



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Influencia de la combinación de los agregados de cerro y río en la capacidad de soporte de un afirmado – 2019”

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Br. Avalos Rodríguez, Michel Alfredo (ORCID: 0000-0003-1407-6981)

Br. Espejo Alfaro, Leyder Junior (ORCID: 0000-0003-2654-7824)

**ASESORES:**

Mg. Castillo Chávez, Juan Humberto (ORCID:0000-0002-4701-3074)

Mg. Farfán Córdova, Marlon Gastón (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**TRUJILLO - PERÚ**

2020

## DEDICATORIA

### A MIS PADRES

A mis padres, Guadalupe Alfaro Bermúdez y Domingo Espejo Sandoval a quienes amo con todo mi corazón, haberme dado el apoyo incondicional en mi formación profesional y ser el motor y motivo para seguir adelante.

### A MI FAMILIA

Por ser un pilar importante en mi vida, siempre estuvieron cuando más los necesite además de darme su apoyo incondicional y siempre guiarme al éxito

### A MIS AMIGOS

Con los que compartí aulas y con quienes compartí experiencias por darme apoyo académico y moral.

*Leyder Jr. Espejo Alfaro*

### A MIS PADRES

Va dedicado a mis padres, Nancy Aleyda Rodríguez Vera y Fernando Avalos Burgos por siempre darme apoyo en todo mi camino profesional, además ser mi impulso en todas las etapas de mi vida y apoyar siempre mis nuevos proyectos

### A MI FAMILIA

A mis seres queridos que me apoyaron desinteresadamente para cada día seguir adelante, y saber que siempre contare con ellos en todo

*Michel Avalos Rodríguez*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por habernos dado la vida, salud y conocimiento para llegar a este momento que es uno de los más importantes de nuestra vida.

Al asesor Mg. Juan Humberto Castillo Chávez por darnos apoyo y guiarnos desinteresadamente para llevar a cabo esta investigación. Además de todos los profesores quienes nos dieron conocimientos para afrontar el mundo laboral

A nuestra Universidad César Vallejo, por acogernos en sus ambientes y ser un alma mater que forma líderes y profesionales competentes.

*Los Autores*

## **PÁGINA DEL JURADO**



## DECLARATORIA DE AUNTENTICIDAD

Nosotros, Avalos Rodríguez Michel Alfredo y Espejo Alfaro Leyder Junior, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificados con DNI N° 48599356 y 70227069; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaramos bajo juramento que la presente Investigación es de nuestra autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es verás y autentica.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente Investigación como de información adicional aportada, por la cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.



---

Avalos Rodríguez Michel Alfredo



---

Espejo Alfaro Leyder Junior

## ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Índice .....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO.....	10
2.1. Tipo y Diseño de Investigación:.....	10
2.1.1. Tipo De Investigación .....	10
2.1.2. Diseño de Investigación .....	11
2.2. Operacionalización de Variables.....	13
2.3. Población, Muestra y Muestreo.....	14
2.3.1. Población.....	14
2.3.2. Muestra.....	14
2.3.3. Muestreo.....	14
2.3.4. Criterios de Selección.....	15
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	15
2.4.1. Técnicas.....	15
2.4.2. Instrumentos .....	15
2.5. Procedimiento .....	16
2.6. Método de Análisis de Información .....	20
2.7. Aspectos Éticos .....	20
III. RESULTADOS.....	21
IV. DISCUSIÓN .....	31
V. CONCLUSIONES .....	35
VI. RECOMENDACIONES .....	37
REFERENCIAS .....	38
ANEXOS.....	44
ANEXO 1: Panel Fotográfico. ....	44
ANEXO 2: Formato de Laboratorio UCV: Para Proctor Modificado.....	49
ANEXO 3: Formato de Laboratorio UCV: Para CBR.....	50
ANEXO 4: Plano de Ubicación y Localización de la Canteras. ....	51

ANEXO 5: Cuadro de Porcentaje que Pasa por Tamizado.....	52
ANEXO 6: Cuadro 4.9, Correlación de Tipos de Suelos AASHTO – SUCS.....	52
ANEXO 7: Resultados de Laboratorio.....	53

## RESUMEN

La presente investigación se planteó como objetivo principal analizar la Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Río en la Capacidad de Soporte de un Afirmado – 2019, para lo cual se vio pertinente utilizar agregado de cerro extraído de la cantera “Yanasara” y material de cerro extraído de la cantera “Quebrada del Diablo”, materiales de los cuales se utilizaron para hacer 3 tipos de combinaciones de cerro y río en proporciones de 75%/25%, 50%/50%, 25%/75% respectivamente, de tal forma que se vio pertinente asignar un grupo control con el material 100% de ambas canteras y el grupo experimental que lo conforman las combinaciones. Llegando a tener un total de 5 grupos a los cuales se analizaron las propiedades físicas y mecánicas dentro ello el contenido de humedad, clasificación de suelos, límites de consistencia o límites Atterberg, compactación y CBR. Luego de realizar los estudios de mecánica de suelos se obtuvo los siguientes resultados: el agregado de cerro de la cantera “Quebrada del Diablo” tuvo un CBR de 64.04% y el agregado de río de la cantera “Yanasara” tuvo un CBR de 94.56%, mientras que para las combinaciones cerro / río, en la proporción de 75% / 25% se obtuvo un CBR de 66.338%, para la proporción 50% / 50% se obtuvo un CBR de 76.81% y para la combinación 25% / 75% se obtuvo un CBR de 91.42%. Con los resultados obtenidos se puede concluir que la combinación que más influencia tiene en la capacidad de soporte de un afirmado es la proporción de 25% / 75% llegando a cumplir con lo establecido en el manual de carreteras.

**Palabras Claves:** Agregados, Afirmado, materiales geológicos.

## ABSTRACT

The present investigation was raised as the main objective to analyze the Influence of the Combination of the Aggregates of Hill and River in the Support Capacity of an Affirmed - 2019, for which it was pertinent to use aggregate of hill extracted from the quarry “Yanasara” and hill material extracted from the “Quebrada del Diablo” quarry, materials of which were used to make 3 types of combinations of hill and river in proportions of 75% / 25%, 50% / 50%, 25% / 75% respectively , in such a way that it was pertinent to assign a control group with the 100% material of both quarries and the experimental group that make up the combinations. Arriving to have a total of 5 groups to which the physical and mechanical properties within the moisture content, soil classification, consistency limits or Atterberg limits, compaction and CBR were analyzed. After conducting the soil mechanics studies, the following results were obtained: the hill aggregate of the “Quebrada del Diablo” quarry had a CBR of 64.04% and the aggregate of the “Yanasara” quarry river had a CBR of 94.56% , while for the cerro / rio combinations, a CBR of 66.338% was obtained in the proportion of 75% / 25%, for the 50% / 50% proportion a CBR of 76.81% was obtained and for the 25% / 75 combination % obtained a CBR of 91.42%. With the results obtained, it can be concluded that the combination that has the most influence on the support capacity of an affirmative is the proportion of 25% / 75%, complying with the provisions of the road manual.

**Keywords:** Aggregates, stated, geological materials

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú hoy en día la necesidad más grande que tiene en base a obras de construcción, es el Diseño de Infraestructura Vial lo cual conecta las regiones y distritos que tiene el país, por lo cual la Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) debe asegurar que las carreteras sean hechas con materiales de calidad, para eso están los requisitos mínimos en las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013).

Una de las partes más importantes en un diseño de carreteras, son los afirmados lo cual tiene como función principal, el mejorar su rasante con un material seleccionado que cumpla con los parámetros de los reglamentos Manual de Carreteras Sección de Suelos y Pavimentos; y la Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013), donde nos indican que soportan directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Los materiales son naturales o procesados, entre ellos tenemos los agregados de cantera y rio que tendrán que ser analizados en laboratorios para que cumplan los requisitos en dichas normas. Por tal motivo en la investigación se realizó un estudio de los materiales de las canteras “Yanasara” y la cantera “Quebrada del Diablo” las cuales se encuentran ubicadas en los alrededores de la ciudad de Huamachuco, La Libertad. La primera Cantera y está ubicado en la Provincia Sánchez Carrión, y se encuentra en el caserío Yanasara y es extraída del rio Chungón, la segunda cantera se encuentra a un costado del Km 4+00 de la carretera Huamachuco – Trujillo.

La cantera Quebrada del Diablo se caracteriza por tener un agregado apto para mejoramientos y rehabilitaciones de caminos a nivel de afirmado según estudios de acuerdo a lo normado y reglamentado en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) por obras que se realizan en la zona, Sin embargo, se puede utilizar para terraplenes, cama de arena, sub-base y tratamientos superficiales, de acuerdo al material que se extraiga y si se somete a un chancado o zarandeado.

Por otro lado, la cantera “Yanasara”, la cual es una cantera de rio en donde se extraen materiales para diferentes fines tales como Mezcla asfáltica en caliente, concreto Portland  $F^c > 210\text{kg/cm}^2$  (Piedra Triturada), concreto Portland  $F^c < 210\text{kg/cm}^2$  (Piedra Natural), Base Granular, Sub Base, Terraplén, Subdrenes (Sin Geotextil), Subdrenes con Geotextil, Gaviones, Capa filtrante, Mampostería, Cama de arena. Los agregados corresponden a un depósito fluvial, materiales granulares, de forma redondeadas, de textura lisa, dureza alta y de color gris claro.

Esta investigación tiene como finalidad de aportar y generar conocimientos relacionados con los materiales extraídos en las Canteras ya mencionadas, en donde se demuestre que son de calidad y utilizables para el Diseño de un afirmado, de igual manera para cuando se hagan combinaciones en ciertas proporciones de los agregados, obtengan un buen resultado, que satisfaga las condiciones de los reglamentos con respecto a los parámetros estándares que son requeridos para dicha investigación.

Para la elaboración de la investigación se necesita tener en cuenta otras realidades respecto al tema siendo información local, nacional e internacional respectivamente lo cual servirá como base y guía para el desarrollo del proyecto.

Vargas (2017), de acuerdo con lo que nos muestra en su Investigación, “Influencia de la Combinación de Agregado de Cerro y Rio en la Capacidad de Soporte de un Afirmado”, plantea como objetivo utilizar tres combinaciones de agregado de cerro y rio para las proporciones de 75%/25%, 50%/50% y 25%/75% respectivamente. El método era analizar cada tipo de material de las canteras Chonta y Bazán por separado y al estar listo el análisis de dichas canteras dio un resultado del CBR de 15% y 22%, luego comenzaron con el análisis de las combinaciones lo cual la proporción de 75%/25% dieron como un resultado de CBR de 110%, para la proporción de 50%/50% dio un resultado de CBR de 55% y la proporción de 25%/75% le dio un resultado de CBR de 75%, y llegando a la conclusión que las dos canteras no cumplían con los requisitos mínimos de un diseño de afirmado según las Especificaciones Técnicas (EG 2013), mientras que las 3 combinaciones si cumplían con los requisitos, donde la proporción 75%/25% obtuvo la mayor capacidad de soporte CBR.

Lozada (2018), nos ilustra en su Investigación, “Estudio de las Características Físicas y Mecánicas de las Canteras Hualango como Material de Afirmado en Carreteras – Provincia de Utcubamba”. Plantea como objetivo realizar los estudios de las características de las de Hualango. El método que utilizó primero fue su exploración del lugar, dado que por primera vez se hace un E.M.S, comenzó su evaluación detallada de los agregados y determinó que la Cantera La Loma presenta un CBR de 46% y un desgaste a la abrasión de 68.6% y la Cantera La Paguillas presenta un CBR de 47.4% con un desgaste a la abrasión de 54.26%, donde llegó a combinar las dos canteras con el material de la cantera Limones; y así llegando a la conclusión de que obtuvo un CBR mayor al 40% y un desgaste a la abrasión menor al 50%. Por lo que asegura que si cumple con los requisitos de un diseño de afirmado y que son aptos para usos en el afirmado de las carreteras.

Urcia (2014), de acuerdo con su Investigación, “Análisis de mezclas de materiales de la Cantera de Pinos y Tajo La Quinoa para su uso de Vías de Minera Yanacocha”. Tiene como finalidad hacer un análisis de mezclas (75%-25%, 50%-50% y 25%-75%), con los materiales de las Canteras los Pinos y Tajo La Quinoa, los cuales no cumplían con los requisitos mínimos, como la granulometría, compactación, índice, CBR y resistencia a la abrasión para el uso de vías. Por lo cual llego a la conclusión con la combinación de 50%-50%, la cual cumplió con los estándares y especificaciones para su uso en vías con un CBR de 84% y una resistencia a la abrasión de 38%.

Jara (2014), en su tesis denominada "Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante en suelo arcillosos " señala que, para la evaluación se trabajó con diferentes porcentajes de cal, 0%, 2%, 4% y 6%, en peso de la muestra de suelo arcilloso a evaluar, tomando estos porcentajes de cal según norma ASTM 6276 y ejecutando los ensayos de acuerdo a procedimientos normados. Los resultados obtenidos de ésta evaluación de estabilización son variaciones muy grandes, en el índice de plasticidad bajo a un valor de 9.23 con la adición de cal a] 6% siendo el Índice de plasticidad inicial de 36.87 con la adición de cal al 0%, y una variación considerable en el CBR (capacidad de soporte), logrando alcanzar un valor de 11.48% al adicionarle cal al 4% siendo el CBR con cal al 0% de 2.55. Evaluando los resultados obtenidos, con los diferentes porcentajes de cal, para el tipo de suelo A-7-5(29), se tiene mejores resultados con la adición de 4% de cal con la cual se obtiene el máximo CBR al 95% que es de 11.48%.

Pastor (2013), en su Tesis titulada “Evaluación de Canteras para Realizar la Construcción de Trocha Carrozable a nivel de Afirmado Campo Alegre – Peña Blanca, Distrito de Namora, Provincia de Cajamarca” nos señala que, tiene como objetivo principal conocer las características físicas y mecánicas del material de afirmado de las canteras Campo Alegre y Peña Blanca, de donde se sacaron muestras las cuales arrojaron valores de CBR 45.10% Y 48% demostrando que estos agregados son aptos para afirmados, además se comparó estos valores con las calicatas que se hicieron a cada 1Km en donde la calicata A-7-5(20) arrojó un CBR de 3.62%, resultado con el cual se trabajó el diseño del pavimento conjuntamente con el CBR de los agregados.

Núñez (2013), en su Tesis titulada “Evaluación de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la cantera del río Huayobamba provincia de San Marcos con fines de uso en la construcción” nos muestra que, que su investigación tuvo como objetivo analizar las



propiedades físicas, mecánicas y químicas de la cantera del río Huayobamba, de la cual con las muestras estudiadas se analizó el CBR, Ensayo de abrasión, Límites de Consistencia, Análisis granulométrico, proctor modificado, límite líquido, límite plástico, sales solubles, PH sulfatos y cloruros, impurezas orgánicas en los agregados finos y gruesos, concluyendo que los agregados cumplen con los rangos de acuerdo a las normas para uso en la construcción.

Herrera (2016), en su investigación denominada “Diseño del sistema de explotación de materiales de construcción existentes en la cantera “Mina 2”, ubicada en la parroquia Cangahua, cantón Cayambe, provincia de Pichincha” señalan que su investigación tiene como objetivo hacer un diseño para un sistema de explotación de materiales de la cantera parroquia Cangahua perteneciente al cantón Cayambe, provincia de Pichincha, que para lograr esto se deberá hacer una recopilación geológica de la zona, ensayos para determinar las características físicas y mecánicas, ensayos del macizo rocoso, todo esto sin dejar de lado las normas ambientales y de seguridad.

En la revista digital “Ingenierías Universidad Medellín” en su artículo denominado “Influencia de la inclusión de desecho de PVC sobre el CBR de un material granular tipo subbase” hizo un estudio acerca del desecho de PVC como aditivo para modificar la subbase granular de un pavimento, para analizar esto se hicieron ensayos con el proctor modificado y CBR para estudiar el comportamiento del material natural y del que fue combinado con desecho de PVC en diferentes proporciones. Al final se llegó a la conclusión que el desecho de PVC aumenta el CBR a partir del 1.8% en la cual el material granular mantiene sus propiedades, mientras que a partir de un porcentaje mayor o igual al 3%, la resistencia aumenta y el peso unitario disminuye, obteniendo una mezcla con mayor resistencia y menos peso.

En la revista “Scielo” en su artículo denominado “Considerations for design and construction of gravel surfaced roads stabilized with calcium chloride” realizó un estudio acerca de la efectividad del uso de cloruro de calcio en la estabilización de afirmados en vías, para su diseño dependerá de un porcentaje óptimo de este material y asimismo su espesor de la capa de afirmado, el cual la investigación se orientó a la durabilidad de la estabilización y a la emisión de polvo, para lo cual se determinara mediante ensayos de CBR y Proctor con los cuales recomienda utilizar entre 0.5% y 2.5% de este material para después evaluar su granulometría, límites de Atterberg y Plasticidad. La investigación concluye que la

estabilización con cloruro de calcio produce un aumento en la capacidad de soporte de un afirmado y actúa como mitigador de las emisiones de polvo, y que su durabilidad de verá afectado por el tipo de tránsito, características del material y las condiciones ambientales.

En la revista digital “Transportation Geotechnics” en su investigación “Influence of clay mineralogy on the relationship of CBR of fine-grained soils with their index and engineering properties” nos indica que la evaluación de CBR de los suelos que son utilizados en la subrasante para el diseño de carreteras muestra que la mineralogía de la arcilla en el suelo tiene influencia significativa en el CBR como en la resistencia a la compresión no concentrada, esta mineralogía que se estudia en base de mecanismos que controlan la resistencia sin drenar de las arcillas. Llego a la conclusión que la mineralogía de arcilla del suelo tiene una influencia significativa en el CBR, que los suelos tienen correlaciones CBR separadas con las propiedades de plasticidad basadas en un material arcilloso y que el limite plástico tiene una mejor correlación con el CBR de suelos de grano fino.

En la revista digital “Transportation Geotechnics” en su investigación “Assessment Of The Determination Of Californian Bearing Ratio Of Laterites With Contrasted Geotechnical Properties From Simple Physical Parameters” señala que el CBR es un parámetro importante utilizado para diseñar capas de pavimento en la construcción de carreteras, entonces este estudio básicamente estudio a las lateritas que son un tipo de suelo donde hubo una meteorización, en este caso se hizo un análisis estadístico de lateritas contrastadas, las derivadas de rocas volcánicas y rocas sedimentarias a las cuales se analizaron su peso específico, limite líquido, limite plástico, contenido de humedad optimo, su granulometría entre algunas otras. Después del cual llegaron a la conclusión que las lateritas s derivadas de rocas volcánicas son ligeramente más finas con un índice de plasticidad de 29% y un CBR de 38%, mientras que las lateritas de rocas sedimentarias tienen un índice de plasticidad de 37% con un CBR de 40%, siendo estas últimas las más adecuadas para la construcción de carreteras.

Para ampliar más los conocimientos de la investigación, detallamos algunas teorías relacionadas al tema, tales como: su definición, sus materiales, lo que es un CBR, Capacidad de Soporte, cantera, mezcla de materiales, mecánica del suelo, análisis granulométrico, clasificación de suelos y límites de consistencia, respectivamente.

La definición de un afirmado según el Manual de Carreteras (EG-2013) nos ilustra diciendo que, El afirmado viene hacer una capa de material granular seleccionado que es usado como una superficie de rodadura de una carretera que se puede obtener de forma natural o procesados. Los materiales que son aprobados, son procedentes de canteras u otras fuentes.

Por otro lado, el Grupo Magdalena, nos ilustra diciendo en una manera más directa que, El afirmado es una mezcla de tres tipos o tamaños de materiales siendo tales como: arena, piedra y finos o arcilla.

Los Materiales y requisitos para un diseño de Afirmado donde la (EG-2013)<sup>4</sup> también nos dice que, Los materiales granulares naturales utilizados son provenientes de excedentes excavaciones de canteras u otras fuentes que establecen en un Expediente Técnico y aprobadas por un Supervisor; también se podrá provenir de procesos como trituración de rocas, gravas o mezclas de productos de diversos procedentes.

Lo cual los materiales extraídos de la cantera o fuente deben cumplir con los parámetros de las siguientes franjas granulométricas, según lo indicado en la **Tabla 301-01** (Anexo 4) donde nos muestra la cantidad del porcentaje que debe pasar por los tamices. Además, se debe de satisfacer los siguientes requisitos de calidad que nos plantea el Manual de Carreteras (EG-2013);, El Límite Líquido es 35% como mínimo (MTC E 110), El Índice de Plasticidad es de 4-9% (MTC E 111) y El CBR (1) es de 40% como mínimo (MTC R 132). (1) Referido al 100% de la Máxima Densidad seca y una Penetración de Carga de 0.1” (2.5 mm).

La definición y características del CBR donde Sánchez (2012), nos dice en un artículo virtual, El CBR viene hacer un ensayo donde evalúan la calidad de los materiales del suelo en base a su resistencia, medida a través de un ensayo de placa a escala. También nos dice que se define CBR, al parámetro del ensayo, como tiene una relación entre la carga unitaria en el pistón que es necesaria para una penetración a 0.1” (2.5 cm) y a 0.2” (5 cm) en dicho suelo ensayado, y la carga unitaria requerida donde se penetra la misma cantidad en una piedra picada bien gradada que cumpla con los requisitos; a esta relación se tiende a expresar en porcentaje.

Por otra parte, Díaz (2016), nos dice que Según la norma ASTM D 1883-07, El CBR es un ensayo de carga que utiliza un pistón metálico, de 0.5 pulgadas cuadradas de área, donde se

hace una penetración desde la superficie de un suelo compactado en un tipo de molde metálico a una cierta velocidad constante de penetración.

Por otra parte, para ADE Consulting Group, nos explica que en un CBR también es necesario hacer la prueba por proctor modificado, dado que se va a determinar la compactación y la humedad óptima cuando se le aplica esfuerzos de compactación modificado.

La capacidad de Soporte de un Suelo, Según Braja (2011), nos dice que es la capacidad que tiene el terreno para soportar las cargas que son aplicadas sobre él, dependiendo también de las propiedades de esté presente.

De acuerdo con lo que nos dice Herrera y Pla (2006), se define Cantera a la Explotación en la que se adquiere rocas ornamentales, industriales y materiales de construcción en las cuales estos sirven como materia para diferentes fines. Por otro lado en la página web de la University of Leicester (2010), nos dice que las canteras son sitios donde extraen materiales de la superficie de la tierra para que sean utilizadas en las construcciones.

Y en cuanto a la Mezcla de materiales, Anter nos Dice que, se define como la técnica que sirve para mezclar dos o más suelos que tendrán como objetivo tener mejores propiedades geotécnicas en la combinación que en la individualmente, según la Asociación Nacional Técnica de estabilización de suelos y reciclado firmes.

La Mecánica de Suelos su definición según, Braja (2013), nos dice que, es una rama que se encarga del estudio de las propiedades físicas y el comportamiento de masas de los suelos que están sometidos a varios tipos de fuerzas entre ellas está el CBR. Por otro lado Tarun (2012), nos dice que, es una disciplina que predice el rendimiento de las características del suelo utilizando las técnicas de ingeniería para la solución de problemas relacionados con los sedimentos y otros elementos.

El Análisis Granulométrico según, Crespo (2004), nos indica que es la determinación de cantidad en porcentaje de los diferentes tamaños de las partículas que forman parte de un suelo.

La Clasificación de Suelos según Díaz (2014), sostiene que en ingeniería el sistema de clasificación de suelos nos proporciona una forma de lenguaje común para expresar de una manera exacta las características generales de los suelos, clasificándose en grupos y subgrupos dependiendo de sus propiedades similares. Para ello tenemos dos tipos de

clasificaciones, según American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) muestran la manera como se debe hacer la clasificación la cual también es estipulada en el Manual de Carreteras del MTC interpretado en el cuadro 4.9 (Anexo 5).

Los Límites de Consistencia o Límites de Atterberg, según Bowles (1982), nos dice que se utilizan para determinar el comportamiento de suelos de grano fino, midiendo de esta manera la cohesión y el contenido de humedad. Se sugiere tres límites: Límite Líquido, Límite Plástico y Límite de Contracción.

Por tal motivo, en la investigación a través de la información procesada se plantea el siguiente problema:

¿Cómo influye la combinación de agregado de cerro y río en la capacidad de soporte de un afirmado?

Por lo tanto, los autores de la investigación presentan su siguiente justificación:

El presente proyecto de investigación se justifica porque se buscara determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de las canteras “Quebrada del Diablo” y “Yanasara”; las cuales son de cerro y río respectivamente, por lo cual el análisis será de vital importancia para determinar su capacidad de soporte (CBR) y sobre todo si son aptos para el uso en carreteras como material de afirmado de acuerdo a los que estipula en las normas y reglamentos para la construcción de carreteras en general que buscan trabajar con un material de calidad.

Asimismo, otro punto de gran importancia es que con los datos y resultados obtenidos tendrán un aporte y serán de suma importancia para las empresas y entidades por se conocerán con certeza si los agregados extraídos de estas canteras con de calidad para ser utilizados como un material de afirmado.

Además de que si se llega a utilizar facilitará la transitividad en general sobre todo en las zonas cercanas a las canteras, Huamachuco y demás zonas de la región La Libertad, también porque será e cierta forma más económico debido al transporte y disponibilidad del material en las carreteras a ejecutar ya que el costo de material tendrá como medida el  $m^3$ , entonces si analizamos su transporte y extracción en cierta manera sigue siendo económico.

Por lo cual también en la investigación tiene como prioridad el siguiente Objetivo General que es; Analizar la Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Río en la Capacidad de Soporte de un Afirmado.

Asimismo, se plantean sus siguientes Objetivos Específicos; Determinar la Clasificación de suelos y Límites de Consistencia de las Canteras y Combinaciones; Determinar el CBR de Cerro de la cantera Quebrada del Diablo; Determinar el CBR de río de la cantera Yanasara; Determinar el CBR en la combinación de agregado de cerro y río en una proporción de 75%/25%; Determinar el CBR en la combinación de agregado de cerro y río en una proporción de 50%/50%; Determinar el CBR en la combinación de agregado de cerro y río en una proporción de 25%/75%; Verificar cuál de las tres combinaciones tiene la mejor Capacidad de Soporte para un diseño de Afirmado.

De tal manera se elaboró una hipótesis, de acuerdo con Behar (2008), nos dice en el libro “Metodología de la Investigación” señala que es el eslabón necesario entre la teoría y la investigación que nos direcciona al descubrimiento de nuevos hechos. Entonces para la presente investigación se plantea la siguiente hipótesis.

La combinación de los agregados de la cantera de cerro “Quebrada del Diablo” y la cantera de río “Yanasara” en las proporciones 50%/50%, 75%/25% y 25%/75% respectivamente, influye en la capacidad de soporte de un afirmado cumpliendo con los parámetros mínimos para su diseño planteados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) Manual de Carreteras (EG-2013).

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación.

#### 2.1.1. Tipo de Investigación:

- ✓ **Según su Enfoque:** Cuantitativo, porque se hace un análisis estadístico de datos numéricos según los resultados de ensayos de laboratorio que contemos respecto a la investigación, con resultados exactos. Además, porque la investigación cuantitativa se relaciona con los experimentos con la finalidad de comprobar una hipótesis específica, (Renata, 2019).
- ✓ **Según su Finalidad:** Predictivo, porque nuestro proyecto requiere de la exploración, el análisis, la comparación, la descripción y la explicación de todos los datos y resultados que obtengamos de los Ensayos de Laboratorio para poder interpretar las Propiedades y la Influencia en la Capacidad de Soporte en Afirmados de los agregados que cuentan estas canteras. Según Hurtado (2000), nos dice que con todo esto podemos prever, anticipar futuras situaciones relacionadas a nuestro objeto de estudio.
- ✓ **Según su Nivel:** Experimental, porque para obtener y procesar nuestras variables, es necesario hacer experimentos para Determinar la Capacidad de Soporte de un Afirmado, para lo cual se hará uso de laboratorio de Mecánica de Suelos, los estudios a realizarse se harán de acuerdo al diseño de Investigación que podamos plantear. Según Tamayo (2003), nos dice que, los autores tenemos el control se puede manipular las variables independientes para luego corroborar que ocurre en condiciones controladas. Por otro lado, la variable dependiente se mantiene constante al resultado de la variable independiente.
- ✓ **Según su Temporalidad:** Longitudinal, porque nuestra investigación se desarrolla a base de varios experimentos que tendrán varias mediciones en el laboratorio de Mecánica de Suelos según nuestra programación de acuerdo con nuestro diseño de investigación el estudio implica varias mediciones a lo largo de la investigación y la recolección de los datos en varios puntos del tiempo. Según Delgado y Llorca (2004), nos señala que el estudio implica varias mediciones a lo largo de este.

### 2.1.2. Diseño de investigación:

El presente proyecto de investigación es Cuasi – Experimental post-intervención, ya que se realizó estudios con la finalidad de conocer y registrar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados y las combinaciones en proporciones sin que antes se hallan realizado estudios, extraídos de las canteras “Yanasara” y “Quebrada del Diablo” para que a través de los estudios de suelos se logre obtener la Capacidad de Soporte de un Afirmado que cumpla con los parámetros planteados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) Manual de Carreteras (EG-2013).

Gc : O1 y O2  
Ge 1 : X1 O3  
Ge 2 : X2 O4  
Ge 3 : X3 O5

#### Donde:

Ge: Es el Grupo Experimental.

Gc: Es el Grupo Control.

X: Es el Tratamiento que se hace en el Grupo Experimental.

Gc: Grupo Control de **100%** material de Cerro como Gc1 y Grupo Control de **100%** material de Rio como Gc2.

O1: Ensayo de CBR de **100%** material de Cerro.

O2: Ensayo de CBR de **100%** material de Rio.

Ge1: Grupo Experimental **75%** Cerro / **25%** Rio.

X1: Combinación de los Agregado en una Proporción de **75%** Cerro / **25%** Rio.

O3: Ensayo de CBR de la primera combinación en la proporción de **75%** Cerro / **25%** Rio.

Ge2: Grupo Experimental **50%** Cerro / **50%** Rio.

X2: Combinación de los Agregado en una Proporción de **50%** Cerro / **50%** Rio.



O4: Ensayo de CBR de la primera combinación en la proporción de **50%** Cerro / **50%** Rio.

Ge3: Grupo Experimental **25%** Cerro / **75%** Rio.

X3: Combinación de los Agregado en una Proporción de **25%** Cerro / **75%** Rio.

O5: Ensayo de CBR de la primera combinación en la proporción de **25%** Cerro / **75%** Rio.

Por otro lado, de acuerdo con Briones (2002) donde nos menciona que los diseños Cuasi-Experimentales de post-intervención tienen como objetivo lograr una similitud que sea lo más cercana posible a las características de los sujetos que forman parte del grupo de investigación lo cual no hacen mediciones “antes” en su variable independiente. Entonces nuestro diseño de investigación se basa en tener Grupos Control: Gc1 que es el material de Cerro en un 100% y Gc2 que es material de Rio en un 100%, asimismo tenemos los Grupos Experimentales: Ge1 de combinación **75%** Cerro / **25%** Rio, Ge2 de combinación **50%** cerro / **50%** rio y el Ge3 de combinación **25%** Cerro / **75%** Rio ; los cuales se formaron de acuerdo al Tratamiento que se da en el grupo experimental “X” representando un porcentaje de cada material que serán combinados para finalmente formar los tres grupos experimentales para de esta manera obtener resultados que sean lo más cercanos posibles o al menos cumplir con el porcentaje mínimo estipulado en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

## 2.2. Operacionalización de Variables:

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Agregados	“Los agregados, compuestos de materiales geológicos tales como la piedra, la arena y la grava, se utilizan virtualmente en todas las formas de construcción. Se pueden aprovechar en su estado natural o bien triturarse y convertirse en fragmentos más pequeños.” (CEMEX, 2001)	Se Realizará la Extracción de los Materiales de las Canteras "La Quebrada del Diablo" y "Yanasara" para que se procese en el Laboratorio y sea densamente gradada.	De Cerro	Incrementa la Estabilidad.	Nominal.
				No Incrementa la Estabilidad.	
			De Rio	Incrementa la Estabilidad.	
				No Incrementa la Estabilidad	
Capacidad de Soporte	“La Capacidad de Soporte es una de las más importantes de los suelos. Su Comportamiento, al estar sometido a tensiones es más complejo que al de otros materiales.” (Arboleda, 2016, p.1)	Se Realizará en el Laboratorio de Suelos Ubicado en la sede de Moche, donde se hará los respectivos ensayos de CBR y su Clasificación de Suelos de acuerdo a los objetivos propuestos y utilizando los equipos requeridos.	De Cerro	CBR (%)	Intervalos
			De Rio		

## 2.3. Población, muestra y muestreo:

### 2.3.1 Población:

La población está conformada por los elementos comunes que son las dos canteras, de Cerro denominada “Quebrada del Diablo” y de Rio denominada “Yanasara”, de las cuales únicamente se harán los estudios predeterminados. De acuerdo con Arias (2012), nos señala que la población es un conjunto de elementos finito o infinito con características comunes.

### 2.3.2 Muestra:

Como parte de la muestra se ha considerado los agregados de las canteras para ensayos predeterminados de laboratorio, las muestras están representadas en dos Grupos Control que son: Gc1 con material 100% de cerro y Gc2 con material 100% rio, con los cuales tendrán una repetición cada uno; y el Grupo Experimental que es la combinación en porcentajes del grupo control de los que se obtendrá combinaciones de 75% - 25% , 50% - 50% , 25% - 75% de Cerro y Rio respectivamente, de este grupo experimental se hará tres repeticiones de cada ensayo y así tener un total de nueve. Todo esto mostrado en el esquema del diseño de investigación. De acuerdo con Cardiel, Gorgas y Zamorano (2011), nos dicen que la muestra es un subconjunto de elementos de la Población.

Cuadro 1: Resumen del contenido de los Grupos de control y experimental.

Grupos	Gc1	Gc2	Ge1	Ge2	Ge3
Proporciones	100%	100%	75%-25%	50%-50%	25%-75%
Repeticiones	1	1	3	3	3
Total	<b>11 ensayos</b>				

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.3.3 Muestreo:

El muestreo es Aleatorio, porque las muestras fueron tomadas y recolectadas de varios puntos del material de cantera porque todos y cada uno de los elementos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados como sujetos, ya que todo el material suele tener las mismas propiedades y características. Según Vivanco (2005) nos ilustra que, Las muestras son tomadas con ciertos criterios y pueden ser igualmente probables de una forma más eficiente y confiable.

#### **2.3.4 Criterios de Selección:**

##### **Inclusión:**

Las dos Canteras que son más recurridas en Huamachuco de las cuales se utiliza como material de afirmado, además de solo trabajar con el tipo de agregado para este fin, ya que en estas canteras se extraen materiales para otros usos.

##### **Exclusión:**

Canteras que cuenten con alguna certificación o cuenten con algún documento que avale en donde registre estudios físicos y mecánicos de sus agregados.

#### **2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:**

##### **2.4.1 Técnicas:**

Se utilizó la técnica de observación y extracción de muestras de suelos, para luego ser analizados en un laboratorio en donde se usó guías de laboratorio del cual nos permitió obtener datos para el desarrollo del proyecto.

##### **2.4.2 Instrumentos:**

El instrumento que se realizó fue en el laboratorio, el cual se registró en una ficha de análisis.

**Clasificación AASHTO:** Granulometría.

**Proctor modificado:** Máxima Densidad, Contenido de Humedad Optimo.

**CBR:** Capacidad de Soporte.

##### **Equipos de Laboratorio de Mecánica de Suelos**

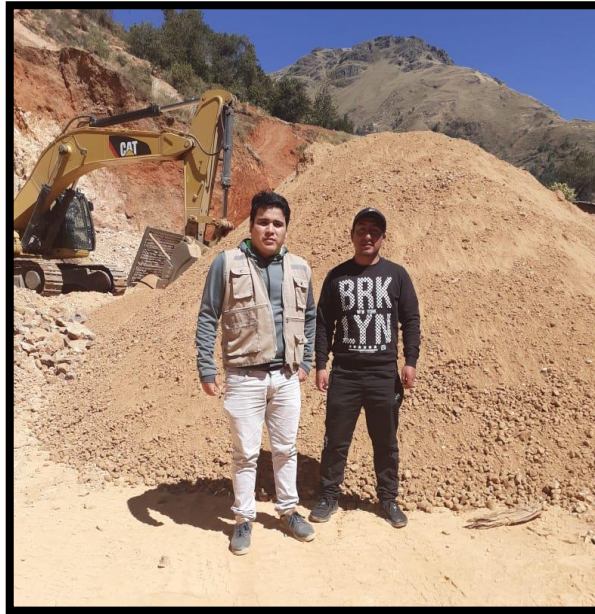
- Equipo para Granulometría.
- Horno.
- Balanza.
- Equipo para Proctor.
- Equipo para CBR.
- Pozas de Agua

##### **Equipo de Oficina**

- Impresora.
- Computadora.
- Cámara Fotográfica.

## 2.5. Procedimiento:

Como procedimiento para la presente investigación tuvo como primer lugar, la visita técnica para la observación de las canteras escogidas por los autores, como se puede apreciar en la siguiente figura.



**Figura 1: Cantera Quebrada del Diablo.**

(Fuente: Elaboración Propia)

Después de la visita a las Canteras, se solicitó un permiso para poder hacer la recolección del material de la cantera Quebrada del Diablo, que tenía como dueño a una constructora que a través de un documento por intermedio de la universidad se solicitó los permisos y facilidades pertinentes. Para la cantera Yanasara hubo más facilidades porque solo se tuvo que hablar con el propietario quien accedió a dejarnos extraer el material de su cantera.

Seguidamente de buscar los permisos necesarios procedimos a hacer la extracción de muestras que habían sido previamente consultados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad César Vallejo (UCV), en donde se sugirió extraer por lo menos 5 bolsas herméticas con el agregado de cada cantera que servirían para los ensayos de límites de consistencia, también se sugirió extraer un aproximado de 45kg en 5 sacos plastificados de cada cantera

Una vez que los materiales se llevaron al laboratorio, se precedió a hacer el mezclado para las combinaciones correspondientes, para esto se trabajó con un valor estándar de 4 kilogramos, para el Grupos Control (Gc) un 100% de cada material tomándose

así 4kg sin ninguna mezcla. Para el Grupo Experimental (Ge) a las combinaciones de 25%-75% y 75%-25%, le corresponde un valor de 1kg para el 25% y un valor de 3kg para el 75% de cada agregado para ambas combinaciones, para la combinación 50%-50% le corresponde un valor de 2kg de cada agregado, toda esta explicación se aprecia en la figura 2.



**Figura 2: Muestras en bolsas Herméticas.**

(Fuente: Elaboración Propia)

Todo esto nos sirvió para determinar los ensayos de Limite Liquido, Limite Plástico, Índice de Plasticidad aparte de la Clasificación ASSHTO y SUCS de los cuales se realizaron un total de 5 ensayos, dos de estos fueron del Grupo control 100% cerro y 100% rio, mientras que los demás fueron de las combinaciones 75% - 25%, 50% - 50%, 25% - 75% cerro y rio respectivamente.

Para realizar estos ensayos de laboratorio se tuvo que basar en las siguientes guías:

ASTM D-422: Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado.

ASTM D-4318: Límites de Consistencia.

ASTM D-2216: Contenido de Humedad.

Los cual nos explica el Manual de Ensayos de Materiales del MTC.

Posteriormente, para los ensayos de Proctor Modificado y CBR se tuvo que hacer otra mezcla para el grupo control(Gc) y el grupo experimental(Ge), se trabajó con valor estándar de 40 Kilogramos para todas las muestras, para el grupo control se toma 100%, es decir los 40 Kg de ambos agregados de las canteras. De esta manera sacamos las proporciones para la combinación de 50% que corresponde un valor de 20kg, para un 25% corresponde 10 kg y para 75% corresponde 30 kg (Ver figura 3), esto aplicado a la combinación a realizar con ambos agregados de las canteras.



**Figura 3: Combinación de 50% cerro y 50% rio con peso de 40 Kg.**

(Fuente: Elaboración Propia)

Seguidamente, al obtener las 11 muestras de 40 Kilogramos cada una en donde dos fueron para los grupos controles y los nueve restantes para los grupos experimentales que son las combinaciones ya especificadas y detalladas anteriormente, de las cuales se usará la cantidad necesaria.

Se utilizará una cantidad para el ensayo de Proctor Modificado según el ASTM D-2216: Ensayo de Proctor Medicado - Método C, con el cual obtendremos la Densidad Máxima Seca ( $\text{g/cm}^3$ ) y el Optimo Contenido de Humedad (%) que servirá para hacer una gráfica con estos dos valores de los 04 especímenes trabajados de cada muestra. La densidad máxima seca nos servirá para el ensayo de CBR.

Finalmente, realizamos el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) según el ASTM D-1883: Ensayo de CBR y Expansión, el cual se obtiene a partir de especímenes que cuenten con el mismo peso unitario y también el mismo contenido de agua. Este se debe acondicionar al contenido de Humedad Optimo que arrojo el proctor modificado (Ver figura 4), pero no debe variar más del 2% de la humedad del proctor modificado.



**Figura 4: Apisonado de muestra con 56 golpes por capa.**

(Fuente: Elaboración Propia)

Asimismo, se tomarán lecturas cada 24h por 4 días para calcular la expansión. A continuación, se tiene que hacer el ensayo de carga penetración aplicando una sobrecarga. Iniciamos la penetración con una velocidad constante de 1.27 mm por minuto, tomando lecturas de penetración a cada 0.025” hasta llegar a un valor de 0.5” para que con las lecturas se pueda hacer la gráfica respectiva y cálculos necesarios de penetración.

Para que por ultimo con todos los datos se efectuó un análisis del comportamiento físico y químico de los agregados según los resultados que se obtengan para llegar a las conclusiones según el propósito de la presente investigación.

Para realizar estos ensayos de laboratorio se tuvo que basar en las siguientes guías:

ASTM D-2216: Ensayo de Proctor Medicado - Método C.

ASTM D-1883: Ensayo de CBR y Expansión.



## **2.6. Método de Análisis de Información:**

Se usó el programa de Excel para procesar los datos que se obtuvieron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, los cuales nos sirvieron para hacer un análisis estadístico.

Se utilizó el programa AutoCAD para elaborar los planos de ubicación de las Canteras que se muestra en el Anexo.

## **2.7. Aspectos Éticos:**

La Investigación se realizó respetando el lugar de recolección de los materiales con mutuo acuerdo con los propietarios de las canteras, de los cuales el acuerdo fue que los estudios obtenidos en la presente investigación se les harán llegar personalmente.

### III. RESULTADOS

Se desarrolló los estudios de mecánica de suelos según el manual de carreteras EG (2013) y los ensayos de acuerdo con El Manual de Ensayos de Materiales (2017), en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo. Se realizaron ensayos de acuerdo a cada grupo, los cuales están el grupo de Control y el grupo Experimental, son los siguientes:

- ✓ Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado ASTM D-422.
- ✓ Límites de Consistencia ASTM D- 4318.
- ✓ Contenido de Humedad ASTM D-2216.
- ✓ Proctor Modificado: Método C ASTM D-1557.
- ✓ Ensayo de CBR y Expansión ASTM D- 1883.

Datos del Ensayo de Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado ASTM D-422: Peso de muestra seca: 2000 g, Peso de muestra Seca luego de Lavado: 1837.45 g, Peso perdido por lavado: 162.55 g. (los resultados siguientes son de la muestra de la cantera Quebrada del Diablo al 100% del Grupo Control, y todos los resultados en anexo 5).

Cuadro 2: Resultados de Granulometría por Tamizado ASTM D-422.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Parámetros Según MTC	Contenido de Humedad
3"	76.2	0	0	0	100		1.76%
2 1/2"	63.5	0	0	0	100		
2"	50.6	0	0	0	100	100	<b>Límites e Índices de Consistencia</b>
1 1/2"	38.1	0	0	0	100	100	
1"	25.4	47.47	2.37	2.37	97.63	90 - 100	
3/4"	19.05	190.41	9.52	11.89	88.11	65 - 100	L. Líquido : 23
1/2"	12.7	327.95	16.4	28.29	71.71		L. Plástico : 20
3/8"	9.525	221.25	11.06	39.35	60.65	45 - 80	Ind. Plasticidad : 3
1/4"	6.35	327.01	16.35	55.7	44.3		<b>Clasificación de la Muestra</b>
No4	4.178	176.4	8.82	64.52	35.48	30 - 65	
No8	2.36	268.84	13.44	77.97	22.03		Clas. SUCS : GP-GM
No10	2	35.56	1.78	79.74	20.26	22 - 52	Clas. AASHTO : A-1-a 0
No16	1.18	73.78	3.69	83.43	16.57		<b>Descripción de la Muestra</b>
No20	0.85	23.3	1.17	84.6	15.4		
No30	0.6	15.9	0.8	85.39	14.61		SUCS: Grava mal graduada con limo y arena
No40	0.42	13.29	0.66	86.06	13.94	15 - 35	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno
No50	0.3	15.26	0.76	86.82	13.18		
No60	0.25	10.68	0.53	87.36	12.65		Tiene un % de finos de = 8.13%
No80	0.18	27.92	1.4	88.75	11.25		
No100	0.15	19.12	0.96	89.71	10.29		<b>Descripción de la Calicata</b>
No200	0.074	43.31	2.17	91.87	8.13	5- 20%	
< No200		162.55	8.13	100	0		
Total		2000	100				C-X : E-X Profundidad : 0.0 1.50 m 0 m

Fuente: Elaboración Propia.

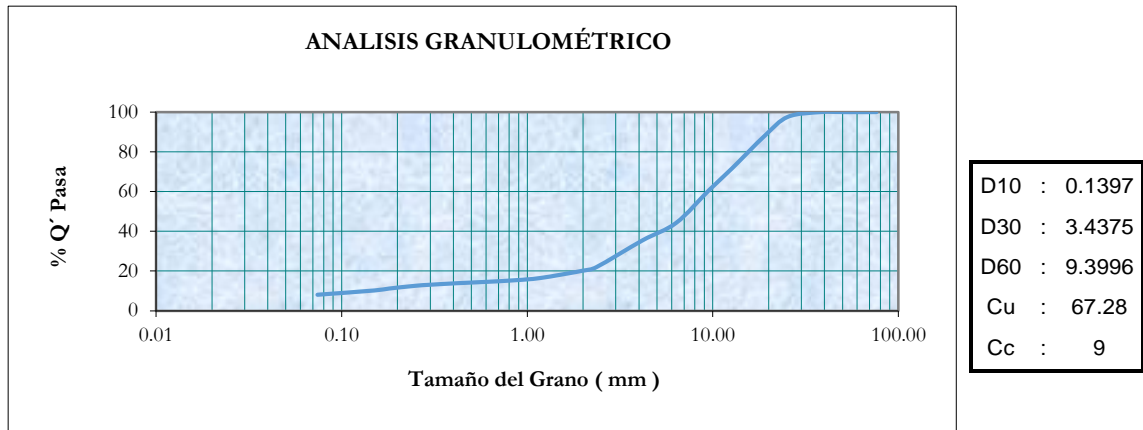


Fig. 5: Resumen de Curva Granulométrica – Cantera Quebrada del Diablo  
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 3: Resultados de Límites de Consistencia ASTM D- 4318.

<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
Nº de golpes	17	22	32	-	-
Peso de tara (g)	9.41	8.94	8.51	9.86	10.17
Peso de tara + suelo húmedo (g)	14.42	13.81	13.17	10.47	10.9
Peso de tara + suelo seco (g)	13.46	12.89	12.32	10.37	10.78
Contenido de Humedad (%)	23.70	23.29	22.31	19.61	19.67
Límites (%)	<b>23</b>			<b>20</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

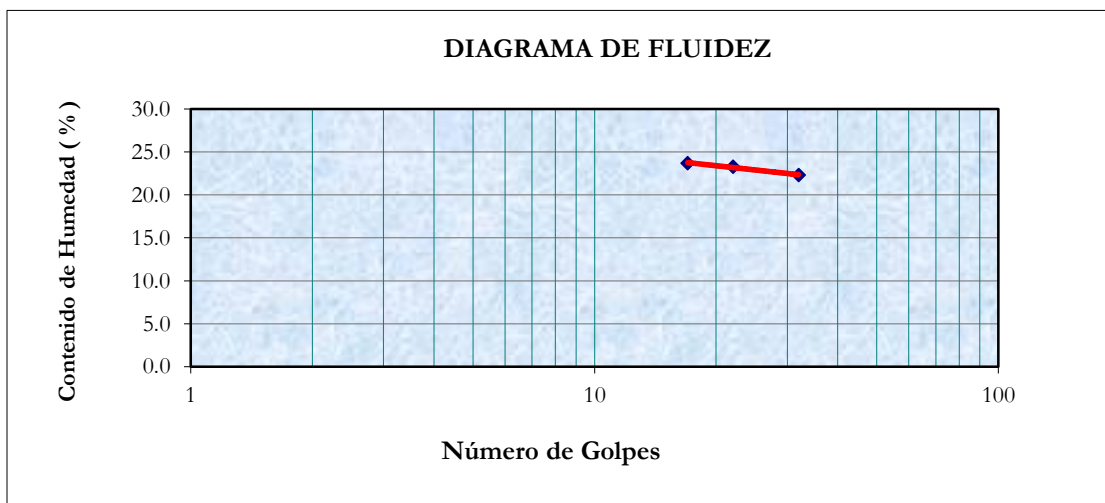


Fig. 6: Diagrama de Fluidéz Ecuación de la Recta Elaborado con los Datos de los Ensayos.

$$y = -2.2340 \ln(x) + 30.093$$

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 4: Resultados de Contenido de Humedad ASTM D-2216.

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216</b>
---

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	50.46	50.8	51.93
Peso del tarro + suelo húmedo (g)	175.57	146.78	167.2
Peso del tarro + suelo seco (g)	173.54	145.15	165.06
Peso del suelo seco (g)	123.08	94.35	113.13
Peso del agua (g)	2.03	1.63	2.14
% de humedad (%)	1.65	1.73	1.89
% de humedad promedio (%)	<b>1.76</b>		

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 5: Resultados de Proctor Modificado: Método C ASTM D-1557.

**Datos del Ensayo de Proctor Modificado.**

<b>Molde N°</b>	<b>S-3</b>
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9240	10090	10110	9730
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800
Peso del suelo húmedo (g)	3440	4290	4310	3930
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.64</b>	<b>2.04</b>	<b>2.05</b>	<b>1.87</b>
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
Peso del suelo húmedo + tara (g)	156.61	180.18	155.54	198.57
Peso del suelo seco + tara (g)	150.7	169.95	145.16	182.22
Peso del agua (g)	5.91	10.23	10.38	16.35
Peso de la tara (g)	15.56	16.84	17.22	16.89
Peso del suelo seco (g)	135.14	153.11	127.93	165.33
<b>% de humedad (%)</b>	<b>4.38</b>	<b>6.68</b>	<b>8.12</b>	<b>9.89</b>
<b>Densidad del suelo seco (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.57</b>	<b>1.92</b>	<b>1.9</b>	<b>1.7</b>

Fuente: Elaboración Propia.

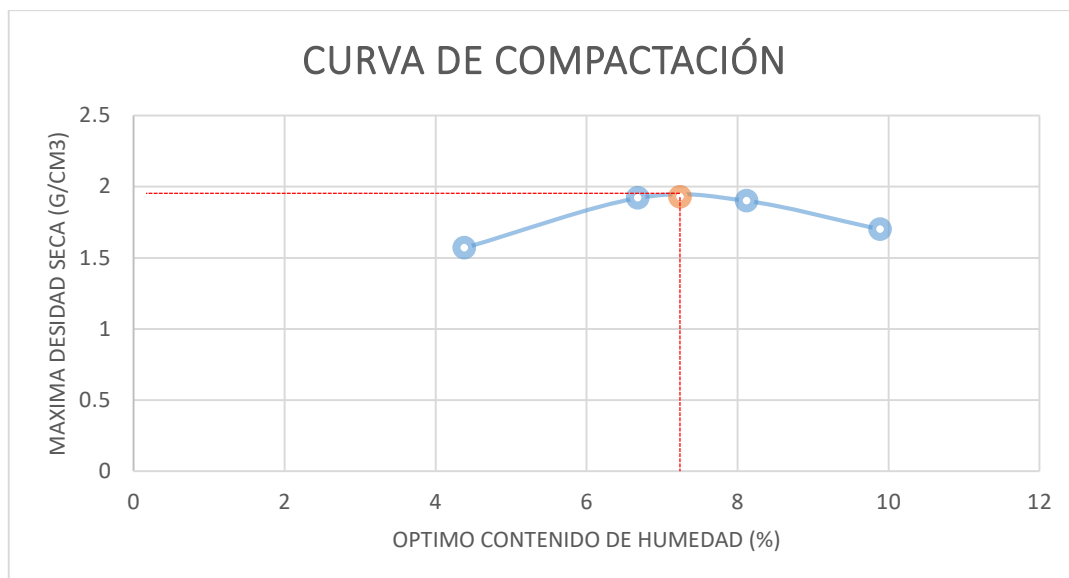


Fig. 7: Curva de Compactación Donde Nos Muestra la Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) que es 1.928 g/cm<sup>3</sup> y el Óptimo Contenido de Humedad (%) que es 7.24%.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 6: Resultados del Ensayo de CBR.

<b>ENSAYO DE CBR</b>						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11355		11635		11935	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3800		4080		4380	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.793		1.925		2.067	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	88.71		101.17		95.4	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	83.39		94.91		89.68	
Peso del agua (g)	5.32		6.26		5.73	
Peso de la cápsula (g)	10.09		10.34		10.55	
Peso del suelo seco (g)	73.29		84.57		79.13	
% de humedad (%)	7.26		7.41		7.24	
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.672		1.793		1.928	

Fuente Elaboración Propia.

Cuadro 7: Resultados del Ensayo de Expansión.

<b>ENSAYO DE EXPANSION</b>									
TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		N			N			N	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 hrs	0.584	0.584	0.46	0.643	0.643	0.506	0.72	0.72	0.567
48 hrs	0.637	0.637	0.501	0.685	0.685	0.539	0.762	0.762	0.6
72 hrs	0.661	0.661	0.521	0.691	0.691	0.544	0.769	0.769	0.605
96 hrs	0.661	0.661	0.521	0.691	0.691	0.544	0.769	0.769	0.605

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 8: Resultados del Ensayo de Penetración.

<b>ENSAYO DE CARGA PENETRACION</b>									
PENETRACION Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg 2	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg 2	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	1	237.38	79.15	43	388.49	129.53	72	632.18	210.78
0.05	43	388.49	129.53	82	716.27	238.82	129	1111.94	370.74
0.075	68	598.55	199.57	118	1019.27	339.84	175	1499.89	500.09
0.1	100	867.72	289.31	161	1381.74	460.7	225	1920.75	640.41
0.125	132	1137.22	379.17	196	1677.22	559.21	275	2345.61	782.06
0.15	164	1407.05	469.13	232	1981.55	660.68	317	2701.78	900.82
0.2	224	1913.89	638.12	292	2489.7	830.11	388	3305.18	1102
0.3	309	2633.89	878.18	374	3186.07	1062.29	477	4063.85	1354.95
0.4	359	3058.52	1019.76	423	3603.23	1201.37	530	4516.87	1506
0.5	373	3177.56	1059.45	445	3790.77	1263.9	555	4730.87	1577.35

Fuente: Elaboración Propia.

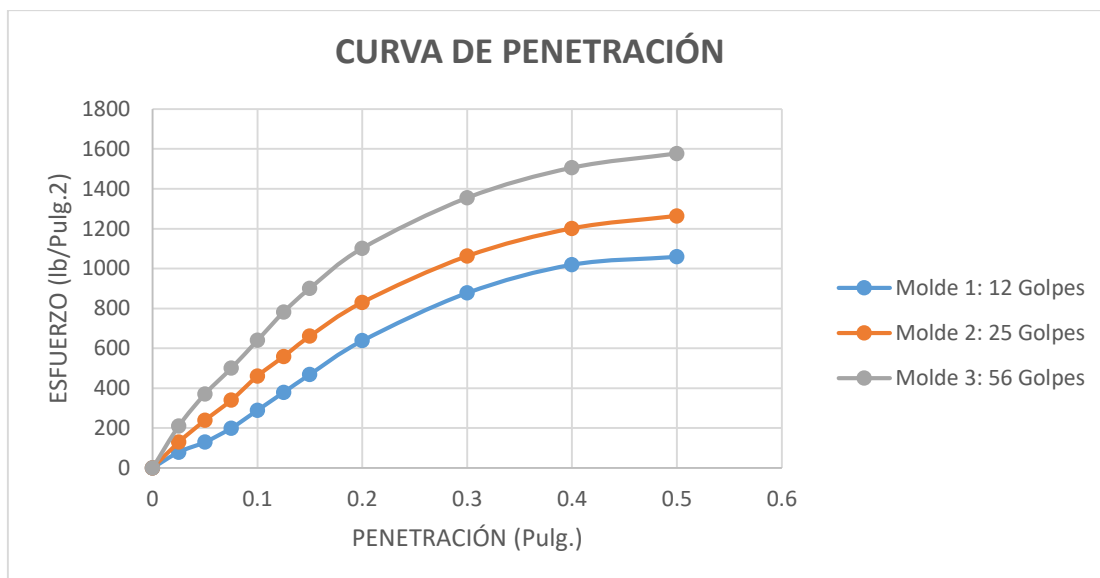


Fig. 8: Curva de Penetración Donde Nos Muestra el Esfuerzo del Suelo en sus Respectivas Penetraciones por Cada Cantidad de Golpes por los Datos de los Resultados del Ensayo.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 9: Resultados del Ensayo de CBR Corregidos.

VALORES CORREGIDOS					
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg2)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg2)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
1	0.100	289.31	1000	28.93	1.672
2	0.100	460.70	1000	46.07	1.793
3	0.100	640.41	1000	64.04	1.928
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg2)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg2)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)
1	0.200	638.12	1500	42.54	1.672
2	0.200	830.11	1500	55.34	1.793
3	0.200	1102	1500	73.47	1.928
RESULTADOS DEL ENSAYO					
Máxima densidad seca al 100% (g/cm3)				1.928	
Máxima densidad seca al 95% (g/cm3)				1.832	
Óptimo contenido de humedad (%)				7.24	
CBR al 100% de la Máxima densidad seca (%)				64.04	
CBR al 95% de la Máxima densidad seca (%)				51.28	

Fuente: Elaboración Propia.

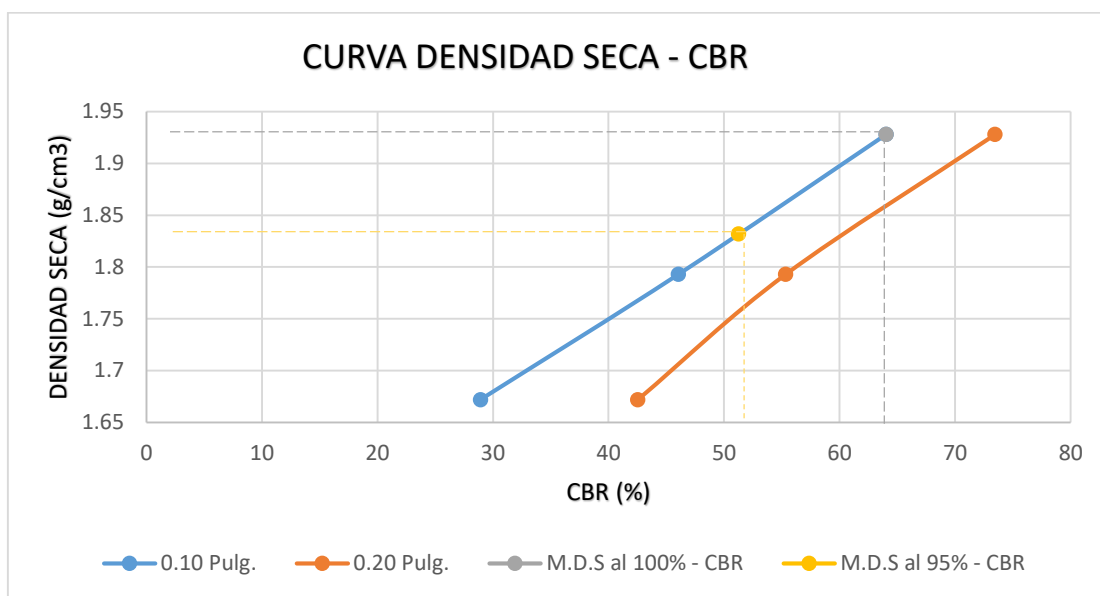


Fig. 9: Curva en Relación de Densidad Seca – CBR lo Cual Nos Muestra los Resultados del Ensayo de CBR.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 10: Resumen de los Resultados de Límites de Consistencias y Clasificación de Suelos por SUCS y AASHTO.

calicata N°	Estratos	Ubicación	Prof. De Estrato	Propiedades Físicas							Clasificación	
				% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO
C 1	E - 1	Cerro 100%	1.50 m	1.78	8.13	27.35	64.52	23	20	3	GP-GM	A-1-a (0)
C 2	E - 2	Río 100%	1.50 m	3.72	5.08	32.01	62.91	18	17	1	GW-GM	A-1-a (0)
C 2	E - 3	Río 25% - Cerro 75%	1.50 m	1.17	7.85	29.17	62.98	21	18	3	GP-GM	A-1-a (0)
C 2	E - 3	Río 50% - Cerro 50%	1.50 m	1.15	6.87	22.83	70.30	19	17	2	GP-GM	A-1-a (0)
C 2	E - 3	Río 75% - Cerro 25%	1.50 m	1.32	5.30	29.12	65.58	19	18	1	GW-GM	A-1-a (0)

Fuente: Elaboración Propia.



Cuadro 11: Resumen de los Resultados del Ensayo de CBR.

calicata		Ubicación	Prof. De Estrato	Propiedades Mecánicas			
N°	Estratos			MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH %	CBR 100%	CBR 95%
C 1	E - 1	Cerro 100%	1.50 m	1.928	7.24	64.04	51.28
C 2	E - 2	Rio 100%	1.50 m	2.018	6.60	94.56	79.43
C 2	E - 3	Rio 25% - Cerro 75%	1.50 m	1.919	7.13	66.38	55.76
				1.915	7.00	64.49	57.61
				1.925	7.25	64.76	58.09
C 2	E - 3	Rio 50% - Cerro 50%	1.50 m	1.92	6.80	72.19	64.65
				1.995	6.62	74.39	67.11
				1.980	6.35	76.87	68.79
C 2	E - 3	Rio 75% - Cerro 25%	1.50 m	2.026	6.71	91.42	73.02
				2.047	7.04	86.40	70.82
				2.01	6.91	86.16	69.71

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 12: Resultados de la Cantera la Quebrada del Diablo Según MTC.

Ensayo	Cantera	Según Manual MTC (EG-2013)	Proceso
	Quebrada del Diablo (Cerro 100%)		
Análisis Granulométrico por Tamizado	Buena Graduación	Buena Graduación	Si Cumple.
Límite Líquido	23%	35% máx. MTC E- 110	Si Cumple.
Índice de Plasticidad	3%	4 - 9 %	No Cumple.
CBR 100%	64.04%	40% min.	Si Cumple.
CBR 95%	51.28%	40% min.	Si Cumple.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 13: Resultados de la Cantera Yanasara Según MTC.

Ensayo	Cantera	Según Manual MTC	Proceso
	Yanasara (Río 100%)		
Análisis Granulométrico por Tamizado	Buena Graduación	Buena Graduación	Si Cumple.
Límite Líquido	18%	35% máx. MTC E- 110	Si Cumple.
Índice de Plasticidad	1%	4 - 9 %	No Cumple.
CBR 100%	94.56%	40% min.	Si Cumple.
CBR 95%	79.43%	40% min.	Si Cumple.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 14: Resultados de la Combinación de las canteras de Cerro y Río en una proporción de 75% - 25% Respectivamente Según MTC.

Ensayo	Cantera	Según Manual MTC	Proceso
	Combinación de Canteras Cerro 75% - Río 25%		
Análisis Granulométrico por Tamizado	Buena Graduación	Buena Graduación	Si Cumple.
Límite Líquido	21%	35% máx. MTC E- 110	Si Cumple.
Índice de Plasticidad	3%	4 - 9 %	No Cumple.
CBR 100%	65.21%	40% min.	Si Cumple.
CBR 95%	57.15%	40% min.	Si Cumple.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 15: Resultados de la Combinación de las canteras de Cerro y Río en una proporción de 50% - 50% Respectivamente Según MTC.

Ensayo	Cantera	Según Manual MTC	Proceso
	Combinación de Canteras Cerro 50% - Río 50%		
Análisis Granulométrico por Tamizado	Buena Graduación	Buena Graduación	Si Cumple.
Límite Líquido	19%	35% máx. MTC E- 110	Si Cumple.
Índice de Plasticidad	2%	4 - 9 %	No Cumple.
CBR 100%	74.48%	40% min.	Si Cumple.
CBR 95%	66.85%	40% min.	Si Cumple.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 16: Resultados de la Combinación de las canteras de Cerro y Río en una proporción de 25% - 75% Respectivamente Según MTC.

Ensayo	Cantera	Según Manual MTC	Proceso
	Combinación de Canteras Cerro 25% - Río 75%		
Análisis Granulométrico por Tamizado	Buena Graduación	Buena Graduación	Si Cumple.
Límite Líquido	19%	35% máx. MTC E- 110	Si Cumple.
Índice de Plasticidad	1%	4 - 9 %	No Cumple.
CBR 100%	87.99%	40% min.	Si Cumple.
CBR 95%	71.18%	40% min.	Si Cumple.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 17: Resultado de CBR a la mejor Combinación de Agregados en sus Proporciones.

	Promedio de CBR	
	CBR 100%	CBR 95%
Río 25% - Cerro 75%	65.21	57.15
Río 50% - Cerro 50%	74.48	66.85
Río 75% - Cerro 25%	87.99	71.18
Mejor CBR de los Ensayos	87.99	71.18

Fuente: Elaboración Propia.

#### IV. DISCUSIÓN

Cuadro 18: Comparación de Resultados de Clasificación de Suelos y Límites de Consistencias.

Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Rio en la Capacidad de Soporte de un Afirmado – 2019.						Estudio de las Características Físicas y Mecánicas de las Canteras Hualango como Material de Afirmado en Carreteras – Provincia de Utcubamba (Lozada, 2018).			
Resultados	Cantera Cerro	Cantera Rio	Combinación 75% C-25% R	Combinación 50% C-50% R	Combinación 25% C-75% R	Cantera La Loma	Cantera Paguillas	Combinación 55% La Loma-45% Limones	Combinación 55% La Paguillas-45% Limones
SUCS	GP-GM	GW-GM	GP-GM	GP-GM	GW-GM	GC	GC	GW-GC	GW-GC
AASHTO	A-1-a (0)	A-1-a (0)	A-1-a (0)	A-1-a (0)	A-1-a (0)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-1-a (0)	A-2-4 (0)
LL%	23	18	21	19	19	23.57	27.26	17.23	17.86
LP%	20	17	18	17	18	14.68	19.2	11.12	10.93
IP%	3	1	3	2	1	8.89	8.06	6.11	6.93

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede apreciar en el cuadro 18 la comparación de los resultados de la Investigación realizada con los resultados de la Investigación de Lozada, donde se aprecia que él tiene un mayor índice de plasticidad en sus canteras estudiadas y que en el resto de los resultados ambos cumplen con los parámetros del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013).

Cuadro 19: Comparación de CBR de Cerro.

	Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Rio en la Capacidad de Soporte de un Afirmado - 2019	Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Rio en la Capacidad de Soporte de un Afirmado (Vargas, 2017)
Resultados	Cantera Cerro	Cantera Cerro
CBR	64.04%	15%

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede apreciar en el cuadro 19 la comparación de los resultados de la Investigación realizada con los resultados de la Investigación de Vargas, donde se aprecia que la Investigación Realizada tiene mayor CBR de Cerro y cumple con los parámetros del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013).

Cuadro 20: Comparación de CBR de Rio.

	Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Rio en la Capacidad de Soporte de un Afirmado - 2019	Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Rio en la Capacidad de Soporte de un Afirmado (Vargas, 2017)
Resultados	Cantera Rio	Cantera Rio
CBR	94.56%	22%

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar en el cuadro 20 la comparación de los resultados de la Investigación realizada con los resultados de la Investigación de Vargas, donde se aprecia que la investigación Realizada tiene mayor CBR de Rio y cumple con los parámetros del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013).

Cuadro 21: Comparación de la Combinación de 75% Cerro- 25% Rio.

	Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Rio en la Capacidad de Soporte de un Afirmado - 2019	Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Rio en la Capacidad de Soporte de un Afirmado (Vargas, 2017)
Resultados	Combinación 75% Cerro- 25% Rio	Combinación 75% Cerro- 25% Rio
CBR	65.21%	110%

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede apreciar en el cuadro 21 la comparación de los resultados de la Investigación realizada con los resultados de la Investigación de Vargas, donde se aprecia que la Investigación Realizada tiene menor CBR de la combinación de 75% Cerro- 25% Rio y cumplen con los parámetros del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013).

Cuadro 22: Comparación de la Combinación de 50% Cerro- 50% Rio.

	Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Rio en la Capacidad de Soporte de un Afirmado - 2019	Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Rio en la Capacidad de Soporte de un Afirmado (Vargas, 2017)
Resultados	Combinación 50% Cerro- 50% Rio	Combinación 50% Cerro- 50% Rio
CBR	65.21%	55%

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar en el cuadro 22 la comparación de los resultados de la Investigación realizada con los resultados de la Investigación de Vargas, donde se aprecia que la Investigación Realizada tiene mayor CBR de la combinación de 50% Cerro- 50% Rio y cumplen con los parámetros del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013).

Cuadro 23: Comparación de la Combinación de 25% Cerro- 75% Rio.

	Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Rio en la Capacidad de Soporte de un Afirmado - 2019	Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Rio en la Capacidad de Soporte de un Afirmado (Vargas, 2017)
Resultados	Combinación 25% Cerro- 75% Rio	Combinación 25% Cerro- 75% Rio
CBR	87.99%	75%

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede apreciar en el cuadro 23 la comparación de los resultados de la Investigación realizada con los resultados de la Investigación de Vargas, donde se aprecia que la Investigación Realizada tiene mayor CBR de la combinación de 25% Cerro- 75% Rio y cumplen con los parámetros del Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013).

Cuadro 24: Comparación de la mejor Combinación de 75% Cerro- 25% Rio.

	Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Rio en la Capacidad de Soporte de un Afirmado - 2019	Influencia de la Combinación de los Agregados de Cerro y Rio en la Capacidad de Soporte de un Afirmado (Vargas, 2017)
Resultados	Mejor Combinación 25% Cerro- 75% Rio	Mejor Combinación 75% Cerro- 25% Rio
CBR	87.99%	110%

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar en el cuadro 24 la comparación de los resultados de la Investigación realizada con los resultados de la Investigación de Vargas, donde se aprecia que la Investigación Realizada tiene menor CBR de la mejor combinación de agregados y cumplen con los parámetros del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013).

## V. CONCLUSIONES

1. El estudio de Suelos de las Canteras de Cerro, Rio y sus dio como resultado a través del método SUCS para la Cantera de Cerro, la combinación de 75% - 25% respectivamente y la combinación de 50% - 50%, es Grava mal graduada con limo y arena, y la cantera de Rio y la combinación de 25% - 75% es Grava bien graduada con limo y arena; asimismo por el método AASTHO que la cantera de Cerro, Rio y los tres tipos de combinaciones el resultado sale que son fragmentos de roca, grava y arena/ excelente a bueno y sus límites de consistencia todos cumplen con los parámetros del manual de carreteras EG-2013 para un diseño de afirmado, menos el índice de plasticidad que es menor que 4% lo cual es ligera plasticidad, en parámetros según el manual no cumplen el requisito en IP.
2. El ensayo realizado de CBR de la cantera del cerro Quebrada del Diablo dio como resultado de 64.04% al ensayo del 100% de CBR y 51.28% al ensayo del 95% de CBR, lo cual cumple con los parámetros del manual de carreteras EG – 2013 para un diseño de afirmado.
3. El ensayo realizado de CBR de la cantera del Rio Yanasara dio como resultado de 94.56% al ensayo del 100% de CBR y 79.43% al ensayo del 95% de CBR, lo cual cumple con los parámetros del manual de carreteras EG – 2013 para un diseño de afirmado.
4. El ensayo realizado de CBR de la combinación de las canteras de Cerro y Rio en una proporción de 75% - 25% respectivamente dio como resultado de 65.21% al ensayo del 100% de CBR y 57.15% al ensayo del 95% de CBR, lo cual cumple con los parámetros del manual de carreteras EG – 2013 para un diseño de afirmado.
5. El ensayo realizado de CBR de la combinación de las canteras de Cerro y Rio en una proporción de 50% - 50% respectivamente dio como resultado de 74.48% al ensayo del 100% de CBR y 66.85% al ensayo del 95% de CBR, lo cual cumple con los parámetros del manual de carreteras EG – 2013 para un diseño de afirmado.
6. El ensayo realizado de CBR de la combinación de las canteras de Cerro y Rio en una proporción de 25% - 75% respectivamente dio como resultado de 87.99% al ensayo del 100% de CBR y 71.18% al ensayo del 95% de CBR, lo cual cumple con los parámetros del manual de carreteras EG – 2013 para un diseño de afirmado.
7. La comparación de los tres ensayos de CBR de las combinaciones de canteras de Cerro y Rio en las proporciones de 25% - 75%, 50% - 50% y 75% - 25% respectivamente para saber cuál es el que tiene mejor CBR donde su resultado es la proporción de 75% de rio y 25% de rio con un CBR de 87.99% al ensayo del 100% de CBR y 71.18% al ensayo del



95% de CBR, los cual si cumplen con los parámetros del manual de carreteras EG – 2013 para un diseño de afirmado.

8. La Investigación Realizada donde su resultado nos dicen que la combinación de los Agregados de Cerro y Río influyen en la Capacidad de Soporte de un Afirmado porque aumenta el CBR que es la carga unitaria correspondiente a 0.1” y 0.2” expresadas en porciento en su respectivo valor estándar.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. De acuerdo a los resultados se recomienda utilizar materiales que cumplan con una proporción de 25% de la cantera Quebrada del Diablo y 75% de la cantera Yanasara ya que estas proporcionan un CBR de 87.99% al 100% y 71.18% al 95% de CBR, cumpliendo con los parámetros establecidos para la capacidad de soporte de un afirmado.
2. Se sugiere utilizar como material de afirmado el agregado del Rio Yanasara, debido a que este tiene mayor CBR y clasificación, su composición granular conlleva a una capacidad de soporte mayor que el agregado del Cerro Quebrada del Diablo.
3. Se recomienda la investigación, relacionada con la combinación de agregados de Cerro y Rio como una alternativa para mejorar la Capacidad de Soporte de afirmados en las distintas partes del país.
4. Es factible el uso de canteras regionales, en especial, la que se ubica en la provincia de Trujillo, Ciudad de Huamachuco, con los resultados obtenidos en la investigación se puede recomendar que el uso de estos agregados en las diferentes obras de carreteras en la zona, son factibles en afirmados, principalmente la combinación de 25% de la cantera Quebrada del Diablo y 75% de la cantera Yanasara, sin embargo ahora está comprobado que tiene mejoras en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas.
5. Se indica que la naturaleza de este tipo de combinaciones de materiales para un afirmado genera bajos niveles de contaminación por lo que buscan la mejora de la capacidad de soporte en carreteras en general utilizando agregados de manera natural sin alterar su composición.

## REFERENCIAS

AFIRMADO. Recursos de Internet [En Línea]. Chiclayo: Grupo Magdalena. [Fecha de Consulta: 21 de Junio del 2019].

Disponible en <http://www.magdalena.pe/agregado/3/afirmado>.

AGUIRRE, Leidy; RODRÍGUEZ, Edgar; RONDÓN, Hugo y VÉLEZ, Diana. Influencia de la inclusión de desecho de PVC sobre el CBR de un material granular tipo subbase.

Revista Ingenierías Universidad de Medellín [En Línea]. 21-30 de Julio – Diciembre del 2006, Vol. 5, N° 9. [Fecha de Consulta: 20 de Junio del 2019]. Disponible en

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-33242006000200003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242006000200003).

ISSN: 1692-3324.

ASSESSMENT of the Determination of Californian Bearing Ratio of Laterites with Contrasted Geotechnical Properties from Simple Physical Parameters [Mensaje de un Blog].

Transporte G. (Junio del 2019). [Fecha de Consulta: 18 de Junio del 2019]. Recuperado de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214391218302083>.

BRAJA M., Das. Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones [En Línea]. México:

Cengage Learning, 2011. [Fecha de Consulta: 21 de Junio del 2019]. Capítulo 1.

Propiedades Geotécnicas del Suelo. Disponible en

[https://issuu.com/cengagelatam/docs/fundamentos\\_de\\_ingenieria\\_de\\_cimentaciones\\_braja\\_d](https://issuu.com/cengagelatam/docs/fundamentos_de_ingenieria_de_cimentaciones_braja_d).

ISBN: 987-607-481-747-8.

BRAJA M., Das. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica [En Línea]. México: Cengage

Learning, 2013. [Fecha de Consulta: 21 de Junio del 2019]. Capítulo 3. Consistencia del

Suelo. Disponible en

[https://issuu.com/cengagelatam/docs/fundamentos\\_de\\_ingenieria\\_low\\_1\\_iss](https://issuu.com/cengagelatam/docs/fundamentos_de_ingenieria_low_1_iss).

ISBN: 978-607-519-372-4.

BEHAR, Daniel. Metodología de la Investigación [En Línea]. Argentina: Editorial Shalom, 2008. [Fecha de Consulta: 28 de Junio del 2019]. Capítulo 3. Proceso- La Hipótesis.

Disponible en

<http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>

ISBN: 978-959-212-783-7

BRIONES, Guillermo. Metodología De La Investigación Cuantitativa En Las Ciencias Sociales [En Línea]. Bogotá: ARFO editores e impresores, 2002. [Fecha de Consulta: 21 de Junio del 2019]. Capítulo 3. Investigaciones Cuasi-Experimentales. Disponible en <https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/metodologia-de-la-investigacion-guillermo-briones.pdf>.  
ISBN: 958-9329-14-4.

BOWLES, Joseph. Propiedades Geofísicas de los Suelos [En Línea]. 1.<sup>a</sup> ed. Bogotá: McGraw-Hill Latinoamericana S.A, 2014. [Fecha de Consulta: 18 de noviembre del 2019]. Disponible en <https://es.scribd.com/document/333436304/Joseph-E-Bowles-Propiedades-Geofisicas-de-los-Suelos>.  
ISBN: 968-451-118-3.

CAPACIDAD de Soporte (CBR) [Mensaje de un Blog]. Arboleda, L. (28 de Marzo del 2016). [Fecha de Consulta: 5 de Junio del 2019]. Recuperado de <https://prezi.com/boas5-9pwbx2/capacidad-de-soporte-cbr/>.

CARDIEL, Nicolás; GORGAS, Javier y ZAMORANO, Jaime. Estadísticas Básicas para Estudiantes de Ciencias [En Línea]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2011. [Fecha de Consulta: 21 de Junio del 2019]. Capítulo 2. Caracteres Cuantitativos y Cualitativos. Disponible en [http://webs.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/ESTADISTICA/libro\\_GCZ2009.pdf](http://webs.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/ESTADISTICA/libro_GCZ2009.pdf).  
ISBN: 978-84-691-8987-8.

CRESPO, Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones [En Línea]. 5.<sup>a</sup> ed. México: Limusa, 2004. [Fecha de Consulta: 18 de noviembre del 2019]. Disponible en <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>.  
ISBN: 968-18-6489-1.

DELGADO, Miguel y LLORCA, Javier. Estudios longitudinales: concepto y particularidades. Revista Española de Salud Pública [En Línea]. Marzo – Abril del 2004, Vol. 78, N° 2. [Fecha de Consulta: 20 de Junio del 2019]. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/170/17078202.pdf>.  
ISSN: 1135-5727.

DÍAZ, Abraham. Mecánica de Suelos Naturaleza y Propiedades [En Línea]. 1.<sup>a</sup> ed. México: Trillas, 2014. [Fecha de Consulta: 18 de noviembre del 2019].

Disponible en <https://es.scribd.com/doc/314395282/Mecanica-de-Suelos-Trillas>. ISBN: 978-607-17-1954-6.

FIDIAS G., Arias. El Proyecto de la Investigación [En Línea]. Caracas: Episteme, 2012. [Fecha de Consulta: 21 de Junio del 2019]. Capítulo 7. Concepto de Población. Disponible en <https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION%20N-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>.

ISBN: 980-07-8529-9.

HERRERA Herbert, Juan y PLA Ortiz de Urbina, Fernando. Métodos de Minería a Cielo Abierto. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Explotación de Recursos Minerales y Obras Subterráneas, 2006. 119 pp. Disponible en [http://oa.upm.es/10675/1/20111122\\_METODOS\\_MINERIA\\_A\\_CIELO\\_ABIERTO.pdf](http://oa.upm.es/10675/1/20111122_METODOS_MINERIA_A_CIELO_ABIERTO.pdf).

HERRERA Panchi, Christian. Diseño Del Sistema De Explotación De Materiales De Construcción Existentes En La Cantera “Mina 2”, Ubicada En La Parroquia Cangahua, Cantón Cayambe, Provincia De Pichincha. Tesis (Grado de Titulación). Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental, 2016. 155 pp.

HURTADO de Barrera, Jacqueline. Metodología de la Investigación Holística [En Línea]. Caracas: Fundación Sypal, 2000. [Fecha de Consulta: 21 de Junio del 2019]. Capítulo 18. Investigación Predictiva. Disponible en <https://blog.reyqui.com/descargas-pdf/metodologia-de-la-investigacion-holistica-de-jacqueline-hurtado-de-barrera-pdf/>.

ISBN: 980-6306-06-6.

INFLUENCE of clay mineralogy on the relationship of CBR of fine-grained soils with their index and engineering properties [Mensaje de un Blog]. Transporte G. (Junio del 2018). [Fecha de Consulta: 18 de Junio del 2019]. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214391217301654>.

INTRODUCTION to Quarries [Mensaje de un Blog]. Reino Unido: University L. (4 de Diciembre del 2010). [Fecha de Consulta: 20 de Junio del 2019]. Recuperado de <https://www2.le.ac.uk/departments/geology/redundant-content/research/geophysics-and-borehole-research-group/projects/ee-quarry/course-eeq-01-introduction-and-overview/section-2/2-1-introduction-to-quarries>.

JARA Anyaypoma, Robinson. Efecto de la Cal como Estabilizante de una Subrasante en Suelo Arcillosos. Tesis (Grado de Titulación). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. 2014. 110 pp.

LOZADA Tiglla, Edwar. Estudio De Las Características Físicas Y Mecánicas De Las Canteras Huapango Como Material De Afirmado En Carreteras – Provincia De Utcubamba. Tesis (Grado de Titulación). Pimentel: Universidad Señor de Sipán. 2018. 14 pp.

MEZCLAS de Suelos “IN SITU”. Recursos de Internet [En Línea]. Madrid: ANTER. [Fecha de Consulta: 21 de Junio del 2019]. Disponible en <http://www.anter.es/pdf/T3.pdf>.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción (EG-2013). Lima. 2013. 1282 pp.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras, Manual de Ensayo de Materiales (R.D. N° 18 – 2016 – MTC/14). Lima. 2016. 1273 pp.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras, Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14). Lima. 2014. 21 p.

NÚÑEZ Campos, Napoleón. Evaluación De Las Propiedades Físicas, Mecánicas Y, Químicas De La Cantera Del Rio Huayobamba Provincia De San Marcos Con Fines De Uso En La Construcción. Tesis (Grado de Titulación). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2013. 91 pp.

OROBIO, Armando. Considerations for Design and Construction of Gravel Surfaced Roads Stabilized With Calcium Chloride. Revista Ingenierías Universidad de Medellín [En línea]. Febrero del 2011, N° 165. [Fecha de Consulta: 20 de Junio del 2019]. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532011000100009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532011000100009). ISSN: 0012-7353.

PASTOR Bazán, Carlos Fernando. Evaluación de Canteras para Realizar la Construcción de Trocha Carrozable a nivel de Afirmado Campo Alegre – Peña Blanca, Distrito de Namora, Provincia de Cajamarca. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. 2013. 86 pp.

PRODUCTOS y Servicios. Recursos de Internet (Agregados). México: Web de la Compañía Cemex. [Fecha de Consulta: 1 de Junio del 2019]. Disponible en <http://www2.cemex.com/es/ProductosServicios/Agregados.aspx>.

¿Qué es un CBR de un Suelo? [Mensaje en un Blog]. Venezuela: Sánchez, F., (14 de Agosto del 2012). [Fecha de Consulta: 15 de Mayo del 2019]. Recuperado de <https://civilgeeks.com/2012/08/14/que-es-el-cbr-de-un-suelo/>.

RESEARCH Methods in Science [Mensaje de un Blog]. California: Renata, R., (24 de Junio del 2019). [Fecha de Consulta: 24 de Junio del 2019]. Recuperado de <https://sciencing.com/research-methods-in-science-12748094.html>.

SOIL Compaction Testing Services. Recursos de Internet [En Línea]. Australia: ADE Consulting Group. [Fecha de Consulta: 21 de Junio del 2019]. Disponible en <https://ade.group/soil-compaction-testing/>.

STRENGTH Enhancement of the subgrade soil of unpaved road with geosynthetic reinforcement layers [Mensaje de un Blog]. Transporte G. (Junio del 2019). [Fecha de Consulta: 18 de Junio del 2019]. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214391218302368>.

TAMAYO, Mario. El Proceso de la Investigación Científica [En Línea]. México, D.F: Limusa, 2003. [Fecha de Consulta: 21 de Junio del 2019]. Capítulo 2. Características de la Investigación. Disponible en <https://clea.edu.mx/biblioteca/Tamayo%20Mario%20-%20El%20Proceso%20De%20La%20Investigacion%20Cientifica.pdf>.

ISBN: 968-18-5872-7.

THE Basics of Soil Mechanics in Civil Engeneering [Mensaje de un Blog]. Tarun, G., (2012). [Fecha de Consulta: 20 de Junio del 2019]. Recuperado de <https://www.brighthubengineering.com/structural-engineering/44795-what-is-soil-mechanics/>.

URCIA Díaz, Pierre. Análisis de mezclas de materiales de la cantera de Pinos y Tajo La Quinoa para su uso en las vías de Minera Yanacocha. Tesis (Grado de Titulación). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2014. 125 pp.

VALOR de Soporte California (CBR) ASTM D1883-07; Método de Pr [Mensaje de un Blog]. Díaz, L. (7 de Febrero del 2016). [Fecha de Consulta: 7 de Junio del 2019]. Recuperado de <https://prezi.com/yglct2rthd2e/valor-de-soporte-califonia-cbr-astm-d1883-07-metodo-de-pr/>.

VARGAS Álvarez, Frank. Influencia De La Combinación De Agregado De Cerro Y Rio En La Capacidad De Soporte De Un Afirmado. Tesis (Grado de Titulación). Cajamarca: Universidad Privada del Norte. 2017. 8 pp.

VIVANCO, Manuel. Muestreo Estadístico, Diseño y Aplicaciones [En Línea]. Santiago de Chile: Universitaria, 2005. [Fecha de Consulta: 21 de Junio del 2019]. Capítulo 2. Glosario de Diseño de Muestras. Disponible en [https://books.google.com.pe/books?id=-\\_gr5l3LbpIC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=-_gr5l3LbpIC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false).

ISBN: 956-11-1803-3.



## ANEXOS

### ANEXO 1: Panel Fotográfico.



Vista general de la cantera de cerro “Quebrada del Diablo”.  
Fuente: Elaboración Propia.



Vista panorámica de la cantera de río “Yanasara”.  
Fuente: Elaboración Propia.



Vista satelital de la cantera “Quebrada del Diablo”.  
Fuente: Google Earth.



Vista de la cantera “Yanasara”.  
Fuente: Google Earth.





Visita a la cantera “Yanasara”.  
Fuente: Elaboración Propia.



Visita a la cantera de cerro “Quebrada del Diablo”.  
Fuente: Elaboración Propia.



Extracción de material de la cantera Quebrada del Diablo, el cual pasa por una malla para obtener una granulometría adecuada.

Fuente: Elaboración Propia.



Extracción de material de la cantera Yanasara, el cual también es pasado por una malla.

Fuente: Elaboración Propia.





Material extraído de la cantera de cerro para afirmados, bases granulares, etc.”

Fuente: Elaboración Propia.



Material extraído de la cantera de río que también se usa para afirmados, etc.”

Fuente: Elaboración Propia.

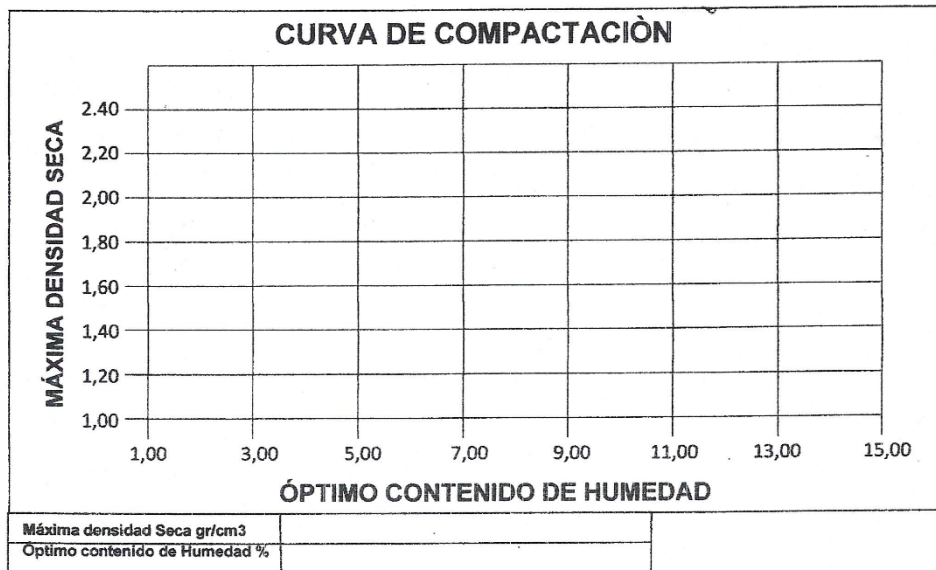
## ANEXO 2: Formato de laboratorio UCV: Para Proctor Modificado

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

#### ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

Obra :	_____	MOLDE	S -- 123
Cantera:	_____	Peso del Molde	_____
Ubicación:	_____	Volumen del molde cm3.	_____
Responsable:	_____	Nº de capas	_____
Solicitante:	_____	Nº de Golpes por capa	_____
Fecha:	_____		

Muestra Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)						
Peso de Molde (gr.)						
Peso del suelo Húmedo (gr.)						
Densidad Húmeda (gr/cm3.)						
CÁPSULA Nº	I-01	I-02	I-032	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)						
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)						
Peso de Agua (gr.)						
Peso de Cápsula (gr.)						
Peso de Suelo Seco (gr.)						
% de Humedad						
Densidad de Suelo Seco (gr/ cm3)						



**ANEXO 3: Formato de laboratorio UCV: Para CBR**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 2	MOLDE 2	MOLDE 3	MOLDE 3
Nº DE GOLPES POR CAPA	56	25	25	25	10	10
SOBRECARGA (gr.)	4530	4530	4530	4530	4530	4530
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)						
Peso de Molde (gr.)						
Peso de Suelo Húmedo (gr.)						
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )						
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )						
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )						
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )						
CAPSULA Nº	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)						
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)						
Peso de Agua (gr.)						
Peso de Cápsula (gr.)						
Peso de Suelo Seco (gr.)						
% de Humedad						
Densidad de Suelo Seco (gr./cm <sup>3</sup> )						

**ENSAYO DE EXPANSIÓN**

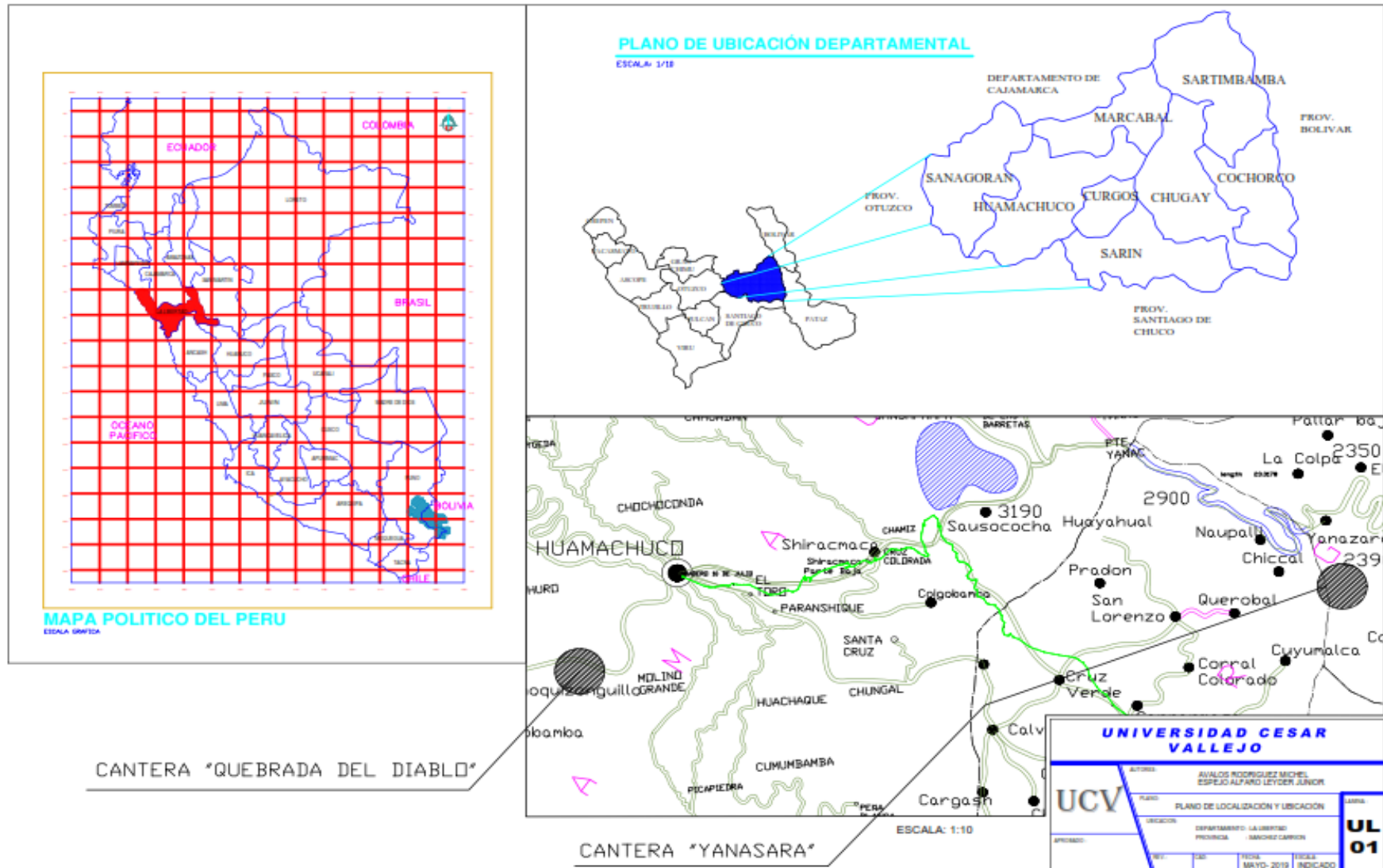
D/A	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
0						
1						
2						
3						

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN	TIEMPO	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs.	55 GOLPES lbs./pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs.	26 GOLPES lbs./pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs.	12 GOLPES lbs./pulg.
0.025	30seg.									
0.050	1min.									
0.075	1min.30seg.									
0.100	2 min.									
0.125	2min. 30 seg.									
0.150	3 min.									
0.200	4min.									
0.300	6 min.									
0.400	8 min.									
0.500	10 min.									



## ANEXO 4: Plano de Ubicación y Localización de las Canteras





**ANEXO 5: Cuadro de Porcentaje que Pasa por Tamizado.**

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37,5 mm (1½")	100	—				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	<b>100</b>
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9,5 mm ( ¾ ") 8	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	<b>70-100</b>
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	<b>55-100</b>
425 µm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25.45	20-50	<b>30-70</b>
75 µm (N.º 200)	<b>5-20</b>	<b>5-20</b>	<b>5-15</b>	<b>5-20</b>	<b>6-20</b>	<b>8-25</b>

Fuente: Manual de Carreteras.

**ANEXO 6: Cuadro 4.9, Correlación de Tipos de Suelos AASHTO – SUCS.**

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM –D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

Fuente: Manual de Carreteras.

## **ANEXO 7: Resultados de Laboratorio.**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : AVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019

Calicata	Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS							CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECÁNICAS						
			% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	MDS (g/cm3)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	Pu (g/cm3)	Qadm. (Kg/cm2)	
C-1	E-1	CERRO 100%	1.50 m	1.76	8.13	27.35	64.52	23	20	3	GP-GM	A-1-a (0)	1.928	7.24	64.04	51.28	-	-
C-2	E-1	RÍO 100%	1.50 m	3.72	5.08	32.01	62.91	18	17	1	GW-GM	A-1-a (0)	2.016	6.60	94.56	79.43	-	-
C-2	E-1	RÍO 25% - CERRO 75%	1.50 m	1.17	7.85	29.17	62.98	21	18	3	GP-GM	A-1-a (0)	1.919	7.13	66.38	55.76	-	-
													1.915	7.00	64.49	57.61	-	-
													1.925	7.25	64.76	58.09	-	-
C-2	E-1	RÍO 50% - CERRO 50%	1.50 m	1.15	6.87	22.83	70.30	19	17	2	GP-GM	A-1-a (0)	1.92	6.80	72.18	64.65	-	-
													1.995	6.62	74.39	67.11	-	-
													1.980	6.35	76.87	68.79	-	-
C-2	E-1	RÍO 75% - CERRO 25%	1.50 m	1.32	5.30	29.12	65.58	19	18	1	GW-GM	A-1-a (0)	2.026	6.71	91.42	73.02	-	-
													2.047	7.04	86.40	70.82	-	-
													2.010	6.91	86.16	69.71	-	-



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
ASTM D - 422

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : AVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / CERRO 100% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

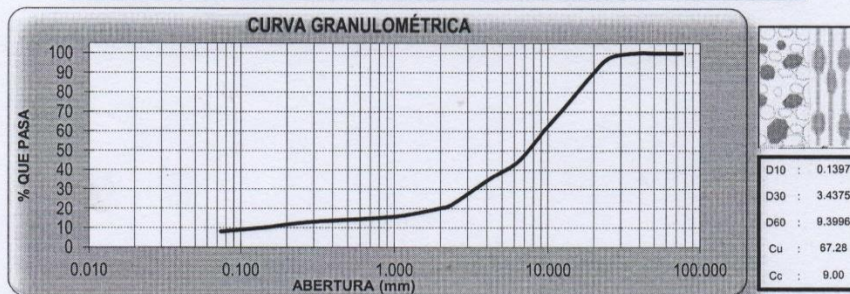
**DATOS DEL ENSAYO**

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1837.45

Peso perdido por lavado : 162.55

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Cóntenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	1.76%
2 1/2"	63.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>Límites e Índices de Consistencia</b>
1"	25.400	47.47	2.37	2.37	97.63	
3/4"	19.050	190.41	9.52	11.89	88.11	L. Plástico : 20
1/2"	12.700	327.95	16.40	28.29	71.71	Ind. Plasticidad : 3
3/8"	9.525	221.25	11.06	39.35	60.65	<b>Clasificación de la Muestra</b>
1/4"	6.350	327.01	16.35	55.70	44.30	
No4	4.178	176.40	8.82	64.52	35.48	Clas. AASHTO : A-1-a (0)
No8	2.360	268.84	13.44	77.97	22.03	<b>Descripción de la Muestra</b>
No10	2.000	35.56	1.78	79.74	20.26	
No16	1.180	73.78	3.69	83.43	16.57	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno
No20	0.850	23.30	1.17	84.60	15.40	
No30	0.600	15.90	0.80	85.39	14.61	Tiene un % de finos de = 8.13%
No40	0.420	13.29	0.66	86.06	13.94	
No50	0.300	15.26	0.76	86.82	13.18	<b>Descripción de la Calicata</b>
No60	0.250	10.68	0.53	87.36	12.65	
No80	0.180	27.92	1.40	88.75	11.25	Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No100	0.150	19.12	0.96	89.71	10.29	
No200	0.074	43.31	2.17	91.87	8.13	
< No200		162.55	8.13	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
ASTM D - 4318

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

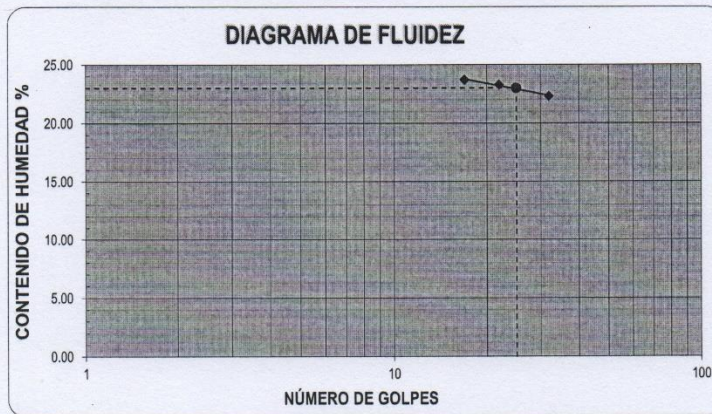
**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / CERRO 100% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	17	22	32	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	9.41	8.94	8.51	9.86	10.17
Peso de tara + suelo húmedo (g)	14.42	13.81	13.17	10.47	10.90
Peso tara + suelo seco (g)	13.46	12.89	12.32	10.37	10.78
Contenido de Humedad %	23.70	23.29	22.31	19.61	19.67
Limites %	23			20	

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**ECUACIÓN DE LA RECTA**

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -2.2340 \ln(x) + 30.093$$

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
ASTM D - 2216

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : AVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / CERRO 100% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	50.46	50.80	51.93
Peso del tarro + suelo humedo (g)	175.57	146.78	167.20
Peso del tarro + suelo seco (g)	173.54	145.15	165.06
Peso del suelo seco (g)	123.08	94.35	113.13
Peso del agua (g)	2.03	1.63	2.14
% de humedad (%)	1.65	1.73	1.89
% de humedad promedio (%)	1.76		

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO C  
ASTM D - 1557**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

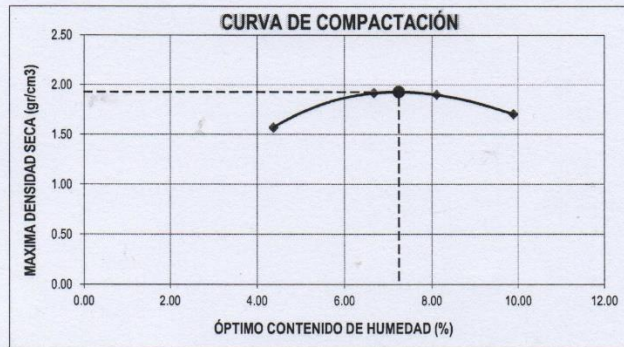
**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / CERRO 100% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9240	10090	10110	9730		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3440	4290	4310	3930		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.64	2.04	2.05	1.87		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	156.61	180.18	155.54	198.57		
Peso del suelo seco + tara (g)	150.70	169.95	145.16	182.22		
Peso del agua (g)	5.91	10.23	10.38	16.35		
Peso de la tara (g)	15.56	16.84	17.22	16.89		
Peso del suelo seco (g)	135.14	153.11	127.93	165.33		
% de humedad (%)	4.38	6.68	8.12	9.89		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.57	1.92	1.90	1.70		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.928
Óptimo contenido de humedad (%)	7.24

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D - 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRIGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / CERRO 100% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE		MOLDE		MOLDE		MOLDE	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56			
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11355		11635		11935			
Peso del molde (g)	7555		7555		7555			
Peso del suelo húmedo (g)	3800		4080		4380			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119			
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.793		1.925		2.067			
CONTENIDO DE HUMEDAD								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	88.71		101.17		95.40			
Peso del suelo seco + cápsula (g)	83.39		94.91		89.68			
Peso del agua (g)	5.32		6.26		5.73			
Peso de la cápsula (g)	10.09		10.34		10.55			
Peso del suelo seco (g)	73.29		84.57		79.13			
% de humedad (%)	7.26		7.41		7.24			
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.672		1.793		1.928			

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.584	0.584	0.460	0.843	0.643	0.506	0.720	0.720	0.567
48 hrs	0.637	0.637	0.501	0.685	0.685	0.539	0.762	0.762	0.600
72 hrs	0.661	0.661	0.521	0.691	0.691	0.544	0.769	0.769	0.605
96 hrs	0.661	0.661	0.521	0.691	0.691	0.544	0.769	0.769	0.605

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		LECTURA DIAL	MOLDE 2		LECTURA DIAL	MOLDE 3	
		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	237.38	79.15	43	388.49	129.53	72	832.18	210.78
0.050	43	388.49	129.53	82	716.27	238.82	129	1111.94	370.74
0.075	68	598.55	199.57	118	1019.27	339.84	175	1498.89	500.09
0.100	100	867.72	289.31	161	1361.74	460.70	225	1920.75	640.41
0.125	132	1137.22	379.17	196	1677.22	559.21	275	2345.61	782.06
0.150	164	1407.05	469.13	232	1981.55	660.68	317	2701.78	900.82
0.200	224	1913.89	638.12	292	2489.70	830.11	388	3305.18	1102.00
0.300	309	2633.89	876.18	374	3186.07	1062.29	477	4063.85	1354.95
0.400	359	3058.52	1019.76	423	3603.23	1201.37	530	4516.87	1506.00
0.500	373	3177.56	1059.45	445	3790.77	1263.90	555	4730.87	1577.35

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D-1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

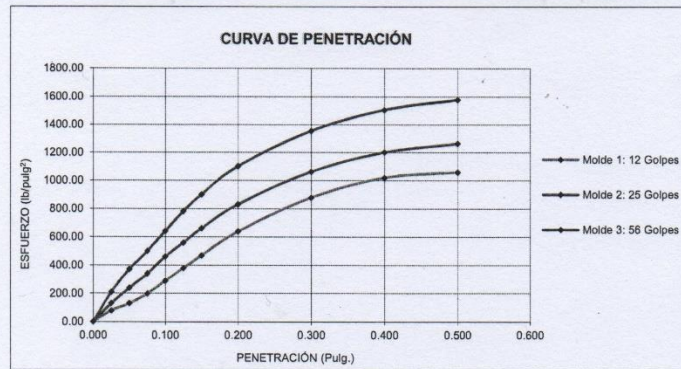
**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / CERRO 100% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



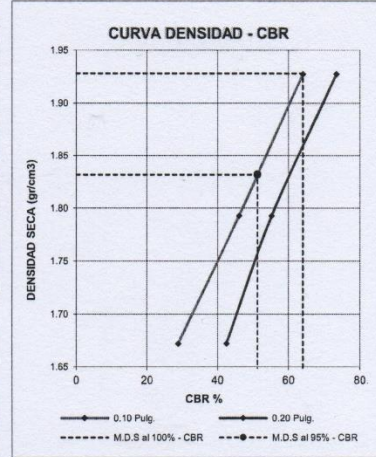
VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	289.31	1000	28.93	1.672
2	0.100	460.70	1000	46.07	1.793
3	0.100	640.41	1000	64.04	1.928

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	638.12	1500	42.54	1.672
2	0.200	830.11	1500	55.34	1.793
3	0.200	1102.00	1500	73.47	1.928

RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.928
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.832
Óptimo contenido de humedad	(%)	7.24
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	64.04
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	51.28



CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
ASTM D - 422

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRIGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 100% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**DATOS DEL ENSAYO**

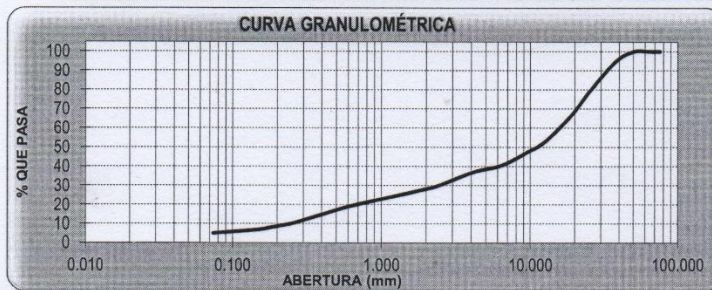
Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1886.38

Peso perdido por lavado : 101.62

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	3.72%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	102.60	5.13	5.13	94.87	<b>Límites e Índices de Consistencia</b>	
1"	25.400	308.90	15.45	20.58	79.43		L. Líquido : 18
3/4"	19.050	254.29	12.71	33.29	66.71		L. Plástico : 17
1/2"	12.700	272.66	13.63	46.92	53.08	Ind. Plasticidad : 1	
3/8"	9.525	116.54	5.83	52.75	47.25	<b>Clasificación de la Muestra</b>	
1/4"	6.350	136.65	6.83	59.58	40.42		Clas. SUCS : GW-GM
No4	4.178	66.54	3.33	62.91	37.09		Clas. AASHTO : A-1-a (0)
No8	2.360	148.06	7.40	70.31	29.69	<b>Descripción de la Muestra</b>	
No10	2.000	28.54	1.48	71.79	28.21		SUCS: Grava bien graduada con limo y arena
No18	1.180	81.12	4.06	75.85	24.18		AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno
No20	0.850	49.48	2.47	78.32	21.68	Tiene un % de finos de = 5.08%	
No30	0.600	55.10	2.76	81.07	18.93	<b>Descripción de la Calicata</b>	
No40	0.420	71.80	3.59	84.66	15.34		C-X : E-X
No50	0.300	68.74	3.44	88.10	11.90		Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No60	0.250	36.46	1.82	89.92	10.08		
No80	0.180	41.34	2.07	91.99	8.01		
No100	0.150	21.12	1.06	93.05	6.95		
No200	0.074	37.43	1.87	94.92	5.08		
< No200		101.62	5.08	100.00	0.00		
Total		2000.00	100.00				

CURVA GRANULOMÉTRICA



D10	: 0.2474
D30	: 2.4366
D60	: 15.9244
Cu	: 64.36
Cc	: 1.51

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D - 4318

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMANDO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

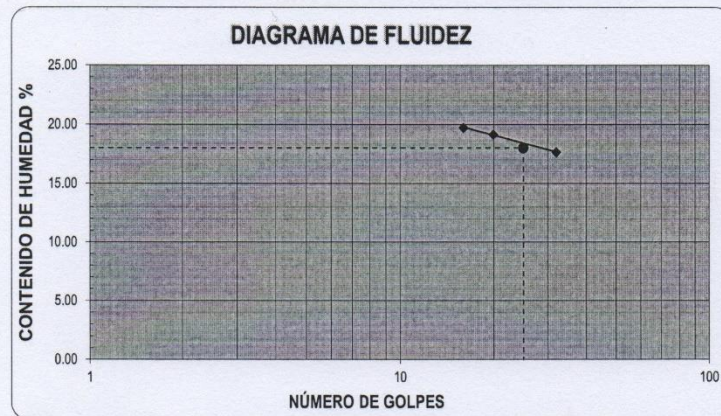
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDARA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 100% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	16	20	32	-	-
N° de golpes	16	20	32	-	-
Peso de tara (g)	10.61	11.07	10.27	10.16	9.87
Peso de tara + suelo húmedo (g)	17.53	16.61	16.07	11.06	10.98
Peso tara + suelo seco (g)	16.39	15.72	15.20	10.93	10.81
Contenido de Humedad %	19.72	19.14	17.65	16.88	18.09
Límites %	18			17	



**ECUACIÓN DE LA RECTA**

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$y = -3.0230 \ln(x) + 28.142$

**CAMPUS TRUJILLO**  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
ASTM D - 2216

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : AVALOS RODRIGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 100% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	48.99	49.61	50.59
Peso del tarro + suelo humedo (g)	158.57	158.27	183.64
Peso del tarro + suelo seco (g)	154.87	154.05	179.00
Peso del suelo seco (g)	105.88	104.44	128.41
Peso del agua (g)	3.70	4.22	4.64
% de humedad (%)	3.49	4.04	3.61
% de humedad promedio (%)	3.72		

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO D  
ASTM D - 1557

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

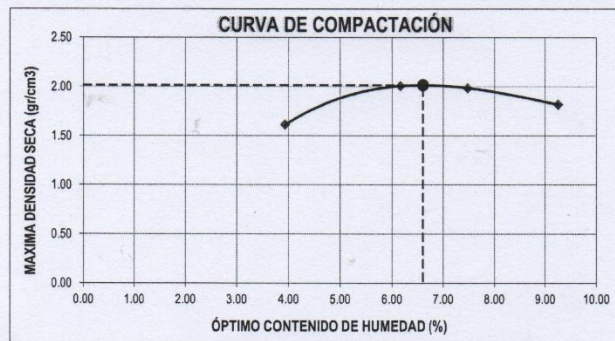
**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 100% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9320	10270	10280	9975		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3520	4470	4480	4175		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.68	2.13	2.14	1.99		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	157.97	183.39	158.15	203.57		
Peso del suelo seco + tara (g)	152.58	173.73	148.36	187.80		
Peso del agua (g)	5.39	9.66	9.79	15.77		
Peso de la tara (g)	15.69	17.15	17.51	17.32		
Peso del suelo seco (g)	136.89	156.59	130.85	170.48		
% de humedad (%)	3.94	6.17	7.48	9.25		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.61	2.01	1.99	1.82		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.016
Óptimo contenido de humedad (%)	6.60

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Cefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D - 1883**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 100% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**ENSAYO DE CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11370		11715		12108	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3815		4160		4553	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.800		1.983		2.149	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	88.83		101.87		96.40	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	83.93		95.95		91.09	
Peso del agua (g)	4.89		5.92		5.32	
Peso de la cápsula (g)	10.11		10.41		10.55	
Peso del suelo seco (g)	73.83		85.54		80.54	
% de humedad (%)	6.63		6.92		6.60	
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.688		1.836		2.016	

**ENSAYO DE EXPANSIÓN**

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.236	0.236	0.186	0.265	0.265	0.209	0.300	0.300	0.236
48 hrs	0.271	0.271	0.213	0.288	0.288	0.227	0.317	0.317	0.250
72 hrs	0.291	0.291	0.229	0.291	0.291	0.229	0.320	0.320	0.252
96 hrs	0.291	0.291	0.229	0.291	0.291	0.229	0.320	0.320	0.252

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 ESFUERZO		LECTURA DIAL	MOLDE 2 ESFUERZO		LECTURA DIAL	MOLDE 3 ESFUERZO	
		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	346.51	115.53	66	581.74	193.96	110	951.90	317.38
0.050	64	564.93	188.36	123	1061.39	353.88	193	1651.88	550.76
0.075	101	876.14	292.12	175	1499.89	500.09	260	2218.54	739.70
0.100	147	1263.66	421.33	237	2023.85	674.79	333	2836.05	945.59
0.125	194	1660.32	553.58	289	2484.27	821.63	406	3458.41	1153.09
0.150	241	2057.70	686.07	341	2905.56	968.76	488	3987.02	1329.33
0.200	329	2803.65	934.78	429	3654.36	1218.42	572	4876.51	1625.91
0.300	454	3867.54	1289.50	549	4679.49	1560.22	702	5993.30	1998.26
0.400	527	4491.20	1497.44	622	5305.40	1768.90	780	6666.01	2222.55
0.500	547	4682.37	1554.51	653	5571.71	1857.70	816	6977.15	2328.29

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D-1883**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

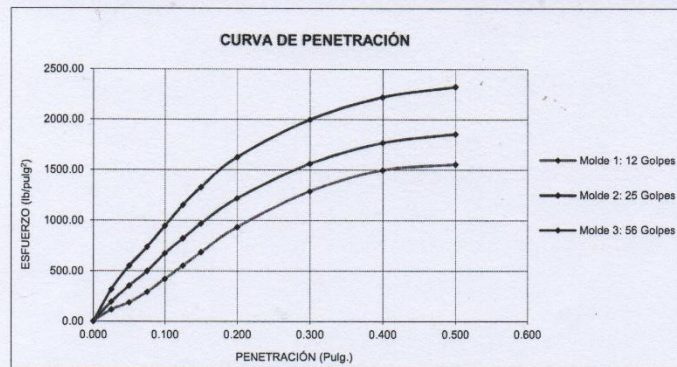
**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 100% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

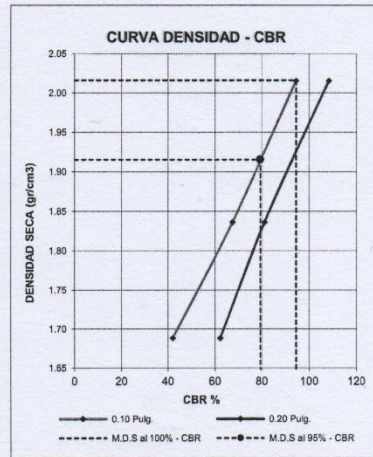

**VALORES CORREGIDOS**

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	421.33	1000	42.13	1.688
2	0.100	674.79	1000	67.48	1.836
3	0.100	945.59	1000	94.56	2.016

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	934.78	1500	62.32	1.688
2	0.200	1218.42	1500	81.23	1.836
3	0.200	1625.91	1500	108.39	2.016

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	2.016
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.915
Óptimo contenido de humedad	(%)	6.60
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	94.56
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	79.43



**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
ASTM D - 422

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : AVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

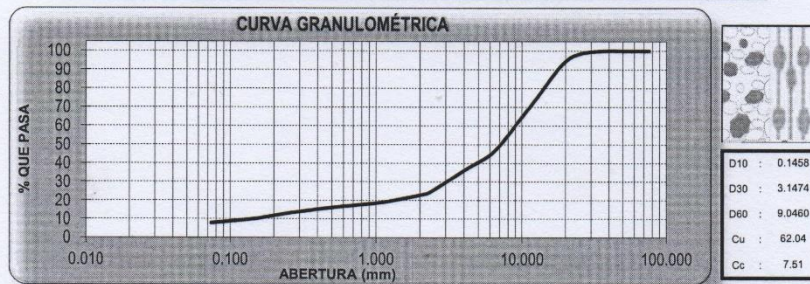
**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 25% - CERRO 75% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00  
Peso de muestra seca luego de lavado : 1842.99  
Peso perdido por lavado : 157.01

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	1.17%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>Limites e Índices de Consistencia</b>	
1"	25.400	29.58	1.48	1.48	98.52		L. Líquido : 21
3/4"	19.050	114.33	5.72	7.20	92.80		L. Plástico : 18
1/2"	12.700	358.69	17.93	25.13	74.87		Ind. Plasticidad : 3
3/8"	9.525	247.58	12.38	37.51	62.49	<b>Clasificación de la Muestra</b>	
1/4"	6.350	330.34	16.52	54.03	45.98		Clas. SUCS : GP-GM
No4	4.750	179.15	8.96	62.98	37.02	Clas. AASHTO : A-1-a (0)	
No8	2.360	247.58	12.38	75.36	24.64	<b>Descripción de la Muestra</b>	
No10	2.000	35.25	1.76	77.12	22.88		SUCS: Grava mal graduada con limo y arena
No16	1.180	70.83	3.54	80.67	19.33	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno	
No20	0.850	27.40	1.37	82.04	17.96	Tiene un % de finos de = 7.85%	
No30	0.600	23.32	1.17	83.20	16.80	<b>Descripción de la Calicata</b>	
No40	0.420	26.19	1.31	84.51	15.49		C-X : E-X
No50	0.300	31.02	1.55	86.06	13.94	Profundidad : 0.00 m - 1.50 m	
No60	0.250	17.36	0.87	86.93	13.07		
No80	0.180	38.13	1.91	88.84	11.16		
No100	0.150	20.76	1.04	89.87	10.13		
No200	0.074	45.50	2.28	92.15	7.85		
< No200		157.01	7.85	100.00	0.00		
Total		2000.00	100.00				



CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D - 4318**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

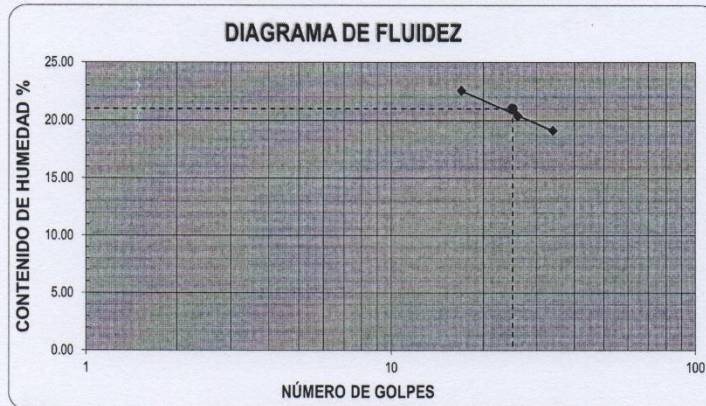
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 25% - CERRO 75% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	17	26	34	-	-
Nº de golpes	17	26	34	-	-
Peso de tara (g)	10.09	9.75	10.60	10.11	9.84
Peso de tara + suelo húmedo (g)	15.74	13.59	14.71	11.39	11.07
Peso tara + suelo seco (g)	14.70	12.94	14.05	11.19	10.89
Contenido de Humedad %	22.56	20.38	19.13	18.52	17.14
Limites %	21			18	



**ECUACIÓN DE LA RECTA**

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -4.9650 \ln(x) + 36.605$$

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D - 2216

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019  
**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)  
**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 25% - CERRO 75% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	50.95	52.14	49.72
Peso del tarro + suelo humedo (g)	160.19	176.29	181.45
Peso del tarro + suelo seco (g)	158.74	174.99	179.99
Peso del suelo seco (g)	107.79	122.85	130.27
Peso del agua (g)	1.45	1.30	1.46
% de humedad (%)	1.35	1.06	1.12
% de humedad promedio (%)	1.17		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO C  
ASTM D - 1557

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

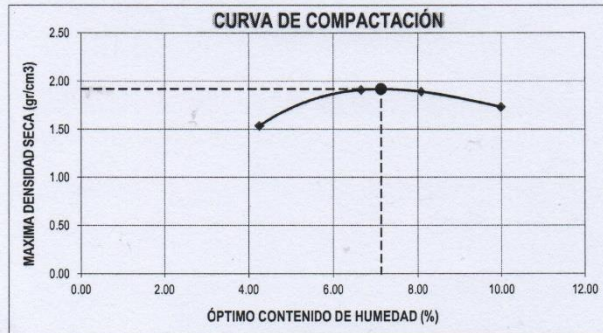
**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 25% - CERRO 75% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9160	10075	10090	9800		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3360	4275	4290	4000		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.60	2.04	2.04	1.91		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	155.25	179.91	155.23	200.00		
Peso del suelo seco + tara (g)	149.55	169.72	144.91	183.37		
Peso del agua (g)	5.70	10.19	10.32	16.63		
Peso de la tara (g)	15.42	16.82	17.19	17.01		
Peso del suelo seco (g)	134.13	152.90	127.72	166.36		
% de humedad (%)	4.25	6.66	8.08	9.99		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.54	1.91	1.89	1.73		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.919
Óptimo contenido de humedad (%)	7.13

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D - 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 25% - CERRO 75% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11205		11535		11912	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3650		3980		4357	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.723		1.878		2.056	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	87.54		100.30		94.84	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	82.35		94.04		89.23	
Peso del agua (g)	5.18		6.26		5.61	
Peso de la cápsula (g)	9.96		10.25		10.55	
Peso del suelo seco (g)	72.39		83.79		78.68	
% de humedad (%)	7.16		7.48		7.13	
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.607		1.748		1.919	

ENSAYO DE EXPANSIÓN									
TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.564	0.564	0.444	0.633	0.633	0.499	0.717	0.717	0.564
48 hrs	0.647	0.647	0.510	0.689	0.689	0.542	0.758	0.758	0.597
72 hrs	0.696	0.696	0.548	0.696	0.696	0.548	0.765	0.765	0.603
96 hrs	0.696	0.696	0.548	0.696	0.696	0.548	0.765	0.765	0.603

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	254.16	84.74	46	413.69	137.93	77	674.22	224.80
0.050	45	405.29	135.13	86	749.92	250.03	135	1162.50	387.60
0.075	70	615.36	205.17	122	1052.97	351.08	182	1558.98	519.79
0.100	103	892.97	297.73	166	1423.93	474.76	233	1990.85	663.78
0.125	136	1170.93	390.41	202	1727.91	576.11	284	2421.88	807.49
0.150	169	1449.25	483.20	239	2040.78	680.43	327	2786.67	929.12
0.200	230	1964.63	656.04	300	2557.55	852.73	400	3407.32	1136.05
0.300	318	2710.27	903.65	394	3271.14	1090.65	491	4183.43	1394.82
0.400	368	3135.04	1045.27	435	3705.51	1235.47	546	4653.81	1551.65
0.500	383	3262.63	1087.81	457	3893.14	1298.04	571	4867.94	1623.05

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D-1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

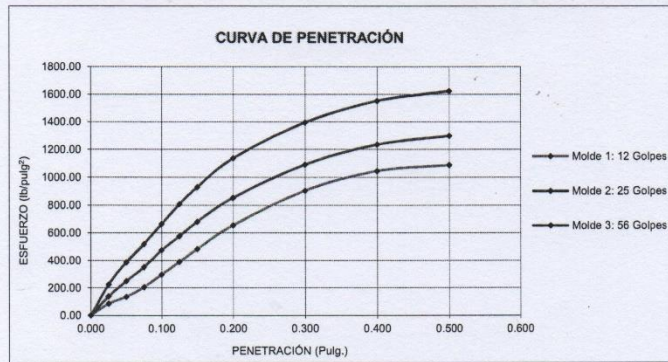
**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 25% - CERRO 75% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



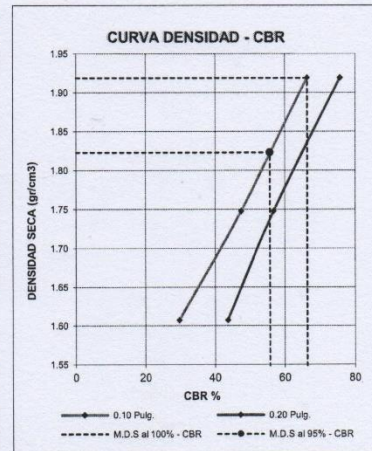
VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	297.73	1000	29.77	1.607
2	0.100	474.76	1000	47.48	1.748
3	0.100	663.78	1000	66.38	1.919

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	655.04	1500	43.67	1.607
2	0.200	852.73	1500	56.85	1.748
3	0.200	1138.05	1500	75.74	1.919

RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.919
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.823
Óptimo contenido de humedad	(%)	7.13
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	66.38
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	55.76



CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000, Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO C**  
ASTM D - 1557

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRIGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

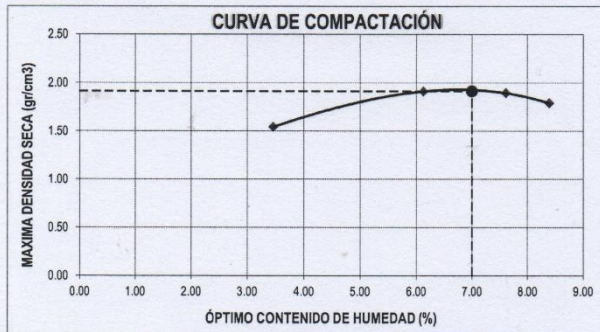
**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 25% - CERRO 75% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9150	10060	10080	9875		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3350	4260	4280	4075		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.60	2.03	2.04	1.94		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	151.95	175.18	151.00	194.59		
Peso del suelo seco + tara (g)	147.37	166.00	141.50	180.80		
Peso del agua (g)	4.58	9.18	9.50	13.79		
Peso de la tara (g)	15.09	16.38	16.72	16.55		
Peso del suelo seco (g)	132.27	149.62	124.78	164.25		
% de humedad (%)	3.47	6.13	7.61	8.40		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.54	1.91	1.90	1.79		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.915
Óptimo contenido de humedad (%)	7.00

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D - 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRIGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 25% - CERRO 75% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	10960		11285		11896	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3425		3730		4341	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.616		1.760		2.049	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	85.78		96.13		92.68	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	81.59		93.07		87.31	
Peso del agua (g)	4.19		5.06		5.37	
Peso de la cápsula (g)	9.76		10.03		10.55	
Peso del suelo seco (g)	71.83		83.04		76.76	
% de humedad (%)	5.83		6.09		7.00	
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.527		1.659		1.915	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.586	0.586	0.461	0.658	0.658	0.518	0.745	0.745	0.586
48 hrs	0.672	0.672	0.529	0.716	0.716	0.564	0.788	0.788	0.620
72 hrs	0.723	0.723	0.569	0.723	0.723	0.569	0.795	0.795	0.626
96 hrs	0.723	0.723	0.569	0.723	0.723	0.569	0.795	0.795	0.626

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		LECTURA DIAL	MOLDE 2		LECTURA DIAL	MOLDE 3	
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	245.77	81.94	45	405.29	135.13	74	649.00	216.39
0.050	44	396.89	132.33	83	724.68	241.62	131	1128.79	376.36
0.075	68	598.55	199.57	119	1027.70	342.65	177	1616.77	505.72
0.100	100	867.72	289.31	161	1381.74	460.70	226	1934.22	644.90
0.125	132	1137.22	379.17	196	1677.22	569.21	275	2345.61	782.06
0.150	164	1407.05	469.13	231	1973.09	657.86	318	2710.27	903.65
0.200	223	1905.43	635.30	291	2481.23	827.28	388	3305.18	1102.00
0.300	308	2625.41	875.35	372	3169.06	1056.61	476	4055.31	1352.11
0.400	357	3041.52	1014.09	422	3594.70	1198.53	529	4508.31	1503.14
0.500	371	3160.65	1063.78	443	3773.72	1258.22	554	4722.31	1574.49

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D-1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

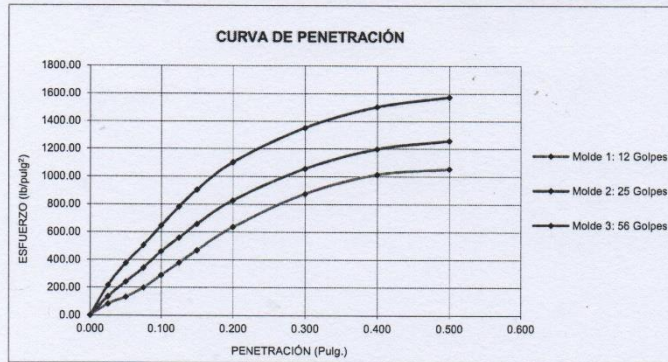
**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRIGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 25% - CERRO 75% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



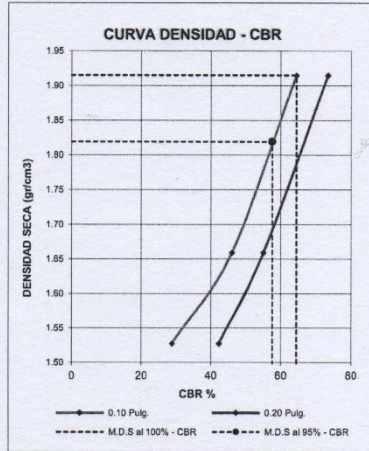
VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg <sup>2</sup> )	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg <sup>2</sup> )	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )
1	0.100	289.31	1000	28.93	1.527
2	0.100	460.70	1000	46.07	1.659
3	0.100	644.90	1000	64.49	1.915

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg <sup>2</sup> )	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg <sup>2</sup> )	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )
1	0.200	635.30	1500	42.35	1.527
2	0.200	827.28	1500	55.15	1.659
3	0.200	1102.00	1500	73.47	1.915

RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm <sup>3</sup> )	1.915
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm <sup>3</sup> )	1.819
Óptimo contenido de humedad	(%)	7.00
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	64.49
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	57.61



CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO C**  
ASTM D - 1557

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

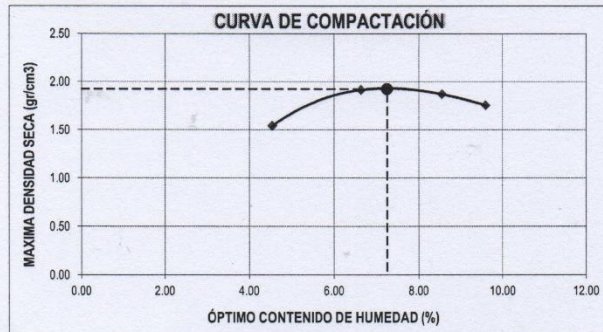
**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 25% - CERRO 75% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9180	10085	10060	9840		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3380	4285	4260	4040		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.61	2.04	2.03	1.93		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	151.95	175.18	151.00	194.59		
Peso del suelo seco + tara (g)	146.00	165.30	140.41	179.00		
Peso del agua (g)	5.95	9.88	10.59	15.59		
Peso de la tara (g)	15.09	16.38	16.72	16.55		
Peso del suelo seco (g)	130.91	148.92	123.69	162.45		
% de humedad	4.54	6.63	8.56	9.60		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.54	1.92	1.87	1.76		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.925
Óptimo contenido de humedad (%)	7.25

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D - 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 25% - CERRO 75% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	10980		11285		11930	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3425		3730		4375	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.616		1.760		2.065	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	85.78		98.13		92.68	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	81.59		93.07		87.13	
Peso del agua (g)	4.19		5.06		5.55	
Peso de la cápsula (g)	9.76		10.03		10.55	
Peso del suelo seco (g)	71.83		83.04		76.58	
% de humedad (%)	5.83		6.09		7.25	
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.527		1.659		1.925	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.582	0.582	0.459	0.654	0.654	0.515	0.741	0.741	0.583
48 hrs	0.669	0.669	0.527	0.712	0.712	0.561	0.784	0.784	0.617
72 hrs	0.719	0.719	0.566	0.719	0.719	0.566	0.791	0.791	0.623
96 hrs	0.719	0.719	0.566	0.719	0.719	0.566	0.791	0.791	0.623

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	245.77	81.94	46	405.29	135.13	75	657.40	219.19
0.050	44	396.89	132.33	84	733.09	244.43	131	1128.79	376.36
0.075	69	606.96	202.37	119	1027.70	342.65	177	1516.77	505.72
0.100	101	876.14	292.12	162	1390.18	463.51	227	1942.31	647.60
0.125	132	1137.22	379.17	197	1685.67	562.03	277	2362.56	787.71
0.150	164	1407.05	469.13	232	1981.55	660.68	319	2718.75	906.48
0.200	224	1913.89	638.12	293	2498.18	832.93	390	3322.20	1107.67
0.300	309	2633.89	878.16	374	3186.07	1062.29	478	4072.39	1357.80
0.400	359	3058.52	1019.76	424	3611.75	1204.21	531	4525.42	1508.85
0.500	373	3177.56	1059.45	445	3790.77	1263.90	556	4739.43	1580.20

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D-1883**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

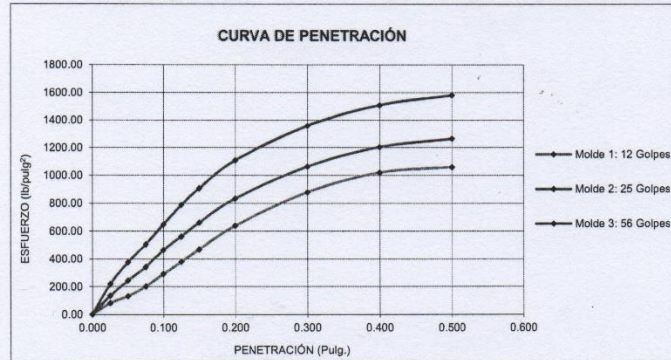
**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 25% - CERRO 75% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

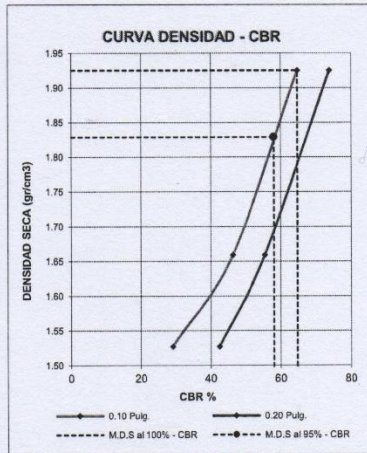

**VALORES CORREGIDOS**

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	292.12	1000	29.21	1.527
2	0.100	463.51	1000	46.35	1.659
3	0.100	647.80	1000	64.76	1.925

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	636.12	1500	42.54	1.527
2	0.200	832.93	1500	55.53	1.659
3	0.200	1107.67	1500	73.84	1.925

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.925
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.829
Óptimo contenido de humedad	(%)	7.25
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	64.76
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	58.09



**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
ASTM D - 422**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

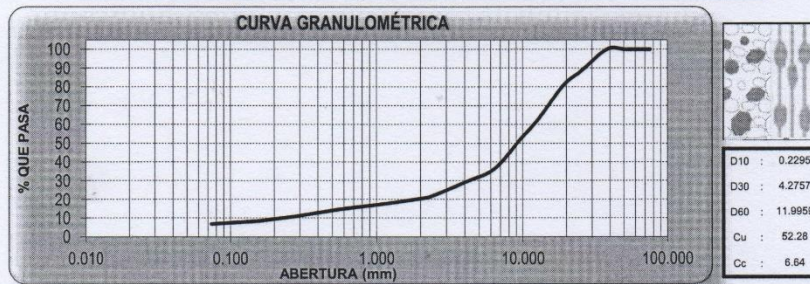
**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 50% - CERRO 50% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**DATOS DEL ENSAYO**

Peso de muestra seca : 2000.00  
 Peso de muestra seca luego de lavado : 1862.58  
 Peso perdido por lavado : 137.44

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	1.15%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>Limites e Índices de Consistencia</b>
1"	25.400	229.50	11.48	11.48	88.53	
3/4"	19.050	156.55	7.83	19.30	80.70	L. Plástico : 17
1/2"	12.700	366.18	18.31	37.61	62.39	Ind. Plasticidad : 2
3/8"	9.525	215.41	10.77	48.38	51.62	<b>Clasificación de la Muestra</b>
1/4"	6.350	307.13	15.36	63.74	36.26	
No4	4.750	131.13	6.56	70.30	29.71	Clas. AASHTO : A-1-a (0)
No8	2.360	162.23	8.11	78.41	21.59	<b>Descripción de la Muestra</b>
No10	2.000	23.62	1.18	79.59	20.41	
No16	1.180	52.47	2.62	82.21	17.79	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno
No20	0.850	27.80	1.39	83.60	16.40	
No30	0.600	28.44	1.42	85.02	14.98	Tiene un % de finos de = 6.87%
No40	0.420	36.34	1.82	86.84	13.16	
No60	0.300	37.80	1.89	88.73	11.27	<b>Descripción de la Calicata</b>
No80	0.250	17.57	0.88	89.61	10.39	
No100	0.150	13.78	0.69	91.63	8.37	Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No200	0.075	29.92	1.50	93.13	6.87	
< No200		137.44	6.87	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



**CAMPUS TRUJILLO**  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000, Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D - 4318**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

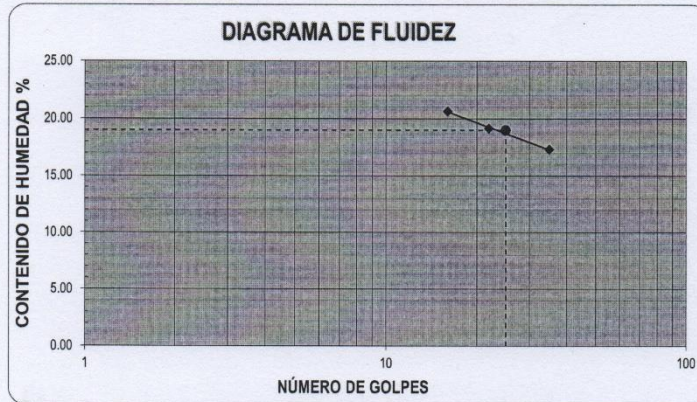
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 50% - CERRO 50% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	16	22	35	-	-
Peso de tara (g)	9.43	9.22	8.04	8.69	8.59
Peso de tara + suelo húmedo (g)	15.39	14.32	13.39	10.03	9.85
Peso tara + suelo seco (g)	14.37	13.50	12.60	9.83	9.67
Contenido de Humedad %	20.65	19.16	17.32	17.54	16.67
Límites %	19			17	



**ECUACIÓN DE LA RECTA**

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -4.2240 \ln(x) + 32.306$$

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D - 2216**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 50% - CERRO 50% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	50.53	51.29	51.72
Peso del tarro + suelo humedo (g)	188.00	191.47	173.70
Peso del tarro + suelo seco (g)	186.20	189.90	172.49
Peso del suelo seco (g)	135.67	138.61	120.77
Peso del agua (g)	1.80	1.57	1.21
% de humedad (%)	1.33	1.13	1.00
% de humedad promedio (%)	1.15		

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO C**  
ASTM D - 1557

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

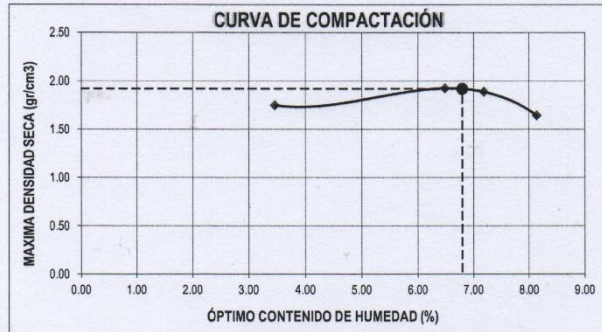
**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 50% - CERRO 50% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	55

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9600	10100	10050	9535		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3800	4300	4250	3735		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.81	2.05	2.03	1.78		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	151.95	175.18	151.00	194.59		
Peso del suelo seco + tara (g)	147.37	165.50	142.00	181.19		
Peso del agua (g)	4.58	9.68	9.00	13.41		
Peso de la tara (g)	15.09	16.38	16.72	16.55		
Peso del suelo seco (g)	132.27	149.12	125.28	164.63		
% de humedad (%)	3.47	6.49	7.18	8.14		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.92	1.89	1.65		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.920
Óptimo contenido de humedad (%)	6.80

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D - 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 50% - CERRO 50% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	10980		11285		11900	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3425		3730		4345	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.616		1.750		2.050	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	85.78		98.13		92.68	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	81.59		93.07		87.45	
Peso del agua (g)	4.19		5.06		5.23	
Peso de la cápsula (g)	9.76		10.03		10.55	
Peso del suelo seco (g)	71.83		83.04		76.90	
% de humedad	5.83		6.09		6.80	
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.527		1.659		1.920	

ENSAYO DE EXPANSIÓN									
TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.496	0.496	0.391	0.557	0.557	0.439	0.631	0.631	0.497
48 hrs	0.570	0.570	0.448	0.606	0.606	0.477	0.668	0.668	0.526
72 hrs	0.612	0.612	0.482	0.612	0.612	0.482	0.674	0.674	0.530
96 hrs	0.612	0.612	0.482	0.612	0.612	0.482	0.674	0.674	0.530

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	270.95	90.34	50	447.29	149.13	84	733.09	244.43
0.050	49	438.89	146.33	94	817.23	272.48	147	1263.66	421.33
0.075	77	674.22	224.80	133	1145.65	381.98	199	1702.56	567.66
0.100	112	988.74	323.00	181	1650.54	516.97	254	2185.06	721.87
0.125	148	1272.10	424.14	221	1888.52	629.66	309	2633.89	878.18
0.150	184	1575.87	525.42	260	2218.54	739.70	357	3041.52	1014.09
0.200	251	2142.34	714.29	327	2786.67	929.12	436	3714.03	1238.32
0.300	346	2948.04	982.92	419	3569.14	1190.01	535	4559.65	1520.26
0.400	402	3424.35	1141.73	474	4038.24	1346.41	595	5073.70	1691.65
0.500	417	3552.10	1184.33	498	4243.24	1414.76	622	5305.40	1768.90

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D-1883**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

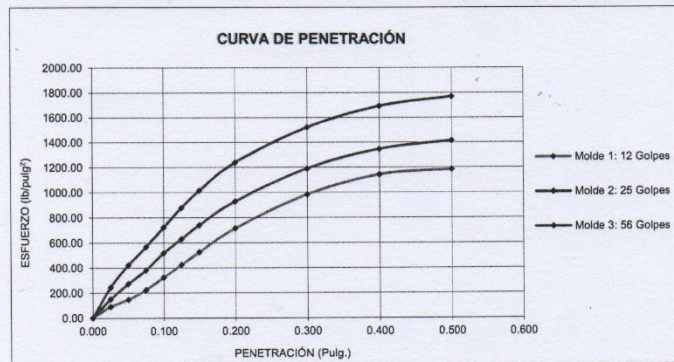
**SOLICITANTE RESPONSABLE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**UBICACIÓN** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**FECHA** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**MUESTRA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

: C-X / E-X / RÍO 50% - CERRO 50% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



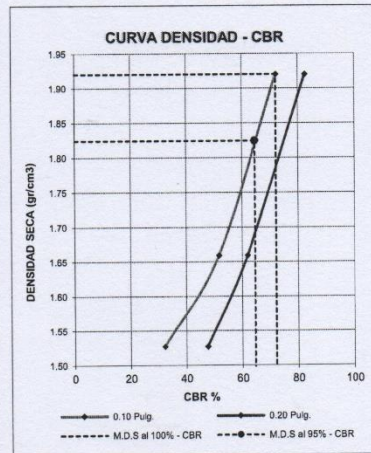
**VALORES CORREGIDOS**

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	323.00	1000	32.30	1.527
2	0.100	516.97	1000	51.70	1.659
3	0.100	721.87	1000	72.19	1.920

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	714.29	1500	47.62	1.527
2	0.200	929.12	1500	61.94	1.659
3	0.200	1238.32	1500	82.55	1.920

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.920
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.824
Óptimo contenido de humedad	(%)	6.80
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	72.19
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	64.65



**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO C  
ASTM D - 1557

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

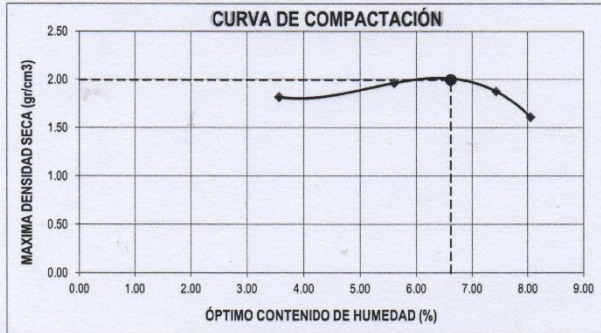
**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 50% - CERRO 50% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9751	10150	10030	9450		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3951	4350	4230	3650		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.88	2.07	2.02	1.74		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	153.22	175.45	151.31	193.18		
Peso del suelo seco + tara (g)	148.47	167.00	142.00	179.99		
Peso del agua (g)	4.75	8.45	9.31	13.18		
Peso de la tara (g)	15.22	16.40	16.75	16.43		
Peso del suelo seco (g)	133.25	150.60	125.25	163.55		
% de humedad	3.57	5.61	7.43	8.06		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.82	1.96	1.88	1.61		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.995
Óptimo contenido de humedad (%)	6.62

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D - 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 50% - CERRO 50% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11115		11380		12063	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3560		3825		4508	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.680		1.805		2.127	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	86.84		98.96		93.20	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	82.54		93.90		88.07	
Peso del agua (g)	4.30		5.06		5.13	
Peso de la cápsula (g)	9.88		10.12		10.55	
Peso del suelo seco (g)	72.66		83.78		77.52	
% de humedad (%)	5.92		6.04		6.62	
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.586		1.702		1.995	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.455	0.455	0.359	0.502	0.502	0.395	0.562	0.562	0.443
48 hrs	0.497	0.497	0.391	0.534	0.534	0.421	0.595	0.595	0.468
72 hrs	0.516	0.516	0.406	0.539	0.539	0.424	0.600	0.600	0.472
96 hrs	0.516	0.516	0.406	0.539	0.539	0.424	0.600	0.600	0.472

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	270.95	90.34	50	447.29	149.13	84	733.09	244.43
0.050	50	447.29	149.13	96	834.06	278.09	150	1288.96	429.76
0.075	79	691.04	230.40	137	1179.36	393.22	203	1736.36	578.93
0.100	118	1002.43	334.23	186	1692.76	531.05	281	2231.03	743.86
0.125	153	1314.26	438.20	227	1939.26	646.58	319	2718.75	906.48
0.150	190	1626.54	542.31	289	2294.77	765.11	368	3135.04	1045.27
0.200	260	2218.54	739.70	339	2888.57	963.10	450	3833.42	1278.12
0.300	359	3058.52	1019.76	433	3688.46	1229.79	553	4713.74	1571.64
0.400	417	3552.10	1184.33	491	4183.43	1394.82	615	5245.30	1748.87
0.500	433	3688.46	1229.79	516	4397.11	1466.07	644	5494.36	1831.91

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D-1883**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

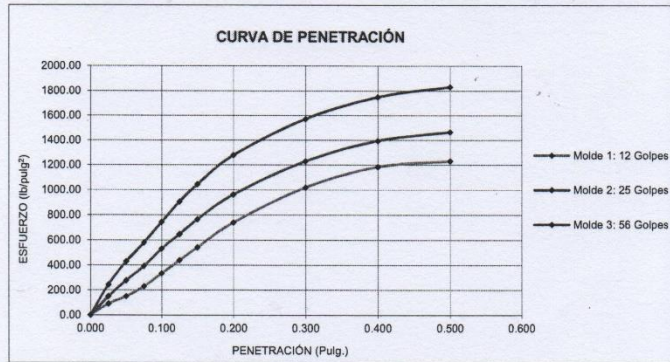
**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 50% - CERRO 50% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



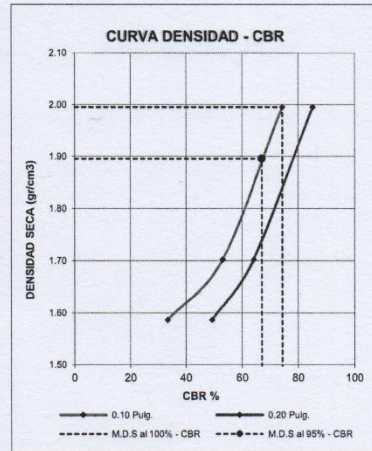
**VALORES CORREGIDOS**

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	334.23	1000	33.42	1.586
2	0.100	531.05	1000	53.11	1.702
3	0.100	743.86	1000	74.39	1.995

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	739.70	1500	49.31	1.586
2	0.200	963.10	1500	64.21	1.702
3	0.200	1278.12	1500	85.21	1.995

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.995
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.895
Óptimo contenido de humedad	(%)	6.62
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	74.39
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	67.11



**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO C  
ASTM D - 1557

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

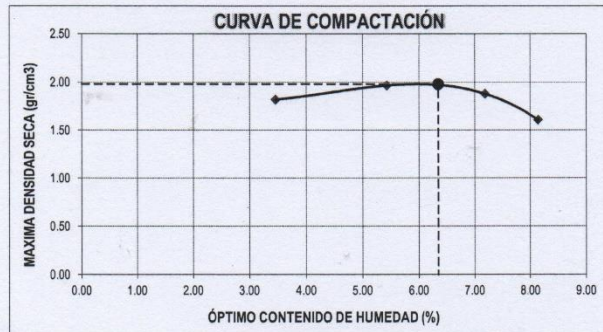
**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 50% - CERRO 50% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	55

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9751	10150	10030	9450		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3951	4350	4230	3650		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.88	2.07	2.02	1.74		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	151.95	175.18	151.00	194.59		
Peso del suelo seco + tara (g)	147.37	187.00	142.00	181.19		
Peso del agua (g)	4.58	8.18	9.00	13.41		
Peso de la tara (g)	15.09	16.38	16.72	16.55		
Peso del suelo seco (g)	132.27	150.62	125.28	164.63		
% de humedad (%)	3.47	5.43	7.18	8.14		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.82	1.97	1.88	1.61		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.980
Óptimo contenido de humedad (%)	6.35

CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D-1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

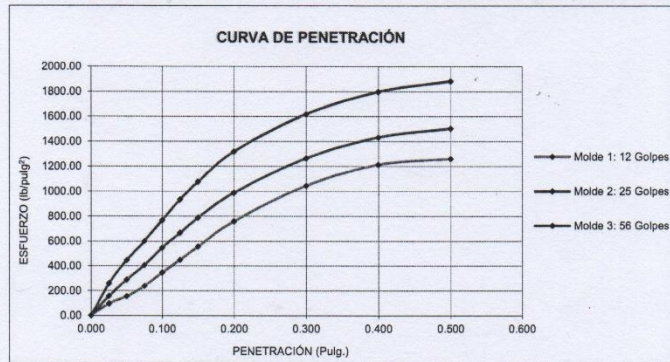
**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 50% - CERRO 50% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



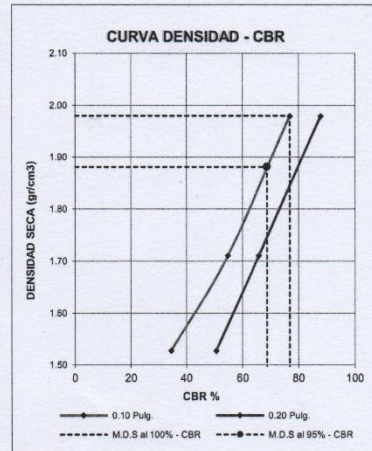
VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg <sup>2</sup> )	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg <sup>2</sup> )	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )
1	0.100	345.46	1000	34.55	1.527
2	0.100	547.85	1000	54.79	1.710
3	0.100	768.69	1000	76.87	1.980

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg <sup>2</sup> )	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg <sup>2</sup> )	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )
1	0.200	759.47	1500	50.63	1.527
2	0.200	988.59	1500	65.91	1.710
3	0.200	1317.95	1500	87.86	1.980

RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm <sup>3</sup> )	1.980
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm <sup>3</sup> )	1.881
Óptimo contenido de humedad	(%)	6.35
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	76.87
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	68.79



CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D - 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 50% - CERRO 50% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	10880		11400		12016	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3425		3845		4461	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.616		1.815		2.105	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	85.78		98.13		92.68	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	81.59		93.07		87.78	
Peso del agua (g)	4.19		5.06		4.91	
Peso de la cápsula (g)	9.76		10.03		10.55	
Peso del suelo seco (g)	71.83		83.04		77.23	
% de humedad (%)	5.83		6.09		6.35	
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.527		1.710		1.980	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.442	0.442	0.348	0.496	0.496	0.391	0.561	0.561	0.442
48 hrs	0.507	0.507	0.399	0.540	0.540	0.425	0.594	0.594	0.468
72 hrs	0.545	0.545	0.429	0.545	0.545	0.429	0.600	0.600	0.472
96 hrs	0.545	0.545	0.429	0.545	0.545	0.429	0.600	0.600	0.472

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	287.74	95.94	53	472.49	157.54	89	775.16	258.45
0.050	52	464.09	154.74	100	867.72	289.31	156	1339.57	446.63
0.075	82	716.27	238.82	142	1221.51	407.27	211	1803.97	601.47
0.100	120	1036.12	345.46	192	1643.43	547.95	270	2305.50	768.69
0.125	157	1348.00	449.44	234	1998.47	666.32	329	2803.65	934.78
0.150	195	1688.77	556.40	277	2362.56	787.71	379	3228.60	1076.47
0.200	267	2277.83	759.47	348	2965.03	988.59	464	3952.87	1317.95
0.300	368	3135.04	1045.27	445	3790.77	1263.90	569	4850.80	1617.33
0.400	427	3637.31	1212.74	504	4294.62	1431.86	632	5391.27	1797.54
0.500	444	3782.25	1261.06	529	4508.31	1503.14	662	5649.09	1883.50

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
ASTM D - 422**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 75% - CERRO 25% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

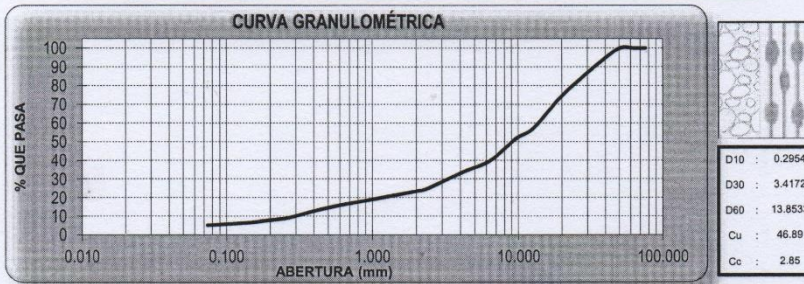
**DATOS DEL ENSAYO**

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1896.69

Peso perdido por lavado : 103.31

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	1.32%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
						<b>Limites e Índices de Consistencia</b>
1 1/2"	38.100	130.26	6.51	6.51	93.49	L. Líquido : 19
1"	25.400	231.15	11.56	18.07	81.93	L. Plástico : 18
3/4"	19.050	183.47	9.17	27.24	72.76	Ind. Plasticidad : 1
1/2"	12.700	311.74	15.59	42.83	57.17	
3/8"	9.525	117.46	5.87	48.70	51.30	<b>Clasificación de la Muestra</b>
1/4"	6.350	231.33	11.57	60.27	39.73	Clas. SUCS : GW-GM
No4	4.750	118.97	5.95	66.22	33.78	Clas. AASHTO : A-1-a (0)
No8	2.360	180.70	9.04	75.25	24.75	
No10	2.000	26.25	1.31	76.57	23.43	<b>Descripción de la Muestra</b>
No16	1.180	67.22	3.36	79.93	20.07	SUCS: Grava bien graduada con limo y arena
No20	0.850	41.29	2.06	81.99	18.01	AASTHO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno
No30	0.600	42.45	2.12	84.11	15.89	Tiene un % de finos de = 5.17%
No40	0.420	53.48	2.67	86.79	13.21	
No50	0.300	61.77	3.09	89.88	10.12	
No60	0.250	27.08	1.35	91.23	8.77	
No80	0.180	25.20	1.26	92.49	7.51	
No100	0.150	16.86	0.84	93.33	6.67	
No200	0.075	30.03	1.50	94.83	5.17	<b>Descripción de la Calicata</b>
< No200		103.31	5.17	100.00	0.00	C-X : E-X
Total		2000.00	100.00			Profundidad : 0.00 m - 1.50 m



**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D - 4318**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

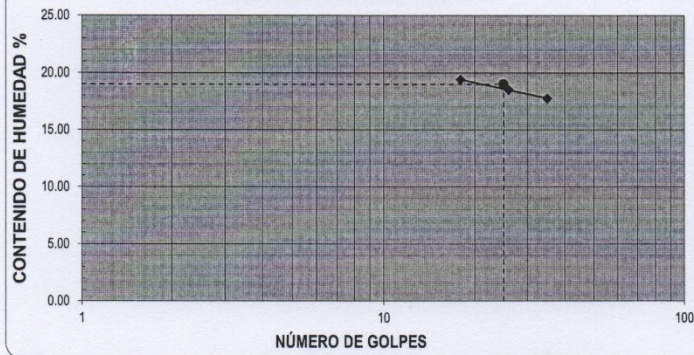
**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 75% - CERRO 25% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	18	26	35	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	9.92	8.13	9.87	9.06	9.89
Peso de tara + suelo húmedo (g)	18.20	13.89	14.78	10.38	10.86
Peso tara + suelo seco (g)	15.18	12.99	14.04	10.18	10.68
Contenido de Humedad %	19.39	18.52	17.75	17.86	18.18
Límites %	19			18	

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**ECUACIÓN DE LA RECTA**

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -2.4710 \ln(x) + 26.545$$

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
ASTM D - 2216

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 75% - CERRO 25% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	51.55	50.82	51.59
Peso del tarro + suelo humedo (g)	176.20	176.53	168.51
Peso del tarro + suelo seco (g)	174.60	174.93	166.92
Peso del suelo seco (g)	123.05	124.11	115.33
Peso del agua (g)	1.60	1.60	1.59
% de humedad (%)	1.30	1.29	1.38
% de humedad promedio (%)	1.32		

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211024  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO C**  
ASTM D - 1557

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE RESPONSABLE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

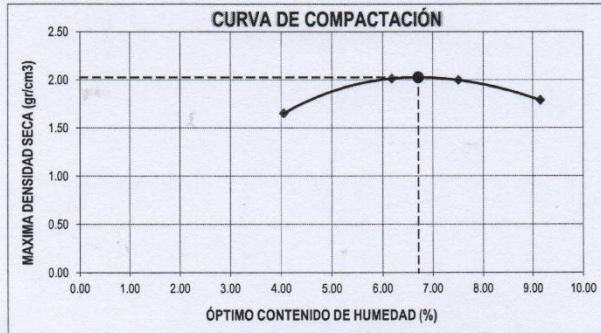
**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 75% - CERRO 25% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9405	10285	10305	9900		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3605	4485	4505	4100		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.72	2.14	2.15	1.95		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	159.41	183.66	158.54	202.04		
Peso del suelo seco + tara (g)	153.82	173.96	148.69	186.54		
Peso del agua (g)	5.59	9.70	9.85	15.50		
Peso de la tara (g)	15.83	17.17	17.56	17.19		
Peso del suelo seco (g)	137.98	156.79	131.13	169.35		
% de humedad (%)	4.05	6.19	7.51	9.15		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.65	2.01	2.00	1.79		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.026
Óptimo contenido de humedad (%)	6.71

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN**  
ASTM D - 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 75% - CERRO 25% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**ENSAYO DE CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11525		11820		12135	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3970		4265		4580	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.874		2.013		2.161	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	90.04		102.78		97.00	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	85.01		96.86		91.57	
Peso del agua (g)	5.03		5.92		5.44	
Peso de la cápsula (g)	10.24		10.51		10.55	
Peso del suelo seco (g)	74.77		86.35		81.02	
% de humedad (%)	6.73		6.88		6.71	
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.755		1.884		2.028	

**ENSAYO DE EXPANSIÓN**

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.244	0.244	0.192	0.289	0.289	0.212	0.301	0.301	0.237
48 hrs	0.266	0.266	0.210	0.286	0.286	0.225	0.319	0.319	0.251
72 hrs	0.277	0.277	0.218	0.289	0.289	0.228	0.321	0.321	0.253
96 hrs	0.277	0.277	0.218	0.289	0.289	0.228	0.321	0.321	0.253

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	329.71	109.93	62	548.12	182.75	103	892.97	287.73
0.050	62	548.12	182.75	118	1019.27	339.84	185	1584.31	528.24
0.075	97	842.47	280.89	169	1449.25	483.20	251	2142.34	714.29
0.100	143	1229.94	410.08	230	1964.63	655.04	322	2742.00	914.23
0.125	189	1618.09	539.50	281	2396.46	799.02	393	3347.73	1116.19
0.150	234	1998.47	666.32	331	2820.63	940.44	454	3887.54	1289.50
0.200	321	2735.73	912.14	418	3560.62	1187.17	556	4739.43	1580.20
0.300	443	3773.72	1258.22	535	4559.65	1520.26	683	5829.74	1943.73
0.400	514	4380.01	1460.37	606	5168.06	1723.12	759	6484.70	2182.10
0.500	534	4551.09	1517.41	636	5425.63	1808.99	795	6795.60	2285.76

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D-1883**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

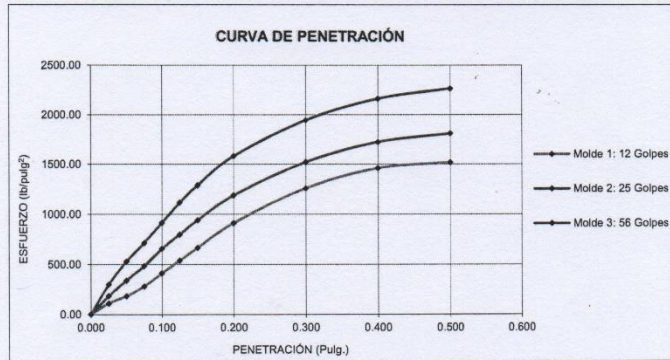
**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 75% - CERRO 25% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



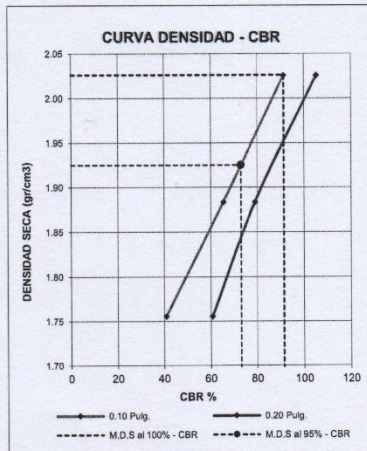
**VALORES CORREGIDOS**

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	410.08	1000	41.01	1.755
2	0.100	655.04	1000	65.50	1.884
3	0.100	914.23	1000	91.42	2.026

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	912.14	1500	60.81	1.755
2	0.200	1187.17	1500	79.14	1.884
3	0.200	1560.20	1500	105.35	2.026

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	2.026
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.925
Óptimo contenido de humedad	(%)	6.71
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	91.42
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	73.02



**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO C  
ASTM D - 1557

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

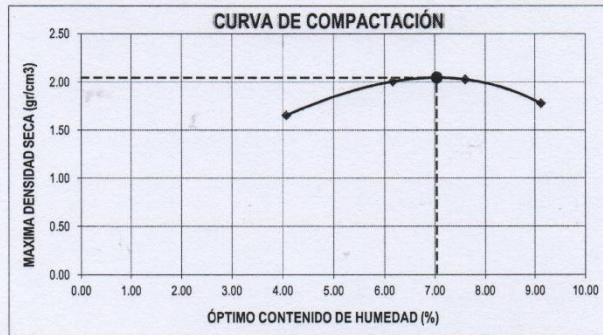
**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E.X / RÍO 75% - CERRO 25% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9415	10270	10380	9875		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3615	4470	4580	4075		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.72	2.13	2.18	1.94		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	159.58	183.39	159.69	201.53		
Peso del suelo seco + tara (g)	153.96	173.73	149.85	186.12		
Peso del agua (g)	5.62	9.66	10.05	15.41		
Peso de la tara (g)	15.85	17.15	17.68	17.14		
Peso del suelo seco (g)	138.11	156.59	131.96	168.97		
% de humedad	4.07	6.17	7.61	9.12		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.66	2.01	2.03	1.78		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.047
Óptimo contenido de humedad (%)	7.04

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D - 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 75% - CERRO 25% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11520		11840		12198	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3965		4285		4643	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.871		2.022		2.191	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	90.00		102.96		97.40	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	84.73		96.80		91.69	
Peso del agua (g)	5.27		6.15		5.71	
Peso de la cápsula (g)	10.24		10.52		10.55	
Peso del suelo seco (g)	74.49		86.28		81.14	
% de humedad (%)	7.08		7.13		7.04	
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.747		1.888		2.047	

ENSAYO DE EXPANSION									
TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.255	0.255	0.201	0.262	0.262	0.206	0.279	0.279	0.220
48 hrs	0.279	0.279	0.220	0.284	0.284	0.224	0.316	0.316	0.249
72 hrs	0.281	0.281	0.221	0.288	0.288	0.226	0.321	0.321	0.253
96 hrs	0.281	0.281	0.221	0.288	0.288	0.226	0.321	0.321	0.253

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	
0.025	1	304.53	101.53	56	497.70	165.94	94	817.23	272.48	
0.050	57	506.10	168.74	110	951.90	317.38	172	1474.56	491.64	
0.075	91	791.98	264.06	159	1384.87	465.07	236	2015.39	671.96	
0.100	138	1170.93	390.41	218	1863.15	621.20	304	2591.40	864.01	
0.125	180	1542.10	514.16	267	2277.83	769.47	372	3169.06	1056.61	
0.150	224	1913.89	638.12	315	2684.81	895.16	431	3671.41	1224.11	
0.200	307	2616.93	872.62	399	3398.81	1133.22	529	4508.31	1503.14	
0.300	424	3611.75	1204.21	511	4354.36	1451.81	651	5554.52	1851.97	
0.400	493	4200.52	1400.52	580	4945.08	1648.77	725	6191.46	2064.33	
0.500	512	4362.91	1454.86	609	5193.81	1731.70	759	6484.70	2162.10	

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D-1883**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

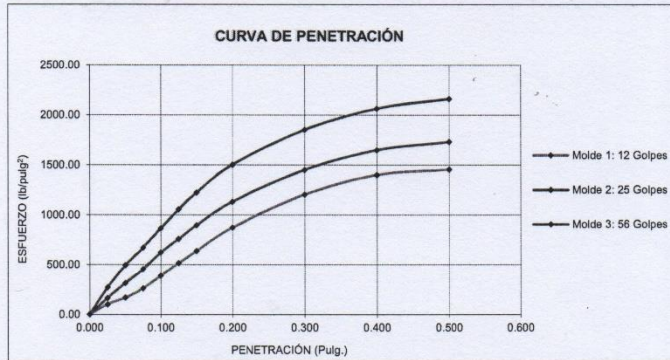
**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 75% - CERRO 25% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



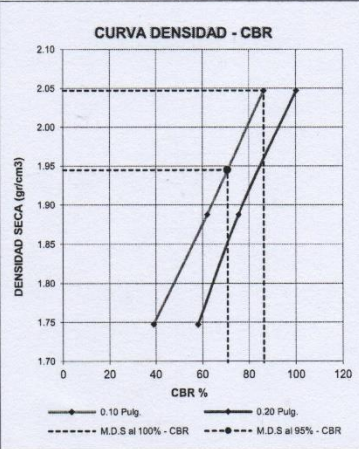
**VALORES CORREGIDOS**

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	390.41	1000	39.04	1.747
2	0.100	621.20	1000	62.12	1.888
3	0.100	864.01	1000	86.40	2.047

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	872.52	1500	58.17	1.747
2	0.200	1133.22	1500	75.55	1.888
3	0.200	1503.14	1500	100.21	2.047

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	2.047
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.945
Óptimo contenido de humedad	(%)	7.04
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	86.40
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	70.82



**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: METODO C  
ASTM D - 1557

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRIGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

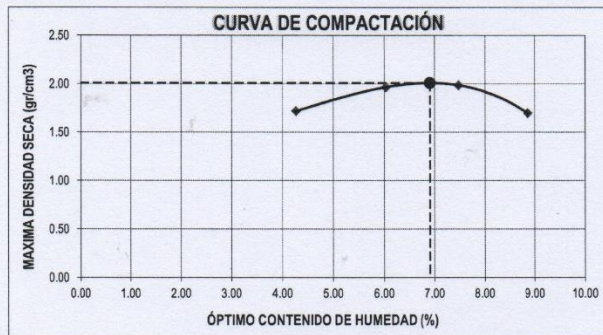
**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 75% - CERRO 25% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9560	10175	10280	9675		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3760	4375	4480	3875		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.79	2.09	2.14	1.85		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	162.03	161.70	158.15	197.45		
Peso del suelo seco + tara (g)	156.06	172.32	148.36	162.75		
Peso del agua (g)	5.97	9.38	9.79	14.70		
Peso de la tara (g)	16.09	16.99	17.51	16.80		
Peso del suelo seco (g)	139.97	155.33	130.85	165.95		
% de humedad (%)	4.27	6.04	7.46	8.86		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.72	1.97	1.99	1.70		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.010
Óptimo contenido de humedad (%)	6.91

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN**  
ASTM D - 1883

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRÍGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 75% - CERRO 25% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11500		11775		12108	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3945		4220		4553	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.862		1.992		2.149	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	89.84		102.39		96.40	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	84.75		96.32		90.85	
Peso del agua (g)	5.09		6.07		5.55	
Peso de la cápsula (g)	10.22		10.47		10.55	
Peso del suelo seco (g)	74.53		85.85		80.30	
% de humedad (%)	6.83		7.07		6.91	
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.743		1.860		2.010	

ENSAYO DE EXPANSIÓN									
TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.224	0.224	0.176	0.255	0.255	0.200	0.298	0.298	0.235
48 hrs	0.247	0.247	0.194	0.270	0.270	0.213	0.316	0.316	0.249
72 hrs	0.249	0.249	0.196	0.273	0.273	0.215	0.321	0.321	0.253
96 hrs	0.249	0.249	0.196	0.273	0.273	0.215	0.321	0.321	0.253

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		LECTURA DIAL	MOLDE 2		LECTURA DIAL	MOLDE 3	
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	312.92	104.33	58	514.60	171.54	96	834.06	278.09
0.050	58	514.50	171.54	111	960.32	320.19	173	1483.01	494.46
0.075	91	791.98	264.06	159	1364.87	455.07	236	2015.39	671.96
0.100	135	1162.50	387.60	216	1846.24	615.57	303	2594.21	861.62
0.125	178	1525.21	508.53	265	2280.89	763.82	370	3152.05	1050.94
0.150	221	1888.52	629.66	313	2667.83	889.50	428	3645.84	1215.58
0.200	303	2582.99	861.21	394	3356.24	1119.02	524	4465.54	1488.88
0.300	418	3560.62	1187.17	505	4303.07	1434.71	644	5494.36	1831.91
0.400	486	4140.72	1380.58	572	4876.51	1625.91	717	6122.51	2041.34
0.500	505	4303.07	1434.71	601	5125.16	1708.81	750	6407.04	2136.21

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D-1883**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS DE CERRO Y RÍO, EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN AFIRMADO - 2019

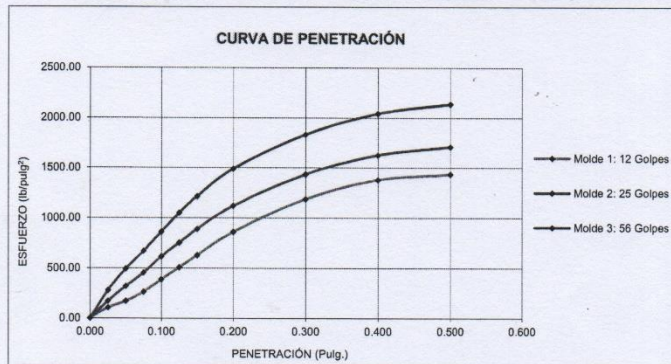
**SOLICITANTE** : ÁVALOS RODRIGUEZ MICHEL ALFREDO - ESPEJO ALFARO, LEYDER JUNIOR

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / RÍO 75% - CERRO 25% / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



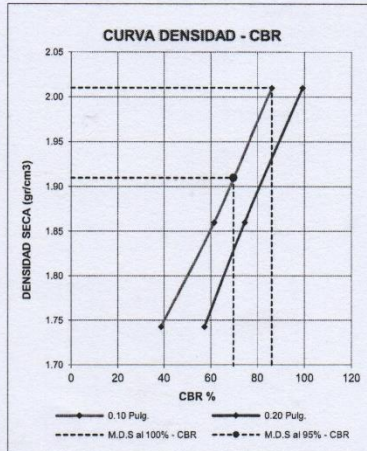
**VALORES CORREGIDOS**

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	387.60	1000	38.76	1.743
2	0.100	615.57	1000	61.56	1.860
3	0.100	861.62	1000	86.16	2.010

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	861.21	1500	57.41	1.743
2	0.200	1119.02	1500	74.60	1.860
3	0.200	1488.88	1500	99.26	2.010

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	2.010
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.910
Óptimo contenido de humedad	(%)	6.91
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	86.16
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	69.71



**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe