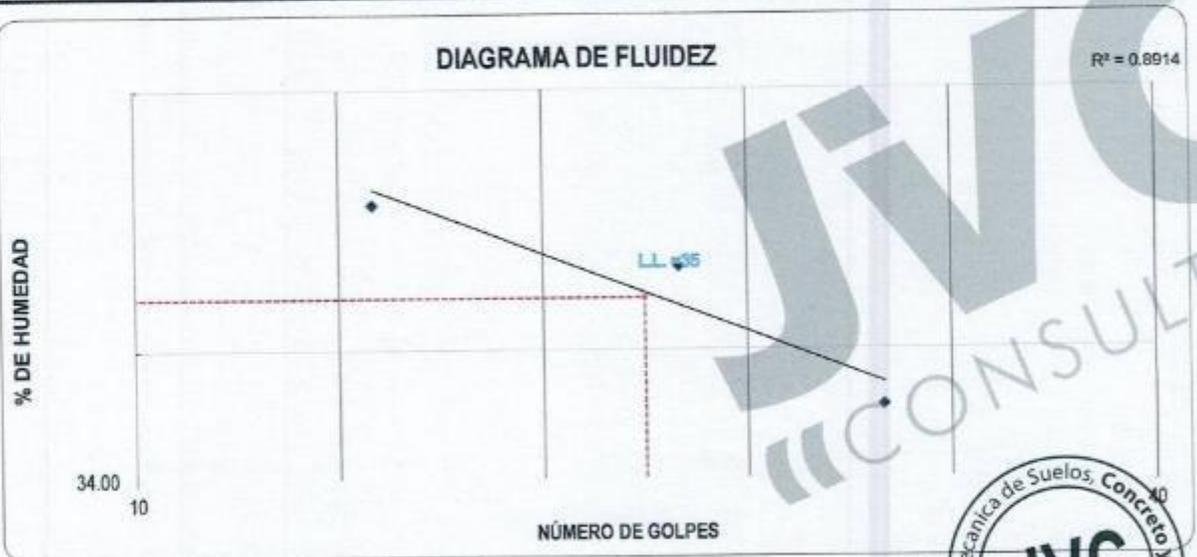
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPhANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		17	26	32	
Nº de golpes					
Peso tara (gr.)	13.82	14.13	12.93	12.87	14.30
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	36.32	35.48	33.72	19.56	20.85
Peso tara + suelo seco (gr.)	30.35	29.87	28.38	18.19	19.58
Humedad %	36.12	35.64	34.56	25.75	24.05
Límites		35.00		25.00	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Jaime Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216

PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	OCTUBRE 2022

Prof. de Muestreo : 1.50 m.  
Calicata / Muestra : CALICATA C -4 / E-2  
Estrato : 0.50 - 1.50 m.

Analisis Preliminar (Separación)  
Tamaño Máximo : N° 04  
Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD  
D-2216

DESCRIPCIÓN	E-4	J-5
Masa de Recipiente (gr.)	99.80	119.10
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	1,769.20	1,986.20
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	1,483.15	1,672.43
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	1,480.80	1,670.10
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	1480.80	1670.10
Masa de Suelo Seco (gr.)	1,381.00	1,551.00
Masa de Agua (gr.)	288.40	316.10
Contenido de Humedad (%)	20.88	20.38
Clasificación Visual - Manual	SM	SM
Contenido de Humedad Promedio (%)	20.63	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913

PROYECTO	: ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	: ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPhANIA
UBICACIÓN	: HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE 2022

DATOS:	CALICATA C -5 / E-1
Sondaje/Muestra	LA QUIDA-IGOR
Código de Muestra	MATERIAL FINO CON PIEDRA PEQUENA
Observación	COLOR GRIS CLARO

Coordenadas:	Norte	N
	Este	E
Cota		
Progresiva		

ENSAYO:	Masa Seca de Fracción	1,084.2 gr.	Masa de Finos Eliminados	93.60 gr.
	Masa de Fracción Limpia y Seca	990.6 gr.	Error de Tamizado	0.01%
	Masa de Fracción Tamizada	990.7 gr.		

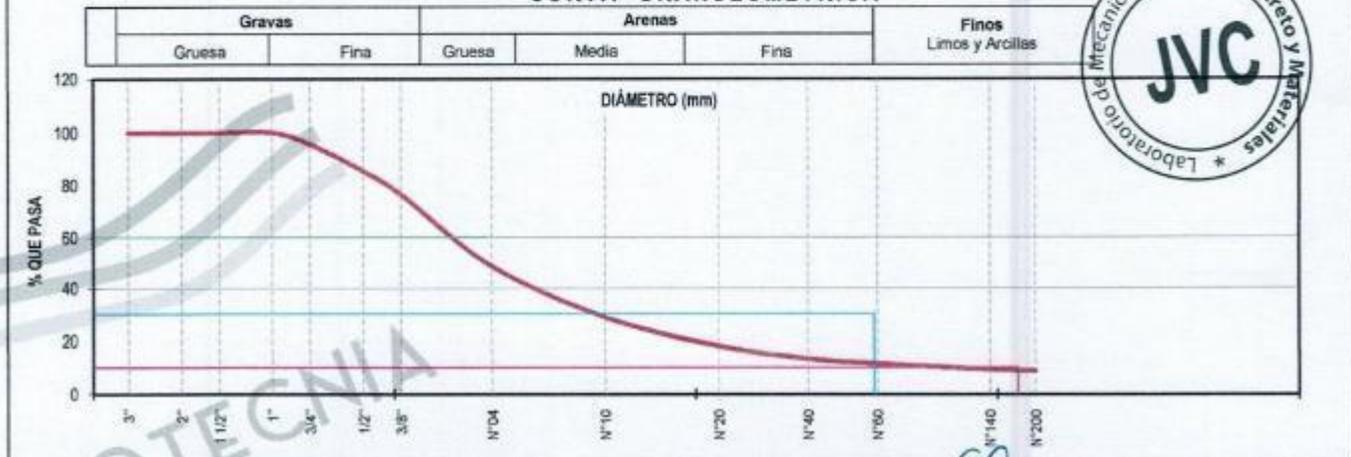
HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216		
Sh + Tara	2,132.30 gr.	2,076.40 gr.
Ss + Tara	1,942.30 gr.	1,688.40 gr.
Tara	75.10 gr.	84.70 gr.
Humedad(%)	10.18	10.42
Humedad Prom(%)	10.30	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : 29
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : 20
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		Ind. Plástico : 9
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN / ASTM
3/4"	19.050	47.90	4.42	4.42	95.58		Clas. SUCS (ASTM D2487) : GM
1/2"	12.700	111.50	10.28	14.70	85.30		Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	96.50	8.90	23.60	76.40		NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
N°04	4.750	301.60	27.82	51.42	48.58		GRAVA LIMOSA CON ARCILLA
N°10	2.000	216.50	19.97	71.39	28.61		PROF. MUESTREO (m) : 1.50
N°20	0.840	116.60	10.75	82.14	17.86		ESTRATO C-5 / E-1 : 0.10 - 1.50
N°40	0.425	50.50	4.66	86.80	13.20		PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA
N°60	0.250	19.60	1.81	88.61	11.39		% Grava : 51.42
N°140	0.106	23.10	2.13	90.74	9.26		% Arena : 39.81
N°200	0.075	5.30	0.49	91.23	8.77		% Finos : 8.77
< 200	Plato	1.60	8.77	100.00	0.00		
Total		990.70					

DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.14	COEF. UNIF Y CURVATURA	CU = 45.89
	D30 = 2.12		CC = 5.19
	D60 = 6.31		

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318

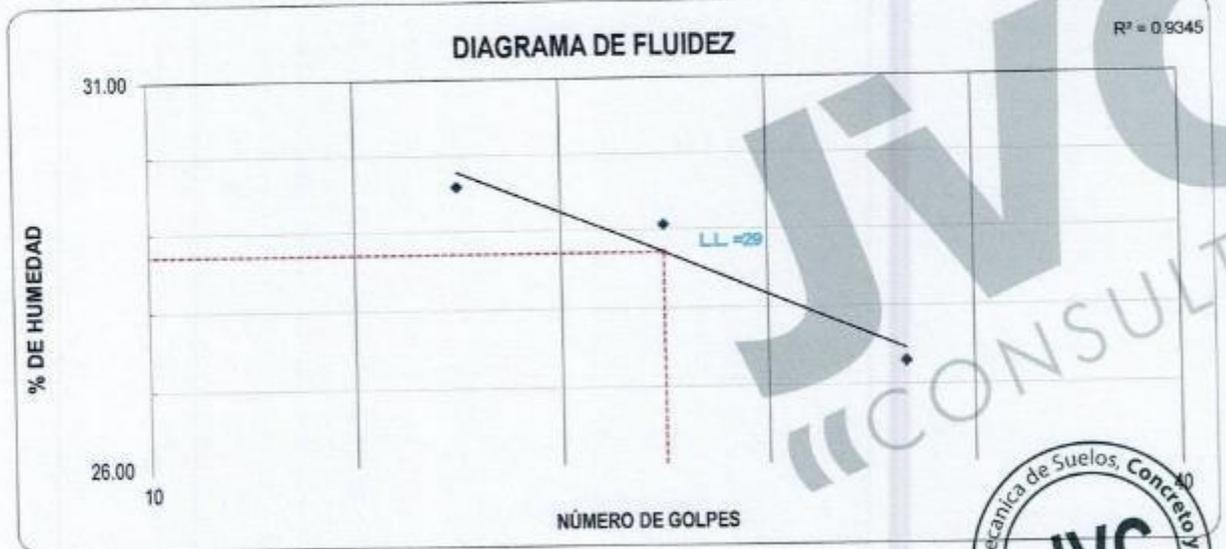
PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	19	25	32		
Nº de golpes				11.45	12.83
Peso tara (gr.)	14.29	14.38	13.17	18.03	18.96
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	36.23	34.94	35.14	16.92	17.92
Peso tara + suelo seco (gr.)	31.22	30.31	30.43	20.29	20.43
Humedad %	29.59	29.06	27.29		
Límites	29.00			20.00	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022

Prof. de Muestreo : 1.50 m.  
Calicata / Muestra : CALICATA C -5 / E-1  
Estrato : 0.10 - 1.50 m.

Analisis Preliminar (Separación)  
Tamaño Máximo : N° 04  
Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD  
D-2216

DESCRIPCIÓN	S-6	V-5
Masa de Recipiente (gr.)	75.10	84.70
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	2,132.30	2,076.40
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	1,944.65	1,890.73
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	1,942.30	1,888.40
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	1942.30	1888.40
Masa de Suelo Seco (gr.)	1,867.20	1,803.70
Masa de Agua (gr.)	190.00	188.00
Contenido de Humedad (%)	10.18	10.42
Clasificación Visual - Manual	GM	GM
Contenido de Humedad Promedio (%)	10.30	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZZO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022

DATOS :

Sondaje/Muestra : CALICATA C - 6 / E - 1

Código de Muestra : LA QUIDA-IGOR

Observación : MATERIAL FINO CON RAICES  
COLRO GRIS CLARO Y PIEDRAS PEQUEÑAS

Coordenadas :

Norte : N

Este : E

Cota : ---

Progresiva : ---

ENSAYO :

Masa Seca de Fracción : 1,108.0 gr. Masa de Finos Eliminados : 282.80 gr.

Masa de Fracción Limpia y Seca : 825.2 gr. Error de Tamizado : 0.00%

Masa de Fracción Tamizada : 825.2 gr.

HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Sh + Tara	2,054.40 gr. 2,159.60 gr.
Ss + Tara	1,838.60 gr. 1,934.30 gr.
Tara	107.30 gr. 114.60 gr.
Humedad(%)	12.46 12.38
Humedad Prom(%)	12.42

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	17.3	1.56	1.56	98.44	
3/4"	19.050	87.90	7.93	9.49	90.51	
1/2"	12.700	150.50	13.58	23.08	76.92	
3/8"	9.500	110.70	9.99	33.07	66.93	
N°4	4.750	168.90	15.24	48.31	51.69	
N°10	2.000	128.60	11.62	59.94	40.06	
N°20	0.840	69.90	6.31	66.25	33.75	
N°40	0.425	36.80	3.32	69.57	30.43	
N°60	0.250	16.00	1.44	71.01	28.99	
N°140	0.106	28.80	2.60	73.61	26.39	
N°200	0.075	8.90	0.80	74.41	25.59	
< 200	Plato	0.70	25.59	100.00	0.00	
Total		825.20				

LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129	
L. Líquido	: 40
L. Plástico	: 32
Ind. Plástico	: 8

CLASIFICACIÓN / ASTM	
Clas. SUCS (ASTM D2487)	: GM
Clas. AASHTO (ASTM D3282)	: A-2-4 (0)

NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA

Grava limosa con arena

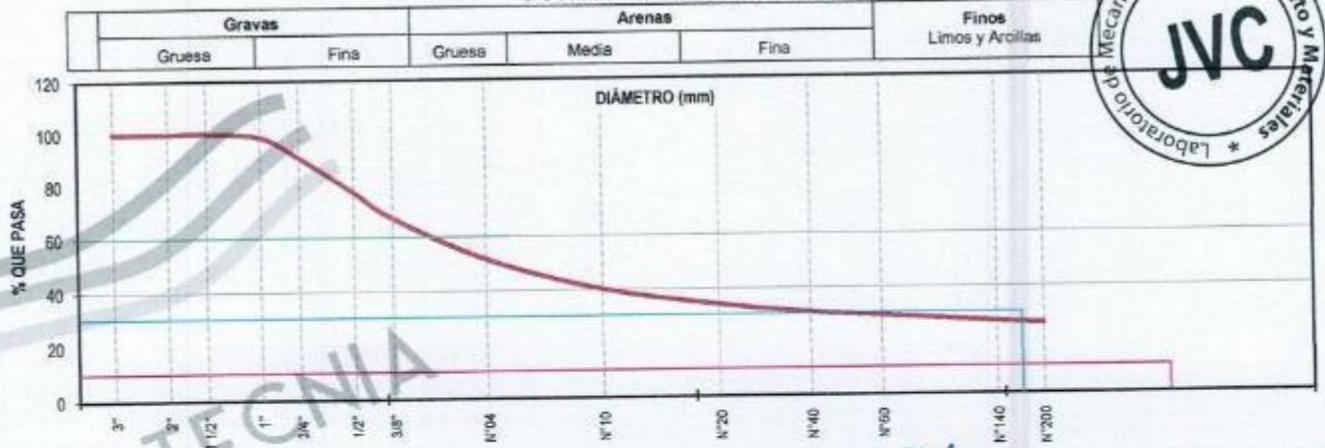
PROF. MUESTREO (m) : 0.50

ESTRATO C-6/E-1 : 0.10 - 0.50

PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA	
% Grava	= 48.31
% Arena	= 26.10
% Finos	= 25.59

DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.36	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = 19.08
	D30 = 0.36		CC = 0.05
	D60 = 6.93		

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz

GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz

Ingeniero Civil

CIP 149574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318

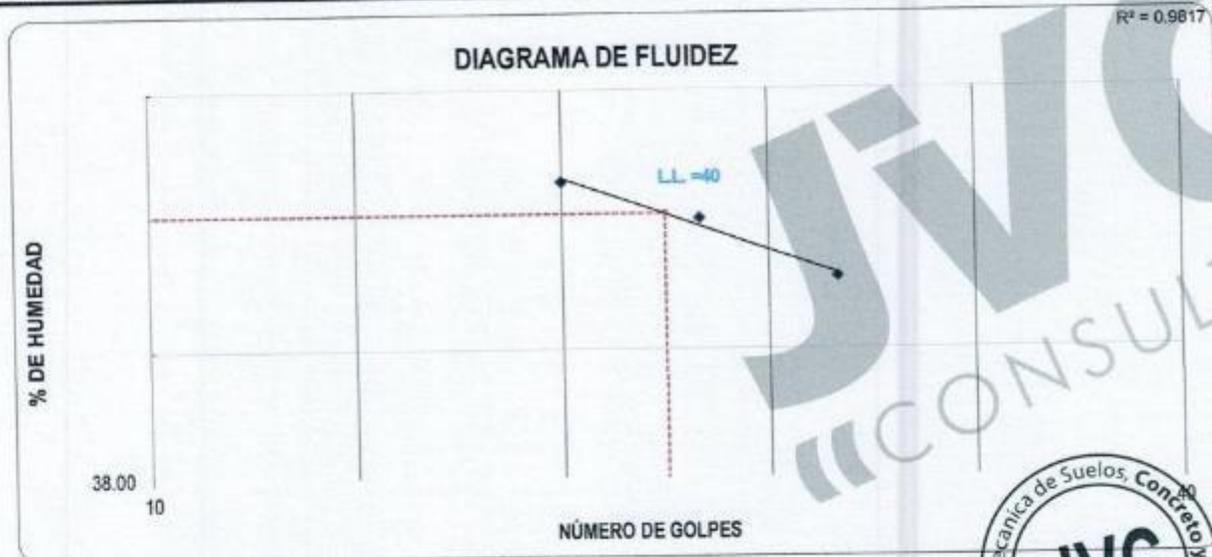
PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUIRANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUIRANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	22	26	30		
Nº de golpes					
Peso tara (gr.)	11.98	14.42	14.37	12.64	14.10
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	35.90	39.79	36.28	19.01	21.54
Peso tara + suelo seco (gr.)	29.03	32.54	30.07	17.46	19.76
Humedad %	40.29	40.01	39.55	32.16	31.45
Límites	40.00			32.00	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216

PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	OCTUBRE 2022

Prof. de Muestreo : 0.50 m.  
Calicata / Muestra : CALICATA C -6 / E-1  
Estrato : 0.10 - 0.50 m.

Analisis Preliminar (Separación)  
Tamaño Máximo : N° 04  
Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD  
D-2216

DESCRIPCIÓN	E-9	P-2
Masa de Recipiente (gr.)	107.30	114.60
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	2,054.40	2,159.60
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	1,840.95	1,936.43
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	1,838.60	1,934.10
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	1838.60	1934.10
Masa de Suelo Seco (gr.)	1,731.30	1,819.50
Masa de Agua (gr.)	215.80	225.50
Contenido de Humedad (%)	12.46	12.39
Clasificación Visual - Manual	GM	GM
Contenido de Humedad Promedio (%)	12.43	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TRONCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPhANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022

DATOS :

Sondaje/Muestra :  
Código de Muestra :  
Observación :

CALICATA C - 5 / E - 2

LA QUIDA-IGOR

MATERIAL FINO CON RAICES

COLOR GRIS CLARO Y PIEDRA

Coordenadas :

Norte : N  
Este : E

Cota :

Progresiva : -

ENSAYO :

Masa Seca de Fracción :  
Masa de Fracción Limpia y Seca :  
Masa de Fracción Tamizada :

1,085.6 gr. Masa de Finos Eliminados : 352.50 gr.  
733.1 gr. Error de Tamizado : 0.00%  
733.1 gr.

HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216

Sh + Tara	1,903.80 gr.	2,035.90 gr.
Ss + Tara	1,728.50 gr.	1,857.10 gr.
Tara	87.70 gr.	106.40 gr.
Humedad(%)	10.67	10.21
Humedad Prom(%)	10.44	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00	-	L. Líquido : 30
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00	-	L. Plástico : 23
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00	-	Ind. Plástico : 7
1"	25.400	39.8	3.67	3.67	96.33	-	CLASIFICACIÓN / ASTM
3/4"	19.050	38.60	3.56	7.22	92.78	-	Clas. SUCS (ASTM D2487) : SM
1/2"	12.700	96.60	8.90	16.12	83.88	-	Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	26.70	2.46	18.58	81.42	-	NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
N°04	4.750	135.20	12.45	31.03	68.97	-	Arena limosa con grava
N°10	2.000	134.80	12.42	43.45	56.55	-	PROF. MUESTREO (m) : 1.50
N°20	0.840	100.10	9.22	52.67	47.33	-	ESTRATO C-5 / E-2 : 0.60 - 1.50
N°40	0.425	52.70	5.78	58.45	41.55	-	PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA
N°60	0.250	28.50	2.63	61.07	38.93	-	% Grava : 31.03
N°140	0.106	55.50	5.11	66.18	33.82	-	% Arena : 36.36
N°200	0.075	13.10	1.21	67.39	32.61	-	% Finos : 32.61
< 200	Plato	1.50	32.61	100.00	0.00	-	
Total		733.10					

DIAMETROS EFECTIVOS

D10 = 0.45  
D30 = 0.09  
D60 = 2.54

COEF. UNIF. Y CURVATURA

CU = 5.63  
CC = 0.01

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

LIMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318

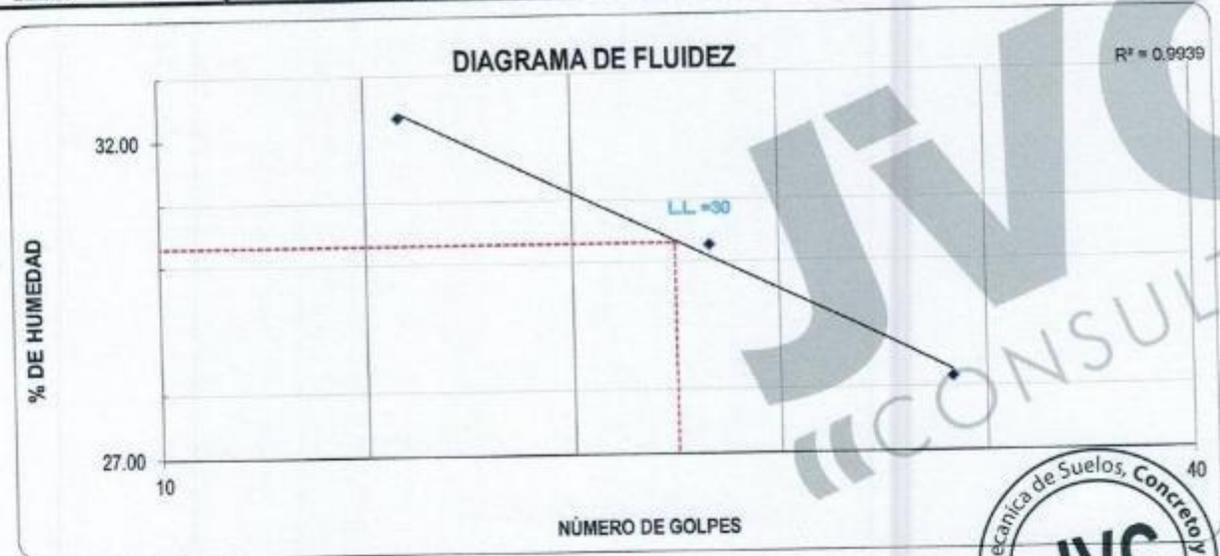
PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPÉ, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022

LIMITES DE CONSISTENCIA		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		17	26	33		
Nº de golpes		14.35	13.50	14.59	14.53	14.41
Peso tara	(gr.)	38.70	36.27	36.99	20.81	21.05
Peso tara + suelo húmedo	(gr.)	32.75	30.98	32.07	19.62	19.82
Peso tara + suelo seco	(gr.)	32.34	30.26	28.15	23.38	22.74
Humedad %					23.00	
Límites		30.00				



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria Angeles Agustin Diaz*  
 Ing. Victoria Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 146574

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
ASTM D2216

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022

Prof. de Muestreo : 1.50 m.  
Calicata / Muestra : CALICATA C -6 / E-2  
Estrato : 0.50 - 1.50 m.

Analisis Preliminar (Separación)  
Tamaño Máximo : N° 04  
Tamiz Separador : No Requerido

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
D-2216

DESCRIPCIÓN	V-2	P-3
Masa de Recipiente (gr.)	87.70	106.40
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	1,903.60	2,035.90
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	1,730.85	1,859.43
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	1,728.50	1,857.10
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	1728.50	1857.10
Masa de Suelo Seco (gr.)	1,640.80	1,750.70
Masa de Agua (gr.)	175.10	178.80
Contenido de Humedad (%)	10.67	10.21
Clasificación Visual - Manual	SM	SM
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>10.44</b>	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria Los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

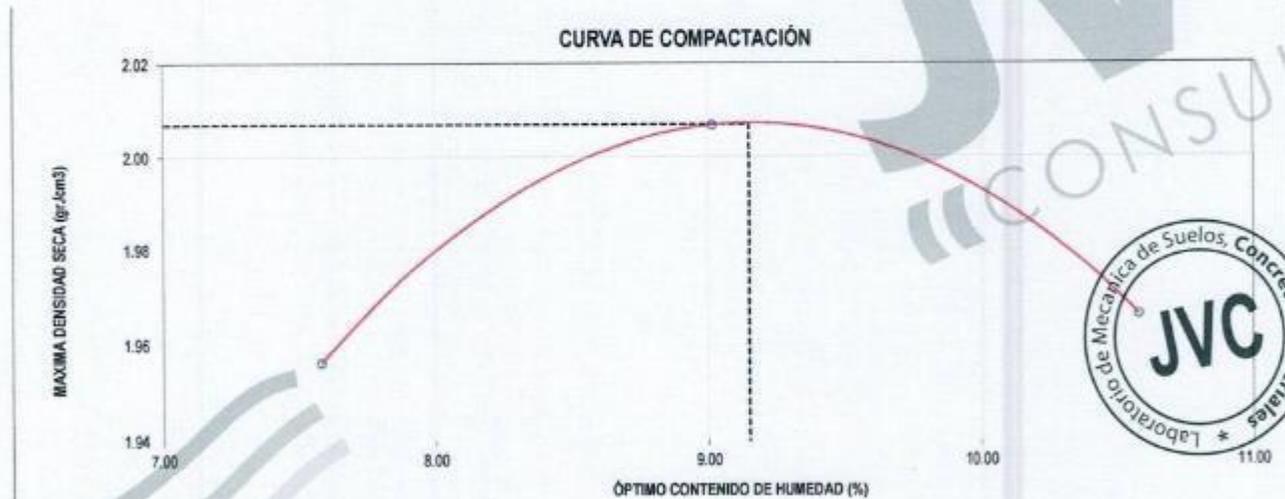
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA  
UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-1 /E-1 Profundidad: m  
Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
N° de Muestras : M-02 Este: E  
Ubicación : Cota: msnm

Molde N°	5 - 120
Peso del Molde gr.	6,734
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,227	11,405	11,375			
Peso de Molde (gr.)	6,734	6,734	6,734			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,493	4,671	4,642			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.10	2.19	2.17			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	308.9	305.1	311.8			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	294.3	288.4	291.9			
Peso de Agua (gr)	14.6	16.7	19.9			
Peso de Cápsula (gr.)	101.7	103.2	103.8			
Peso de Suelo Seco (gr.)	192.6	185.2	188.1			
% de Humedad	7.58	9.02	10.58			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95	2.01	1.97			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.007
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.15

OBSERVACION:  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	NOVIEMBRE DE 2022

### CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

#### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5968		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8887	8610	8335	4180	4155	4155
Peso de Molde (gr.)	4197	4174	4155	4155	4155	4155
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4690	4436	4180	4155	4155	4155
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228	3228	3228	3228	3228	3228
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.19	2.07	1.94	1.94	1.94	1.94
CAPSULA Nº	1	3	5	5	5	5
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	326.30	339.90	330.50	311.40	311.40	311.40
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	307.40	319.80	311.40	311.40	311.40	311.40
Peso de Agua (gr)	18.90	20.10	19.20	19.20	19.20	19.20
Peso de Cápsula (gr.)	101.30	100.70	102.40	102.40	102.40	102.40
Peso de Suelo Seco (gr.)	206.10	219.10	209.00	209.00	209.00	209.00
% de Humedad	9.17	9.17	9.19	9.19	9.19	9.19
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.01	1.90	1.78	1.78	1.78	1.78

#### ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	LECT. DIAL.	MOLDE 1 - 56 GOLPES		MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
		EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
24 hrs	21	0.533	0.42	29	0.737	0.58	37	0.940	0.74
48 hrs	39	0.991	0.78	51	1.295	1.02	61	1.549	1.22
72 hrs	51	1.295	1.02	70	1.778	1.40	82	2.083	1.64
96 hrs	60	1.524	1.20	82	2.083	1.64	100	2.500	1.96

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN	CARGA		CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	CARGA		CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	CARGA		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>		kg	kg/cm <sup>2</sup>		kg	kg/cm <sup>2</sup>	
0.000	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	
0.025	68	3.4	59	2.9	84	4.3	6.5	5.0	
0.050	131	6.5	97	4.8	115	5.7	7.0	6.5	
0.075	187	9.3	139	6.9	142	7.0	10.1	10.1	
0.100	229	11.3	178	8.8	142	7.0	12.3	12.3	
0.150	301	14.9	230	11.4	205	10.1	15.5	15.5	
0.200	356	17.6	282	14.0	248	12.3	17.1	17.1	
0.300	443	21.9	371	18.4	313	15.5	18.1	18.1	
0.400	502	24.9	418	20.7	345	17.1	18.1	18.1	
0.500	559	27.7	447	22.1	366	18.1	18.1	18.1	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

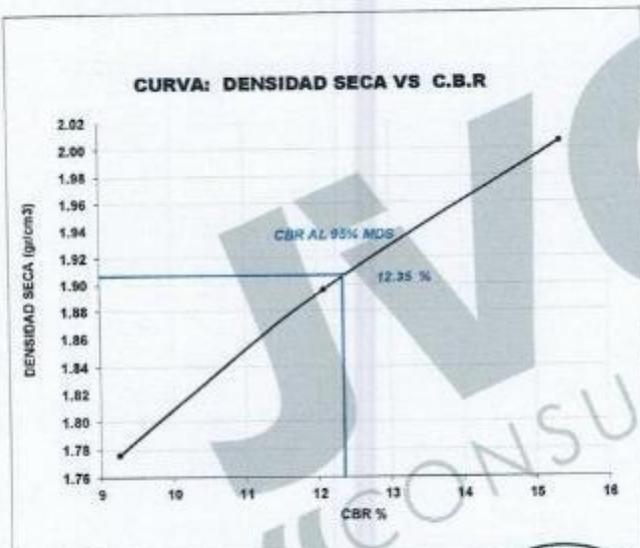
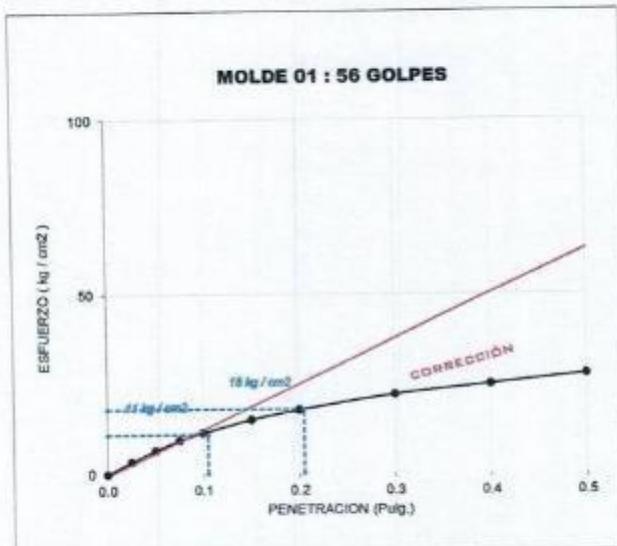
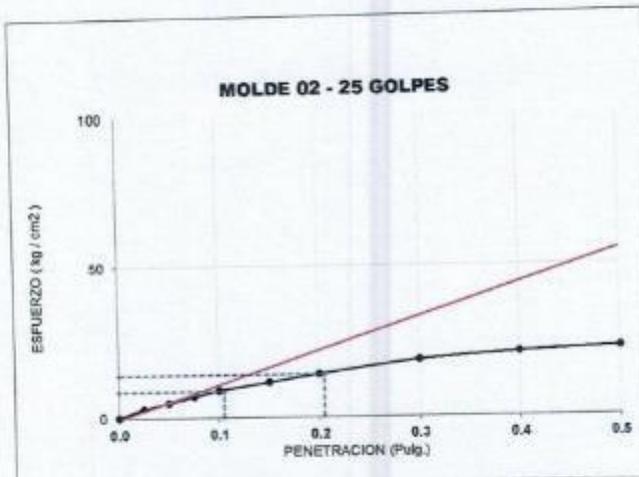
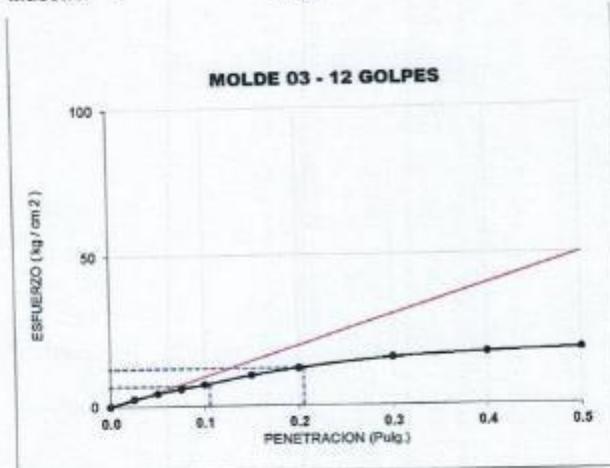
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP: 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : M-02



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	10.8	70.307	15.36	2.005
2	0.1	8.5	70.307	12.09	1.896
3	0.1	6.5	70.307	9.25	1.776

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	17.9	105.46	16.97	2.005
2	0.2	13.8	105.46	13.09	1.896
3	0.2	12.3	105.46	11.66	1.776

METODO DE COMPACTACIÓ N : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.01
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.91
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.15%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	15.36%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	12.35%



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES RUC: 20606092297

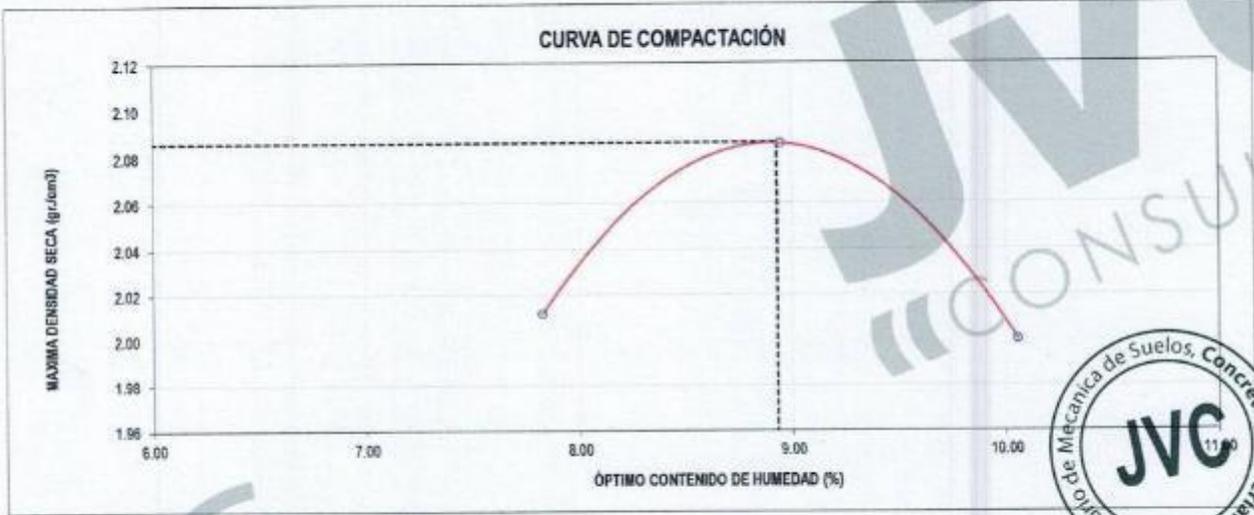
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
 SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPhANIA  
 UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZZO - LA LIBERTAD  
 FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-1/E-1 + 10%RM Profundidad: m  
 Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
 N° de Muestra : Este: E  
 Ubicación : Cota: mm

Molde N°	S - 120
Peso del Molde gr.	6,734
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,365	11,585	11,434			
Peso de Molde (gr.)	6,734	6,734	6,734			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,631	4,851	4,700			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,17	2,27	2,20			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Capsula (gr.)	363.9	359.7	366.5			
Peso de suelo seco + Capsula (gr.)	345.1	338.9	342.7			
Peso de Agua (gr)	18.8	20.8	23.8			
Peso de Capsula (gr.)	104.9	106.4	106.0			
Peso de Suelo Seco (gr.)	240.2	232.5	236.7			
% de Humedad	7.83	8.95	10.05			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.01	2.09	2.00			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.086
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.93

**OBSERVACION:**  
 Muestras provistas e identificadas por el solicitante

CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 149574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES		RUC: 20606092297
<b>ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b> (ASTM - D1883)		
PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	NOVIEMBRE DE 2022

### CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

#### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9061		8904		8737	
Peso de Molde (gr.)	4196		4189		4182	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4865		4715		4555	
Volumen de Molde (cm3)	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.27		2.20		2.13	
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	359.70		373.10		363.90	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	338.50		350.70		342.30	
Peso de Agua (gr.)	21.20		22.40		21.60	
Peso de Cápsula (gr.)	100.40		99.80		101.50	
Peso de Suelo Seco (gr.)	238.10		250.90		240.80	
% de Humedad	8.90		8.93		8.97	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2.09		2.02		1.95	

#### ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES						MOLDE 2 - 25 GOLPES						MOLDE 3 - 12 GOLPES					
	TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION				LECT. DIAL	EXPANSION				LECT. DIAL	EXPANSION					
			mm	%	mm	%		mm	%	mm	%							
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00						
24 hrs	21	0.533	0.42	27	0.686	0.54	35	0.889	0.70									
48 hrs	37	0.940	0.74	47	1.194	0.94	57	1.448	1.14									
72 hrs	50	1.270	1.00	62	1.575	1.24	73	1.854	1.46									
96 hrs	63	1.800	1.26	82	2.083	1.64	93	2.362	1.86									

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	63	3.1		55	2.7		44	2.6		35	2.6	
0.050	126	6.2		113	5.6		93	4.6		74	4.6	
0.075	192	9.5		165	8.2		143	7.1		115	7.1	
0.100	245	12.1	12.3	219	10.4	10.5	179	11.4		144	11.4	
0.150	329	16.3		272	13.5		232	15.4		187	15.4	
0.200	386	19.1	19.2	315	15.6	15.7	268	13.3	13.3	214	13.3	13.3
0.300	487	24.1		382	18.9		311	15.4		249	15.4	
0.400	541	26.8		431	21.3		343	17.0		277	17.0	
0.500	560	27.7		454	22.5		364	18.0				
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES					

#### OBSERVACION:

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

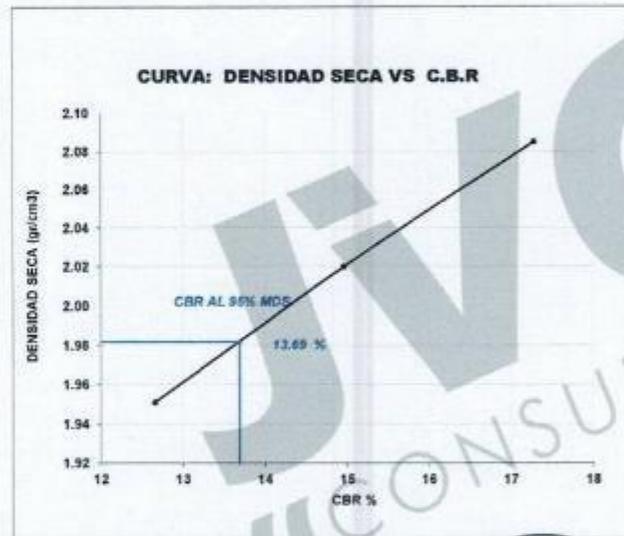
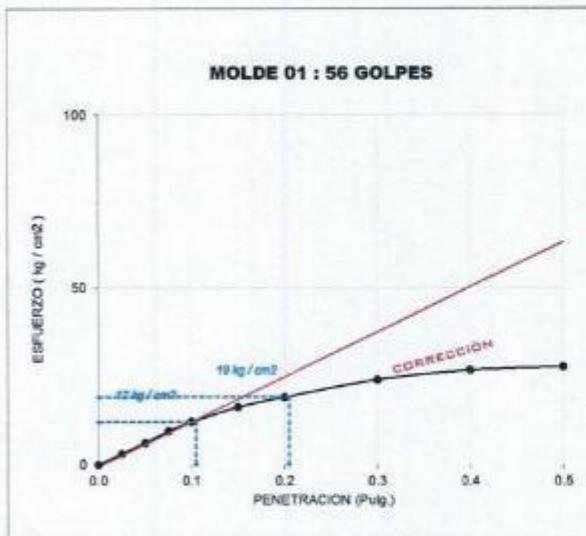
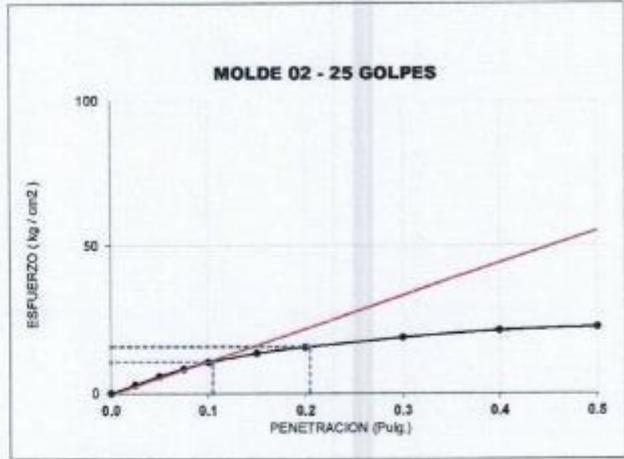
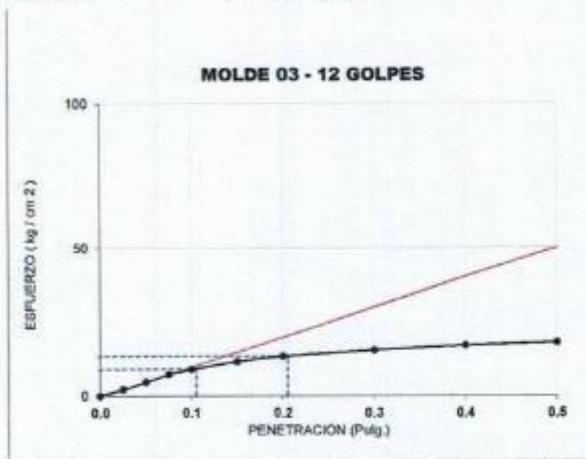
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : C-1 /E-1 + 10%RM



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	12.2	70.307	17.28	2.085
2	0.1	10.5	70.307	14.96	2.020
3	0.1	8.9	70.307	12.66	1.951

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	19.2	105.46	18.17	2.085
2	0.2	15.7	105.46	14.89	2.020
3	0.2	13.3	105.46	12.61	1.951

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) al 100 %	2.09
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) al 95 %	1.98
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.93%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	17.28%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	13.69%



*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES RUC: 20606092297

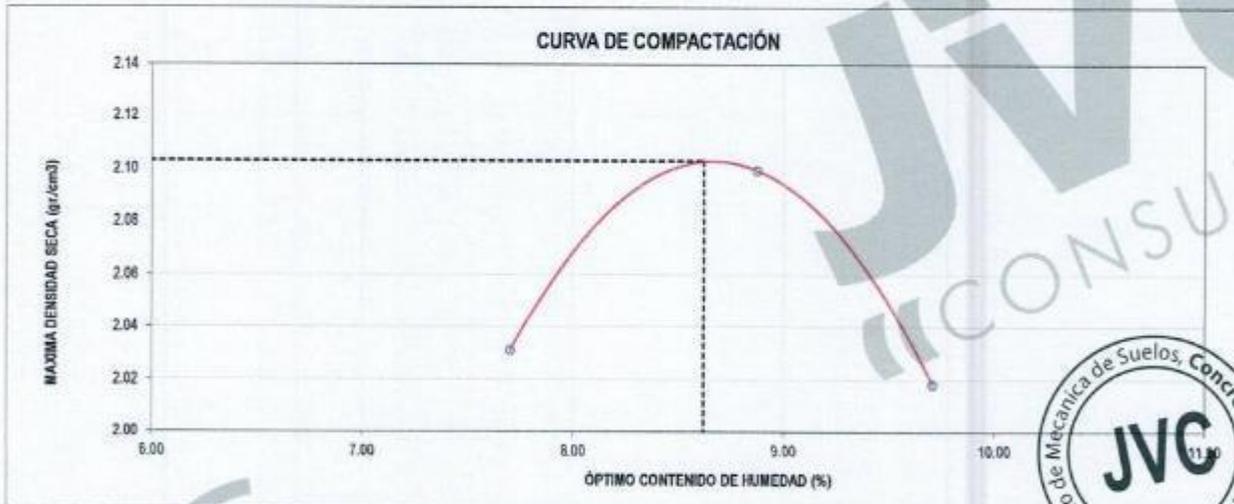
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
 SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE GUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA  
 UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-1 (E-1 + 20%RM) Profundidad: m  
 Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
 N° de Muestra : Esta: E  
 Ubicación : Cota: - msnm

Molde N°	S - 120
Peso del Molde gr.	6,734
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,404	11,614	11,481			
Peso de Molde (gr.)	6,734	6,734	6,734			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,670	4,880	4,727			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.19	2.29	2.21			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	392.3	388.1	394.9			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	371.8	365.2	369.4			
Peso de Agua (gr.)	20.5	22.9	25.5			
Peso de Cápsula (gr.)	105.7	107.2	108.8			
Peso de Suelo Seco (gr.)	266.1	258.0	262.6			
% de Humedad	7.70	8.88	9.71			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.03	2.10	2.02			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.103
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.62

**OBSERVACION:**  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
(ASTM - D1883)

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SÉGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5640		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9087		8930		8763	
Peso de Molde (gr.)	4196		4189		4182	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4891		4741		4581	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.28		2.21		2.14	
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	386.40		399.80		390.80	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	363.40		375.60		367.50	
Peso de Agua (gr.)	23.00		24.20		23.10	
Peso de Cápsula (gr.)	97.70		97.10		98.80	
Peso de Suelo Seco (gr.)	266.70		278.50		268.70	
% de Humedad	8.88		8.89		8.60	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.10		2.04		1.97	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	LECT. DIAL.	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
		EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION		
		mm	%		mm	%		mm	%				
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	
24 hrs	19	0.483	0.38	27	0.688	0.54	35	0.889	0.70				
48 hrs	37	0.940	0.74	49	1.245	0.98	59	1.499	1.18				
72 hrs	49	1.245	0.98	54	1.372	1.08	73	1.854	1.48				
96 hrs	60	1.524	1.20	67	1.702	1.34	76	1.930	1.52				

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
	CARGA kg	CARGA kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	CARGA kg	CARGA kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	CARGA kg	CARGA kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	65	3.2		57	2.8		46	2.3	
0.050	128	6.3		115	5.7		93	4.7	
0.075	194	9.6		167	8.3		145	7.2	
0.100	258	12.8	12.9	221	10.9	11.0	190	9.7	
0.150	342	16.9		283	14.0		243	12.2	
0.200	399	19.8	19.2	326	16.1	15.7	279	13.8	13.3
0.300	500	24.8		393	19.5		322	15.9	
0.400	554	27.4		412	21.9		354	17.5	
0.500	573	28.4		465	23.0		375	18.6	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

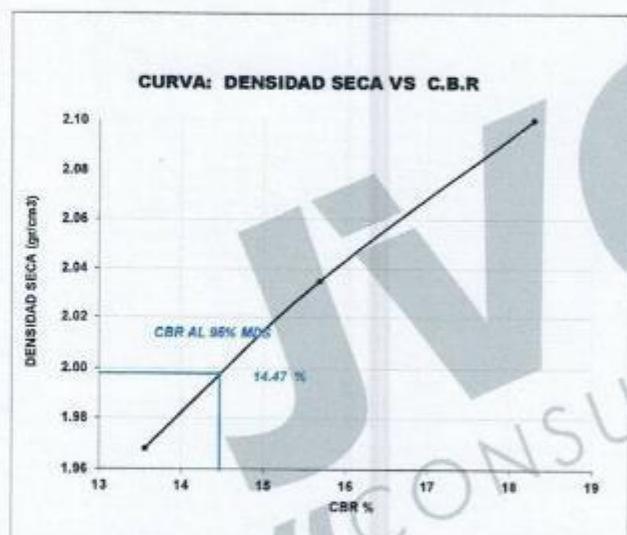
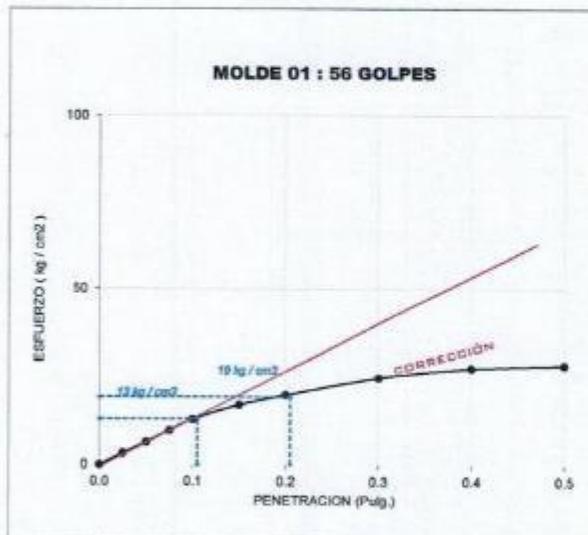
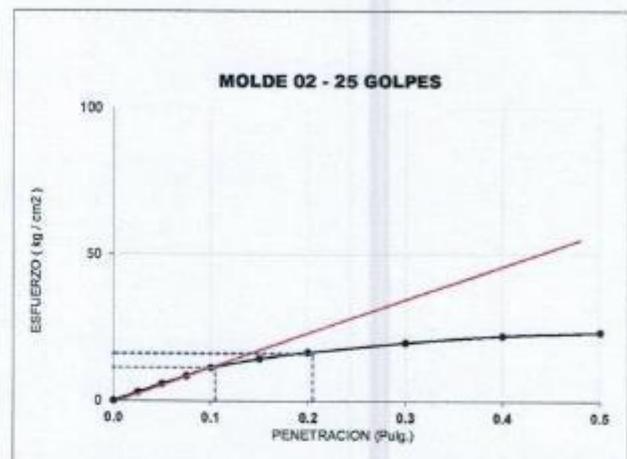
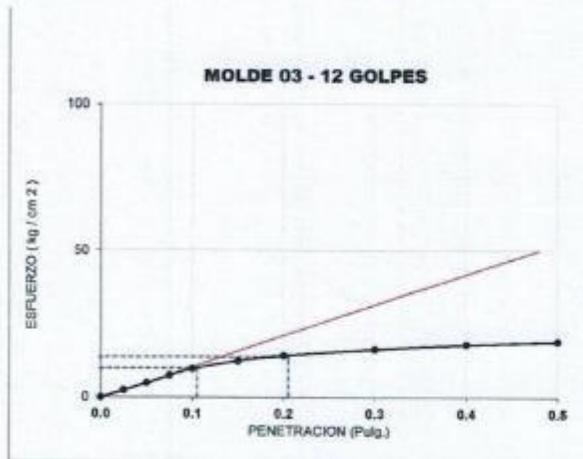
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : C-1 /E-1 + 20%RM



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	12.9	70.307	18.29	2.100
2	0.1	11.0	70.307	15.69	2.035
3	0.1	9.5	70.307	13.55	1.968

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	19.2	105.46	18.17	2.100
2	0.2	15.7	105.46	14.89	2.035
3	0.2	13.3	105.46	12.61	1.968

METODO DE COMPACTACIÓ N : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) al 100 %	2.10
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) al 95 %	2.00
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.62%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	18.29%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	14.47%



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140674

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Díaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES RUC: 20606092297

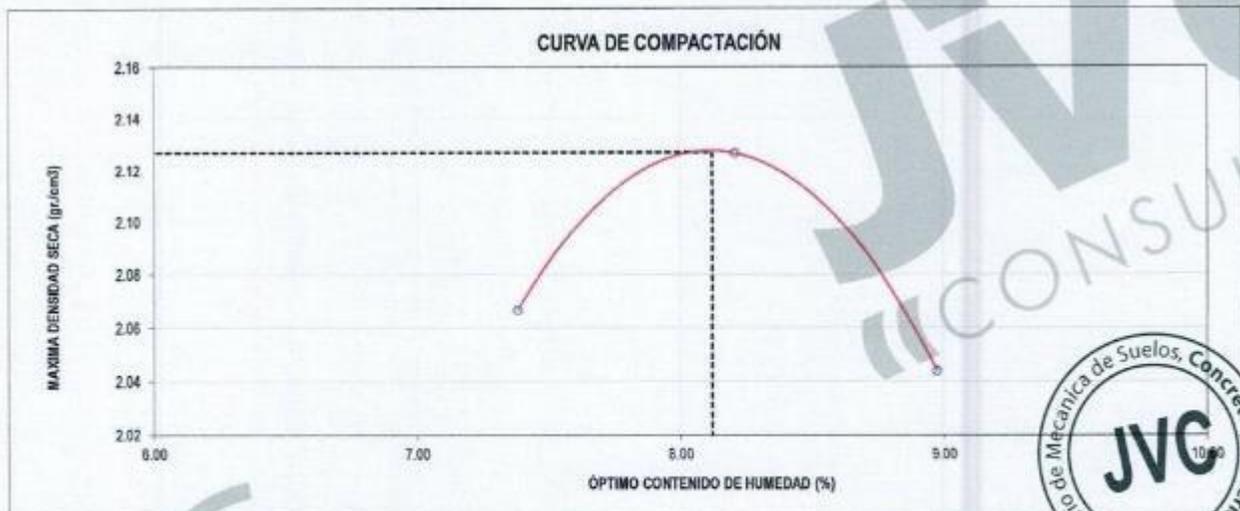
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
 SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPhANIA  
 UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-1 /E-1 + 30%RM Profundidad: m  
 Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
 N° de Muestra : Este: E  
 Ubicación : Cota: - mm

Molde N°	5 - 120
Peso del Molde gr.	8,734
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	58

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,472	11,647	11,489			
Peso de Molde (gr.)	8,734	8,734	8,734			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,738	4,913	4,755			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.22	2.30	2.23			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Capsula (gr.)	420.7	418.5	423.3			
Peso de suelo seco + Capsula (gr.)	399.1	393.1	397.3			
Peso de Agua (gr)	21.6	23.4	26.0			
Peso de Capsula (gr.)	108.5	108.0	107.6			
Peso de Suelo Seco (gr.)	292.6	285.1	289.7			
% de Humedad	7.38	8.21	8.97			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07	2.13	2.04			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.127
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.12

**OBSERVACION:**  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
(ASTM - D1883)

PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HJARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	:	HJARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	NOVIEMBRE DE 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9119		8952		8795	
Peso de Molde (gr.)	4196		4189		4182	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4923		4773		4613	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.30		2.23		2.15	
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	413.10		426.40		417.30	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	389.80		401.80		393.70	
Peso de Agua (gr.)	23.50		24.60		23.60	
Peso de Cápsula (gr.)	101.60		101.00		102.70	
Peso de Suelo Seco (gr.)	288.00		300.80		291.00	
% de Humedad	8.16		8.18		8.11	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.12		2.06		1.99	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	TIEMPO	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%			
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00				
24 hrs	18	0.457	0.36	26	0.680	0.52	34	0.864	0.68				
48 hrs	29	0.737	0.58	41	1.041	0.82	51	1.295	1.02				
72 hrs	45	1.143	0.90	64	1.626	1.28	87	1.702	1.34				
96 hrs	46	1.166	0.92	68	1.727	1.36	69	1.753	1.35				

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CARGA			CARGA		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	67	3.3		59	2.9		48	1.8	
0.050	130	6.4		117	5.8		97	3.8	
0.075	196	9.7		169	8.4		147	5.8	
0.100	267	13.2	13.3	230	11.4	11.5	199	7.9	10.0
0.150	351	17.4		292	14.5		252	10.0	
0.200	408	20.2	19.2	335	16.6	15.7	288	11.5	13.3
0.300	509	25.2		402	19.9		331	13.0	
0.400	563	27.9		451	22.3		363	14.5	
0.500	582	28.8		474	23.5		384	15.0	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

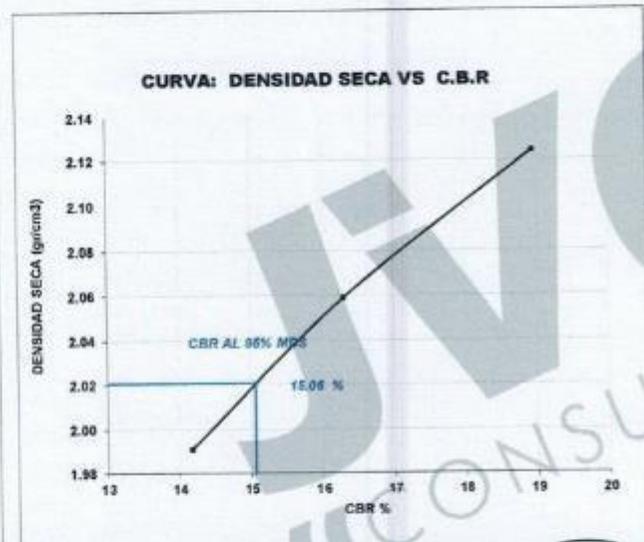
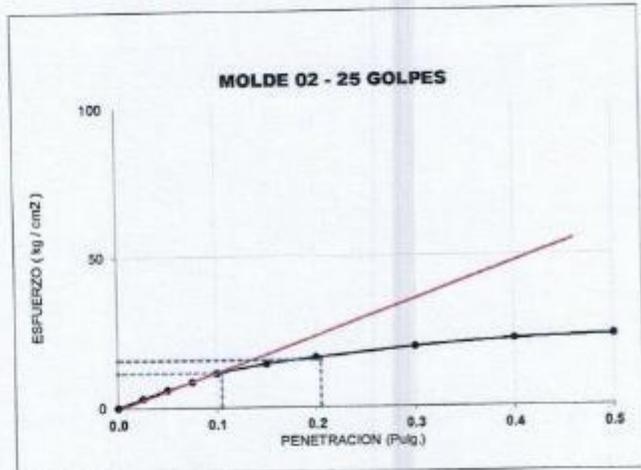
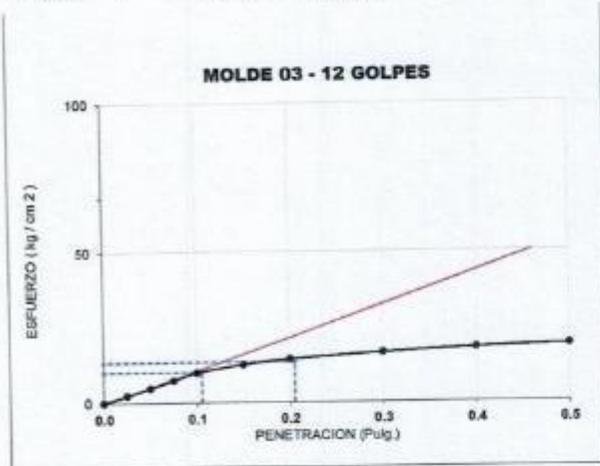
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero CIVIL  
CIP 149574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : C-1 /E-1 + 30%RM



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	13.3	70.307	18.95	2.124
2	0.1	11.5	70.307	16.30	2.059
3	0.1	10.0	70.307	14.17	1.991

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	19.2	105.46	18.17	2.124
2	0.2	15.7	105.46	14.89	2.059
3	0.2	13.3	105.46	12.61	1.991

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.13
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.02
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.12%

### RÉSULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	18.95%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	15.06%



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

RUC: 20006092297

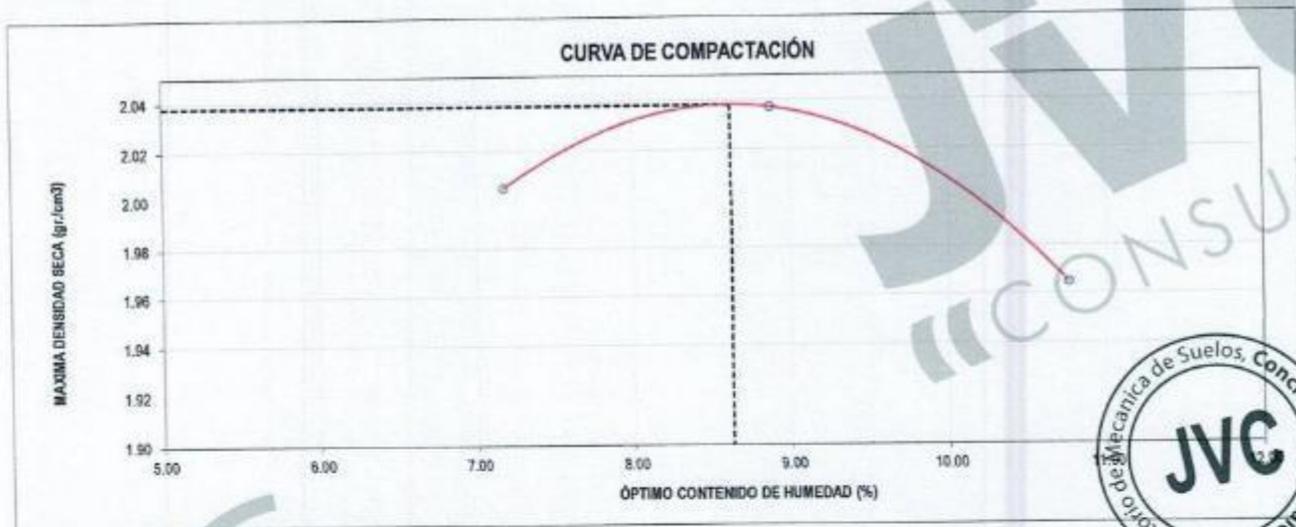
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
 SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA  
 UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-2/E-2 Profundidad: m  
 Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
 N° de Muestra : M-03 Este: E  
 Ubicación : Cota: - mm

Molde N°	S - 121
Peso del Molde gr.	6,716
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,303	11,451	11,362			
Peso de Molde (gr.)	6,716	6,716	6,716			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,587	4,735	4,646			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.15	2.22	2.18			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	342.1	338.0	344.7			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	326.2	319.1	321.4			
Peso de Agua (gr)	15.9	18.9	23.3			
Peso de Cápsula (gr.)	104.6	106.1	104.9			
Peso de Suelo Seco (gr.)	221.6	213.0	216.5			
% de Humedad	7.18	8.87	10.76			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.00	2.04	1.96			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.038
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.62

**OBSERVACION:**  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

RUC: 20606092297

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA**  
(ASTM - D1883)

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

**CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8958		8641		8367	
Peso de Molde (gr.)	4196		4189		4182	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4762		4452		4185	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.22		2.08		1.95	
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	330.60		343.40		334.00	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	311.90		323.80		315.30	
Peso de Agua (gr)	18.70		19.60		18.70	
Peso de Cápsula (gr.)	102.20		102.60		102.30	
Peso de Suelo Seco (gr.)	209.70		221.20		213.00	
% de Humedad	8.92		8.86		8.78	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.04		1.91		1.80	

**ENSAYO DE EXPANSIÓN**

MOLDE	TIEMPO	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
		LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION				
			mm	%		mm	%		mm	%			
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00				
24 hrs	18	0.457	0.36	26	0.660	0.52	34	0.864	0.68				
48 hrs	26	0.660	0.52	38	0.965	0.76	48	1.219	0.96				
72 hrs	39	0.991	0.78	58	1.473	1.16	70	1.778	1.40				
96 hrs	50	1.270	1.00	72	1.829	1.44	90	2.286	1.80				

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0		
0.025	61	3.0		48	2.4		37	1.8		
0.050	138	6.8		93	4.6		84	4.2		
0.075	193	9.6		146	7.2		117	5.8		
0.100	233	11.5	10.9	185	9.2	8.9	155	7.6		
0.150	311	15.4		271	13.4		230	11.4		
0.200	360	17.8	17.7	328	16.2	16.2	291	14.4	15.1	
0.300	480	23.8		415	20.5		380	18.8		
0.400	567	28.1		503	24.9		462	22.9		
0.500	640	31.7		601	29.8		547	27.1		
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES			

**OBSERVACION:**

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

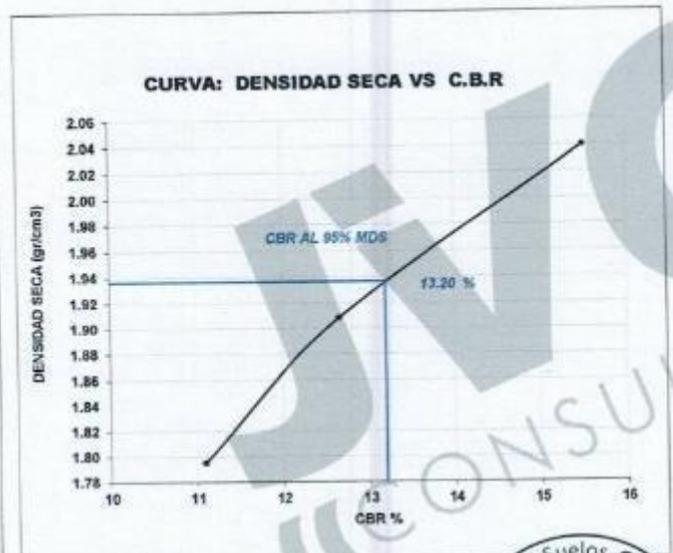
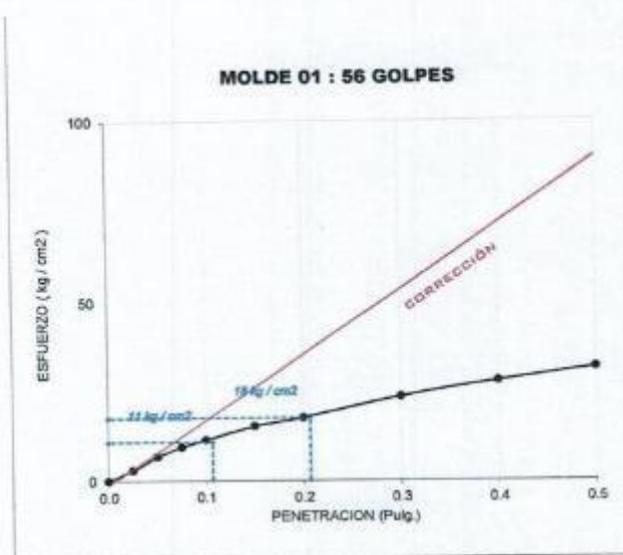
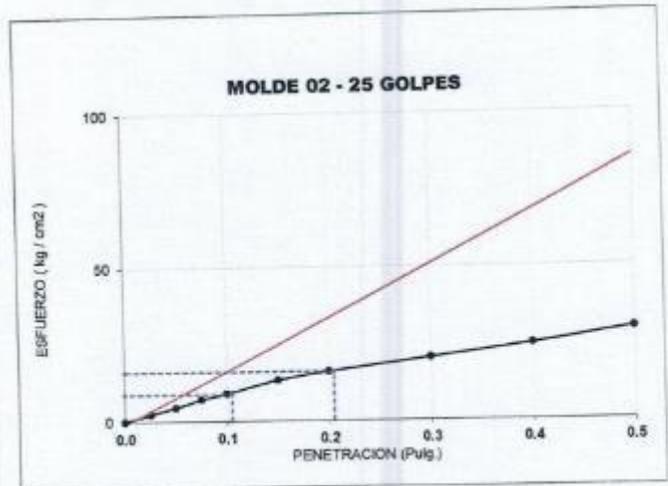
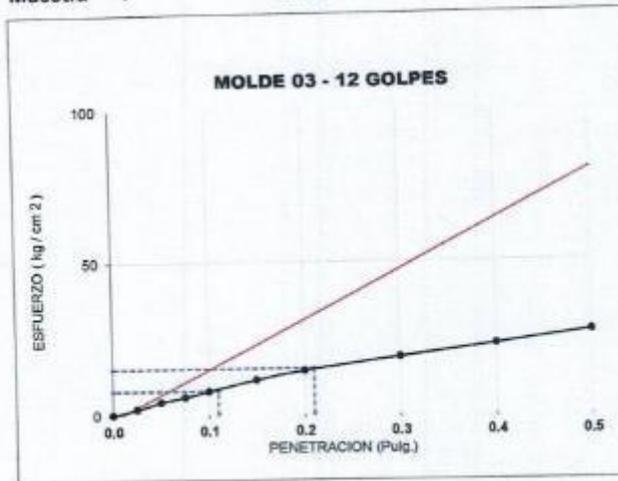
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP: 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : M-03



### Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	10.9	70.307	15.50	2.040
2	0.1	8.9	70.307	12.66	1.908
3	0.1	7.8	70.307	11.09	1.795

MOLDE N°	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	17.7	105.46	16.78	2.040
2	0.2	16.2	105.46	15.36	1.908
3	0.2	15.1	105.46	14.32	1.795

METODO DE COMPACTACIÓ N : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) al 100 %	2.04
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) al 95 %	1.94
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.62%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	15.50%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	13.20%



*[Signature]*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*[Signature]*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES RUC: 20606092297

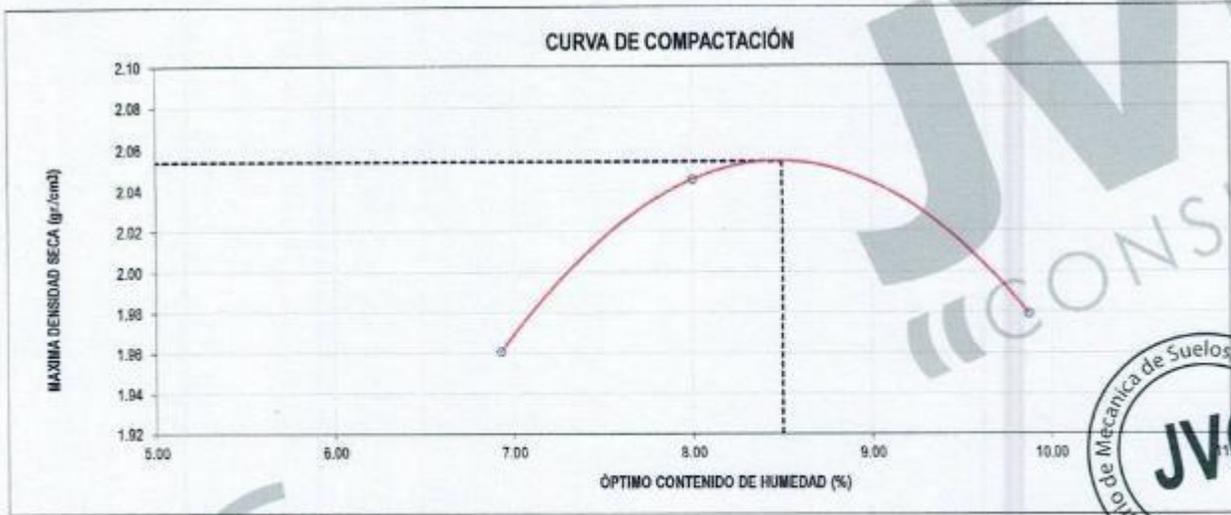
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - ICCR, HUIRANCHAL, 2022  
 SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEFANIA  
 UBICACIÓN : HUIRANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-2 (E-2 + 10% Profundidad: m  
 Procedencia : HUIRANCHAL Norte: N  
 N° de Muestra : Esta: E  
 Ubicación : Cota: - mm

Molde N°	S - 122
Peso del Molde gr.	6,752
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,228	11,488	11,395			
Peso de Molde (gr.)	6,752	6,752	6,752			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,476	4,716	4,643			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.10	2.21	2.17			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	370.6	364.3	371.8			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	353.7	345.4	348.3			
Peso de Agua (gr.)	17.1	18.9	23.5			
Peso de Cápsula (gr.)	106.9	109.2	110.3			
Peso de Suelo Seco (gr.)	246.8	238.2	238.0			
% de Humedad	6.93	8.06	9.87			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.96	2.05	1.98			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.054
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.50

**OBSERVACION:**  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramírez Muñoz*  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES		RUC: 20606092297
<b>ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b> (ASTM - D1683)		
PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGRU, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	NOVIEMBRE DE 2022

**CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8972		8782		8555	
Peso de Molde (gr.)	4197		4174		4180	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4775		4608		4375	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.23		2.15		2.04	
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	341.90		355.40		346.00	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	323.10		335.50		327.10	
Peso de Agua (gr.)	18.80		19.90		18.90	
Peso de Cápsula (gr.)	102.90		102.30		104.00	
Peso de Suelo Seco (gr.)	220.20		233.20		223.10	
% de Humedad	8.54		8.53		8.47	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.05		1.98		1.88	

**ENSAYO DE EXPANSIÓN**

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES			
	TIEMPO	LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	
24 hrs	18	0.457	0.38	21	0.533	0.42	24	0.810	0.48	
48 hrs	29	0.737	0.58	32	0.813	0.64	37	0.940	0.74	
72 hrs	42	1.067	0.84	45	1.143	0.90	50	1.270	1.00	
96 hrs	48	1.219	0.96	51	1.295	1.02	57	1.448	1.14	

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CARGA			CARGA		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	65	3.2		56	2.8		48	2.9	
0.050	127	6.3		112	5.5		99	4.9	
0.075	182	9.0		166	8.2		143	7.1	
0.100	231	11.4	11.5	219	10.8	10.9	188	9.4	
0.150	327	16.2		281	13.9		240	12.0	
0.200	382	18.9	18.9	324	16.0	16.0	277	13.7	13.7
0.300	481	23.8		392	19.4		322	15.9	
0.400	554	27.4		441	21.8		352	17.4	
0.500	577	28.6		465	23.0		377	18.7	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		



**OBSERVACION:**  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

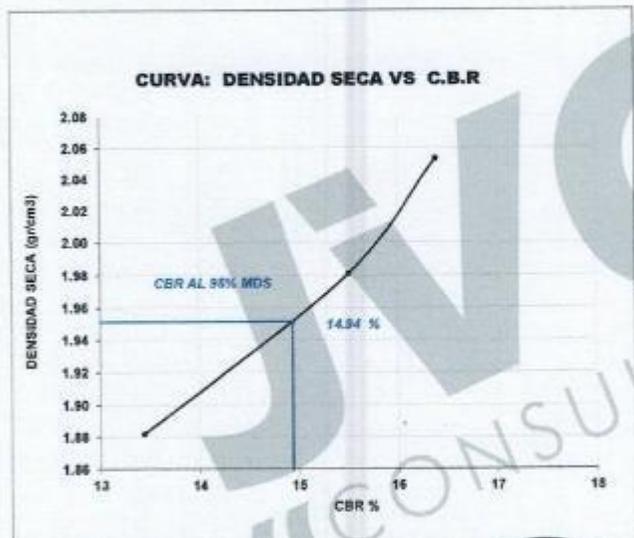
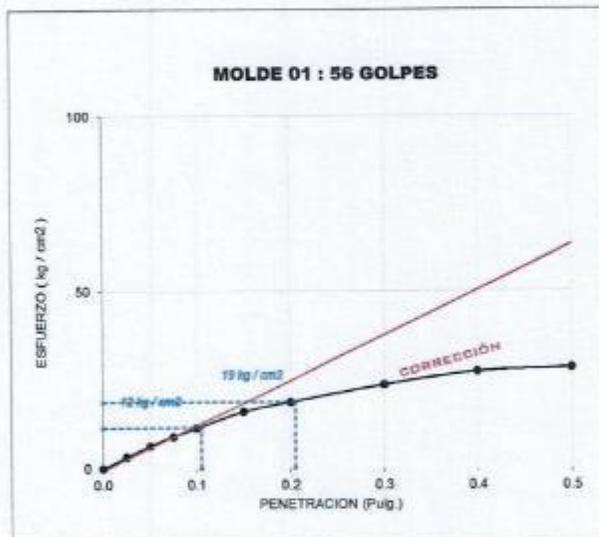
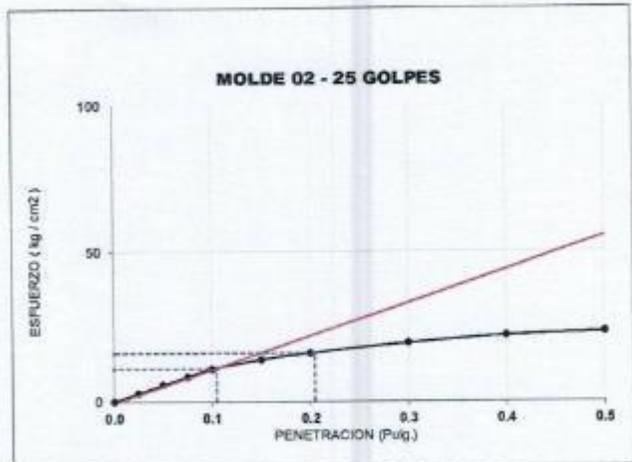
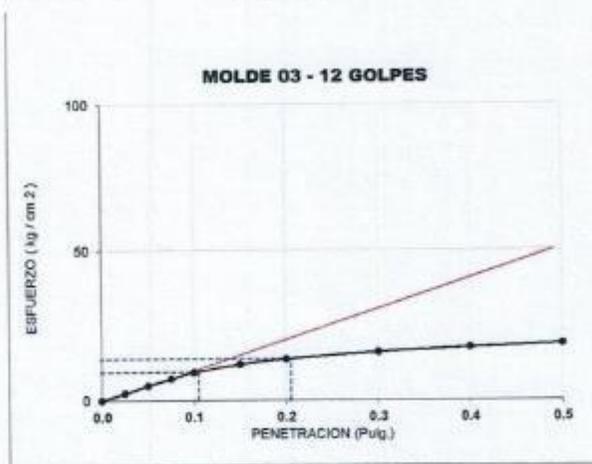
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : C-2 /E-2 + 10%



### Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	11.5	70.307	16.39	2.053
2	0.1	10.9	70.307	15.50	1.981
3	0.1	9.5	70.307	13.44	1.882

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	18.9	105.46	17.93	2.053
2	0.2	16.0	105.46	15.21	1.981
3	0.2	13.7	105.46	13.01	1.882

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 100 %	2.05
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 95 %	1.95
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.50%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	16.39%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	14.94%



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

RUC: 20606092297

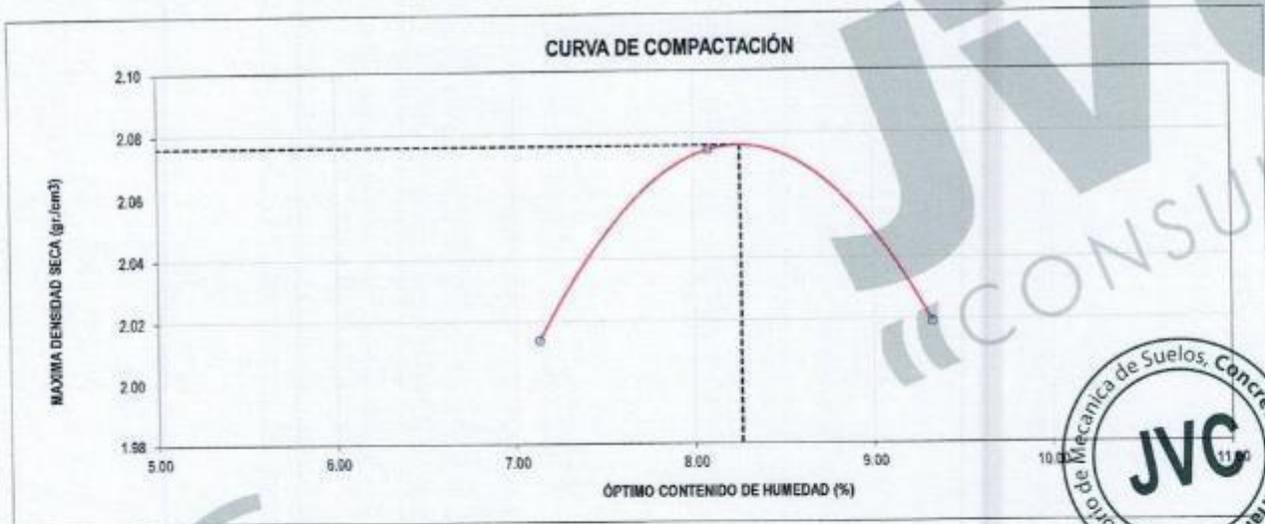
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
 SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPhANIA  
 UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-2 / E-2 + 20% Profundidad: m  
 Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
 N° de Muestra : Este: E  
 Ubicación : Cota: msnm

Molde N°	S - 122
Peso del Molde gr.	6,752
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,359	11,539	11,465			
Peso de Molde (gr.)	6,752	6,752	6,752			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,606	4,787	4,713			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.16	2.24	2.21			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	439.5	433.0	440.5			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	417.1	408.5	412.0			
Peso de Agua (gr.)	22.4	24.5	28.5			
Peso de Cápsula (gr.)	103.1	105.4	106.5			
Peso de Suelo Seco (gr.)	314.0	303.1	305.5			
% de Humedad	7.13	8.08	9.33			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.01	2.07	2.02			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.076
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.26

**OBSERVACION:**  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

RUC: 20606092297

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA**  
(ASTM - D1883)

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

**CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8998		8808		8581	
Peso de Molde (gr.)	4197		4174		4180	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4801		4634		4401	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.24		2.18		2.05	
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	375.30		388.80		379.40	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	354.60		367.00		358.60	
Peso de Agua (gr.)	20.70		21.80		20.80	
Peso de Cápsula (gr.)	103.70		103.10		104.80	
Peso de Suelo Seco (gr.)	250.90		263.90		253.80	
% de Humedad	8.25		8.25		8.20	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07		2.00		1.90	

**ENSAYO DE EXPANSIÓN**

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
	LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION				
		mm	%		mm	%		mm	%			
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00			
24 hrs	17	0.432	0.34	23	0.584	0.46	31	0.787	0.62			
48 hrs	28	0.711	0.56	36	0.914	0.72	49	1.245	0.98			
72 hrs	40	1.016	0.80	43	1.092	0.86	49	1.245	0.98			
96 hrs	45	1.143	0.90	46	1.168	0.92	52	1.321	1.04			

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CARGA			CARGA		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	67	3.3		58	2.9		50	2.5	
0.050	129	6.4		114	5.6		101	5.0	
0.075	194	9.6		178	8.8		155	7.7	
0.100	247	12.2	12.4	235	11.6	11.7	204	10.2	
0.150	343	17.0		297	14.7		256	12.7	
0.200	398	19.7	19.7	340	16.8	16.8	293	14.5	14.5
0.300	497	24.6		408	20.2		338	16.7	
0.400	570	28.2		457	22.6		368	18.2	
0.500	593	29.4		481	23.8		393	19.5	
ESEPCIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

**OBSERVACION:**

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

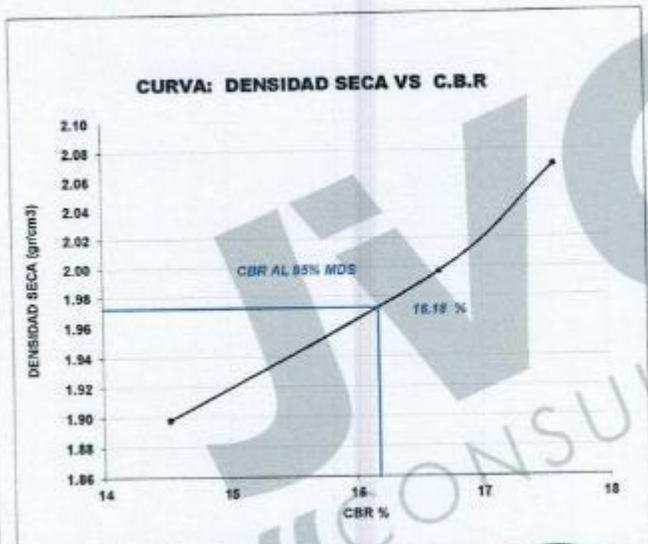
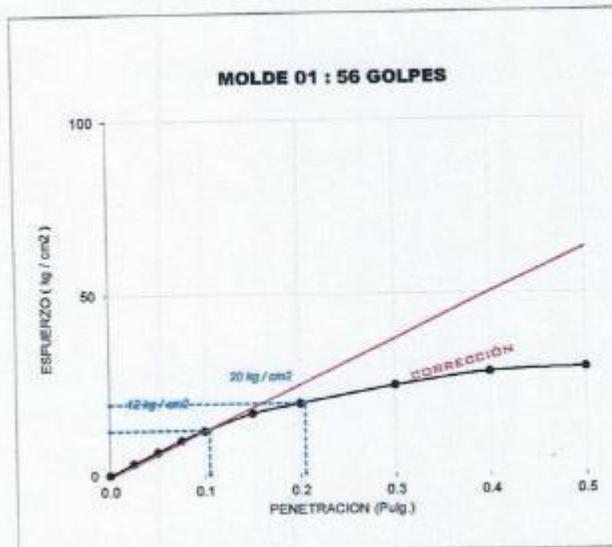
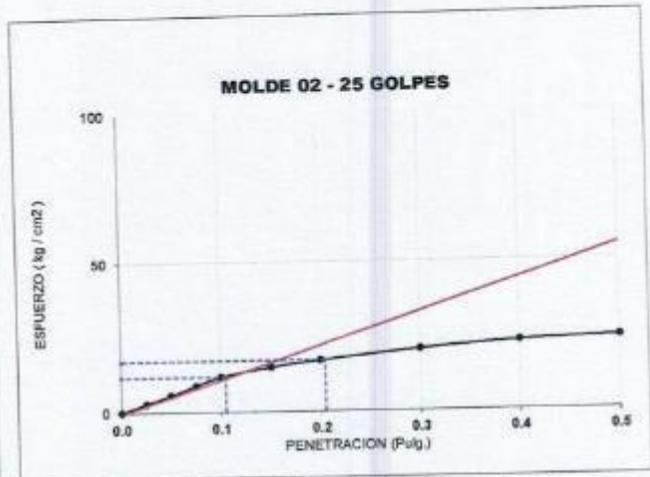
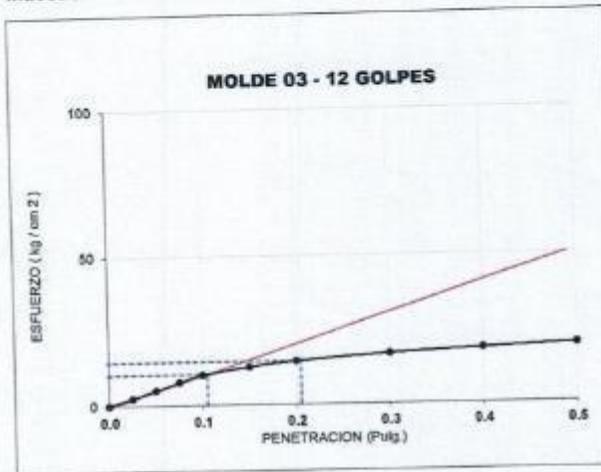
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : C-2 /E-2 + 20%



### Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	12.4	70.307	17.58	2.070
2	0.1	11.7	70.307	16.67	1.997
3	0.1	10.2	70.307	14.52	1.898

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	19.7	105.46	18.69	2.070
2	0.2	16.8	105.46	15.96	1.997
3	0.2	14.5	105.46	13.76	1.898

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 100 %	2.08
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	1.97
OPTIMO Contenido de Humedad	8.26%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	17.58%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	16.18%



*[Signature]*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*[Signature]*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES RUC: 20606092297

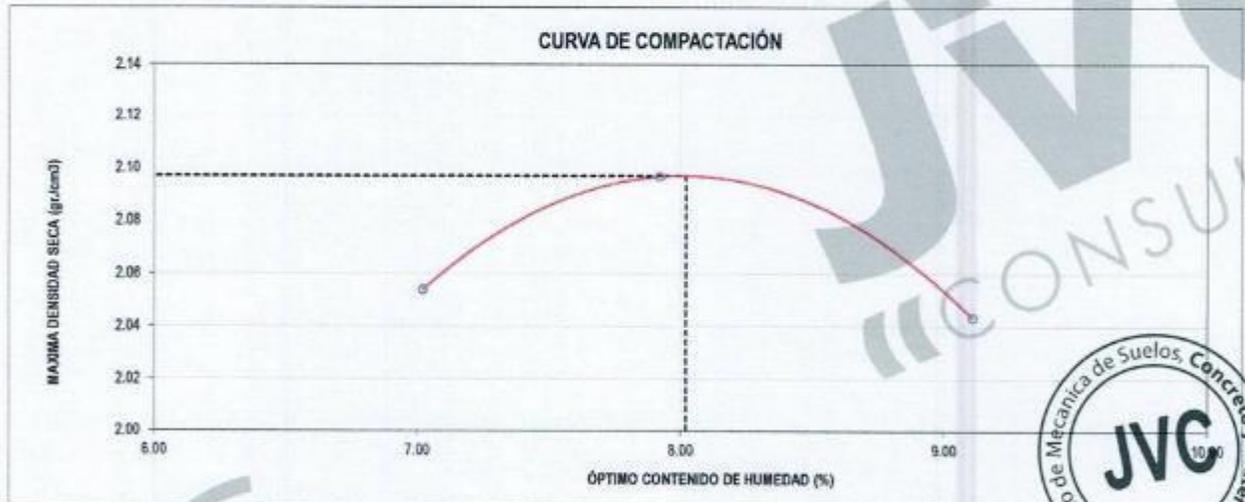
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
 SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA  
 UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZZO - LA LIBERTAD  
 FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-2 (E-2 + 30% Profundidad: m  
 Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
 N° de Muestra : Este: E  
 Ubicación : Cota: - mm

Molde N°	S - 120
Peso del Molde gr.	6,734
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,427	11,565	11,494			
Peso de Molde (gr.)	6,734	6,734	6,734			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,693	4,831	4,760			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.20	2.26	2.23			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	458.2	451.7	459.2			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	435.1	426.5	430.0			
Peso de Agua (gr.)	23.1	25.2	29.2			
Peso de Cápsula (gr.)	106.1	108.4	109.5			
Peso de Suelo Seco (gr.)	329.0	318.1	320.5			
% de Humedad	7.02	7.92	9.11			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.10	2.04			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.097
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.02

**OBSERVACION:**  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES		RUC: 20606002207
<b>ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b> (ASTM - D1883)		
PROYECTO :	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022	
SOLICITANTE :	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA	
UBICACIÓN :	HUARANCHAL - OTUZO - LA LIBERTAD	
FECHA :	NOVIEMBRE DE 2022	

### CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

#### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9040		8950		8623	
Peso de Molde (gr.)	4197		4174		4180	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4843		4676		4443	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.26		2.18		2.07	
<b>CAPSULA Nº</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	408.70		422.20		412.50	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	388.10		398.50		389.60	
Peso de Agua (gr.)	22.80		23.70		22.90	
Peso de Cápsula (gr.)	104.50		103.90		105.60	
Peso de Suelo Seco (gr.)	281.60		294.60		284.00	
% de Humedad	8.03		8.04		8.06	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.09		2.02		1.92	

#### ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
	TIEMPO	LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	
24 hrs	17	0.432	0.34	20	0.508	0.40	28	0.711	0.56	
48 hrs	28	0.660	0.52	30	0.782	0.60	43	1.092	0.86	
72 hrs	38	0.965	0.76	41	1.041	0.82	41	1.041	0.82	
96 hrs	44	1.118	0.88	45	1.143	0.90	48	1.219	0.96	

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CARGA			CARGA		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	70	3.5		61	3.0		53	2.6	
0.050	132	6.5		117	5.8		104	5.1	
0.075	202	10.0		186	9.2		163	8.1	
0.100	255	12.6	12.8	243	12.0	12.1	217	10.7	10.7
0.150	351	17.4		305	15.1		269	13.3	
0.200	406	20.1	20.1	348	17.2	17.2	306	15.2	15.2
0.300	503	25.0		416	20.6		351	17.4	
0.400	578	28.6		465	23.0		381	18.9	
0.500	601	29.8		489	24.2		406	20.1	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		



OBSERVACION:  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

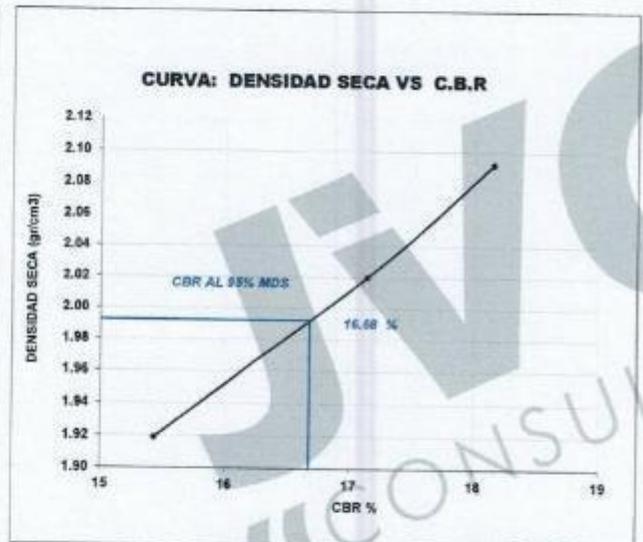
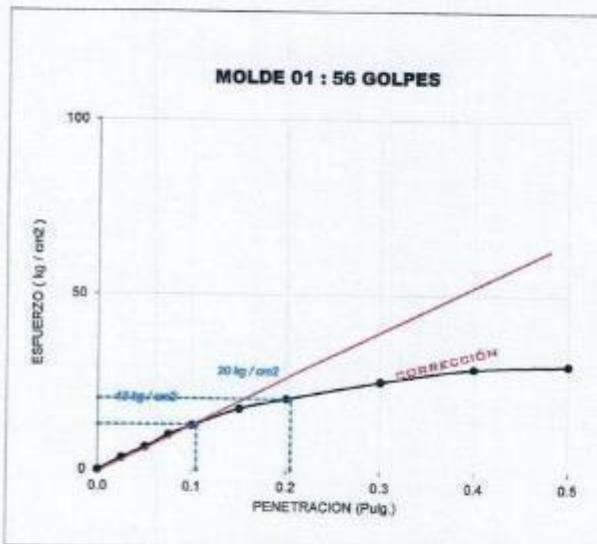
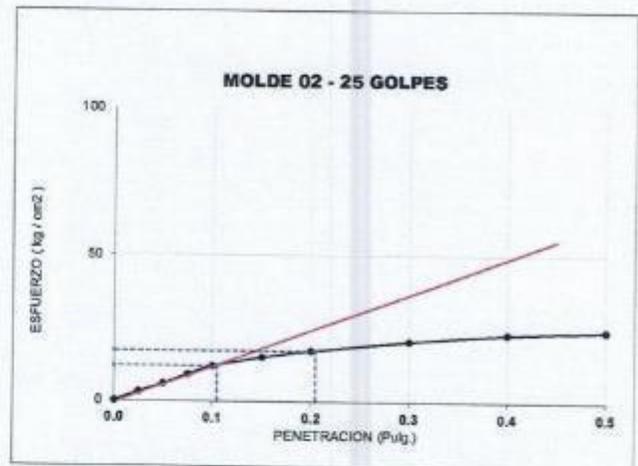
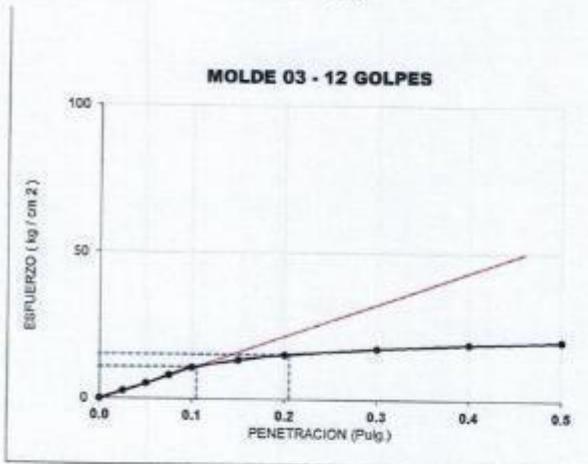
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : C-2 /E-2 + 30%



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	12.8	70.307	18.15	2.092
2	0.1	12.1	70.307	17.14	2.020
3	0.1	10.9	70.307	15.43	1.919

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	20.1	105.46	19.06	2.092
2	0.2	17.2	105.46	16.34	2.020
3	0.2	15.2	105.46	14.37	1.919

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) al 100 %	2.10
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) al 95 %	1.99
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.02%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	18.15%
Valor C.B.R Al 95 % de la Máxima Densidad Seca	16.68%



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

RUC: 20606092297

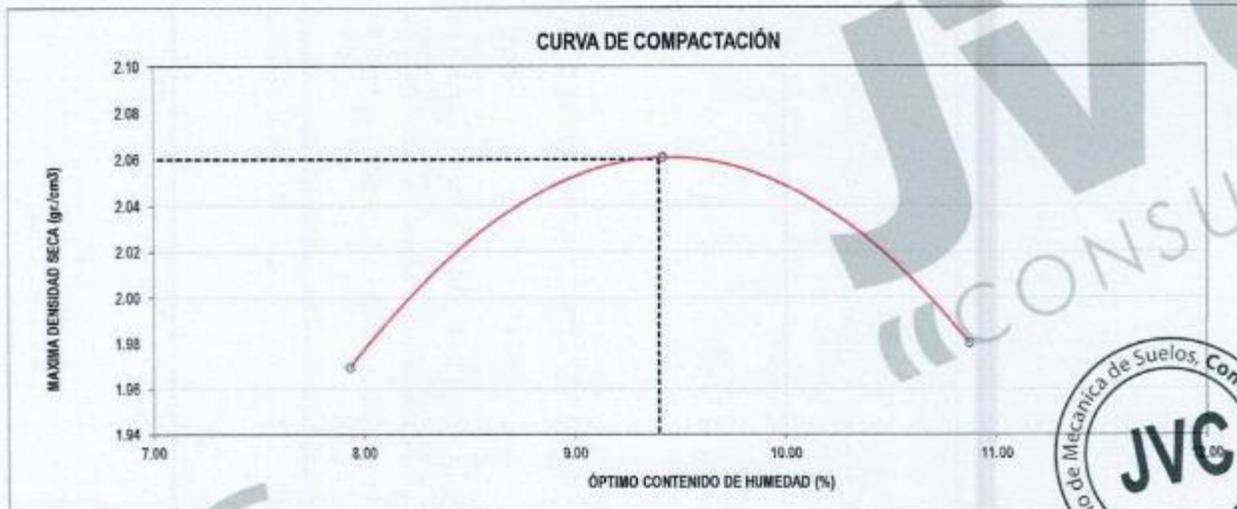
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEFANIA  
UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-3 / E-1 Profundidad: m  
Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
N° de Muestra : M-04 Este: E  
Ubicación : Cotac: mm

Moldo N°	S - 120
Peso del Moldo gr.	6,734
Volumen del Moldo cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capes	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Moldo (gr.)	11,272	11,548	11,421			
Peso de Moldo (gr.)	6,734	6,734	6,734			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,538	4,814	4,687			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.13	2.25	2.20			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Capsula (gr.)	309.2	306.1	311.9			
Peso de suelo seco + Capsula (gr.)	294.1	287.9	291.6			
Peso de Agua (gr.)	15.1	17.2	20.3			
Peso de Capsula (gr.)	103.8	105.3	104.9			
Peso de Suelo Seco (gr.)	190.3	182.6	186.7			
% de Humedad	7.93	9.42	10.87			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.97	2.06	1.98			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.060
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.40

**OBSERVACION:**

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero CIVIL  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES		RUC: 20606092297
<b>ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b> (ASTM - D1683)		
PROYECTO	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUIRANCHAL, 2022	
SOLICITANTE	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANA	
UBICACIÓN	HUIRANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD	
FECHA	NOVIEMBRE DE 2022	

**CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	56		25		12	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	5940		5868		5915	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9015	9109	8858	8976	8711	8828
Peso de Molde (gr.)	4106	4106	4189	4189	4182	4182
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4819	4913	4669	4787	4529	4646
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228	3228	3228	3228	3228	3228
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.25	2.29	2.18	2.23	2.11	2.17
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	313.20	315.40	326.80	318.00	317.50	331.30
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	294.90	290.80	307.20	289.80	299.00	300.90
Peso de Agua (gr.)	18.30	24.60	19.60	28.20	18.50	30.40
Peso de Cápsula (gr.)	100.60	100.20	100.00	99.10	101.70	101.00
Peso de Suelo Seco (gr.)	194.30	190.60	207.20	190.70	197.30	199.90
% de Humedad	9.42	12.91	9.46	13.74	9.38	15.21
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.03	1.99	1.95	1.93	1.88

**ENSAYO DE EXPANSIÓN**

MOLDE	TIEMPO	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%			
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	
24 hrs	20	0.508	0.40	28	0.711	0.56	36	0.914	0.72	60	1.524	1.20	
48 hrs	38	0.965	0.76	50	1.270	1.00	82	2.083	1.64	82	2.083	1.64	
72 hrs	51	1.295	1.02	70	1.778	1.40	99	2.515	1.98	99	2.515	1.98	
96 hrs	59	1.499	1.18	81	2.057	1.62							

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
	CARGA kg	CARGA kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	CARGA kg	CARGA kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	CARGA kg	CARGA kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.0	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	66	3.3		58	2.9		47	2.3	
0.050	129	6.4		116	5.7		95	4.7	
0.075	185	9.2		158	7.8		136	6.8	
0.100	246	12.2	12.3	211	10.4	10.5	180	9.0	13.3
0.150	330	16.3		273	13.5		233	11.7	
0.200	387	19.2	19.2	316	15.6	15.7	269	13.3	13.3
0.300	488	24.2		383	19.0		312	15.4	
0.400	542	26.8		432	21.4		344	17.0	
0.500	561	27.8		455	22.5		365	18.1	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

**OBSERVACION:**  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

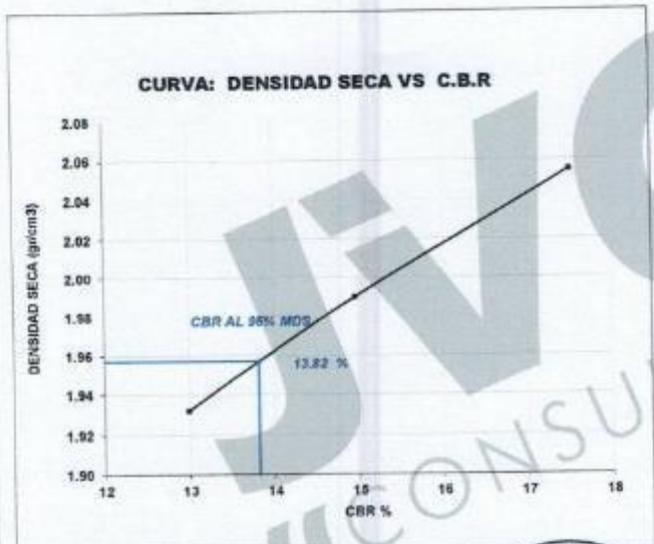
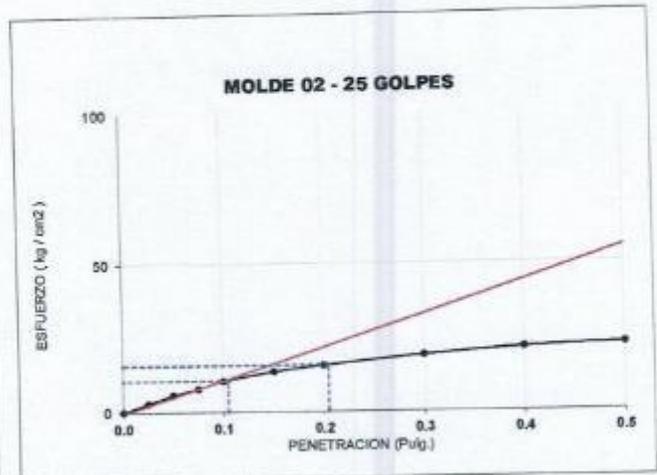
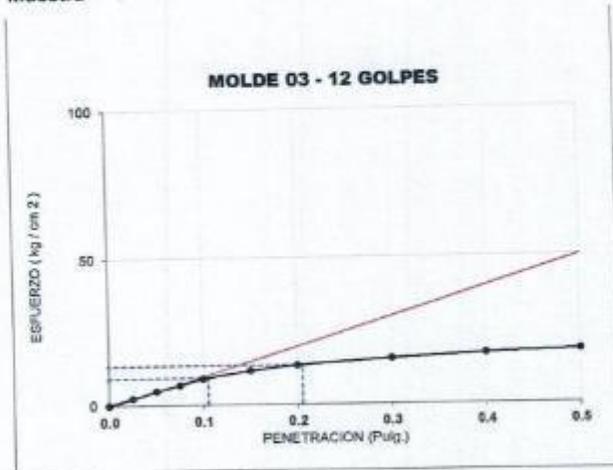
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : M-04



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESIÓ N PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	12.3	70.307	17.51	2.055
2	0.1	10.5	70.307	14.96	1.990
3	0.1	9.1	70.307	12.99	1.932

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESIÓ N PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	19.2	105.46	18.17	2.055
2	0.2	15.7	105.46	14.89	1.990
3	0.2	13.3	105.46	12.61	1.932

METODO DE COMPACTACIÓ N : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) al 100 %	2.06
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) al 95 %	1.96
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.40%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	17.51%
Valor C.B.R Al 95 % de la Máxima Densidad Seca	13.82%



*[Signature]*

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP: 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*[Signature]*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES RUC: 20606092297

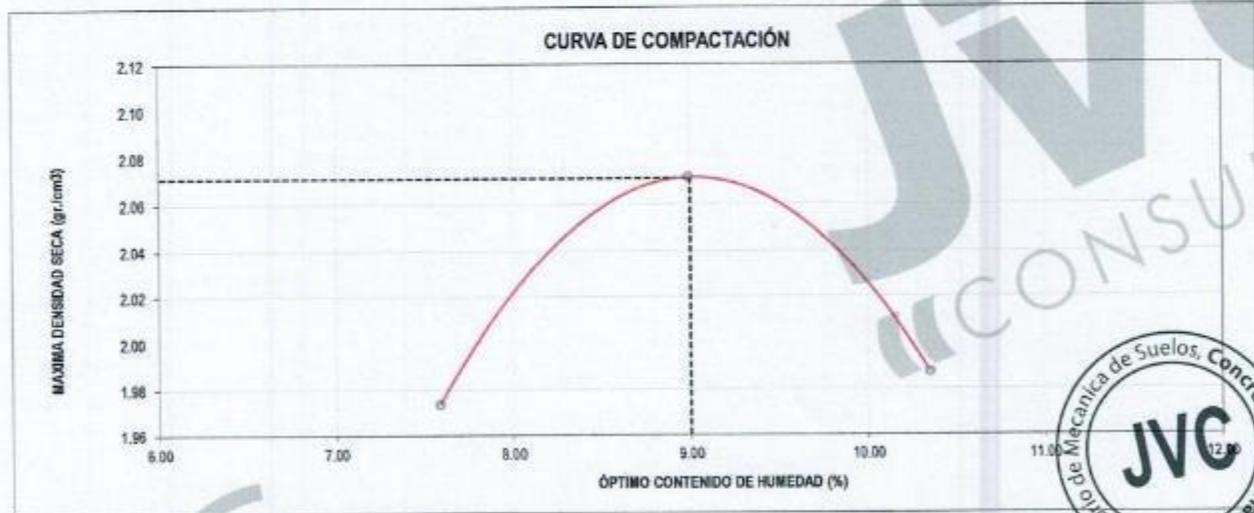
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
 SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPhANIA  
 UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-3/E-1 + 10%RM Profundidad: m  
 Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
 N° de Muestra : Este: E  
 Ubicación : Cotac: - mm

Molde N°	S - 122
Peso del Molde gr.	6,752
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,285	11,572	11,434			
Peso de Molde (gr.)	6,752	6,752	6,752			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,533	4,820	4,682			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.12	2.26	2.19			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	342.4	338.3	345.1			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	325.6	319.1	322.6			
Peso de Agua (gr)	16.8	19.2	22.5			
Peso de Cápsula (gr.)	104.1	105.6	105.2			
Peso de Suelo Seco (gr.)	221.5	213.5	217.4			
% de Humedad	7.58	8.99	10.35			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.97	2.07	1.99			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.071
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.00

**OBSERVACION:**  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

RUC: 20606092297

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
(ASTM - D1883)**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

**CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5968		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9027		8970		8703	
Peso de Molde (gr.)	4196		4189		4182	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4831		4681		4521	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.25		2.18		2.11	
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	333.00		346.40		337.10	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	313.90		326.10		317.90	
Peso de Agua (gr.)	19.10		20.30		19.20	
Peso de Cápsula (gr.)	103.10		102.50		104.20	
Peso de Suelo Seco (gr.)	210.80		223.60		213.70	
% de Humedad	9.06		9.08		8.98	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07		2.00		1.94	

**ENSAYO DE EXPANSIÓN**

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES						MOLDE 2 - 25 GOLPES						MOLDE 3 - 12 GOLPES					
	TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION				LECT. DIAL	EXPANSION				LECT. DIAL	EXPANSION					
			mm	%	mm	%		mm	%	mm	%							
0 hrs	0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00					
24 hrs	32	0.813	0.64			36	0.914	0.72			39	0.991	0.78					
48 hrs	49	1.245	0.98			55	1.397	1.10			58	1.473	1.16					
72 hrs	63	1.600	1.28			73	1.854	1.46			78	1.981	1.56					
96 hrs	67	1.702	1.34			76	1.930	1.52			79	2.007	1.58					

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>			
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0				
0.025	67	3.3		59	2.9		48	2.4		48	2.4		48	2.4				
0.050	130	6.4		117	5.8		97	4.8		97	4.8		97	4.8				
0.075	196	9.7		169	8.4		147	7.3		147	7.3		147	7.3				
0.100	257	12.7	12.7	222	11.0	11.2	191	9.3		191	9.3		191	9.3				
0.150	341	16.9		284	14.1		244	12.2		244	12.2		244	12.2				
0.200	398	19.7	19.2	327	16.2	15.7	280	13.9	13.3	280	13.9	13.3	280	13.9	13.3			
0.300	499	24.7		394	19.5		323	16.0		323	16.0		323	16.0				
0.400	553	27.4		443	21.9		355	17.6		355	17.6		355	17.6				
0.500	572	28.3		466	23.1		376	18.6		376	18.6		376	18.6				
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES						MOLDE 2 - 25 GOLPES						MOLDE 3 - 12 GOLPES					

**OBSERVACION:**

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

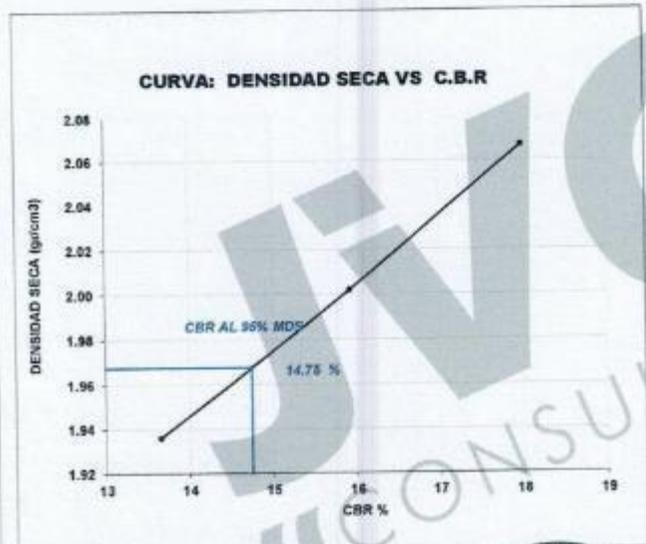
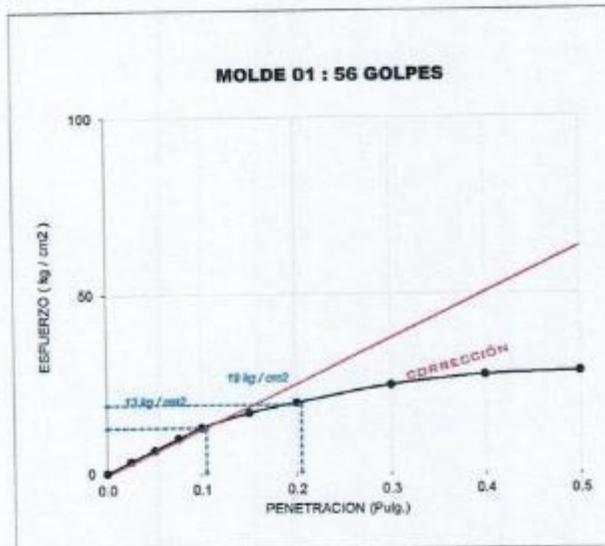
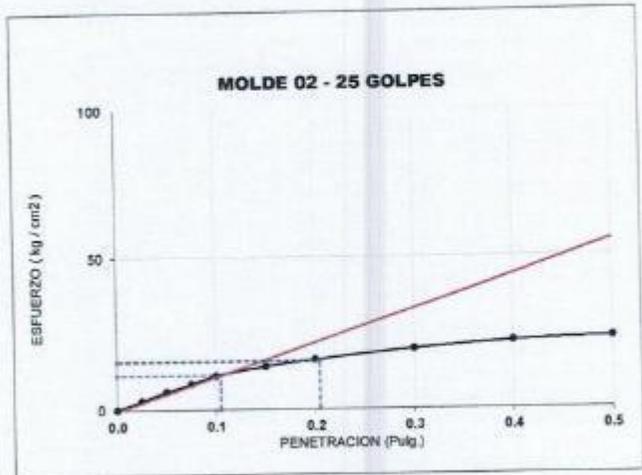
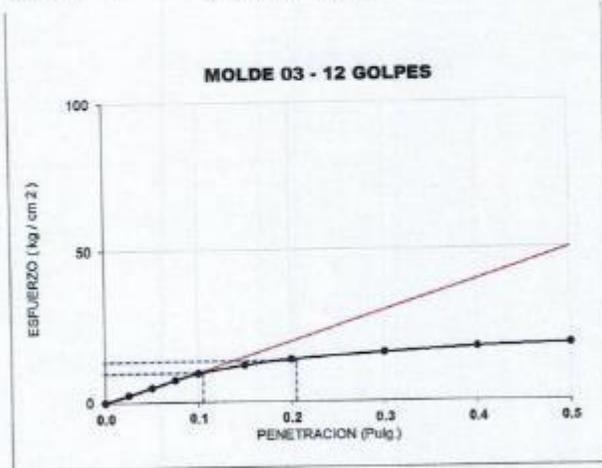
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : C-3 /E-1 + 10%RM



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	12.7	70.307	17.99	2.067
2	0.1	11.2	70.307	15.93	2.002
3	0.1	9.6	70.307	13.65	1.936

MOLDE Nº	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	19.2	105.46	18.17	2.067
2	0.2	15.7	105.46	14.89	2.002
3	0.2	13.3	105.46	12.61	1.936

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) al 100 %	2.07
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) al 95 %	1.97
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.00%

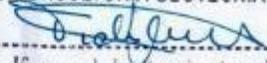
### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	17.99%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	14.75%



  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 149574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

RUC: 20606092297

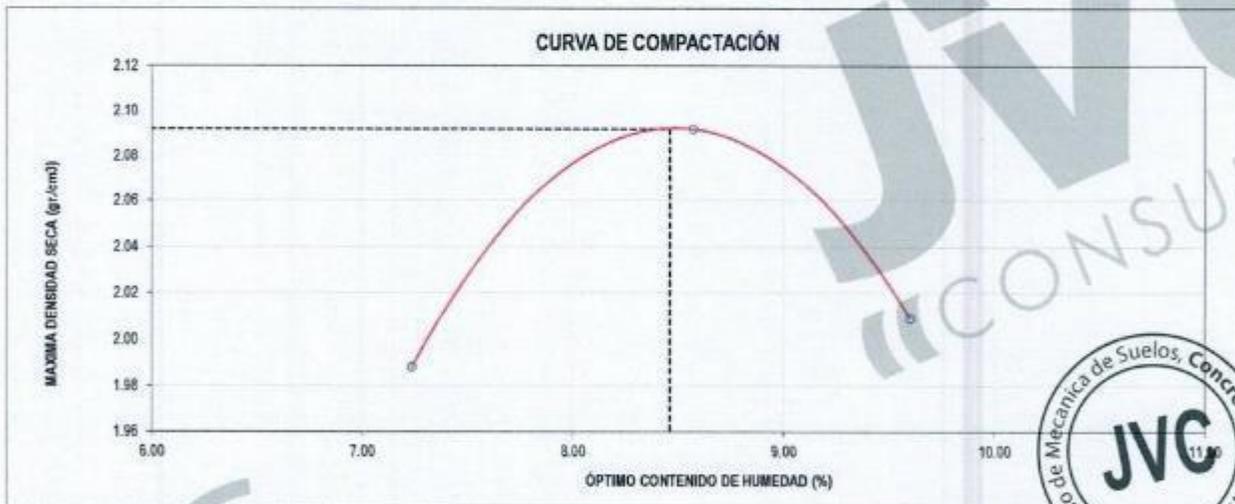
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA  
UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-3/E-1 + 20%RM  
Procedencia : HUARANCHAL  
N° de Muestra :  
Ubicación :  
Profundidad: m  
Norte: N  
Este: E  
Cota: - manm

Molde N°	S - 122
Peso del Molde gr.	6,752
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por cazo	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,304	11,601	11,453			
Peso de Molde (gr.)	6,752	6,752	6,752			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,552	4,849	4,701			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.13	2.27	2.20			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	376.6	371.9	378.3			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	357.3	350.9	354.4			
Peso de Agua (gr)	18.3	21.0	23.9			
Peso de Cápsula (gr.)	104.4	105.9	105.5			
Peso de Suelo Seco (gr.)	252.9	245.0	248.9			
% de Humedad	7.24	8.57	9.60			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.99	2.09	2.01			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.092
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.46

**OBSERVACION:**

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
(ASTM - D1883)

PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	RÓMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPhANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	NOVIEMBRE DE 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	58		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5968		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9059		8902		8735	
Peso de Molde (gr.)	4196		4189		4182	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4863		4713		4553	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.27		2.20		2.12	
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	352.80		366.20		356.90	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	333.40		345.90		337.40	
Peso de Agua (gr.)	19.40		20.30		19.50	
Peso de Cápsula (gr.)	105.60		105.00		106.70	
Peso de Suelo Seco (gr.)	227.80		240.90		230.70	
% de Humedad	8.520		8.43		8.45	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.09		2.03		1.96	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
	LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION				
		mm	%		mm	%		mm	%			
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00			
24 hrs	30	0.762	0.60	34	0.864	0.58	37	0.940	0.74			
48 hrs	44	1.118	0.88	50	1.270	1.00	53	1.346	1.06			
72 hrs	59	1.499	1.18	69	1.753	1.38	74	1.880	1.48			
96 hrs	63	1.600	1.26	72	1.829	1.44	75	1.950	1.50			

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CARGA			CARGA		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	69	3.4		61	3.0		50	2.5	
0.050	132	6.5		119	5.9		99	5.0	
0.075	198	9.8		171	8.5		149	7.5	
0.100	267	13.2	12.8	232	11.5	11.6	201	10.0	10.2
0.150	351	17.4		294	14.6		254	12.6	
0.200	408	20.2	19.2	337	16.7	15.7	290	14.4	13.3
0.300	509	25.2		404	20.0		333	16.5	
0.400	563	27.9		453	22.4		365	18.1	
0.500	382	28.8		476	23.6		386	19.1	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Ingeniero Civil  
CIP 149574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

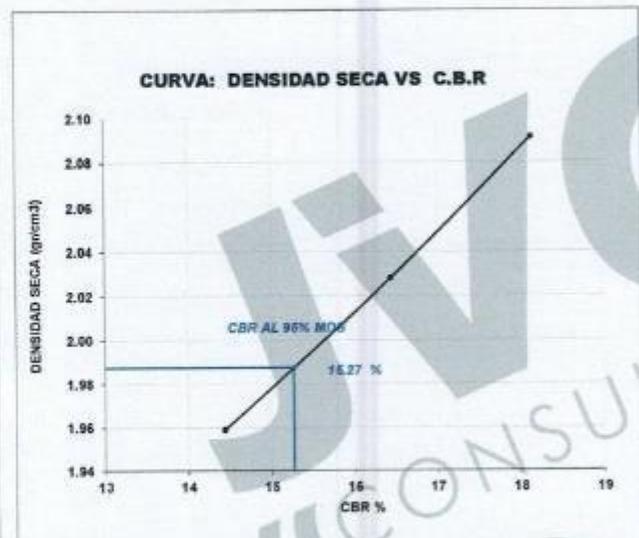
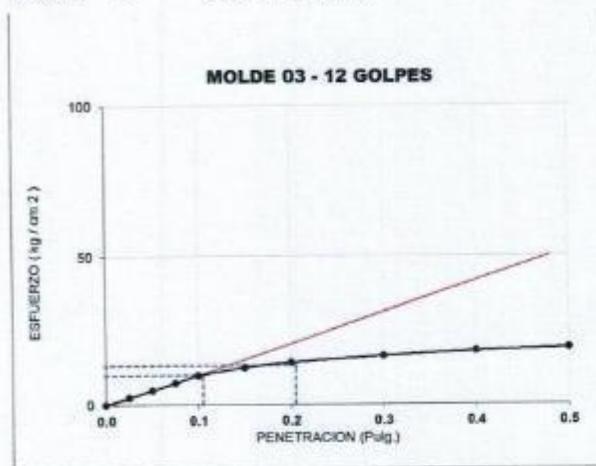
Tel.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : C-3 /E-1 + 20%RM



### Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	12.8	70.307	18.13	2.091
2	0.1	11.6	70.307	16.44	2.028
3	0.1	10.2	70.307	14.44	1.959

MOLDE N°	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	19.2	105.46	18.17	2.091
2	0.2	15.7	105.46	14.89	2.028
3	0.2	13.3	105.46	12.61	1.959

METODO DE COMPACTACIÓ N : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 100 %	2.09
Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 95 %	1.99
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.46%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	18.13%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	15.27%



*[Signature]*

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*[Signature]*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

RUC: 20606092297

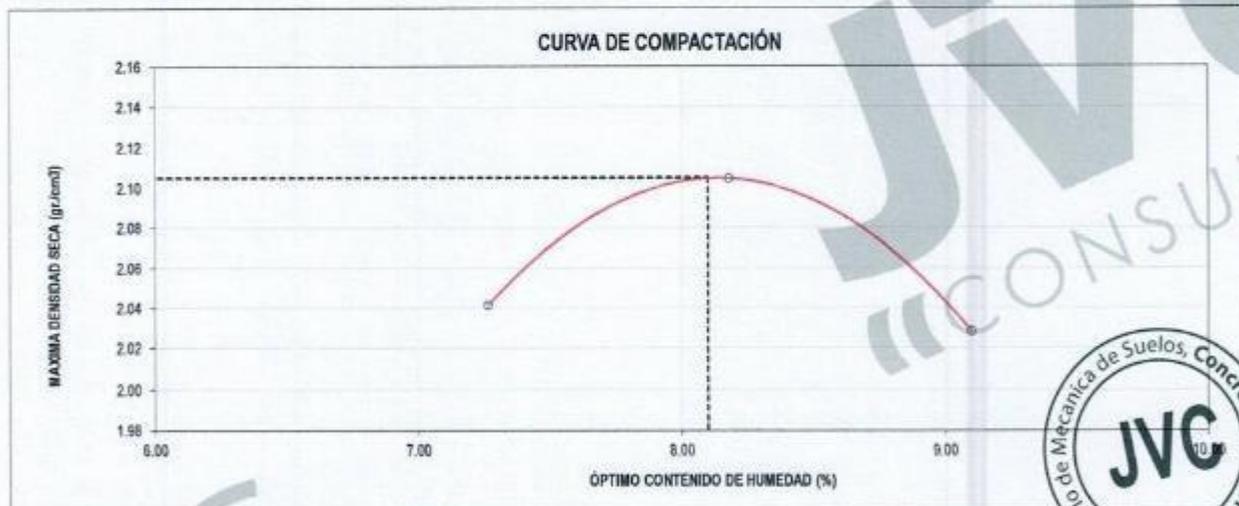
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA OUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA  
UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-3 (E-1 + 30%RM) Profundidad: m  
Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
N° de Muestra : Este: E  
Ubicación : Cotac: - mm

Molde N°	S-121
Peso del Molde gr.	6,716
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,391	11,577	11,440			
Peso de Molde (gr.)	6,716	6,716	6,716			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,675	4,861	4,724			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.19	2.28	2.21			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	408.8	405.1	411.5			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	388.2	382.5	386.0			
Peso de Agua (gr.)	20.6	22.6	25.5			
Peso de Cápsula (gr.)	104.7	106.2	105.8			
Peso de Suelo Seco (gr.)	283.5	276.3	280.2			
% de Humedad	7.27	8.18	9.19			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.04	2.10	2.03			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.105
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.10

**OBSERVACION:**

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

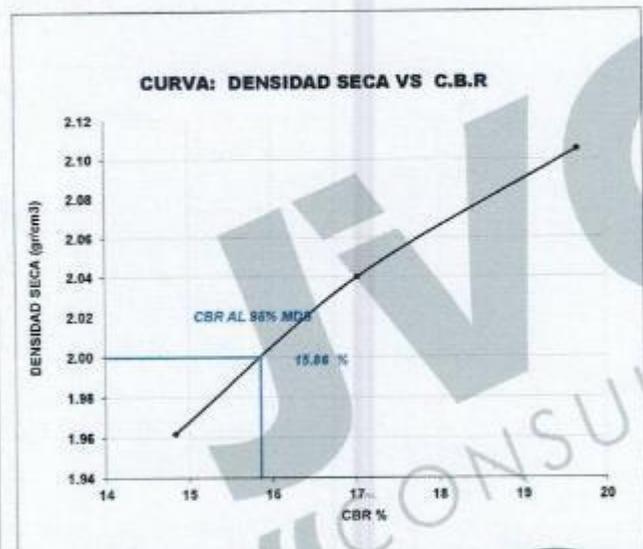
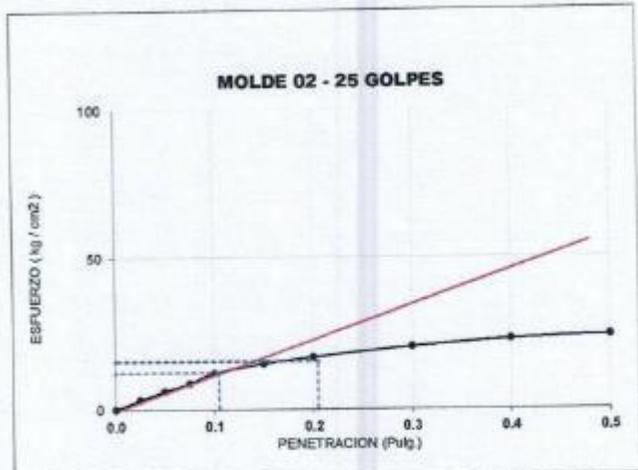
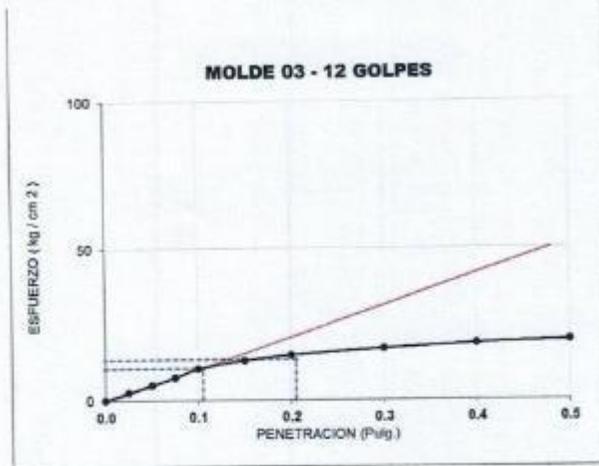
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : C-3 /E-1 + 30%RM



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	13.8	70.307	19.67	2.105
2	0.1	12.0	70.307	17.03	2.040
3	0.1	10.4	70.307	14.83	1.962

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	19.2	105.46	18.17	2.105
2	0.2	15.7	105.46	14.89	2.040
3	0.2	13.3	105.46	12.61	1.962

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 100 %	2.11
Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 95 %	2.00
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.10%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	19.67%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	15.86%



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

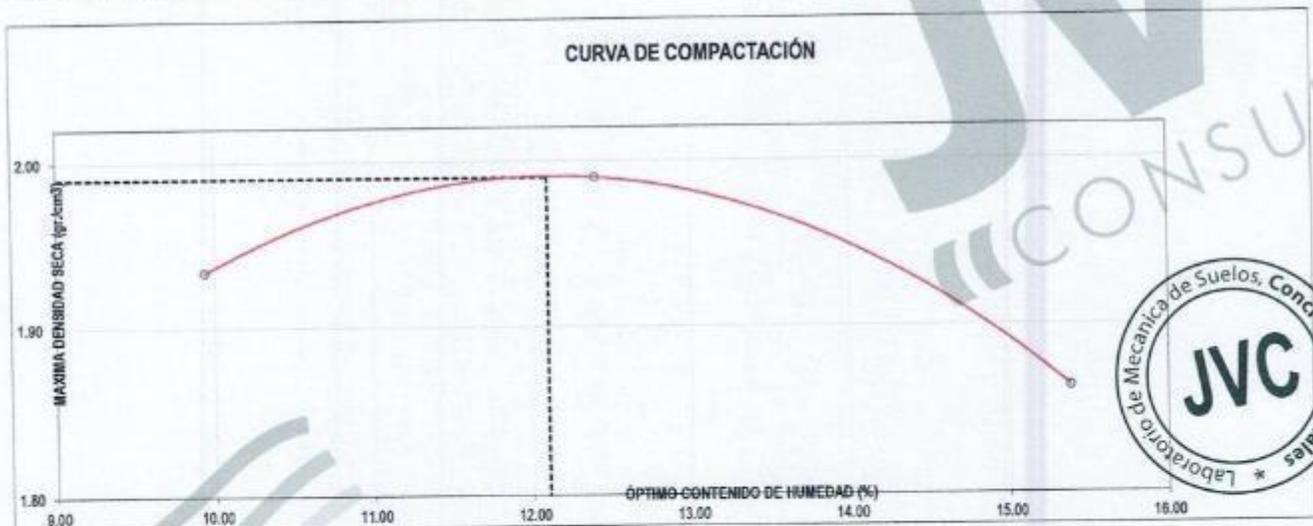
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE GUISPE, ANYELITA ESTEPhANIA  
UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-4 IE-2 Profundidad: - m  
Procedencia : HUARANCHAL Norte: - N  
N° de Muestra : M-01 Este: - E  
Ubicación : Cota: - mm

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6,733
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,226	11,461	11,278			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,493	4,728	4,545			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,13	2,24	2,15			
CAPSULA N°	S-3	J-15	V-1			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1,000.4	940.4	924.3			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	917.8	849.3	811.0			
Peso de Agua (gr)	82.5	91.1	113.3			
Peso de Cápsula (gr.)	87.6	114.7	74.5			
Peso de Suelo Seco (gr.)	830.3	734.6	736.5			
% de Humedad	9.94	12.40	15.38			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.93	1.99	1.86			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.990
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.10

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP: 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
(ASTM - D1883)

PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VAREZ QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - DTUCCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	NOVIEMBRE DE 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5815	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	13.025		12.901		12.387	
Peso de Molde (gr.)	8.343		8.423		8.328	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4.682		4.478		4.059	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2.119		2.119		2.119	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.21		2.11		1.92	
CAPSULA Nº	J-1		X-4		C-2	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	259.60		1.037.70		860.60	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	888.20		960.10		798.30	
Peso de Agua (gr.)	71.40		77.60		62.30	
Peso de Cápsula (gr.)	106.70		112.30		111.40	
Peso de Suelo Seco (gr.)	781.50		847.80		686.90	
% de Humedad	9.14		9.15		9.07	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.024		1.936		1.756	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	LECT. DIAL	MOLDE 1 - 56 GOLPES		MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
		EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
TIEMPO		mm	%			mm		%	
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
24 hrs	27	0.686	0.54	30	0.762	0.60	51	1.285	1.02
48 hrs	39	0.991	0.78	44	1.118	0.88	72	1.829	1.44
72 hrs	47	1.194	0.94	59	1.499	1.18	78	1.981	1.56
96 hrs	53	1.346	1.06	69	1.753	1.38	76	1.930	1.52

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CORRECCION	CARGA			CORRECCION	CARGA			CORRECCION
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
0.000	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0				
0.025	49	2.4		15	1.7		12	5.6				
0.050	105	5.2		71	3.5		30	11.4				
0.075	159	7.9		130	5.9		55	19.9				
0.100	212	10.5	12.6	159	7.9	9.4	82	27.2				
0.150	309	15.3		227	11.2		114	39.6				
0.200	391	19.4	21.4	270	13.4	14.5	160	51.4				
0.300	536	27.5		388	19.2		241	77.1				
0.400	720	35.6		491	24.3		327	105.1				
0.500	886	43.9		624	30.9		409	134.6				
ESPACIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES					



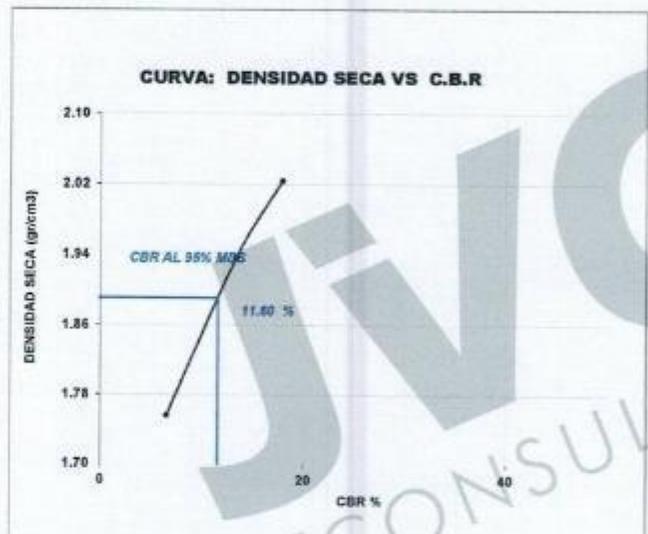
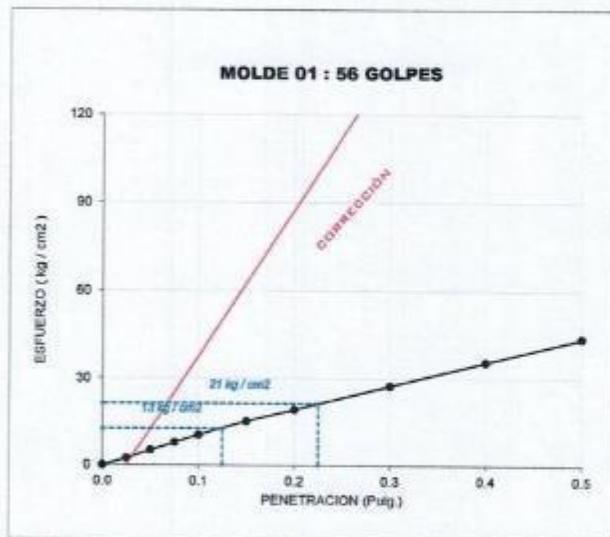
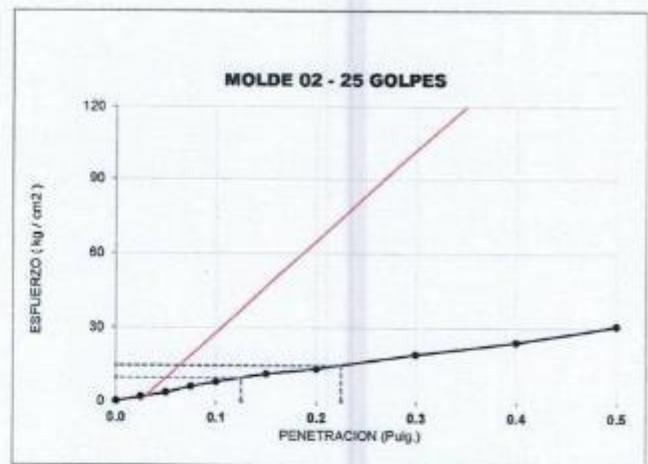
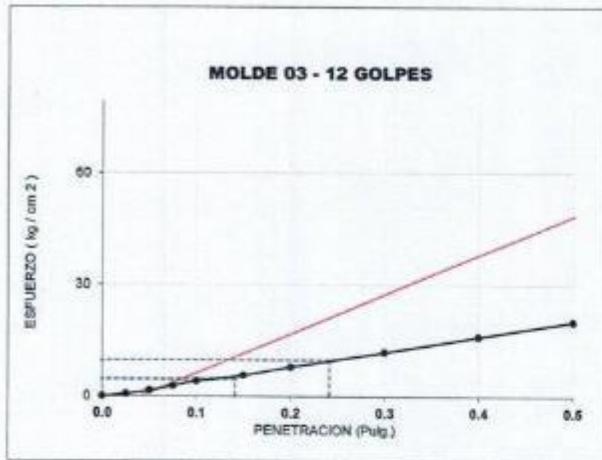
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero CIVIL  
CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESIÓN APLICADA (kg/cm²)	PRESIÓN PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	12.6	70.307	17.92	2.024
2	0.1	9.4	70.307	13.37	1.936
3	0.1	4.6	70.307	6.54	1.756

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESIÓN APLICADA (kg/cm²)	PRESIÓN PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	21.4	105.46	20.29	2.024
2	0.2	14.5	105.46	13.75	1.936
3	0.2	9.7	105.46	9.20	1.756

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.990
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.891
ÓPTIMO Contenido de Humedad	12.10%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	17.92%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	11.60%



*[Signature]*  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*[Signature]*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883

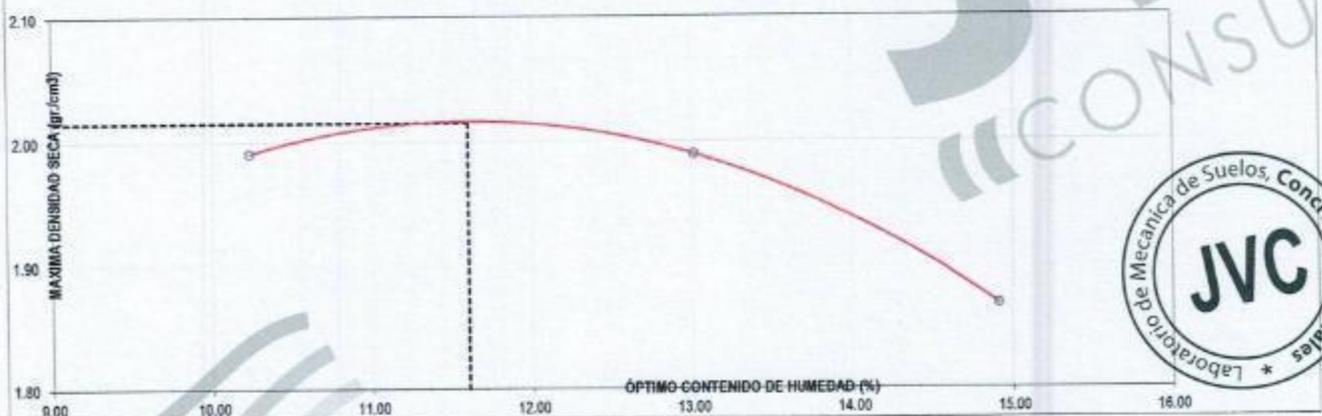
PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
 SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA  
 UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-4 (E-2+10%RM) Profundidad: - m  
 Procedencia : HUARANCHAL Norte: - N  
 N° de Muestra : M-07 Este: - E  
 Ubicación : Cota: - mm

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6,733
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,372	11,480	11,273			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,639	4,753	4,540			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,19	2,25	2,15			
CAPSULA N°	S-8	C-13	V-1			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	965.2	993.4	1,112.5			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	882.5	891.1	977.8			
Peso de Agua (gr)	82.7	102.3	134.7			
Peso de Cápsula (gr.)	74.5	105.1	74.4			
Peso de Suelo Seco (gr.)	808.0	786.0	903.4			
% de Humedad	10.24	13.02	14.91			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.99	1.99	1.87			

CURVA DE COMPACTACIÓN



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.015
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.60

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
(ASTM - D1883)

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - ICOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORJINHO - VAREL QUISPE, ANYELITA ESTEPHANA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	56		5668		5915	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5668		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	13,004		12,831		12,307	
Peso de Molde (gr.)	8,343		8,423		8,326	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,661		4,408		3,979	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2,119		2,119		2,115	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.20		2.08		1.88	
CAPSULA Nº	C-2		X-7		J-7	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	680.50		526.30		790.10	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	799.40		840.10		719.80	
Peso de Agua (gr.)	81.10		86.20		70.30	
Peso de Cápsula (gr.)	102.40		97.40		114.80	
Peso de Suelo Seco (gr.)	697.00		742.70		605.00	
% de Humedad	11.64		11.81		11.62	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.970		1.964		1.682	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	LECT. DIAL	MOLDE 1 - 56 GOLPES		MOLDE 2 - 25 GOLPES		MOLDE 3 - 10 GOLPES			
		EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION			
		mm	%	mm	%	mm	%		
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
24 hrs	26	0.660	0.52	31	0.787	0.62	49	1.245	0.98
48 hrs	41	1.041	0.82	45	1.143	0.90	70	1.778	1.40
72 hrs	46	1.188	0.92	57	1.448	1.14	76	1.930	1.52
96 hrs	55	1.397	1.10	66	1.678	1.32	75	1.981	1.58

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
	kg	kg/cm <sup>2</sup>		kg	kg/cm <sup>2</sup>		kg	kg/cm <sup>2</sup>	
0.000	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
0.025	46	2.3		34	1.7		13	0.6	
0.050	98	4.9		72	3.6		33	1.6	
0.075	147	7.3		110	5.4		61	3.0	
0.100	206	10.2	12.5	164	7.8	9.1	93	4.6	
0.150	297	14.7		214	10.6		134	6.6	
0.200	385	19.1	31.4	283	14.0	15.2	199	9.9	
0.300	562	27.8		381	18.9		286	14.0	
0.400	701	34.7		486	24.1		361	17.6	
0.500	843	41.7		613	30.4		442	21.4	
ESPICIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 10 GOLPES		

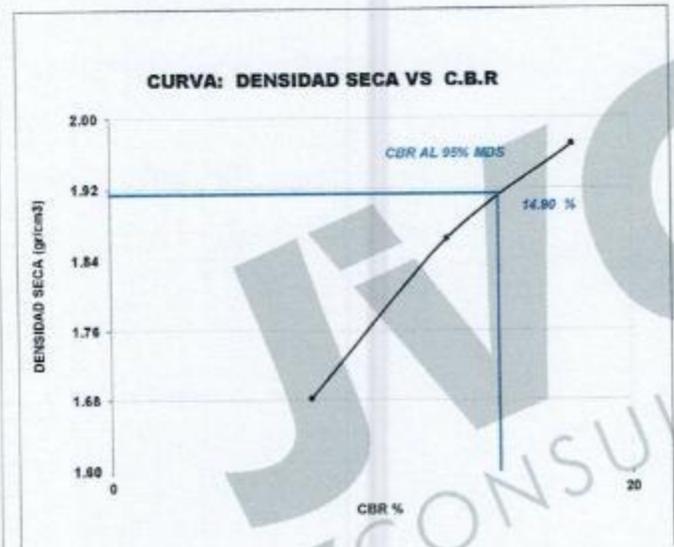
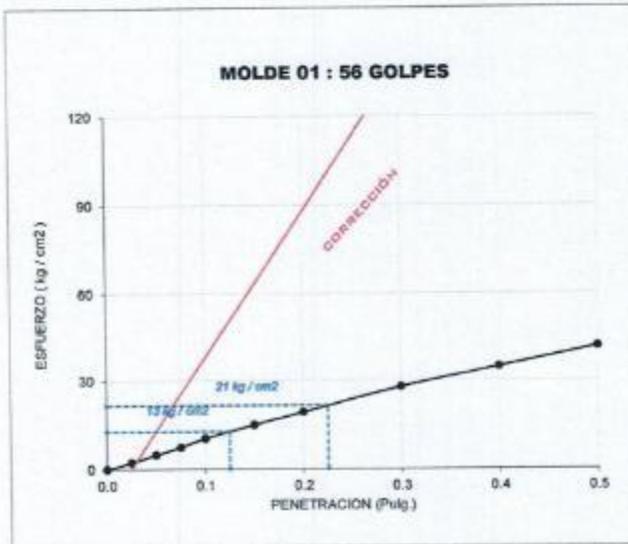
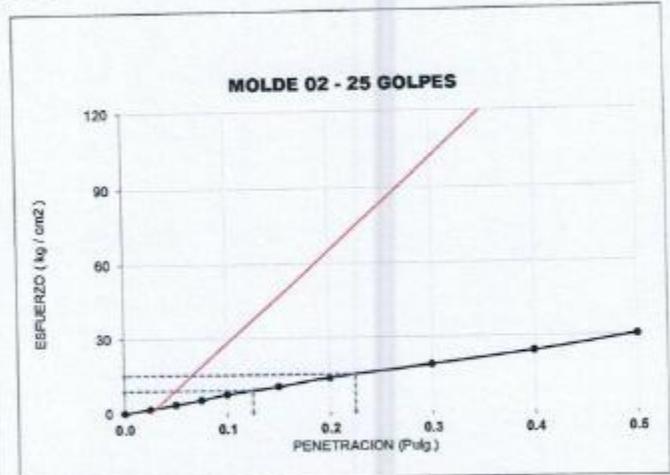
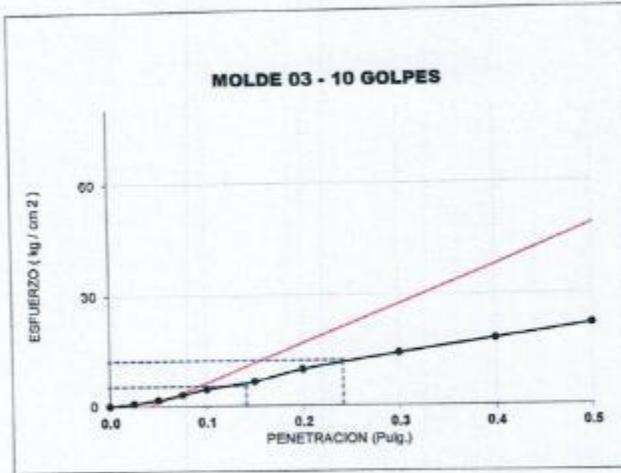


JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP: 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	12.5	70.307	17.78	1.970
2	0.1	9.1	70.307	12.94	1.864
3	0.1	5.4	70.307	7.68	1.682

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	21.4	105.46	20.29	1.970
2	0.2	15.2	105.46	14.41	1.864
3	0.2	12.2	105.46	11.57	1.682

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 100 %	2.015
Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 95 %	1.914
OPTIMO Contenido de Humedad	11.60%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	17.78%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	14.90%



Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

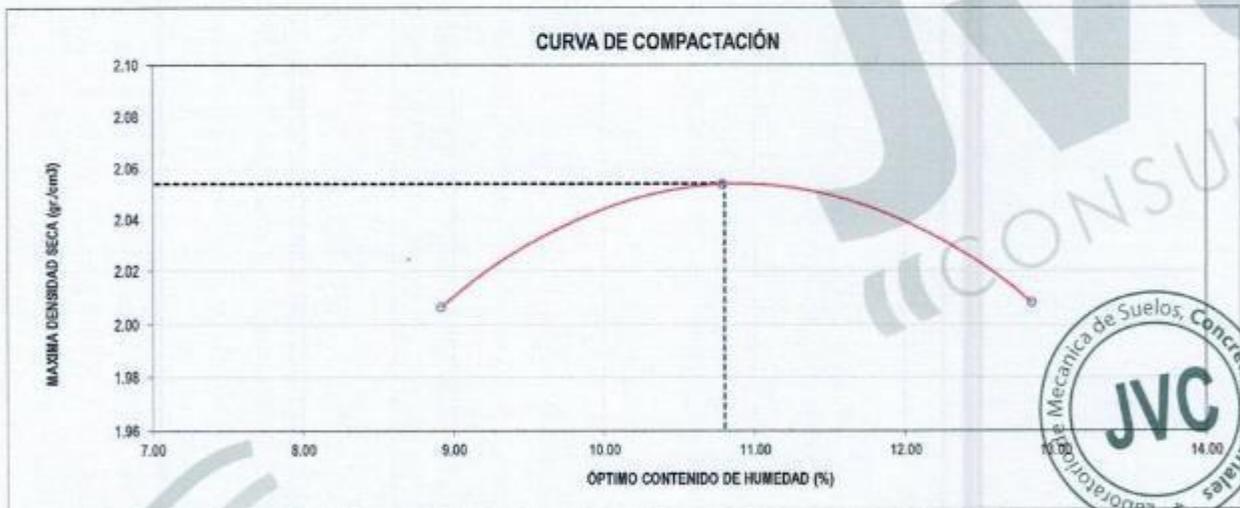
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR MÉTODO C ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEFANIA
UBICACIÓN	HUARANCHAL - OTUZZO - LA LIBERTAD
FECHA	NOVIEMBRE DE 2022

Material	C-4 (E-2+20%RM)	Profundidad:	m
Procedencia	HUARANCHAL	Norte:	N
N° de Muestra	M-8	Este:	E
Ubicación		Cota:	- msnm

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6,733
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,353	11,543	11,524			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,620	4,810	4,791			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.19	2.28	2.27			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	905.4	933.6	1,050.7			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	837.6	853.2	939.9			
Peso de Agua (gr.)	67.8	80.4	110.8			
Peso de Cápsula (gr.)	77.2	107.8	77.1			
Peso de Suelo Seco (gr.)	760.4	745.4	862.8			
% de Humedad	8.92	10.79	12.84			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.01	2.05	2.01			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.054
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.80

**OBSERVACION:**

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
(ASTM - D1883)

PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	NOVIEMBRE DE 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R.)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9055		8865		8669	
Peso de Molde (gr.)	4196		4189		4192	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4859		4676		4487	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.27		2.16		2.09	
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	834.60		880.40		744.20	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	763.40		804.40		662.10	
Peso de Agua (gr)	71.20		76.00		62.10	
Peso de Cápsula (gr.)	104.10		102.10		106.50	
Peso de Suelo Seco (gr.)	659.30		702.30		575.60	
% de Humedad	10.80		10.82		10.79	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.05		1.97		1.89	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
	TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION			
			mm	%		mm	%		mm	%		
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00			
24 hrs	26	0.660	0.52	29	0.737	0.58	32	0.813	0.64			
48 hrs	39	0.991	0.78	44	1.118	0.88	47	1.194	0.94			
72 hrs	45	1.143	0.90	52	1.321	1.04	57	1.448	1.14			
96 hrs	58	1.473	1.16	66	1.676	1.32	69	1.752	1.38			

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CARGA			CARGA		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	69	3.4		59	2.9		51	2.5	
0.050	130	6.4		115	5.7		102	5.0	
0.075	190	9.4		169	8.4		146	7.2	
0.100	250	12.4	13.5	230	11.4	11.5	199	9.9	9.0
0.150	346	17.1		292	14.5		251	12.4	
0.200	401	19.9	19.9	305	16.6	16.6	288	14.3	14.3
0.300	500	24.8		403	20.0		333	16.5	
0.400	573	28.4		452	22.4		363	18.0	
0.500	583	29.1		468	23.2		385	19.1	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

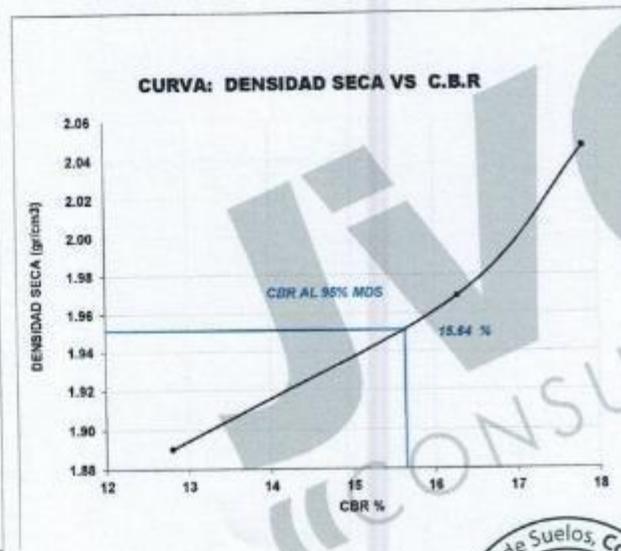
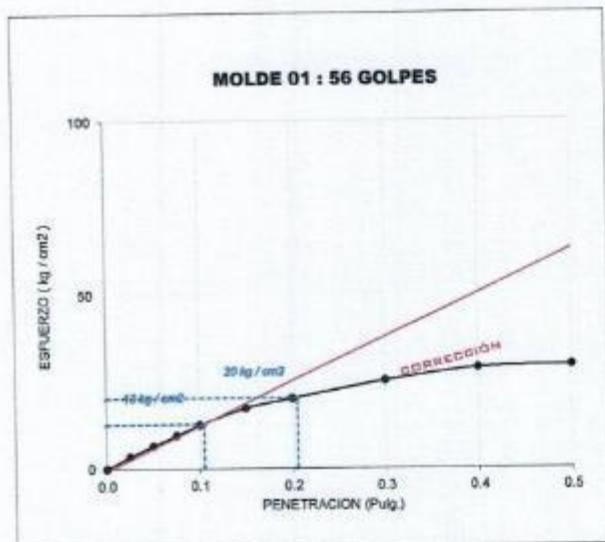
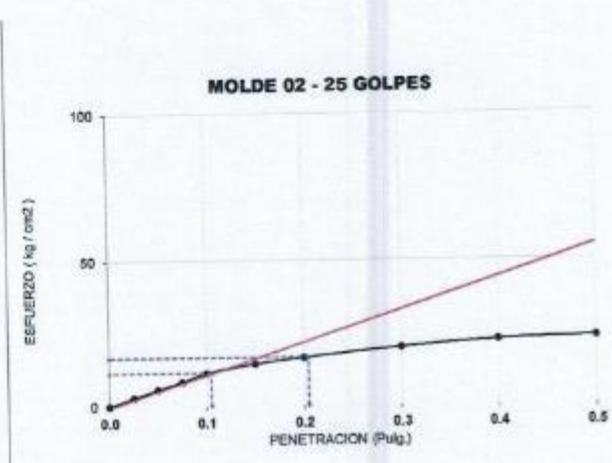
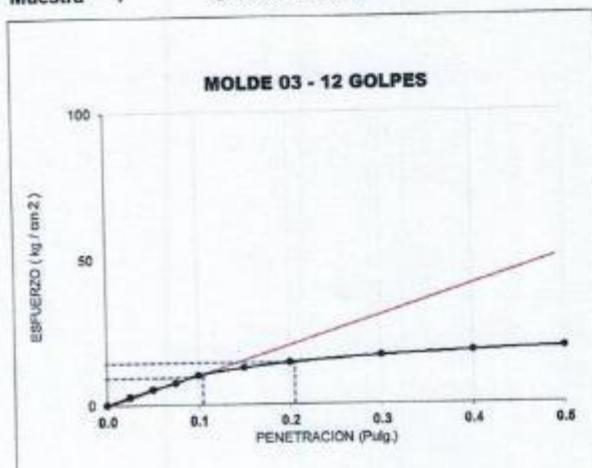
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140874

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Muestra : C-4 /E-2+20%RM



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	12.5	70.307	17.82	2.046
2	0.1	11.5	70.307	16.29	1.969
3	0.1	9.0	70.307	12.80	1.890

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	19.9	105.46	18.83	2.046
2	0.2	16.6	105.46	15.73	1.969
3	0.2	14.3	105.46	13.52	1.890

METODO DE COMPACTACIÓ N : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 100 %	2.05
Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 95 %	1.95
ÓPTIMO Contenido de Humedad	10.80%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	17.82%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	15.64%



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

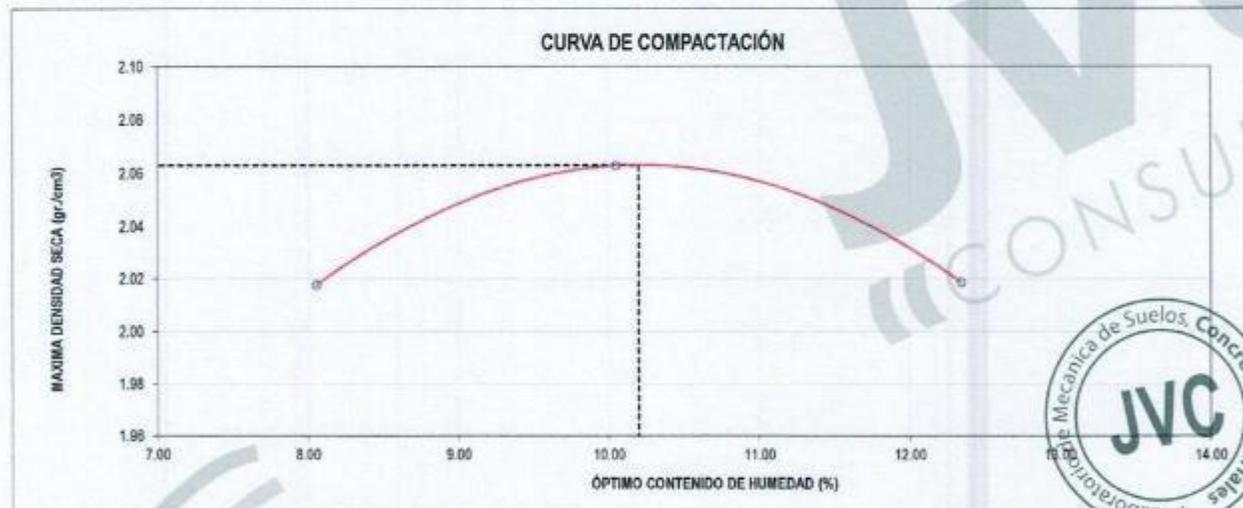
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISEP, ANYELITA ESTEPHANIA  
UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-4 (E-2-30%RM) Profundidad: m  
Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
N° de Muestra : M-4 Este: E  
Ubicación : Cota: - marm

Molde N°	S - 121
Peso del Molde gr.	6,716
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	58

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,325	11,515	11,510			
Peso de Molde (gr.)	6,716	6,716	6,716			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,609	4,799	4,794			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.18	2.27	2.27			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	845.6	873.8	990.9			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	788.5	804.1	890.8			
Peso de Agua (gr)	57.1	69.7	100.1			
Peso de Cápsula (gr.)	79.9	110.5	79.8			
Peso de Suelo Seco (gr.)	708.6	693.6	811.0			
% de Humedad	8.06	10.05	12.34			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.02	2.06	2.02			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.063
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.20

**OBSERVACION:**

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
(ASTM - D1883)

PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPhANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	NOVIEMBRE DE 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5815	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9055		8885		8660	
Peso de Molde (gr.)	4195		4199		4182	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4859		4676		4487	
Volumen de Molde (cm3)	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.27		2.18		2.09	
CAPSULA N°	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	634.80		880.40		744.20	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	763.40		804.40		682.10	
Peso de Agua (gr.)	71.20		76.00		62.10	
Peso de Cápsula (gr.)	104.10		102.10		106.50	
Peso de Suelo Seco (gr.)	659.30		702.30		575.60	
% de Humedad	10.80		10.82		10.79	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2.05		1.97		1.89	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	LECT. DIAL	MOLDE 1 - 56 GOLPES		MOLDE 2 - 25 GOLPES		MOLDE 3 - 12 GOLPES	
		EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION	
		mm	%	mm	%	mm	%
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0.00
24 hrs	24	0.610	0.48	27	0.686	0.54	0.782
48 hrs	38	0.889	0.70	40	1.016	0.80	1.092
72 hrs	41	1.041	0.82	48	1.219	0.96	1.346
96 hrs	53	1.348	1.06	51	1.549	1.22	1.628

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN	CARGA			CARGA			CARGA		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	71	3.5		61	3.0		53	2.6	
0.050	132	6.5		117	5.8		104	5.1	
0.075	199	9.9		178	8.8		155	7.6	
0.100	259	12.8	12.9	239	11.8	11.9	208	10.3	10.4
0.150	355	17.6		301	14.9		260	12.9	
0.200	410	20.3	20.3	344	17.0	17.0	297	14.7	14.7
0.300	509	25.2		412	20.4		342	16.9	
0.400	582	28.8		461	22.8		372	18.4	
0.500	597	29.6		477	23.6		394	19.5	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

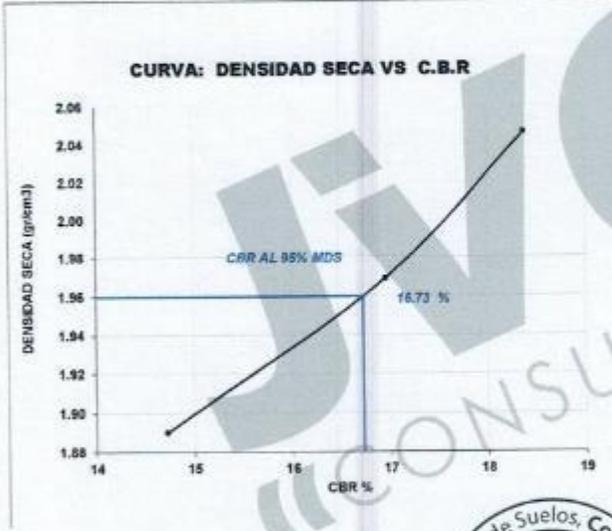
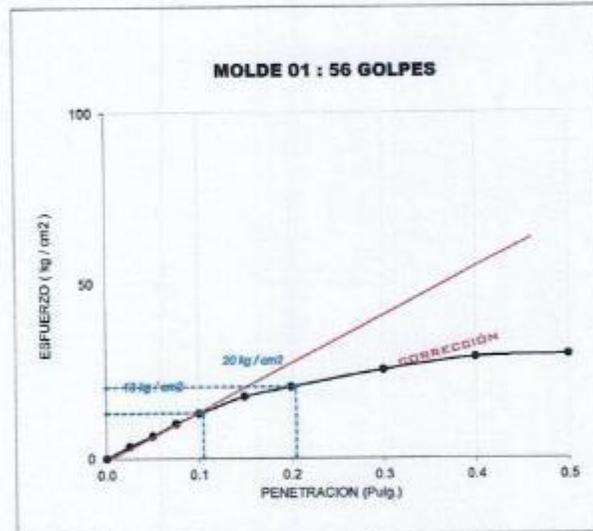
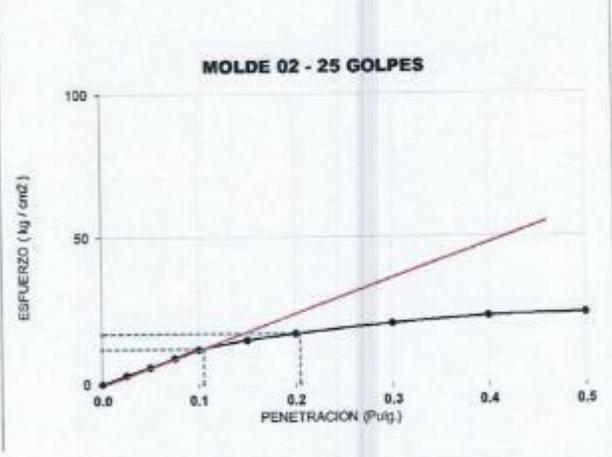
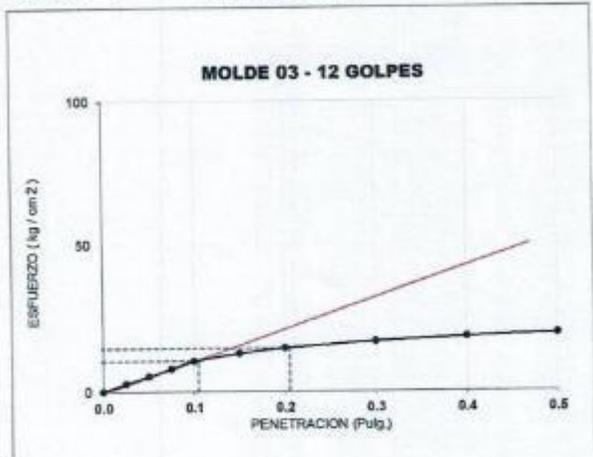
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Muestra : C-4 /E-2+30%RM



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	12.9	70.307	18.38	2.046
2	0.1	11.9	70.307	16.95	1.969
3	0.1	10.4	70.307	14.72	1.890

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	20.3	105.46	19.25	2.046
2	0.2	17.0	105.46	16.15	1.969
3	0.2	14.7	105.46	13.94	1.890

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 100 %	2.06
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 95 %	1.96
OPTIMO Contenido de Humedad	10.20%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	18.38%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	16.73%



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

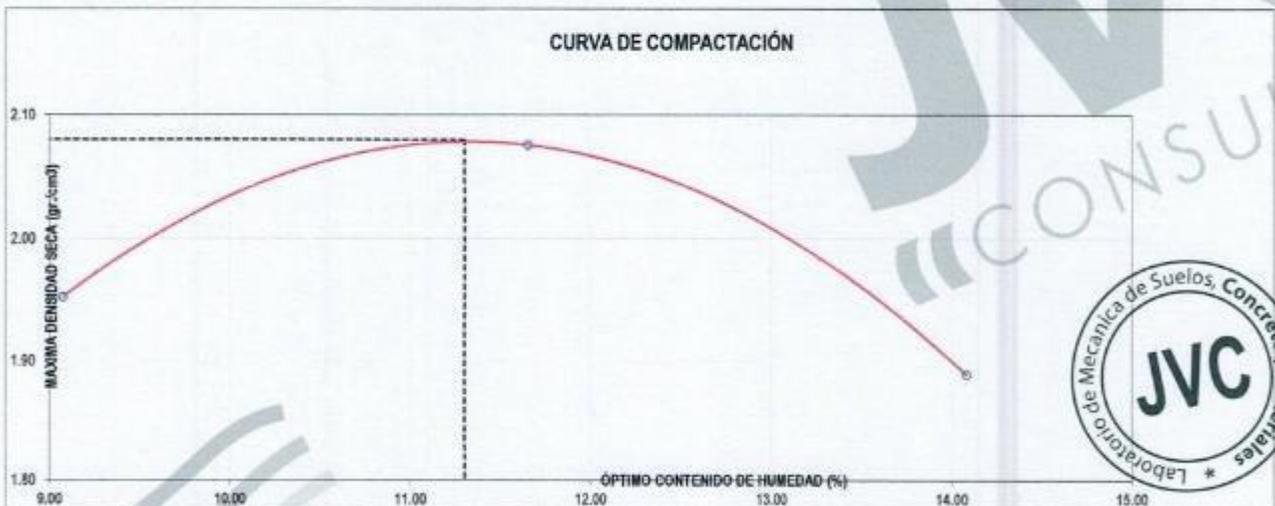
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPhANIA  
UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-5 E-1 Profundidad: - m  
Procedencia : HUARANCHAL Norte: - N  
N° de Muestra : M-05 Este: - E  
Ubicación : Cota: - msnm

Molde N°	6 - 123
Peso del Molde gr.	6,733
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,234	11,632	11,268			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,501	4,899	4,555			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.13	2.32	2.15			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	749.3	911.6	924.3			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	694.8	825.9	822.7			
Peso de Agua (gr)	54.5	85.9	101.6			
Peso de Cápsula (gr.)	94.3	88.7	101.3			
Peso de Suelo Seco (gr.)	800.5	737.2	721.4			
% de Humedad	9.08	11.65	14.08			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.85	2.08	1.89			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.080
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.30



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*[Firma]*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

*[Firma]*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	NOVIEMBRE DE 2022

### CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5040		5888		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	13.159		13.043		12.573	
Peso de Molde (gr.)	8.343		8.423		8.326	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4.816		4.620		4.245	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2.119		2.119		2.119	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.27		2.18		2.00	
CAPSULA Nº	J-6		C-4		M-1	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	987.40		865.10		873.90	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	897.70		789.10		796.80	
Peso de Agua (gr.)	89.70		76.00		77.10	
Peso de Cápsula (gr.)	104.30		115.70		112.60	
Peso de Suelo Seco (gr.)	793.40		673.40		684.00	
% de Humedad	11.31		11.29		11.22	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.042		1.965		1.800	

ENSAYO DE EXPANSIÓN									
MOLDE	LECT. DIAL	MOLDE 1 - 56 GOLPES		MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
		EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
24 hrs	28	0.711	0.56	31	0.787	0.62	48	1.245	0.68
48 hrs	41	1.041	0.82	45	1.143	0.90	66	1.727	1.36
72 hrs	48	1.219	0.96	61	1.549	1.22	73	1.854	1.48
96 hrs	55	1.397	1.10	71	1.803	1.42	77	1.955	1.54

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN										
ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CARGA			CARGA			CORRECCION
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	
0.000	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		
0.025	49	2.4		36	1.8		15	0.9		
0.050	114	5.6		77	3.8		35	2.1		
0.075	175	8.7		114	5.6		67	4.0		
0.100	249	11.9	14.3	176	8.7	10.7	102	6.1		
0.150	328	16.3		249	12.3		143	8.9		
0.200	423	20.9	24.7	311	15.6	17.6	199	12.2		
0.300	589	29.2		440	21.8		294	18.6		
0.400	756	37.4		547	27.1		376	23.4		
0.500	904	44.8		689	34.1		483	29.8		
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES			

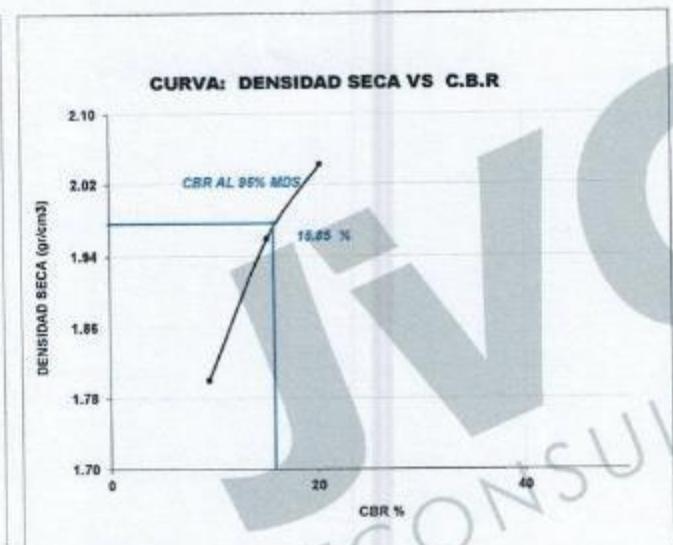
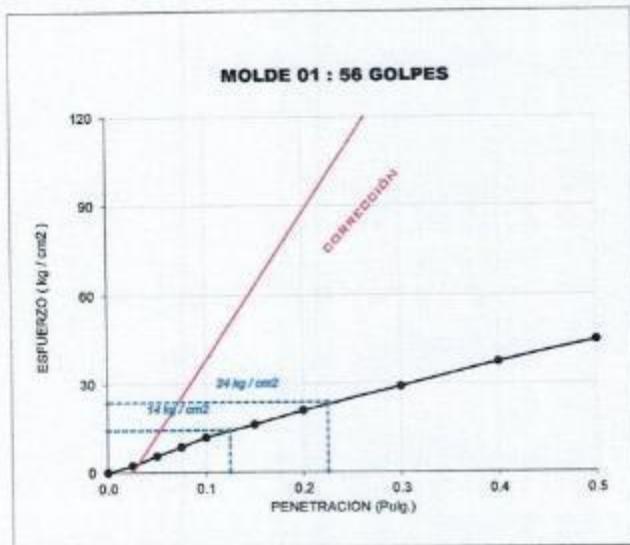
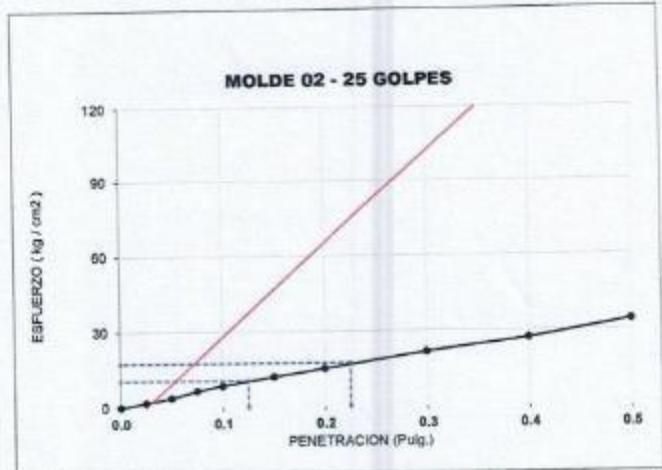
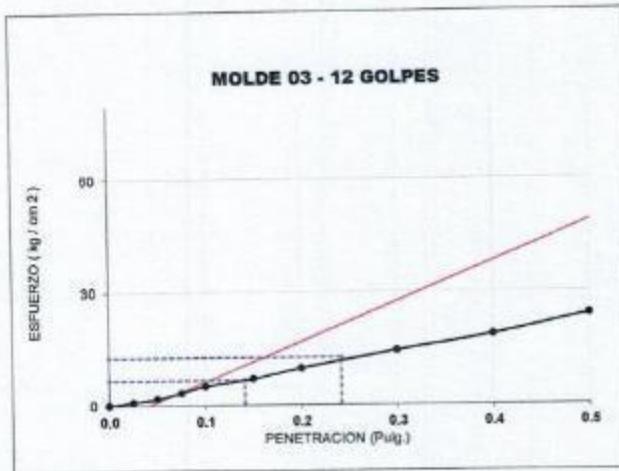


JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESIÓN APLICADA (kg/cm²)	PRESIÓN PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	14.3	70.307	20.34	2.042
2	0.1	10.7	70.307	15.22	1.959
3	0.1	6.7	70.307	9.53	1.800

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESIÓN APLICADA (kg/cm²)	PRESIÓN PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	23.7	105.46	22.47	2.042
2	0.2	17.6	105.46	16.69	1.959
3	0.2	12.8	105.46	12.14	1.800

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 100 %	2.080
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 95 %	1.976
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.30%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	20.34%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	15.65%



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C

Ing. Victoria de los Angeles Arroyo  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

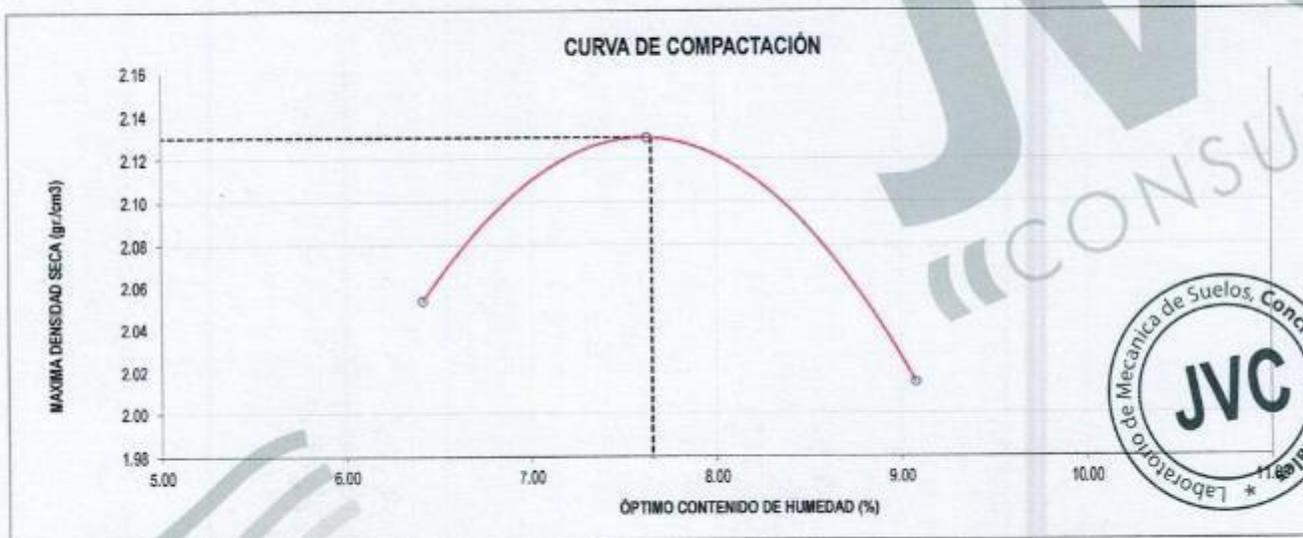
ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELTA ESTEPHANIA  
UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-5 (E-1 + 10%RM) Profundidad: 1.50 m  
Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
N° de Muestra : Este: E  
Ubicación : Cota: msnm

Molde N°	S - 120
Peso del Molde gr.	6,734
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,399	11,628	11,426			
Peso de Molde (gr.)	6,734	6,734	6,734			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,665	4,894	4,692			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.19	2.29	2.20			
CAPSULA N°	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	477.3	473.8	480.5			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	454.8	447.7	449.2			
Peso de Agua (gr.)	22.5	26.1	31.3			
Peso de Cápsula (gr.)	104.0	105.5	104.3			
Peso de Suelo Seco (gr.)	350.8	342.2	344.9			
% de Humedad	6.41	7.63	9.06			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.13	2.01			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.130
Óptimo Contenido de Humedad (%)	7.65

**OBSERVACION:**  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	NOVIEMBRE DE 2022

### CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R.)

#### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9119	8965	8965	8798	8798	
Peso de Molde (gr.)	4197	4174	4174	4180	4180	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4922	4791	4791	4618	4618	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228	3228	3228	3228	3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.30	2.24	2.24	2.15	2.15	
CAPSULA Nº	1	3	3	5	5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	449.70	482.30	482.30	453.50	453.50	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	424.90	436.70	436.70	426.50	426.50	
Peso de Agua (gr)	24.80	25.60	25.60	25.00	25.00	
Peso de Cápsula (gr.)	102.30	102.70	102.70	102.40	102.40	
Peso de Suelo Seco (gr.)	322.60	334.00	334.00	326.10	326.10	
% de Humedad	7.69	7.66	7.66	7.67	7.67	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.13	2.08	2.08	2.00	2.00	

#### ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	TIEMPO	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
		LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION		LECT. DIAL.	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	
24 hrs	20	0.508	0.40	23	0.584	0.48	26	0.660	0.52	
48 hrs	26	0.660	0.52	28	0.711	0.56	31	0.787	0.62	
72 hrs	34	0.894	0.68	37	0.940	0.74	41	1.041	0.82	
96 hrs	36	0.914	0.72	39	0.991	0.78	42	1.066	0.84	

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
	CARGA kg	CARGA kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCIÓN kg/cm <sup>2</sup>	CARGA kg	CARGA kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCIÓN kg/cm <sup>2</sup>	CARGA kg	CARGA kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCIÓN kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	77	3.8		60	3.0		50	2.5	
0.050	165	8.2		149	7.4		133	6.6	
0.075	274	13.6		245	12.1		220	10.9	
0.100	361	17.9	18.0	338	16.7	16.8	315	15.6	15.8
0.150	481	23.8		453	22.4		423	20.9	
0.200	549	27.2	27.2	521	25.8	25.8	498	24.7	24.7
0.300	639	31.6		615	30.5		592	29.3	
0.400	708	35.1		680	33.7		657	32.5	
0.500	729	36.1		701	34.7		678	33.6	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

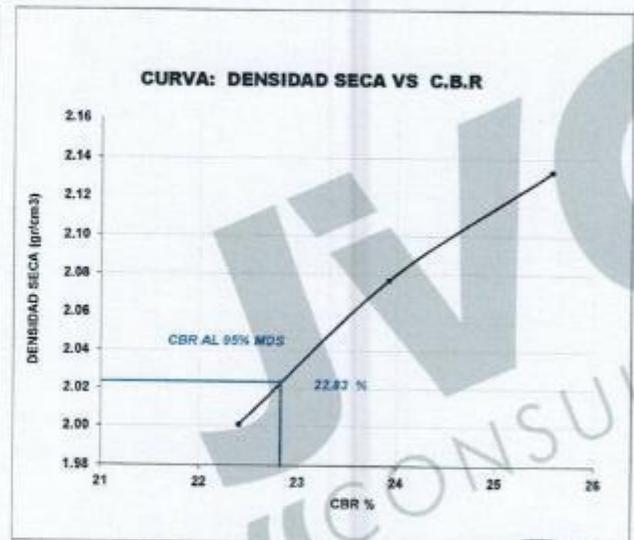
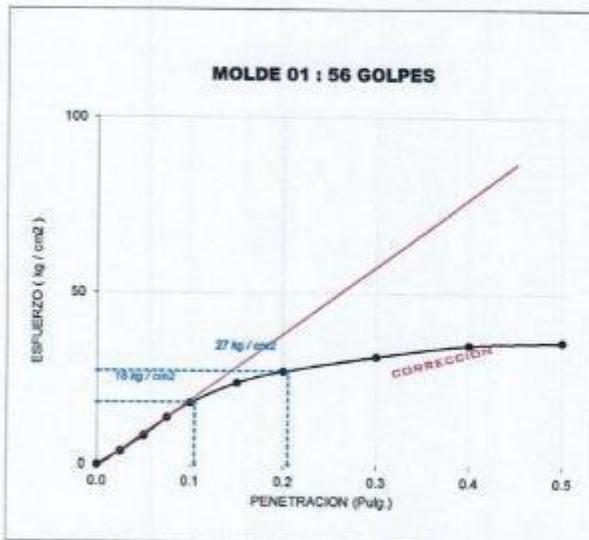
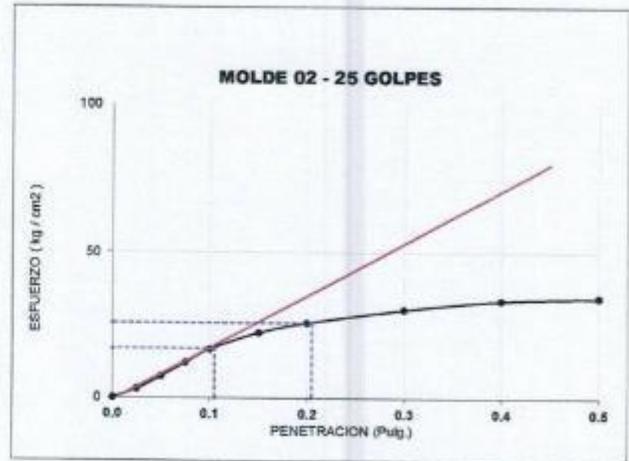
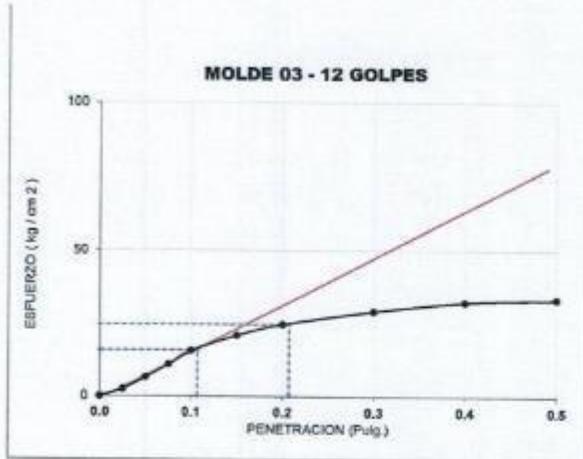
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : C-5 /E-1 + 10%RM



### Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	18.0	70.307	25.57	2.133
2	0.1	16.8	70.307	23.92	2.077
3	0.1	15.8	70.307	22.40	2.001

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	27.2	105.46	25.78	2.133
2	0.2	25.8	105.46	24.48	2.077
3	0.2	24.7	105.46	23.38	2.001

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 100 %	2.13
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 95 %	2.02
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.65%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	25.57%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	22.83%



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

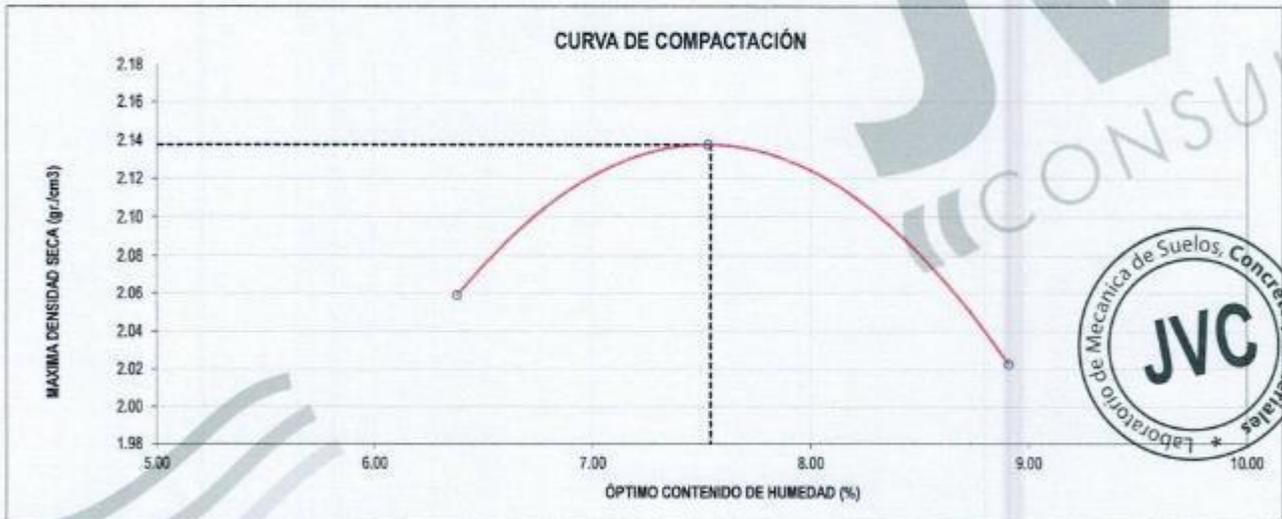
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA  
UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-5/E-1 + 20%RM Profundidad: 1.50 m  
Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
N° de Muestra : Este: E  
Ubicación : Cota: - mm

Molde N°	S - 122
Peso del Molde gr.	6,752
Volumen del Molde cm <sup>3</sup> .	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,428	11,660	11,455			
Peso de Molde (gr.)	6,752	6,752	6,752			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,676	4,908	4,703			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.19	2.30	2.20			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	493.1	489.6	496.3			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	489.6	462.5	464.0			
Peso de Agua (gr)	23.5	27.1	32.3			
Peso de Cápsula (gr.)	101.1	102.6	101.4			
Peso de Suelo Seco (gr.)	388.5	399.9	362.6			
% de Humedad	6.38	7.53	8.91			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.06	2.14	2.02			

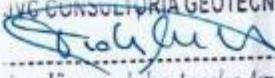


Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.138
Óptimo Contenido de Humedad (%)	7.54

**OBSERVACION:**

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
(ASTM - D1883)

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPhANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9125		8971		8904	
Peso de Molde (gr.)	4197		4174		4180	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4928		4797		4724	
Volumen de Molde (cm3)	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.30		2.24		2.16	
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	482.50		495.10		486.30	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	455.80		467.60		459.40	
Peso de Agua (gr)	26.70		27.50		26.90	
Peso de Cápsula (gr.)	102.60		103.00		102.70	
Peso de Suelo Seco (gr.)	353.20		364.60		356.70	
% de Humedad	7.55		7.54		7.54	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2.1380		2.08		2.01	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	LECT. DIAL	MOLDE 1 - 56 GOLPES		MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
		EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.50	0	0.000	0.00
24 hrs	18	0.457	0.36	21	0.533	0.42	24	0.610	0.48
48 hrs	25	0.635	0.50	27	0.688	0.54	30	0.782	0.60
72 hrs	32	0.813	0.64	35	0.889	0.70	39	0.991	0.78
96 hrs	34	0.864	0.68	37	0.940	0.74	40		

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CORRECCIÓN	CARGA			CORRECCIÓN	CARGA		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>			kg	kg/cm <sup>2</sup>			kg	kg/cm <sup>2</sup>	
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0			
0.025	70	3.9		62	3.1		52	2.5			
0.050	122	8.5		151	7.5		135	6.5			
0.075	276	13.7		247	12.2		222	11.0			
0.100	363	18.0	18.0	340	16.8	16.9	317	15.7	15.8		
0.150	483	23.9		455	22.5		425	21.0			
0.200	551	27.3	27.3	523	25.9	25.9	500	24.8	24.8		
0.300	641	31.7		617	30.5		594	29.4			
0.400	710	35.2		682	33.8		659	32.6			
0.500	731	36.2		703	34.8		680	33.7			
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES				

OBSERVACION:  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

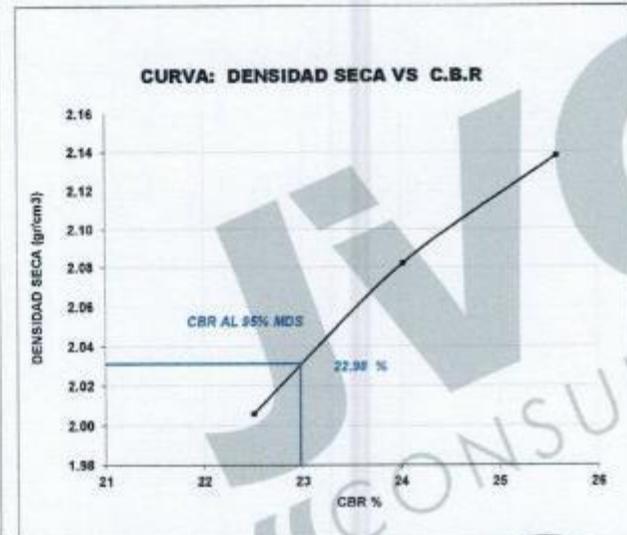
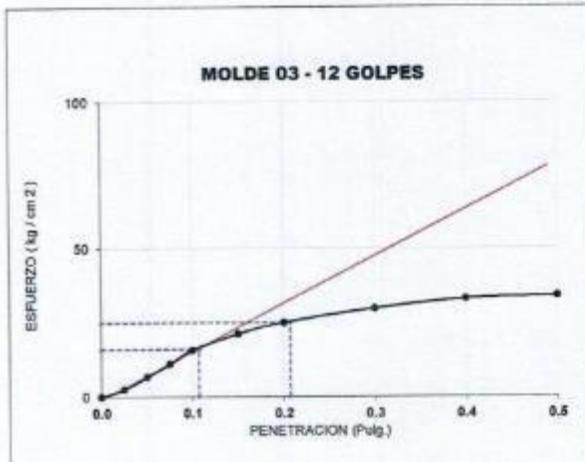
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*[Firma]*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*[Firma]*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

**CURVAS - VALORES PRELIMINARES**

RUC: 20606092297

Muestra : C-5 /E-1 + 20%RM



**Valores Corregidos**

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESIÓN APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESIÓN PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	18.0	70.307	25.59	2.138
2	0.1	16.9	70.307	24.02	2.082
3	0.1	15.8	70.307	22.50	2.006

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESIÓN APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESIÓN PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	27.3	105.46	25.87	2.138
2	0.2	25.9	105.46	24.55	2.082
3	0.2	24.8	105.46	23.47	2.006

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) al 100 %	2.14
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) al 95 %	2.03
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.54%

**RESULTADOS**

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	25.59%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	22.98%



*[Signature]*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 149574

CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*[Signature]*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

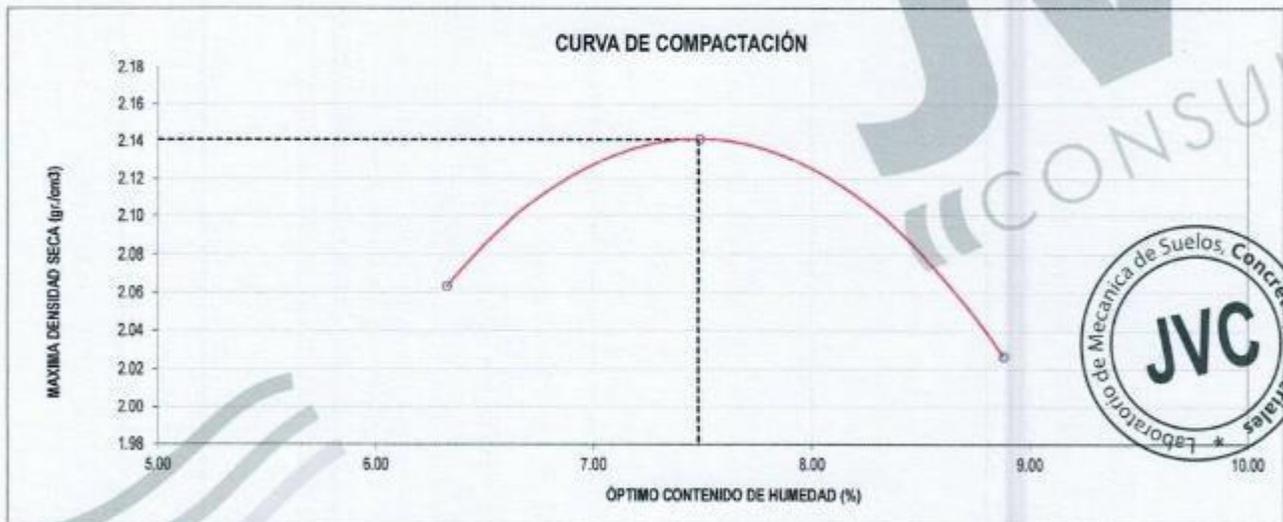
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA  
UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-5 / E-1 + 30%RM Profundidad: 1.50 m  
Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
N° de Muestra : Este: E  
Ubicación : Cota: - mm

Molde N°	S - 122
Peso del Molde gr.	6,752
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,436	11,666	11,463			
Peso de Molde (gr.)	6,752	6,752	6,752			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,684	4,914	4,711			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.19	2.30	2.21			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	493.1	489.6	496.3			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	470.0	482.9	484.4			
Peso de Agua (gr.)	23.1	26.7	31.9			
Peso de Cápsula (gr.)	104.9	106.4	105.2			
Peso de Suelo Seco (gr.)	365.1	356.5	359.2			
% de Humedad	6.33	7.49	8.88			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.14	2.03			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.141
Óptimo Contenido de Humedad (%)	7.48

OBSERVACION:  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
(ASTM - D1883)

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022

SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA

UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GÓLPE POR CAPA	56		25		15	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9131	8977	8977	8977	8810	8810
Peso de Molde (gr.)	4197	4174	4174	4174	4190	4190
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4934	4803	4803	4803	4630	4630
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228	3228	3228	3228	3228	3228
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.30	2.24	2.24	2.24	2.16	2.16
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	515.30	527.90	527.90	527.90	518.10	518.10
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	486.50	498.30	498.30	498.30	490.10	490.10
Peso de Agua (gr.)	28.80	29.60	29.60	29.60	28.00	28.00
Peso de Cápsula (gr.)	102.90	103.30	103.30	103.30	103.00	103.00
Peso de Suelo Seco (gr.)	383.60	395.00	395.00	395.00	387.10	387.10
% de Humedad	7.51	7.49	7.49	7.49	7.49	7.49
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.14	2.09	2.09	2.09	2.01	2.01

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	TIEMPO	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 15 GOLPES		
		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
	0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
	24 hrs	17	0.432	0.34	20	0.508	0.40	23	0.584	0.45
	48 hrs	22	0.559	0.44	24	0.610	0.48	27	0.686	0.54
	72 hrs	29	0.737	0.58	32	0.813	0.64	36	0.914	0.72
	96 hrs	31	0.767	0.62	34	0.864	0.68	37	0.944	0.74

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CORRECCION	CARGA			CORRECCION	CARGA		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0			
0.025	80	4.0		63	3.1		53	4.1			
0.050	173	8.6		152	7.5		136	10.5			
0.075	277	13.7		248	12.3		223	17.4			
0.100	364	18.0	18.0	341	16.9	17.0	318	24.8	15.9		
0.150	481	24.0		456	22.6		436	33.7			
0.200	552	27.3	27.3	524	25.9	25.9	501	38.8	24.8	24.8	
0.300	642	31.8		618	30.6		595	45.9			
0.400	711	35.2		683	33.8		660	53.0			
0.500	732	36.2		704	34.9		681	60.1			
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 15 GOLPES				

OBSERVACION:

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

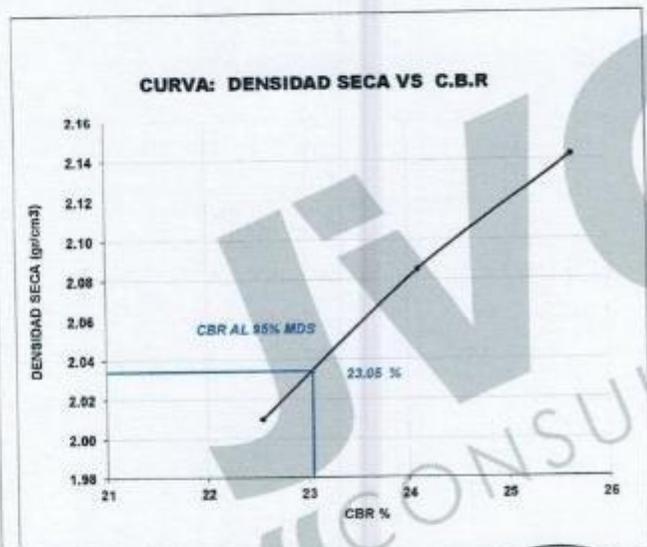
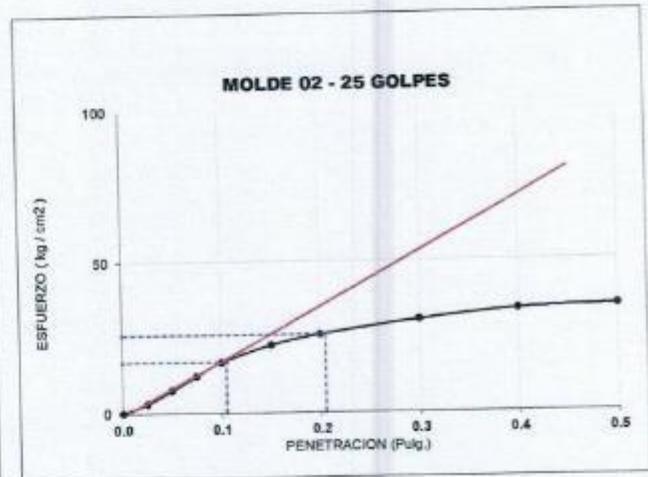
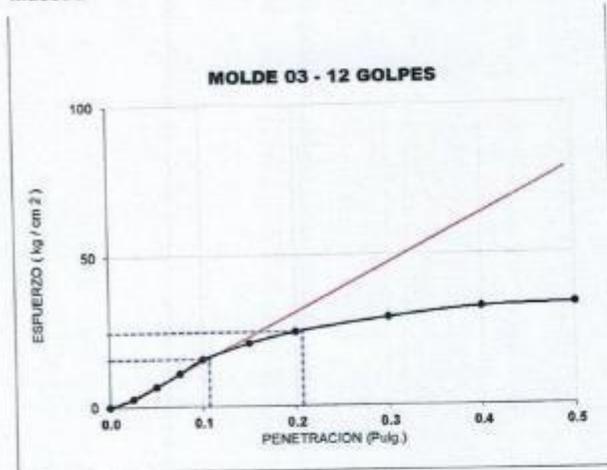
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : C-5 /E-1 + 30%RM



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	18.0	70.307	25.64	2.142
2	0.1	17.0	70.307	24.11	2.085
3	0.1	15.9	70.307	22.54	2.010

MOLDE Nº	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	27.3	105.46	25.92	2.142
2	0.2	25.9	105.46	24.60	2.085
3	0.2	24.8	105.46	23.52	2.010

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 100 %	2.14
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 95 %	2.03
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.48%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	25.64%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	23.05%



*[Signature]*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*[Signature]*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

RUC: 20606092297

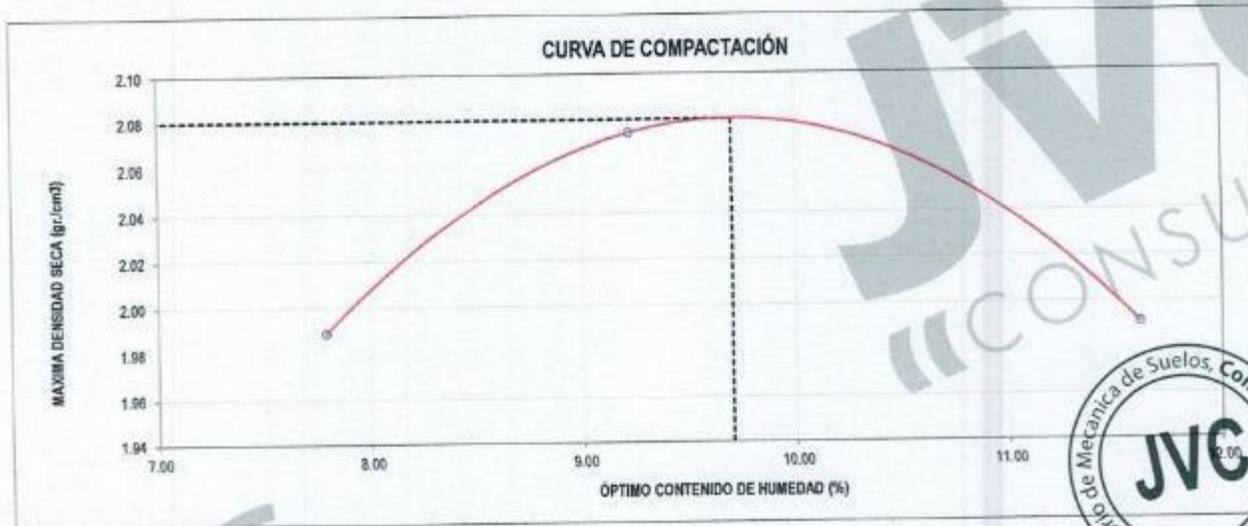
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA  
UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-6 / E-2 Profundidad: m  
Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
N° de Muestra : M-06 Este: E  
Ubicación : Cota: msnm

Molde N°	S - 120
Peso del Molde gr.	6,734
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	55

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,311	11,571	11,478			
Peso de Molde (gr.)	6,734	6,734	6,734			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,577	4,837	4,744			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.14	2.27	2.22			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	311.4	304.9	312.4			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	296.3	288.0	290.9			
Peso de Agua (gr.)	15.1	16.9	21.5			
Peso de Cápsula (gr.)	102.4	104.7	105.8			
Peso de Suelo Seco (gr.)	193.9	183.3	185.1			
% de Humedad	7.79	9.22	11.62			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.99	2.07	1.99			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.080
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.70

**OBSERVACION:**  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramírez Muñoz*  
Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES		RUC: 20606092297
<b>ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b> (ASTM - D1883)		
PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	NOVIEMBRE DE 2022

### CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

#### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9056		8822		8331	
Peso de Molde (gr.)	4198		4189		4149	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4858		4633		4182	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.27		2.16		1.94	
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	313.20		326.80		317.50	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	294.90		307.20		299.00	
Peso de Agua (gr.)	18.30		19.60		18.50	
Peso de Cápsula (gr.)	100.60		100.00		101.70	
Peso de Suelo Seco (gr.)	194.30		207.20		197.30	
% de Humedad	9.42		9.46		9.38	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07		1.98		1.77	

#### ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	LECT. DIAL	MOLDE 1 - 56 GOLPES		MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
		EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
24 hrs	21	0.533	0.42	28	0.711	0.66	35	0.889	0.70
48 hrs	37	0.940	0.74	47	1.194	0.94	59	1.499	1.18
72 hrs	50	1.270	1.00	67	1.702	1.34	77	1.956	1.54
96 hrs	58	1.473	1.16	78	1.981	1.56	93	2.362	1.86

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CARGA			CARGA		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	CORRECCION kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	68	3.4		59	2.9		48	2.4	
0.050	132	6.5		118	5.8		98	4.9	
0.075	179	8.9		163	8.1		140	7.0	
0.100	228	11.3	11.2	216	10.7	10.4	185	9.2	
0.150	324	16.0		278	13.8		237	11.7	
0.200	379	18.8	18.8	321	15.9	16.2	274	13.6	14.5
0.300	478	23.7		389	19.3		319	15.8	
0.400	551	27.3		458	21.7		349	17.3	
0.500	574	28.4		462	22.9		374	18.5	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

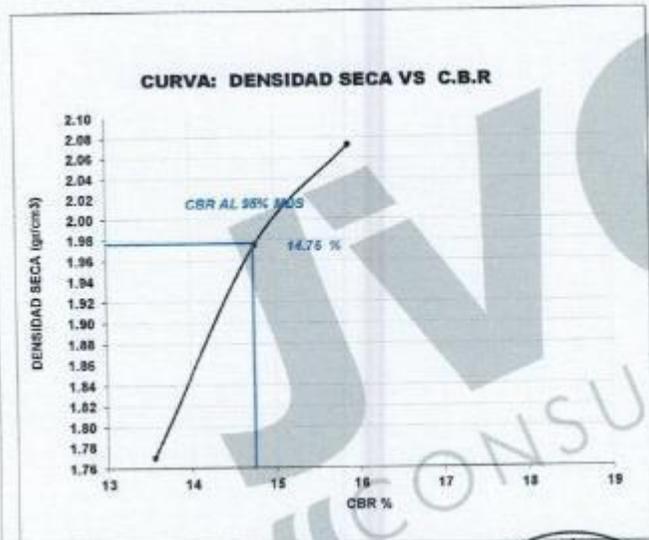
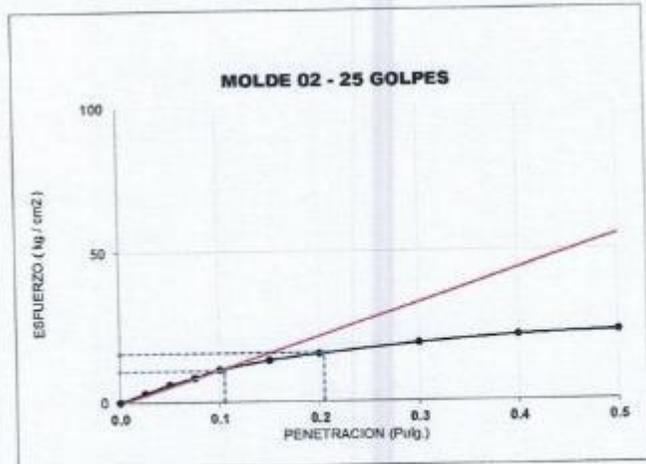
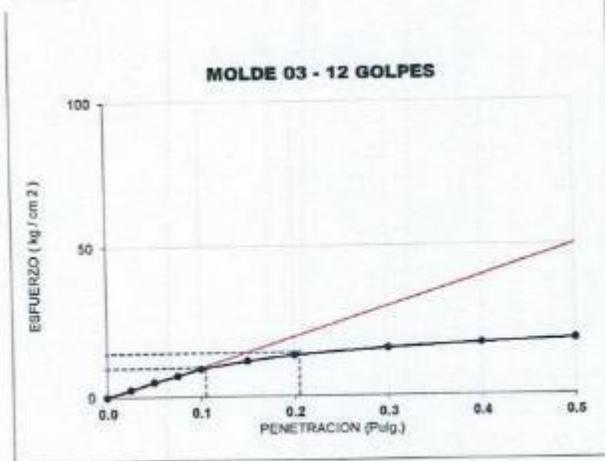
*Victoria Agustín Díaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : M-06



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	11.2	70.307	15.89	2.073
2	0.1	10.4	70.307	14.76	1.975
3	0.1	9.5	70.307	13.55	1.770

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	18.8	105.46	17.83	2.073
2	0.2	16.2	105.46	15.36	1.975
3	0.2	14.5	105.46	13.75	1.770

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.08
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.98
OPTIMO Contenido de Humedad	9.70%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	15.89%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	14.75%



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP: 140574

CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victor... de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES RUC: 20606092297

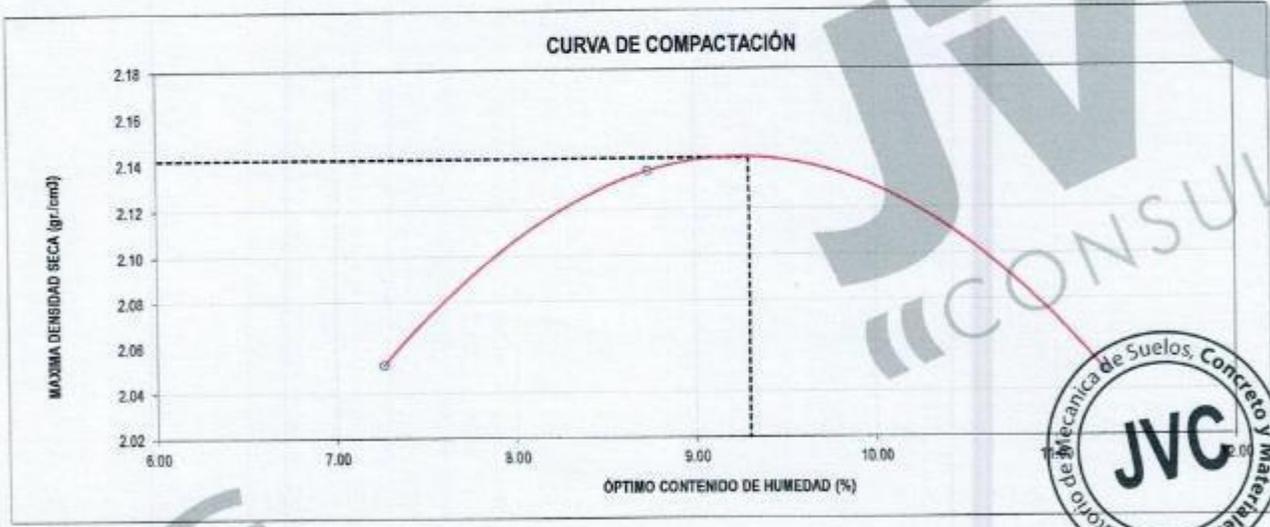
**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
 SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA  
 UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-6 / E-2 + 10%RM Profundidad: m  
 Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
 N° de Muestra : Este: E  
 Ubicación : Cota: mm

Molde N°	S-121
Peso del Molde gr.	6,716
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,416	11,676	11,583			
Peso de Molde (gr.)	6,716	6,716	6,716			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,700	4,960	4,867			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.20	2.32	2.28			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	302.1	295.6	303.1			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	288.7	280.4	283.3			
Peso de Agua (gr.)	13.4	15.2	19.8			
Peso de Cápsula (gr.)	104.2	106.5	107.6			
Peso de Suelo Seco (gr.)	184.5	173.9	175.7			
% de Humedad	7.26	8.74	11.27			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.14	2.05			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.142
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.30

**OBSERVACION:**  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victorio de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES		RUC: 20606092297
<b>ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b> (ASTM - D1883)		
PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	NOVIEMBRE DE 2022

**CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5968		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9212		9013		8789	
Peso de Molde (gr.)	4196		4189		4182	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	5016		4824		4604	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.34		2.25		2.15	
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	322.10		335.70		326.30	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	302.80		315.20		306.90	
Peso de Agua (gr.)	19.30		20.50		19.40	
Peso de Cápsula (gr.)	97.10		96.50		96.20	
Peso de Suelo Seco (gr.)	205.70		218.70		208.70	
% de Humedad	9.38		9.37		9.30	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.14		2.08		1.97	

**ENSAYO DE EXPANSIÓN**

MOLDE	TIEMPO	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION				
			mm	%		mm	%		mm	%			
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00				
24 hrs	26	0.690	0.52	29	0.737	0.58	32	0.813	0.64				
48 hrs	35	0.889	0.70	37	0.940	0.74	40	1.016	0.80				
72 hrs	42	1.067	0.84	45	1.143	0.90	49	1.245	0.98				
96 hrs	53	1.346	1.06	56	1.422	1.12	59	1.499	1.18				

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>		kg	kg/cm <sup>2</sup>		kg	kg/cm <sup>2</sup>		kg	kg/cm <sup>2</sup>	
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	67	3.3		58	2.9		50	2.5		42	2.1	
0.050	129	6.4		114	5.6		101	5.0		84	4.2	
0.075	184	9.1		168	8.3		145	7.2		120	6.0	
0.100	233	11.5	11.9	221	10.9	11.1	190	9.5	11.1	158	7.9	13.8
0.150	329	16.3		283	14.0		242	12.1		200	10.0	
0.200	384	19.0	19.0	326	16.1	16.1	279	13.8	13.8	232	11.6	13.8
0.300	483	23.9		394	19.5		324	16.0		272	13.6	
0.400	556	27.5		443	21.9		354	17.5		296	14.8	
0.500	579	28.7		467	23.1		379	18.8		316	15.7	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES					

**OBSERVACION:**  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

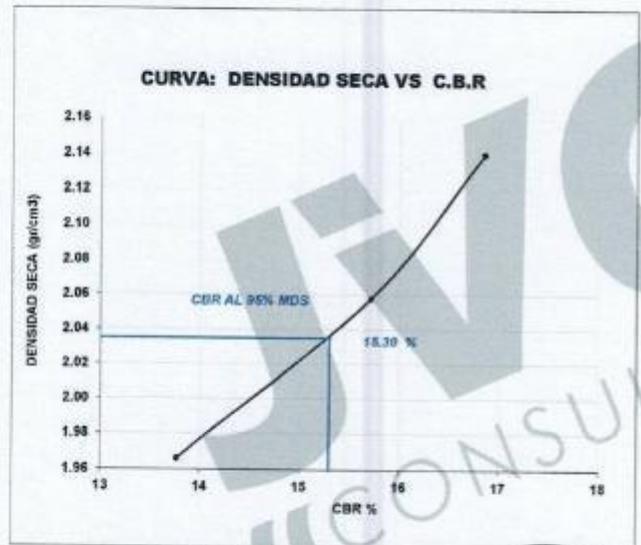
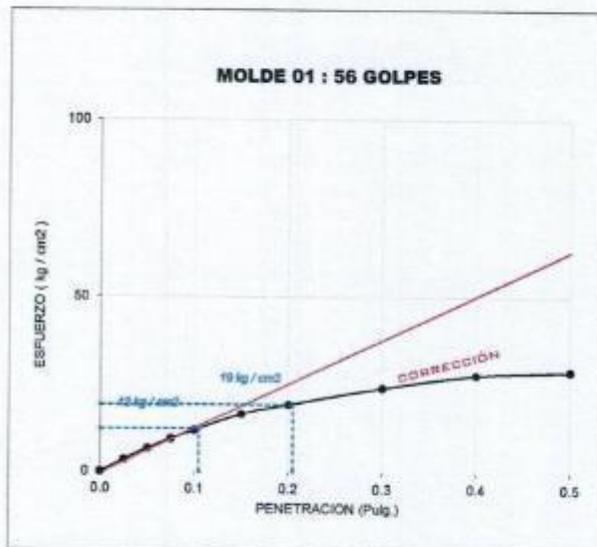
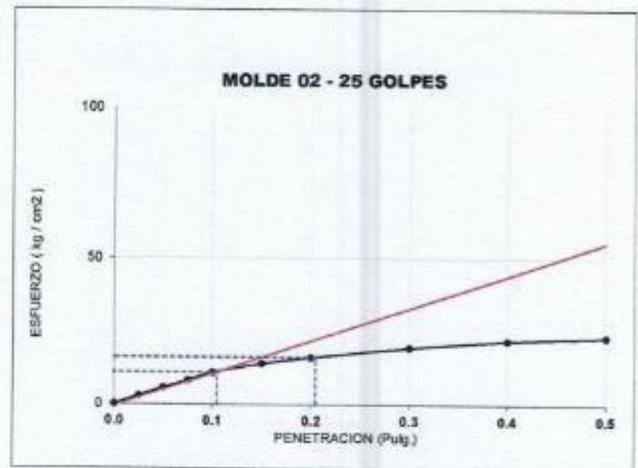
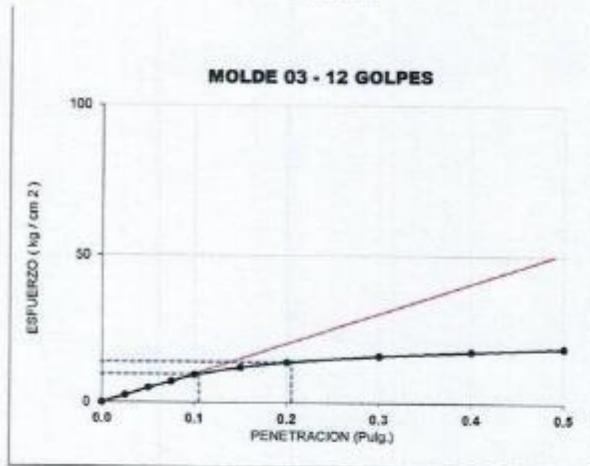
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : C-6 /E-2+10%RM



### Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	11.9	70.307	16.85	2.140
2	0.1	11.1	70.307	15.72	2.058
3	0.1	9.7	70.307	13.77	1.966

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	19.0	105.46	18.03	2.140
2	0.2	16.1	105.46	15.31	2.058
3	0.2	13.8	105.46	13.10	1.966

METODO DE COMPACTACIÓ N : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 100 %	2.14
Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 95 %	2.03
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.30%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	16.85%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	15.30%



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP: 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

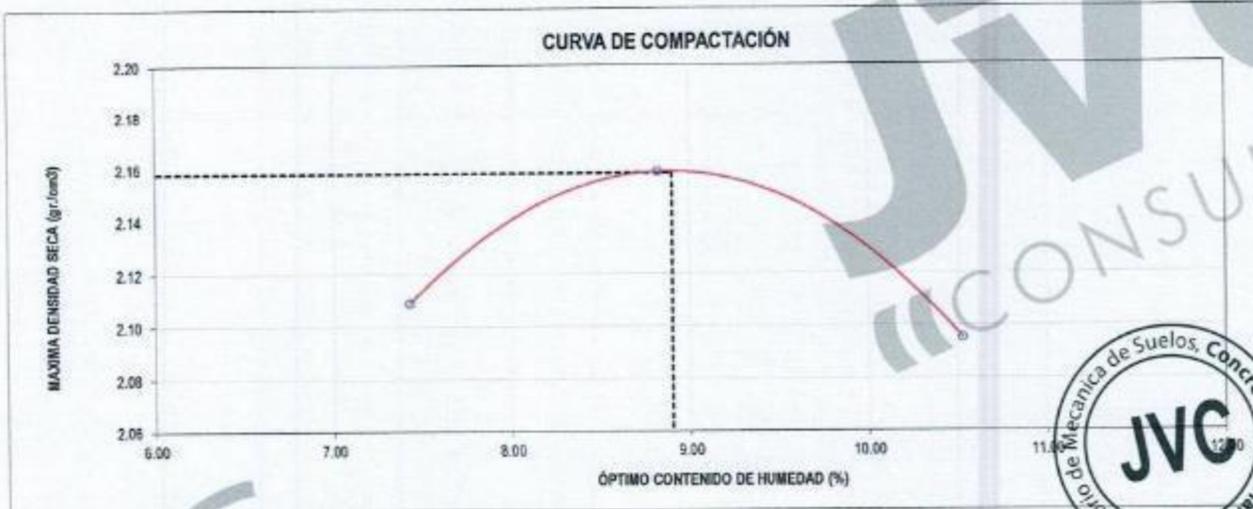
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA  
UBICACION : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-6 / E-2 + 20%RM Profundidad: m  
Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
N° de Muestra : Este: E  
Ubicación : Cota: - mm

Molde N°	6 - 121
Peso del Molde gr.	6,716
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	58

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,553	11,731	11,600			
Peso de Molde (gr.)	6,716	6,716	6,716			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,837	5,015	4,944			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,27	2,35	2,32			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	331,8	325,3	332,8			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	316,1	307,6	311,4			
Peso de Agua (gr)	15,7	17,7	21,4			
Peso de Cápsula (gr.)	104,7	107,0	108,1			
Peso de Suelo Seco (gr.)	211,4	200,6	203,3			
% de Humedad	7,43	8,82	10,53			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2,11	2,16	2,10			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.158
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.90

OBSERVACION:  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
(ASTM - D1883)

PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	NOVIEMBRE DE 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9233		9034		8807	
Peso de Molde (gr.)	4196		4189		4182	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	5037		4845		4625	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espectador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.35		2.26		2.18	
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	331.00		344.60		335.20	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	312.10		324.50		316.20	
Peso de Agua (gr.)	18.90		20.10		19.00	
Peso de Cápsula (gr.)	103.90		103.30		105.00	
Peso de Suelo Seco (gr.)	208.20		221.20		211.20	
% de Humedad	9.08		9.09		9.00	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.155		2.07		1.98	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	TIEMPO	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION				
			mm	%		mm	%		mm	%			
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00				
24 hrs	24	0.610	0.48	27	0.686	0.54	30	0.762	0.60				
48 hrs	33	0.838	0.66	35	0.889	0.70	38	0.965	0.76				
72 hrs	38	0.965	0.76	41	1.041	0.82	45	1.143	0.90				
96 hrs	49	1.245	0.98	52	1.321	1.04	55	1.298	1.10				

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	68	3.4		59	2.9		51	2.5		43	2.1	
0.050	131	6.5		115	5.7		102	5.0		86	4.2	
0.075	203	10.1		184	9.1		161	7.8		137	6.6	
0.100	251	12.5	12.7	237	11.7	11.9	206	10.2	10.4	175	8.5	8.4
0.150	348	17.2		299	14.8		258	12.8		217	10.6	
0.200	403	20.0	20.0	342	16.9	16.9	295	14.6	14.6	250	12.3	12.3
0.300	502	24.9		410	20.3		340	16.8		289	14.2	
0.400	575	28.5		459	22.7		370	18.3		318	15.6	
0.500	598	29.6		483	23.9		395	19.6		332	16.3	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES					

OBSERVACION:

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

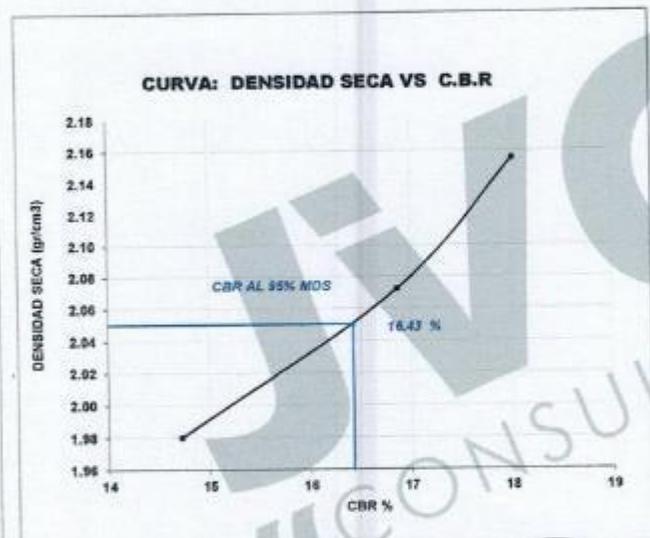
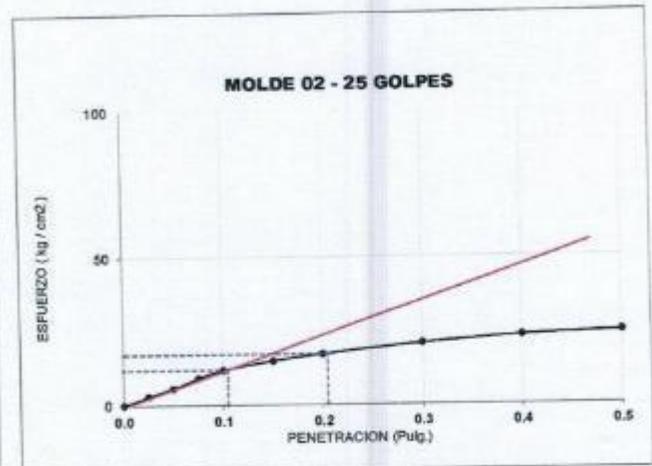
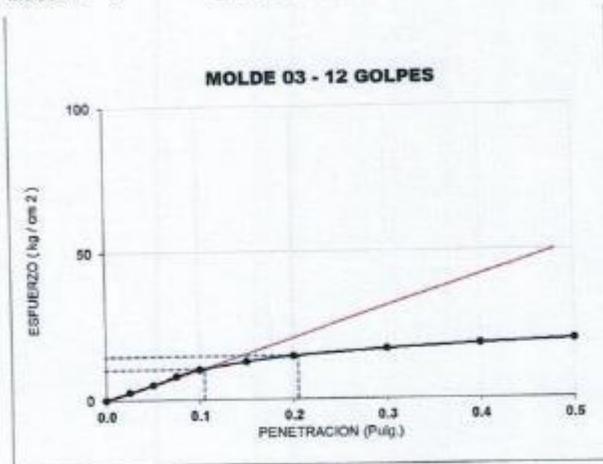
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

## CURVAS - VALORES PRELIMINARES

RUC: 20606092297

Muestra : C-6 /E-2+20%RM



### Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	12.7	70.307	18.02	2.155
2	0.1	11.9	70.307	16.87	2.072
3	0.1	10.4	70.307	14.72	1.980

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	20.0	105.46	18.92	2.155
2	0.2	16.9	105.46	16.06	2.072
3	0.2	14.6	105.46	13.85	1.980

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) al 100 %	2.16
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) al 95 %	2.05
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.90%

### RESULTADOS

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	18.02%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	16.43%



Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

RUC: 20606092297

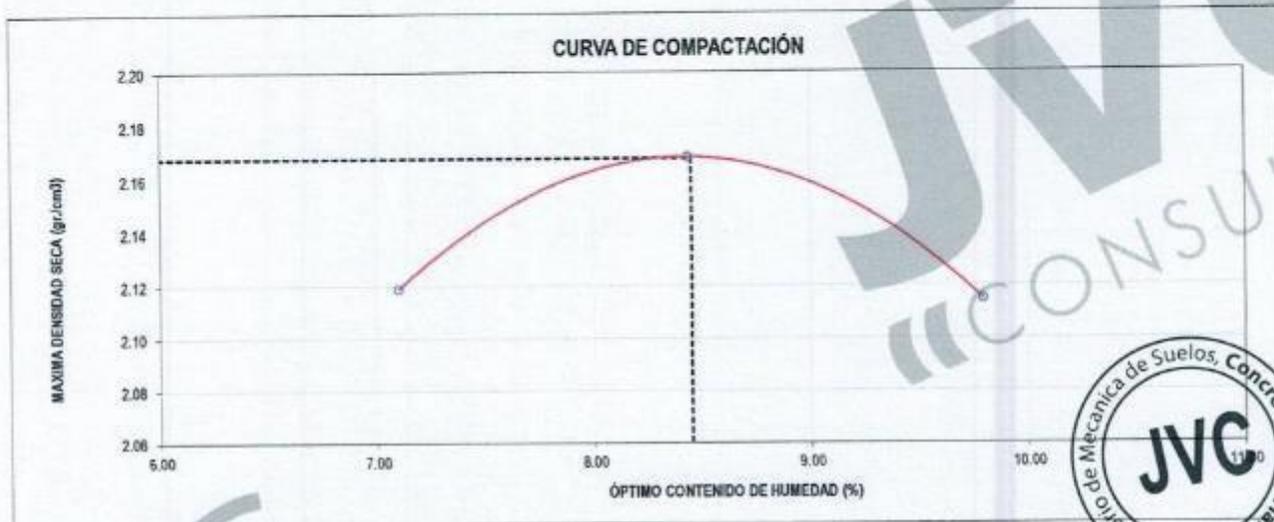
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
MÉTODO C  
ASTM D-1557 / ASTM D1883**

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA GUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022  
 SOLICITANTE : ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA  
 UBICACIÓN : HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : NOVIEMBRE DE 2022

Material : C-6 / E-2 + 30%RM Profundidad: m  
 Procedencia : HUARANCHAL Norte: N  
 N° de Muestra : Este: E  
 Ubicación : Cotar: - mm

Molde N°	S-121
Peso del Molde gr.	6,716
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,135
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11,561	11,736	11,673			
Peso de Molde (gr.)	6,716	6,716	6,716			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,845	5,020	4,957			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.27	2.35	2.32			
CAPSULA N°	1	2	3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	359.3	362.8	360.3			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	342.3	333.7	337.3			
Peso de Agua (gr.)	17.0	19.1	23.0			
Peso de Cápsula (gr.)	102.8	107.3	102.4			
Peso de Suelo Seco (gr.)	239.5	226.4	234.9			
% de Humedad	7.10	8.44	9.79			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.12	2.17	2.11			



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.168
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.45

**OBSERVACION:**  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140674

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES		RUC: 20606092297
<b>ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b> (ASTM - D1883)		
PROYECTO	:	ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA - IGOR, HUARANCHAL, 2022
SOLICITANTE	:	ROMERO SEGURA, WILDER JORDINHO - VARE QUISPE, ANYELITA ESTEPHANIA
UBICACIÓN	:	HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	NOVIEMBRE DE 2022

### CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

#### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	9244		9045		8818	
Peso de Molde (gr.)	4198		4199		4182	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	5048		4856		4636	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3228		3228		3228	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.36		2.27		2.18	
CAPSULA Nº	1		3		5	
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	339.90		353.50		344.10	
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	321.60		334.10		325.60	
Peso de Agua (gr.)	18.30		19.40		18.50	
Peso de Cápsula (gr.)	105.20		104.60		106.30	
Peso de Suelo Seco (gr.)	216.40		229.50		219.30	
% de Humedad	8.48		8.45		8.44	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.17		2.09		2.00	

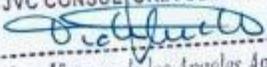
#### ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	TIEMPO	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%			
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	
24 hrs	21	0.533	0.42	24	0.610	0.48	27	0.686	0.54				
48 hrs	30	0.762	0.60	32	0.813	0.64	35	0.889	0.70				
72 hrs	34	0.864	0.68	37	0.940	0.74	41	1.041	0.82				
96 hrs	42	1.067	0.84	45	1.143	0.90	48	1.219	0.96				

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CORRECCION			kg	CORRECCION	
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>			kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00		
0.025	70	3.5		61	3.0		53		
0.050	133	6.6		117	5.8		104		
0.075	206	9.9		176	8.7		172		
0.100	264	13.1	13.3	249	12.3	12.4	225	11.2	
0.150	360	17.8		328	16.2		288		
0.200	429	21.2	21.2	367	18.2	18.2	326	16.1	
0.300	523	25.9		422	20.9		359	17.8	
0.400	581	28.8		471	23.3		389	19.3	
0.500	610	30.2		495	24.5		414	20.5	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

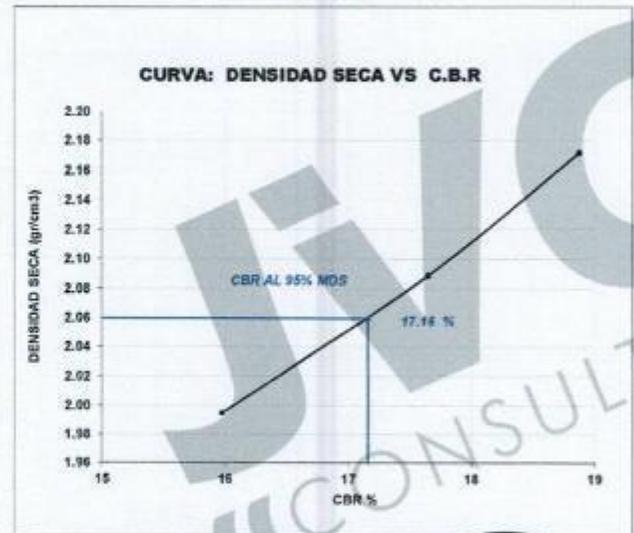
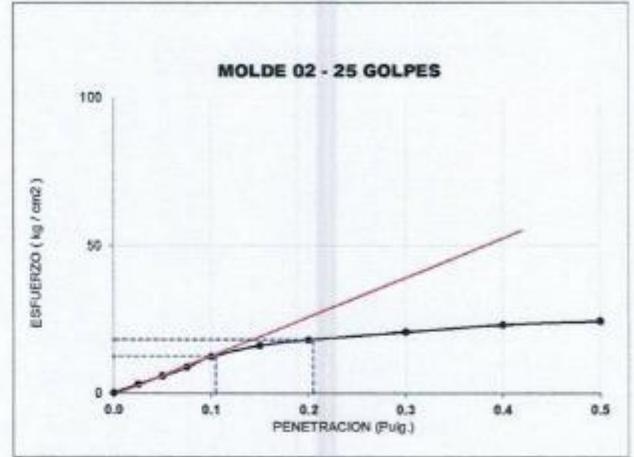
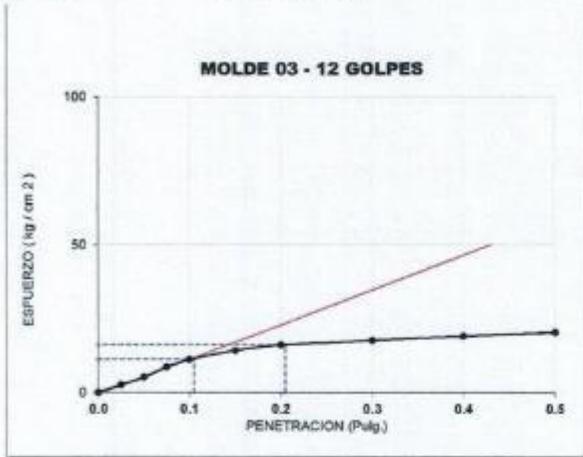
OBSERVACION:  
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**CURVAS - VALORES PRELIMINARES** RUC: 20606092297

Muestra : C-6 /E-2+30%RM



**Valores Corregidos**

MOLDE Nº	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	13.3	70.307	18.87	2.172
2	0.1	12.4	70.307	17.65	2.089
3	0.1	11.2	70.307	15.97	1.995

MOLDE Nº	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	21.2	105.46	20.14	2.172
2	0.2	18.2	105.46	17.23	2.089
3	0.2	16.1	105.46	15.31	1.995

METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.17
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.06
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.45%

**RESULTADOS**

Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	18.87%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	17.16%



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Anexo 9: Caracterización de relave minero metálico, fotos en laboratorio.



## INFORME DE ENSAYO N° 98644

Cliente : VARE QUISPE ANVELITA ESTEPHANIA  
 Referencia del Cliente :  
 Cantidad de Muestras : 1  
 Fecha de Recepción : 10/11/2022  
 Fecha de Inicio de Ensayo : 10/11/2022  
 Fecha de Término de Ensayo : 10/11/2022  
 Lugar de ejecución del ensayo : Lab Perú Minerales S.R.L., Mz. N19, Lote 1C, Parque Industrial, La Esperanza, La Libertad, Perú

Código de Método	Descripción
MLP-001 / Ver. 02	Determinación de Ag, Au, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, Sb, Zn por Absorción Atómica en Concentrados Polimetálicos, Muestras Geoquímicas y Minerales a fines
MLP-010 / Ver. 00	Determinación de Au por Absorción Atómica en Concentrados Polimetálicos, Muestras Geoquímicas y Minerales a fines

N°	Cód. Cliente	Tipo Ensayo	Tipo Muestra	Presentación Muestra	Cód. Laboratorio	Método	MLP-010	MLP-010	MLP-001	MLP-001	MLP-001	MLP-001
						Observación	Oro Au g/m	Oro Au oz/oz	Plata Ag g/m	Plata Ag oz/oz	Plomo Pb %	Zinc Zn %
1	TE595	Lote (Duplicado)	Geoquímica	Bolsa	NOV22-0752-001		0.84	0.02	84	2.45	2.31	5.09

\*Las muestras podrán ser retiradas por los interesados transcurrido el tiempo de almacenamiento que es de 20 días calendario a partir de la fecha de recepción para Contramuestras, rechazos o gruesos, caso contrario se procederá a desecharlas.\*

Emitido en Trujillo - Perú, 10 de noviembre del 2022



  
 Ing. Víctor Aarón León Saavedra  
 Jefe de Laboratorio Químico  
 CIP : 222225





**INFORME DE ANÁLISIS  
F.Q.A. PERÚ S.A.C.**

<b>SOLICITANTES</b>	: Romero Segura, Wilder Jordinho. Vare Quispe, Anyelita Estephania.
<b>MUESTRA</b>	: Relave minero metálico
<b>PROCEDENCIA</b>	: Mina Tres Mil- Campamento de caserío Igor, Huaranchal.
<b>PROYECTO</b>	: Adición de relave minero metálico en la capacidad portante de la trocha carrozable del tramo La Quida – Igor, Huaranchal, 2022.
<b>FECHA DE INGRESO</b>	: 17 DE NOVIEMBRE DEL 2022
<b>MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO</b>	

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO**

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		SUELO
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO
TEXTURA		Franco Arenoso
DENSIDAD APARENTE	gr/cc	1.73
DENSIDAD RELATIVA	gr/cc	2.49
pH	si	5.32
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	dS/cm	1.16
C.I.C	meq/100g	33.87
MATERIA ORGÁNICA	%	2.54
CaCO3	%	1.76



**AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL**

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



ANÁLISIS DE METALES PESADOS - TOXICIDAD:

CODIFICACIÓN DE MUESTRA			SUELO
METALES PESADOS	UNIDADES	LÍMITE DE DETECCIÓN	RESULTADO
PLATA	mg/kg	0.15	N.D.
ALUMINIO	mg/kg	0.50	385.64
ARSÉNICO	mg/kg	0.50	208.14
BORO	mg/kg	0.20	N.D.
BARIO	mg/kg	0.05	71.84
CADMIO	mg/kg	0.02	4.86
COBALTO	mg/kg	0.05	36.41
CROMO	mg/kg	0.08	11.75
COBRE	mg/kg	0.08	1042.11
HIERRO	mg/kg	0.80	12820.2
MANGANESO	mg/kg	0.08	<0.001
MOLIBDENO	mg/kg	0.08	N.D.
SODIO	mg/kg	6.00	18.29
NIQUEL	mg/kg	0.15	68.93
FÓSFORO	mg/kg	0.50	N.D.
PLOMO	mg/kg	0.20	23566.71
SELENIO	mg/kg	1.20	N.D.
SILICE	mg/kg	0.80	31.57
TITANIO	mg/kg	0.05	N.D.
ZINC	mg/kg	0.80	8955.62

ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ATÓMICA POR PLASMA INDUCTIVAMENTE ACOPLADO - (ICP-OES).

\*ND: No detectable, fuera del rango

TRUJILLO, 21 DE NOVIEMBRE DEL 2022

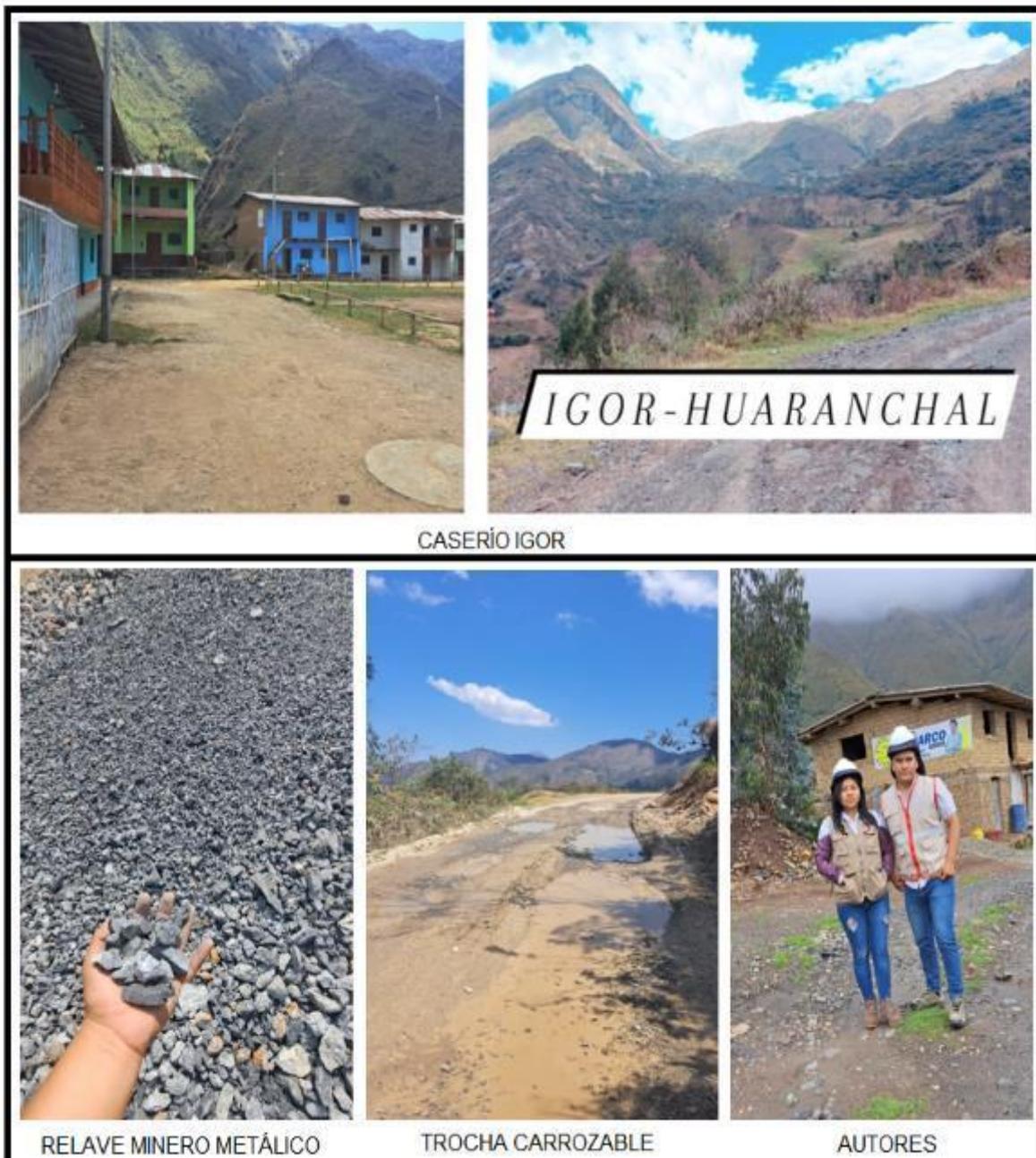
  
CARLOS ANDRÉS SALAZAR  
INGENIERO QUÍMICO  
CIP 122508



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

Anexo 11. Panel fotográfico.





RECONOCIMIENTO DE MATERIAL GRANULAR

MINERIA IGOR

RECONOCIMIENTO DE MATERIAL GRANULAR



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: INICIO-IGOR



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO-CALICATAS



MANO DE OBRA EN CALICATAS



CANTERA EL CHUGUR



MINEROS DE IGOR



C1



C3



C5



C2



C4



C6

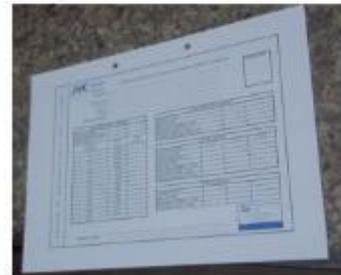
RECOLECCIÓN DE ESTRATOS (1-6)



MUESTRAS EN LABORATORIO (JVC) LAREDO



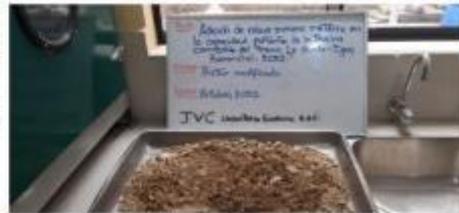
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



LÍMITES DE ATTERBERG-FICHAS DE DATOS DE LABORATORIO JVC



CONTENIDO DE HUMEDAD



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



ENSAYO CBR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "ADICIÓN DE RELAVE MINERO METÁLICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO LA QUIDA – IGOR, HUARANCHAL, 2022", cuyos autores son ROMERO SEGURA WILDER JORDINHO, VARE QUISPE ANYELITA ESTEPHANIA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 17 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES <b>DNI:</b> 18210638 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9560-6846	Firmado electrónicamente por: AHERRERAV el 30- 11-2022 18:37:45

Código documento Trilce: TRI - 0443911