



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Estabilización con aditivo químico del suelo tramo  
Hacienda Yemil - Tangay Alto – Ancash 2021”**

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

**AUTOR:**

Rojas Pizarro, Bryam Percy (ORCID: 0000-0002-3583-7455)

**ASESOR:**

Mgtr. Monja Ruiz, Pedro Emilio (ORCID: 0000-0002-4275-763X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**CHIMBOTE-PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Dedico con mucho cariño esta presente investigación:

En primer lugar a mis padres William Percy Rojas Vereau y Luz Yanira Pizarro Morillo por enseñarme valores modelo y apoyarme siempre en el logro de mis metas. También a mis hermanas, abuelos y tíos, que en cada momento de mi vida universitaria siempre me animaron a seguir adelante y a convertirme en un profesional.

También me gustaría agradecer a la señora Yulissa Mercado por estar presente en cada momento del desarrollo de mi proyecto de investigación. Ella es mi socia con muchas anécdotas. Ella y mi familia me vieron crecer como profesional; y finalmente, mi pequeña hija, Jasmin Rojas Mercado, quien es mi motivación para completar con éxito mi carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco mucho a Dios por darme la vida y por cada una de sus bendiciones durante este tiempo, por darme la capacidad de cumplir y alcanzar las metas que me proponía en el futuro.

Especialmente quisiera expresar mi más sincero agradecimiento y amor a mis padres, que me han brindado una carrera y convertido en una buena persona, les agradezco su sacrificio y paciencia a lo largo de los años, y por permitirme alcanzar mis metas.

Agradezco a mi familia, son personas en las que puedo confiar las cuales me han motivado para seguir adelante.

También a la Facultad de Ingeniería Civil, de la Universidad Cesar Vallejo, por mi formación y los profesionales destacados que me dieron de su conocimiento durante mi carrera universitaria, la cual estoy muy orgulloso.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS:.....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO. ....	3
III. METODOLOGÍA: .....	8
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	8
3.2. Variables y Operacionalización .....	9
3.3. Población, muestra y muestreo .....	9
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	10
3.5. Procedimientos .....	11
3.6. Métodos de análisis de datos .....	11
3.7. Aspectos éticos .....	11
IV. RESULTADOS.....	13
V. DISCUSIÓN .....	17
VI. CONCLUSIONES .....	18
VII. RECOMENDACIONES .....	19
REFERENCIAS.....	20
ANEXOS .....	22



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA N°1:</b> Características del Cloruro de Calcio	18
<b>TABLA N°2:</b> Análisis granulométrico	18
<b>TABLA N°3:</b> Capacidad de soporte de la muestra experimental	19
<b>TABLA N°4:</b> Relación de humedad y la densidad seca máxima	20
<b>TABLA N°5:</b> Medidas estadísticas del suelo patrón y experimental según las características físicas – mecánicas del suelo	21
<b>TABLA N°6:</b> Resultados de Límite de Consistencia	74
<b>TABLA N°7:</b> Registro de Excavaciones	75

## ÍNDICE DE GRÁFICOS:

<b>GRÁFICO N°1:</b> Diseño de Investigación	15
<b>FIGURA N°1:</b> Contenido de humedad de las calicatas	61
<b>FIGURA N°2:</b> Contenido de óptimo de humedad patrón	61
<b>FIGURA N°3:</b> Máxima densidad seca del patrón	62
<b>FIGURA N°4:</b> CBR 100% de la muestra patrón.	62
<b>FIGURA N°5:</b> Contenido de óptimo de humedad experimental.	63
<b>FIGURA N°6:</b> Máxima densidad seca de la muestra experimental.	63
<b>FIGURA N°7:</b> CBR 100% de la muestra experimental.	64
<b>FIGURA N°8:</b> Contenido de óptimo de humedad patrón y experimental	64
<b>FIGURA N°9:</b> Máxima densidad seca del patrón y experimental.	65
<b>FIGURA N°10:</b> CBR 100% MDS del patrón y experimental.	65
<b>FIGURA N°11:</b> Perfil Estatigráfico	71

## RESUMEN

Dada la problemática, hoy en día los suelos (carreteras) de la región Ancash como es la inestabilidad, lo cual permitió dar inicio al estudio de la incorporación de aditivo para la estabilización de carreteras sin pavimentar en la región Ancash producto químico como calcio lo que hace de este aditivo un producto muy efectivo como mitigador de emisión de polvo.

La tesis tuvo el objetivo de efectuar una tesis comparativa técnico y económico para calcular la estabilidad de carreteras no pavimentadas usando el calcio. El estudio que se realizó en esta tesis es experimental. Los métodos que se emplearon para la ejecución de este estudio implicaron la evolución de estudio de mecánica de suelo, ensayos de estabilización para conseguir los resultados físicos y mecánicos del material extraído de las canteras siendo: deductivo, inductivo y análisis. Las técnicas de información básica que se obtuvieron a la incorporación de los productos químicos, cumpliendo con las normas expuestas para cada ensayo teniendo la observación y análisis de documentos, los estudios realizados en laboratorios. Para el procesamiento y análisis de datos, primero se clasifican los datos recogidos de los ensayos, luego se tabularán y graficarán los resultados comparando los suelos con aditivo y sin aditivo.

**Palabras Clave:** Estabilización, Cloruro de Calcio, Carretera no pavimentadas, Propiedades físicas y mecánicas.

## **ABSTRACT**

Given the problem, nowadays the soils (roads) of the Ancash region such as instability, which allowed to start the study of the incorporation of additive for the stabilization of unpaved roads in the Ancash region, a chemical product such as calcium, which makes this additive a very effective product as a dust emission mitigator.

The thesis had the objective of carrying out a technical and economic comparative thesis to calculate the stability of unpaved roads using calcium. The study that was carried out in this thesis is experimental. The methods used for the execution of this study involved the evolution of the soil mechanics study, stabilization tests to achieve the physical and mechanical results of the material extracted from the quarries, being: deductive, inductive and analysis. The basic information techniques that were obtained upon incorporation of the chemical products, complying with the standards set forth for each test, having the observation and analysis of documents, the studies carried out in laboratories. For data processing and analysis, the data collected from the trials are first classified, then the results will be tabulated and plotted comparing the soils with and without additive.

**Keywords:** Stabilization, Calcium Chloride, Unpaved Roads, Physical and Chemical Properties.

## I. INTRODUCCIÓN

Según la inestabilidad del suelo en el Perú es una de las primordiales causas del problema de las carreteras sin pavimentar; se han usado distintas técnicas de estabilización de suelos para mejorar este problema; una forma de estabilización de suelos es la utilización de productos químicos no tóxicos hechos desde suelos de carreteras para mejora superiores métodos de servicio, para eso hay diferentes servicios dedicados a la producción de productos químicos estables, que paralelamente buscan favorecer los beneficios de los productos que brindan a un precio adecuado para los consumidores.

Basado en este suceso, se planteó y produjo esta indagación, durante mi formación y vivencia en este campo propuse una solución elección que usa aditivos químicos para estabilizar los senderos sin pavimentar en la zona Ancash. Elevado (Nuevo Chimbote-Ancash), el aditivo químico usado es el cloruro de calcio, que puede mejorar de manera significativa la igualdad del suelo sin pavimentar, al tiempo que optimización sus características mecánicas y físicas.

Principalmente se hacen sobre suelos de subrasante inadecuados o mal creados, en esta situación se llaman suelos estabilizados, por lo cual se escogió el calcio como material para este análisis.

La indagación sigue la optimización de bases y sub-bases, lo cual incide en la reducción de los costos de producción y mantenimiento.

Noeimi, M. y Chu, J. (2017) señalaron que el polvo es una amenaza ambiental, geotécnica, sanitaria y económica. El polvo pródigo que aparece durante los vehículos de transporte (como carreteras, trenes y aeropuertos) puede tener un efecto importante en la salud, la estabilidad, la pérdida de material, los precios de procesamiento y las instalaciones.

Por lo tanto, Morales, E. y Pailacura, C. (2019) nos comentan que los senderos sin pavimentar experimentan un deterioro más drástico que los tramos pavimentados, esto se debería a que las partículas finas se combinan con los agregados gruesos para demostrar al ambiente la erosión de la humedad agregada al flujo del tráfico, el

área del material se descompondrá, se convertirá en polvo y provocará baches y otras fallas, lo cual resultará en pérdida de tranquilidad, estabilidad y durabilidad. El calcio se usa como representante de consolidación para enrollar carpetas en senderos sin pavimentar pues ordena su adhesión a las características mecánicas del suelo.

Por ello formulo el siguiente **problema** ¿De qué forma influye la contribución del aditivo químico en la estabilización del suelo de la carretera no pavimentada comprendida en el tramo Hacienda Yemil - Tangay Alto?”

La averiguación de hoy es **técnicamente justificable** pues nos ayudará a equiparar las características mecánicas de los suelos usando aditivos químicos y entender su contribución a la optimización. Además es **social y económicamente** razonable, ya que beneficiará a los peatones y usuarios al mejorar sus condiciones de vida en términos de salud y economía. O sea, busca decidir el efecto positivo en la sociedad, y buscará mejorar la calidad de bases y sub-bases, lo cual ayudará a minimizar sus precios de producción y mantenimiento.

Además, su **justificación ambiental** va a estar relacionada con el medio ambiente, puesto que al estabilizar el suelo, disminuirá en gran medida el polvo, perfeccionando de esta forma los indicadores de administración ambiental involucrados con el aire y el suelo.

El **objetivo general** de este estudio de investigación es determinar la influencia de la incorporación del aditivo químico en la estabilización del suelo de la carretera sin pavimentar comprendida en el tramo de la Hacienda Yemil - Tangay Alto y los **objetivos específicos** son: Determinar las características del aditivo químico, determinar la capacidad de soporte de la muestra experimental con cloruro de calcio al 8%, determinar las medidas estadísticas del suelo patrón y experimental según características físicas - mecánicas y comprobar la influencia del cloruro de calcio al 8% en el mejoramiento del suelo tramo Hacienda Yemil - Tangay Alto – Ancash 2021.

Este proyecto de investigación plantea como **hipótesis general** “Mediante la utilización de cloruro de calcio al 8% se logrará estabilizar el suelo del tramo de la Hacienda Yemil – Tangay Alto”

## II. MARCO TEÓRICO.

Esta indagación se fortalece en antecedentes mundiales y nacionales, lo cual dejará que la tecnología de estabilización busque producir pulsos químicos al suelo por medio de estabilizadores, cambiando de esta forma las propiedades del suelo; y crear más grande consistencia en la fase del proceso de creación o mantenimiento en contestación a la dinámica presente.

Entre los **antecedentes internacionales**: Conforme el creador Martínez (2016) - México, "Indagación sobre la utilización de los materiales relacionados en este asunto para mejorar el progreso de suelos arcillosos". Se ofrece usar diferentes volúmenes de muestras de calcio y cemento para revisar la calidad física y mecánica de la formulación del suelo, el resultado final es que el suelo estudiado se puede revisar en los parámetros establecidos. Y la manera de la curva se estima usual y no hay modificación de pendiente. (Página 93).

De consenso con el creador Rodríguez Mateo J. (2017), "el proceso conveniente para mejorar las ventajas físicos y mecánicos del suelo es bastante importante". Ya que en ciertos sectores del país, ciertos suelos no poseen las propiedades precisas que tienen la posibilidad de desarrollar en ellos, es por esa razón que ciertos procedimientos que representan costos extras tienen que utilizarse para modificar la igualdad del suelo. " En algunas ocasiones, la carretera cimentaciones la producción de la capa base y la capa base se producirá en el clima cálido tardío, lo cual nos lleva a obtener la humedad y la evaporación elementales para una densificación adecuada". "El calcio es un componente que ayuda a extender la era de pérdida de humedad del suelo. Por ser higroscópico, absorbe la humedad del ambiente y genera una capa blanca en la parte preeminente, que juega un papel defensivo y previene la humedad contenida. El gas se evapora velozmente".

Según (Dawton Phillip & Marcos Orellana, 2018, p.220). Nos comenta el valor de formular "metas simples para la estabilización del suelo con calcio en los pasajes con menos vehículos en El Salvador, lo que se refleja en 3 enormes superficies": Primero, un repaso de suelo, firme y cal; esto corresponde a la A Análisis bibliográfico teórico de la asignatura. El segundo es el diseño de la mezcla suelo-cal, que forma parte de las pruebas de materiales de laboratorio, y se gestiona según las

especificaciones de ASTM (Sociedad De Estados Unidos de Ensayos y Materiales) y AASHTO (Asociación Nacional De Estados Unidos de Carreteras y Transporte). Los estándares se ajustan según cada prueba". "En tercer sitio, el desarrollo constructivo de la capa de suelo-cal en la ingeniería de carreteras ha completado una parte de prueba, y la prueba demostró el rendimiento de esta capa". Los límites usados para cambiar su volumen son: permeabilidad, tamaño de partícula, plasticidad, límite de atterberg (límite líquido, límite plástico y límite de contracción) e índice de plasticidad. Las medidas del Estado fundamentadas en las condiciones del medio ambiente integran: resistencia mecánica, compactación (prueba de supervisor) y capacidad de carga (prueba CBR). Los resultados de este análisis son los próximos: La utilización de este análisis sobre la utilización de calcio para estabilizar el suelo se fundamenta en una secuencia de pruebas de laboratorio establecidas según las reglas ASTM y AASHTO; la suma de cloruro de calcio disminuye la plasticidad del suelo. Además disminuye su cohesión, La resistencia empieza en la primera solidificación, razón por la cual el control realizado de suelo estándar es más resistente a la compresión que la mezcla de calcio del suelo. La adhesión del calcio debilita extensamente la plasticidad del suelo. Para esta clase de suelo, ciertos poseen un óptimo porcentaje de cal (determinado según ASTM D 6276). Esta característica se disminuye al mínimo (0), lo cual todavía conduce a su gran desarrollo La medida de partícula y su estructura son los mismos, a partir de arcilla (CL) hasta limo (ML); la dosis de porcentaje de calcio a usar va a servir a las propiedades de cada suelo; se usa para decidir el mánager de consolidación (calcio) Perfecto procedimiento de prueba porcentual que viene dado por el costo estándar de medición de pH de la mezcla de calcio del suelo bajo la regla ASTM D 6276, por lo cual se recibe un 4% de cal como el porcentaje óptimo para este suelo en especial; el incremento en la resistencia a la compresión del suelo estabilizado con cal Es dependiente de varios componentes, como el buen diseño de la mezcla suelo-cal, el tipo de cal implementado, la mineralogía del suelo y el proceso de creación de la capa de suelo calizo, de allí el valor de entablar una estrategia de control de calidad para defender el idónea ejecución de cada una de los periodos anteriores.

Según Solminihac, (Echeverría y Thenoux, 2019, p. 201) -Santiago, Chile, "seguridad química del suelo: uso a lo extenso de la obra de construcciones de pavimentos".



Permanecen la selección, dosificación y puntos del proceso constructivo, que concuerdan con los estabilizadores más usados en la práctica: calcio, cemento y asfalto. Todo lo mencionado sugiere que la igualdad del suelo se estudia primordialmente a grado mundial, usando más recursos; El calcio, el cemento y el asfalto, independientemente de otros tipos de estabilizantes, como el calcio, no tienen la posibilidad de ser procesados, ni piensan los privilegios que puede brindar el aditivo.

Según (Werner Bonifacio y Junior Sánchez, 2016, p. 24) el ***antecedente nacional*** en el análisis titulado "La utilización de cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento para la estabilización química en senderos sin pavimentar en la zona de Lambayaque". "La estabilización química hace referencia primordialmente al uso de ciertas sustancias químicas patentadas, cuyo uso involucra la sustitución de iones metálicos y los cambios en las condiciones del suelo relacionados en el proceso". La utilización de estabilizadores químicos para el diseño de estabilización incluye una categorización oportuna del suelo. Y, debido a lo cual, evaluar el tipo y la proporción de estabilizadores y hacer los métodos de estabilización.

De consenso con el creador (Briones, 2018), una vez que estudió el mismo impacto de cloruro de magnesio y cloruro de calcio en arcilla estabilizada, desarrollaron 3 pruebas de laboratorio: Límite de Atterberg, Proctor mejorado y CBR, excepto suelo estándar para prueba de contenido de humedad y Además del estudio del tamaño de partícula, los resultados estándares se obtuvieron por medio de lavado y tamizado, se compararon con la añadidura de estabilizadores, 2% de cloruro de calcio y 5% de cloruro de magnesio. (Página 185).

Según (Figueroa, Tejada y Mariños, 2020, p. 45) en su análisis "La igualdad química del cloruro de calcio para las vías sin pavimentar a capas granulares". El plan incluye el desarrollo de pruebas estándar y especiales, como la interacción de soporte de California (CBR), Limite Atterberg, estudio de tamaño de partícula, etc., que se llevaron a cabo en el muestreo de 4 pozos durante la carretera de 5 km para establecer las características mecánicas del lecho de la carretera y pruebas iguales en arena, contenido de sal soluble, Proctor modificado, fronteras de consistencia, material que pasa la malla 200, soporte de California (CBR), desgaste de Los

Ángeles y estudio de partículas de base inicial La tercera fase ha incluido la aplicación del estabilizador químico cloruro cálcico ( $\text{NaCl}_2$ ) en 2,5 kilómetros de carreteras; más adelante, se han realizado ensayos especiales en la cimentación estable, como densidad y Proctor modificado. Según los resultados de las pruebas, se usa el procedimiento AASHTO 93 para equiparar la composición del pavimento en las condiciones iniciales con la composición ya estabilizada, brindando un mejor funcionamiento en términos de manejo estructural, estabilizando el espesor de la capa base (15cm) y la base desequilibrado (20cm). Se le agregaron 40% en volumen de cloruro de calcio ( $\text{NaCl}_2$ ) por metro cúbico incrementó la CBR en un 64,52% y se mejoró de forma significativa su capacidad portante en suelos arenosos y grava, mostrando su efectividad como estabilizador de pavimentos. Asimismo, se verifica visualmente que el cloruro de calcio absorbe su propio peso una vez que la humedad ambiental es alta, lo cual convierte a esta sal en un producto mitigador de emisiones de polvo bastante efectivo.

Para el desarrollo de la averiguación se piensan las próximas ***bases teóricas - científicas***

Según la estabilidad del suelo, MTC (2018). Conforme el "Manual de Diseño de carreteras no Pavimentados de Bajo Tránsito", es un método para afianzar el suelo. El proceso se frecuenta continuar, el primero además es el que continuamente existe en toda Seguridad, que es la suma más la mecánica. Compactación del suelo Estructura de densidad, otro proceso se basa en mezclar materiales de grano grueso, el otro no posee esta característica.

Por lo tanto (Guzmán, 2020, p. 38). "La estabilidad podría ser granular o mecánica. Se forma mezclando suelos de diferentes características para obtener suelos con granularidad, plasticidad, permeabilidad o impermeabilidad. Además, la igualdad se consigue por medio de efectos físicos o químicos sobre las características del suelo. Se sostienen los aditivos".

(Chavarry, Figueroa y Reynaga, 2020, p. 2). En su artículo "Las carreteras sin asfaltar se estabilizan químicamente con cloruro de calcio". Este artículo tiene como fin decidir la optimización de las características mecánicas del suelo y la disponibilidad de cloruro de calcio ( $\text{NaCl}_2$ ) como mitigador de emisión de polvo en el Malecón

Huaycoloro situado en el Arroyo Huaycoloro, Provincia de Lima.

La investigación es de tipo descriptiva, correlacional y explicativa, con diseño experimental, longitudinal, prospectivo y estudios de cohorte (causalidad). La zona de análisis está situada en el Malecón Huaycoloro en las vías de Bryson Hill S.A.C. en el flujo de agua Huaycoloro al borde del flujo de Huaynoloro. Entre enero y marzo, el caudal del flujo de agua Huaycoloro incrementó, ocasionando un desborde que perjudicó la estructura de sus estratos. La gran proporción de polvo liberado por el transporte de vehículos pesados se convirtió en la causa de patologías como las respiratorias y gastrointestinales, que están afectando de manera directa a los individuos más cercanos.

### III. METODOLOGÍA:

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

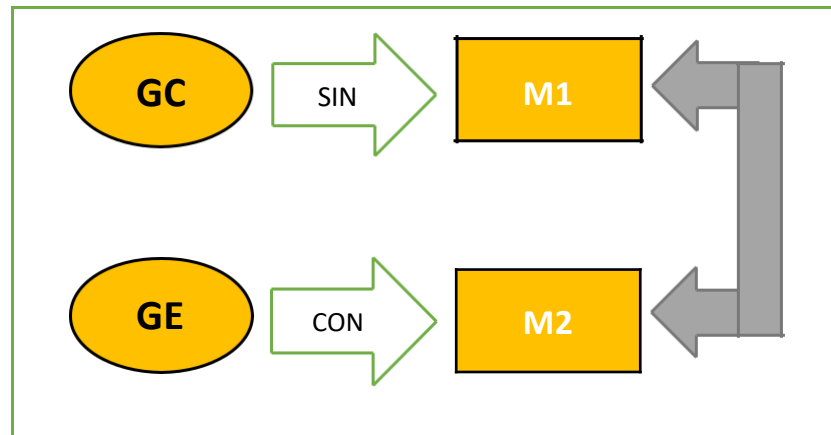
La presente tuvo un **enfoque cuantitativo**, Según Hernández (2014) “El enfoque cuantitativo recurre a la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica, con el objetivo de implantar prototipos de procedimientos y experimentar teorías”.

Es por ello que existió una sistematización al momento de realizarla; se planteó estudiar la influencia de la incorporación del aditivo químico (Cloruro de Calcio), se identificó un problema, luego se revisó el marco teórico, de él se derivó la hipótesis y mediante ensayos esta se verificó.

Se aplica el **tipo de indagación**. Para Murillo (2008), “La indagación aplicada busca aprender los conocimientos adquiridos. Después de la utilización y sistematización de la práctica basada en la indagación, además tienen la posibilidad de obtener otros conocimientos”. Para eso, me posibilita utilizar los conocimientos adquiridos en la comparación del uso de aditivos químicos y suelo y examinar sus características mecánicas.

**Diseño de indagación:** La estrategia que me posibilita solucionar inconvenientes de indagación para poder hacer las metas establecidas se consigue por medio de la aplicación de diseños de averiguación cuasi-experimentales, que se usan una vez que los científicos buscan decidir los probables efectos de las razones que se manipulable. Así mismo la investigación es cuasi experimental, puesto que las muestras no deben ser aleatorias, ni homogéneas, dado que si lo fueran sería una investigación de diseño puro. (Trochim y Segura, 2003 - 2020; p.1). Por control y tratamiento, esto significa que hay al menos un nivel de manipulación del estímulo (nivel cero para el grupo de control sin estímulo, y el nivel uno para el grupo de tratamiento), presentando el siguiente esquema.

## GRÁFICO N°1: DISEÑO DE INVESTIGACIÓN



*Fuente: Elaboración propia*

### Leyenda:

- GC: GRUPO DE CONTROL (Muestra Patron)
- GE: GRUPO DE ESTUDIO (Muestra Experimental)
- M1: Medición del suelo sin la adición del Calcio al 8%
- M2: Medición del suelo con la adición del Calcio al 8%

### 3.2. Variables y Operacionalización

- **Variable Independiente:** Dosificación de Calcio al 8%
- **Variable dependiente:** Propiedades del suelo (físicas y mecánicas)

### 3.3. Población, muestra y muestreo

La **población**, Según (Melissa Sánchez, 2013) “La población está compuesta por recursos, personas u objetos que participan en los fenómenos definidos y definidos en la exploración del problema” (pág. 24).

Según con los requerimientos de la línea de indagación, la población incluirá un tramo de 5 km, que se considerará progresivo 0 + 000 y 5 + 000 (punto de partida de Hacienda Yemil-Tangay Alto) respectivamente.

La **Muestra** de López (2017) “Una muestra es un subconjunto o parte poblacional en la que se realizará la indagación, y el proceso puede sustraer la proporción de

elementos de la muestra que son una sección representativa de la población” (p.09). La muestra se estima incluida en el fragmento del intervalo progresivo de 2 km de 2 + 000 a 4 + 000 para obtener una muestra estándar y hacer la indagación que corresponde.

**El muestreo** de Otzen y Manterola (2017, p. 4) dijo que las muestras no probabilísticas están sujetas a ciertas propiedades, criterios, etc. Los estudiosos lo estaban tomando en cuenta en aquel instante. Según estándares o juicios, el muestreo usado en este trabajo va a ser no probabilístico, ya que estas piezas se piensan de manera aleatoria, sin embargo el número total a examinar se determinará según el MTC.

**Unidad de análisis:** El tramo de la carretera de 5 km comprendidos entre las progresivas 0+000 a la 5+000.

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

En cuanto a las **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**, según Fernando Castro (2016). "La tecnología de recolección de datos es una manera o forma distinto de obtener la información recolectada, ya que a falta de ella, la encuesta no posee forma ni sentido. Éstas conducen a la verificación de las cuestiones formuladas, pues cada tipo de encuesta determinará la tecnología a usar, y cada tipo de encuesta determinará la tecnología que se usará. Estas tecnologías han predeterminado los instrumentos, herramientas o medios que se usarán". Además esta indagación usará **tecnología de observación**, debido a que la prueba de indagación de suelos se realizará en el laboratorio que corresponde conforme con la regla de mecánica de suelos E.050 y el manual de carreteras para establecer las características físicas, mecánicas y químicas del suelo.

Este **instrumento** es el principio de cualquier tipo de recurso que los técnicos logren usar para abordar fenómenos y obtener información positiva de ellos para la indagación que corresponde. Así, el propio instrumento disminuye todo el trabajo anterior a la indagación. (Fernando Castro, 2018, p. 150).

### 3.5. Procedimientos

La guía de observación ha sido hecha para registrar notas recolectadas en el laboratorio. Se recopilará orientación sobre los próximos ensayos

- Granulometría
- Límite de Consistencia
- Proctor Modificado
- Capacidad de Carga C.B.R

Esto se medirá en un formato estandarizado que se usará para las pruebas de material del suelo en el laboratorio.

Para clasificar, **procesar** y resumir la información obtenida por medio de la aplicación de técnicas e instrumentos de recolección, este programa usa procedimientos estadísticos tanto en la etapa de especificación como en la etapa de inferencia.

### 3.6. Métodos de análisis de datos

El método descriptivos es usar una o 2 variables para describir la tabla estadística del reparto de frecuencias, y después describir el gráfico estadístico para examinar el desarrollo de las variables estudiadas, como un gráfico de barras, y examinar la varianza por medio de la inferencia del estudio E.050 Mecánica del suelo.

### 3.7. Aspectos éticos

En los **aspectos éticos**, la encuesta se hizo según con los lineamientos de la Resolución del Consejo Universitario N ° 0126-2.017 / UCV, y se cumplieron los próximos principios éticos: Caridad, pues participaré en el desarrollo del plan y estaré comunicado de todos los espacios involucrados con ella. El plan no planteó inicios de no malicia, soberanía e imparcialidad ya que se fundamentan en la confidencialidad y la colaboración. Sin embargo, si se respeta el inicio de veracidad y confiabilidad de la información obtenida del plan, se llevará a cabo sin ningún plagio o duplicación de datos. Del mismo modo, en busca del confort, ya que busca favorecer a los transeúntes y usuarios perfeccionando su salud y condiciones económicas de vida, disminuyendo los inconvenientes de salud provocados por el

porcentaje de polvo que circula por toda la vía.

También ayuda a proteger el medio ambiente; la honestidad, por la transparencia de la investigación y su difusión a futuros investigadores interesados en el mismo tema u otros temas similares; finalmente, el rigor científico, mediante el seguimiento de los métodos de investigación y la evidencia científica.



#### IV. RESULTADOS

##### Características del Aditivo Químico (Cloruro de Calcio)

**Tabla N°1:** Características del Cloruro de Calcio del suelo tramo Hacienda Yemil - Tangay Alto – Ancash 2021

<b>Componentes Cloruro Calcio CaCl<sub>2</sub></b>	
<b>Peso Molecular</b>	110.99 g/mol
<b>Porcentaje</b>	100 %
<b>C.A.S</b>	10043-52-4
<b>Ph</b>	8.00 – 10.00
<b>Punto de fusión</b>	772 °C
<b>Punto de ebullición</b>	1935 °C
<b>Solubilidad en agua</b>	774.5 g/100 mL (20°C) 59.5 g/100 mL (0°C)

**Elaboración:** Autor

**Interpretación:** Según las características y composición del cloruro de calcio muestra que es higroscópico por retener humedad con un ph neutro alcalino.

##### **Determinar la capacidad de soporte de la muestra experimental con cloruro de calcio al 8%**

**Tabla N°2:** Análisis granulométrico del suelo tramo Hacienda Yemil - Tangay Alto – Ancash 2021

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>		
<b>Descripción muestra</b>	<b>Clasificación</b>	
	<b>AAHSTO</b>	<b>(S.U.C.S.)</b>
Calicata – 1	A-3 Arena fina	SP
Calicata – 2	A-3 Arena fina	SP
Calicata – 3	A-3 Arena fina	SP

Calicata – 4	A-3 Arena fina	SP
--------------	----------------	----

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de Suelo de la Universidad San Pedro

**Elaboración:** Autor

**Interpretación:** Se encuentran arenas mal graduadas variedad de diámetros de los granos, estado semihúmedo por tener cercanía a terrenos de cultivo, compacidad media y al no tener elementos finos como la arcilla carece de plasticidad.

**Tabla N°3:** Capacidad de soporte de la muestra experimental del suelo tramo Hacienda Yemil - Tangay Alto – Ancash 2021

CBR – PATRON			CBR – EXPERIMENTAL (8% - Aditivo Químico)		
MUESTRA	100%	95%	MUESTRA	100%	95%
Calicata – 1	14.30 %	11.40 %	Calicata – 1	28.70 %	18.40 %
Calicata – 2	17.60 %	12.50 %	Calicata – 2	30.10 %	18.60 %
Calicata – 3	18.00 %	12.00 %	Calicata – 3	29.00 %	20.90 %
Calicata – 4	17.30 %	11.80 %	Calicata – 4	25.70 %	18.9 %

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de Suelos Universidad San Pedro

**Elaboración:** Autor

**Interpretación:** Según la comparación de valores entre el CBR patron y CBR experimental, nos muestra el CBR Patron al 95% la calicata – 2 tiene un mayor porcentaje de 12.50%, de tal manera que el CBR Experimental agregado el 8% de Aditivo Químico (Cloruro de Calcio), nos muestra el CBR al 95% la calicata – 3 tiene un porcentaje de 20.90%, mientras que al 100% el CBR Patron la calicata – 3 tiene un mayor porcentaje de 18%, de tal manera que el CBR Experimental agregado el 8% de Aditivo Químico (Cloruro de Calcio), nos muestra el CBR al 100% la calicata – 2 tiene un mayor porcentaje de 30.10%.

**Tabla N°4:** Relación de humedad y la densidad seca máxima del suelo tramo Hacienda Yemil - Tangay Alto – Ancash 2021

SUELO PATRON			SUELO EXPERIMENTAL (8% - Aditivo Químico)		
MUESTRA	CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD	MÁXIMA DENSIDAD SECA	MUESTRA	CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD	MÁXIMA DENSIDAD SECA
Calicata – 1	7.50 %	1.632 g/cm <sup>3</sup>	Calicata – 1	8.00 %	1.647 g/cm <sup>3</sup>
Calicata – 2	7.90 %	1.763 g/cm <sup>3</sup>	Calicata – 2	7.30 %	1.579 g/cm <sup>3</sup>
Calicata – 3	8.00 %	1.694 g/cm <sup>3</sup>	Calicata – 3	8.30 %	1.529 g/cm <sup>3</sup>
Calicata – 4	8.10 %	1.599 g/cm <sup>3</sup>	Calicata – 4	8.18 %	1.714 g/cm <sup>3</sup>

*Fuente:* Laboratorio de Mecánica de Suelos Universidad San Pedro

**Elaboración:** Autor

**Interpretación:** El suelo Patron presenta contenido de humedad que fluctúa 7.50 - 8.0 por niveles freáticos por la presencia de terrenos de cultivo y la máxima densidad seca que se encuentra en el rango de 1.599 g/cm<sup>3</sup> a 1.763 g/cm<sup>3</sup> por el mayor acomodo de partículas por la densificación

Respecto al suelo experimental (8% de cloruro de calcio) el contenido óptimo de humedad fluctúa 7.30% - 8.30% por el aditivo higroscópico y los valores de la máxima densidad seca 1.529 g/cm<sup>3</sup> a 1.714 g/cm<sup>3</sup> debido a la compactación del suelo.

**Determinar las medidas estadísticas del suelo patrón y experimental según características físicas – mecánicas**

**Tabla N°5:** Medidas estadísticas del suelo patrón y experimental según las características físicas – mecánicas del suelo tramo Hacienda Yemil - Tangay Alto – Ancash  
2021

MEDIDAS ESTADÍSTICAS	PATRON			EXPERIMENTAL		
	CALICATAS			CALICATAS		
	HUMEDAD OPTIMA	MAXIMA DENSIDAD SECA	CBR - 100%	HUMEDAD OPTIMA	MAXIMA DENSIDAD SECA	CBR - 100%
<b>MEDIA ARITMETICA</b>	7.875 %	1.697 g/cm <sup>3</sup>	16.85 %	7.945 %	1.617 g/cm <sup>3</sup>	28.55 %
<b>VARIANZA</b>	0.052 %	0.002 g/cm <sup>3</sup>	2.203 %	0.150 %	0.005 g/cm <sup>3</sup>	2.968 %
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	0.22 %	0.044 g/cm <sup>3</sup>	1.48 %	0.38 %	0.070 g/cm <sup>3</sup>	1.72 %

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos Universidad San Pedro*

**Elaboración:** Autor

**Interpretación:** La varianza es una medida de dispersión, representa la variabilidad de una serie de datos, que depende de su promedio se tomó el valor del CBR y si comparamos la varianza de ambas muestras es 2.203% y la segunda es 2.968%, conclusión baja dispersión o varianza de datos.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a las características de la ficha técnica del Aditivo Químico (Cloruro de Calcio), se tiene que es un material higroscópico por retener humedad, también tiene un ph cuyo rango va de 8 a 10 que indica un comportamiento de neutro hacia Alcalino.

Al encontrarse en el estudio un suelo donde predomina arena mal graduada (SP) resultado que coincide con Tejada y Mariños (2020, pág. 45) en su investigación titulada "La igualdad química del cloruro de calcio para las vías sin pavimentar a capas granulares", nos dice que le agregaron 40% en volumen de cloruro de calcio ( $\text{NaCl}_2$ ) por metro cúbico incrementó la CBR en un 64,52% y se mejoró de forma significativa su capacidad portante en suelos arenosos y grava, mostrando su efectividad como estabilizador de pavimentos. Con lo cual se demuestra que el Cloruro de Calcio aumenta la capacidad de soporte especialmente en suelos granulares (arena o arcilla).

Según la inferencia estadística basándonos en las fórmulas y aplicativos estadísticos se llega a verificar que los resultados referidos al CBR, se tiene que la muestra patron promedio es 16.85% y la dispersión o varianza es 2.203% y en lo que corresponde a la muestra experimental el promedio es 28.55% y la dispersión o varianza es 2.968% lo cual significa un baja dispersión o variabilidad de datos de ambas muestras, con lo cual el estudio es confiable por tener una diferencia de 2%.

## VI. CONCLUSIONES

1. A medida que, los resultados de la averiguación de mecánica del suelo de los 4 calicatas, pudimos encontrar que arena fina, sin suelo cohesivo y sin necesidad de suelo mejorado ya que el CBR es más grande al 6%. La densidad seca promedio máxima de los 4 muestras naturales del suelo es de 1.697 gr / cm<sup>3</sup>, y el contenido óptimo de agua es 7.87%, que es distinto de la aplicación promedio empírico de aditivos químicos de 1.617 gr / cm<sup>3</sup>, y el contenido óptimo de agua es 8.10, el contenido de humedad promedio óptimo del experimento incrementó en 0.63%, mientras tanto que la densidad seca máxima redujo en 0.08 gr / cm<sup>3</sup>, lo que es un elemento que no perjudica la resistencia del suelo, pues en esta situación, la densidad seca máxima se usa para comprobar el nivel El límite mínimo de compactación de la subrasante es del 95%. Según los resultados del CBR estándar promedio, la función de carga del suelo de prueba promedio con un 8% de aditivos químicos incrementó en un 69%.
2. La aplicación de cloruro de calcio en el suelo puede incrementar el nivel de compactación del material, pues se incrementa la densidad máxima seca y reduce el contenido óptimo de agua. Esto se debería al incremento de cristales aditivos que se integran a los minerales del suelo.
3. Estadísticamente no existe un porcentaje desfavorable de dispersión en muestra patrón y experimental porque ningunos exceden del 2% pero si existe una diferencia significativa, con el CBR AL 100% de la muestra experimental es decir cuando se adiciona un porcentaje de 8% de aditivo químico activada al suelo natural, logrando una mayor capacidad de soporte.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda estudiar diversas dosificaciones de cloruro de calcio como estabilizador e impermeabilizante de suelos.
2. Se recomienda hacer estudios de la sostenibilidad del cloruro de calcio como estabilizador de suelos
3. Se recomienda dosificar el cloruro de calcio mezclado con otros minerales para estabilizar suelos.

## REFERENCIAS

- Aguilar, G. (2012). Manual Práctico de Mecánica de Suelos. Obtenido de:  
[https://issuu.com/itseebabahoyo/docs/manual\\_pr\\_\\_ctico\\_de\\_mec\\_\\_nica\\_d\\_e\\_su](https://issuu.com/itseebabahoyo/docs/manual_pr__ctico_de_mec__nica_d_e_su)
- Héctor. Evaluación de aditivos químicos sobre la eficiencia de protección de superficies rodantes sin pavimentar. 2017, página 28
- NUÑEZ, Jelisic y LEPPANEM María. Estabilización en masa del terreno para la construcción de carreteras 2019. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/902/90223044003.pdf>
- García Huarancha. La arcilla estabilizada con cal se utiliza en la carretera Tingo María-Pucallpa Distrito III-Neshuva-Pucallpa. 2017. MTC (Ministerio de Transporte), 2015. Solución básica para la documentación técnica de carreteras sin pavimentar (página 10).
- Gomes, Carlos. Modelación Micro mecánica para suelos arcillosos (Maestria). Colombia Universidad de los Andes, 2017. Disponible en:  
[http://www.lareferencia.info/vufind/Record/CO\\_a5944a2d48374a1ace039b5bb6e1b4ff](http://www.lareferencia.info/vufind/Record/CO_a5944a2d48374a1ace039b5bb6e1b4ff)
- Bonifacio. El cloruro de magnesio, el cloruro de calcio y el cemento se utilizan para estabilizar químicamente caminos sin pavimentar en el área de Lambayeque. 2016, pág.177.
- Martínez, Jackson. Análisis químico de suelos. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2016]. Sitio web:  
[http://abaco.uca.edu.sv/opacbf/verdetalle\\_.php?idobra=32814&searchType=materias&sear](http://abaco.uca.edu.sv/opacbf/verdetalle_.php?idobra=32814&searchType=materias&sear)
- Buckman, Harry. La naturaleza y características del suelo. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://www.Slide/c.netfog-biwnos.exe/7/s/sScript=BOOKS.xisSmethod=post&format=2&amount=1%expression=mfn=003149>.



Linares. Propuesta de estabilidad química de la red vial de la ciudad de Cagua. 2016.  
P.25.

Sonapo, P. y Medaly, Y. (2019), pp.59. El cloruro de calcio se utiliza y confirma como material para mejorar la estabilidad de los cimientos de carreteras sin pavimentar.

RAMIREZ, Luis y DE LA CRUZ, Iván. Informe de mecánica de suelos exploración y observación. [Fecha de consulta: 05 de Noviembre de 2020].  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56953528/GRUPO\\_4\\_PDF.pdf?1531068656=&response-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56953528/GRUPO_4_PDF.pdf?1531068656=&response-content-)

Suelo y cimentación, norma E 050. 2020. Disponible:  
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/18255>

Briones, A. (2018). En comparación con el cloruro de calcio, se ha confirmado la influencia del cloruro de magnesio en la estabilidad de la arcilla, página 254

González, Y. y Armas, R. (2008). Identificación y estabilización de suelos dispersos: la última tecnología. La Habana, Cuba: Congreso de Ciencias de la Ingeniería y la Construcción [CCIA]. Obtenido de  
[https://www.researchgate.net/profile/Yoermes\\_Glez\\_Haramboure/publication/260737241\\_Identificacion\\_y\\_Estabilizacion\\_de\\_Suelos\\_Dispersivos\\_E\\_estado\\_del\\_Arte/link/0f31753270c7030](https://www.researchgate.net/profile/Yoermes_Glez_Haramboure/publication/260737241_Identificacion_y_Estabilizacion_de_Suelos_Dispersivos_E_estado_del_Arte/link/0f31753270c7030)

Gavilanes, E. (2015). Utilizar cal y cemento para mejorar la estabilidad y subrasante de las obras viales en la comunidad de Santos Pamba en la comunidad de Colinas del Sur. Quito, Perú: repositorio UIDE.

Larrea, B. y Rivas, J. (2019). Estabilizar la arcilla con cloruro de calcio.pp.67

# **ANEXOS**

## **MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

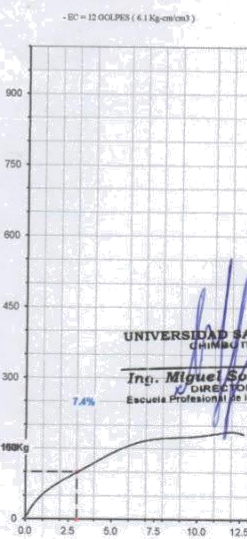
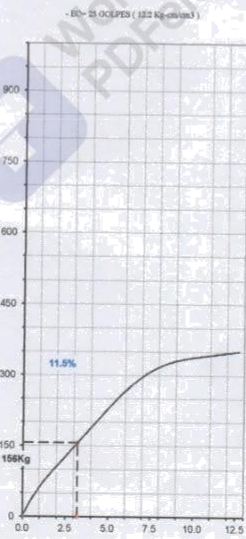
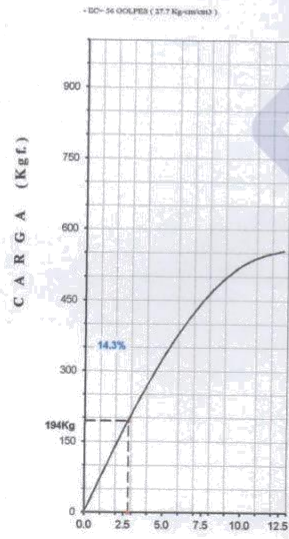
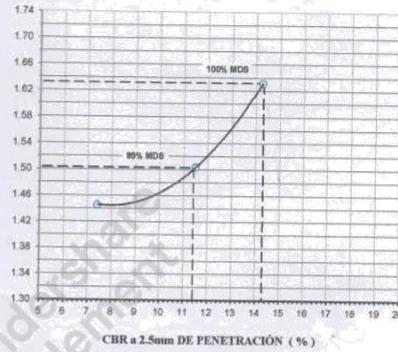
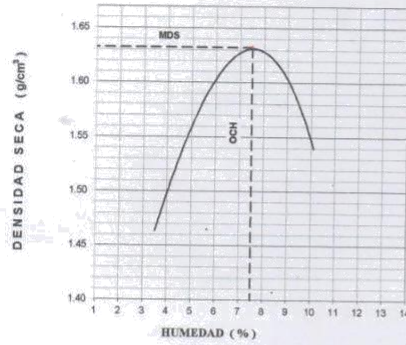
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Dosificación de Calcio al 8%(V.I)	Producto químico, natural o sintético, que por su acción y/o combinación con el suelo, mejora una o más de sus propiedades de comportamiento. Según MMA España, 2008, pg. 5	El aditivo químico a emplearse es el Cloruro de Calcio en las dosificaciones de porcentaje del 8%, con respecto al peso o volumen del suelo.	DOSIFICACIÓN	PORCENTAJE 8%	Escala de Razón
Propiedades del suelo (V.D)	El suelo es una mezcla de materiales sólidos, químicos y gaseosos. La proporción de componentes determina un listado de propiedades conocidas como físicas o mecánicas del suelo: textura, estructura, color, permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia, profundidad efectiva. Según Fernando López Gayarre, 2009, pg17	Se caracterizará el tipo de suelo al fin de determinar la dosificación del aditivo a utilizarse, luego se determina las propiedades mecánicas del suelo experimental y patrón cuyos resultados serán plasmados en los protocolos correspondientes.	TIPO DE SUELO	GRANULOMETRIA	Escala de Razón

**INFORME DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYOS – UNIVERSIDAD SAN PEDRO**



RELACION DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]

SOLICITA	ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	ESTABILIZACIÓN CON ADITIVO QUÍMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.632
MATERIAL	TERRENO NATURAL C-1	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.5
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	14.3
		CBR AL 99% DE LA M.D.S. (%)	11.4
	FECHA: 11-Jun-2021	EMBEBIDO: 4 DIAS	EXPANSIÓN: SE
		ABSORCIÓN: 0.5%	HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 8.0%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
Ing. Miguel Solari Jara  
DIRECCIÓN  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACION DE SOPORTE - CBR**  
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY  
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
MATERIAL : TERRENO NATURAL C1  
FECHA : 11/06/2021

Características			
Numero de Molde	1	2	3
Numero de Capas	5	5	5
Numero de Golpe	56	25	12
Energía Compactación [kg-cm/cm <sup>2</sup> ]	27.7	12.2	6.1
<b>Densidad Seca [CBR]</b>			
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	7,708.0	7,390.0	7,082.0
02 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0
03 - Peso suelo humedo (g)	3,608.0	3,290.0	3,132.0
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,082.000	2,059.000	2,041.000
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.733	1.598	1.535
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	566.8	566.9	603.3
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	546.0	545.5	580.2
09 - Peso del agua (g)	20.8	21.4	23.1
10 - Peso del tarro (g)	208.0	202.0	204.6
11 - Peso suelo seco (g)	338.0	343.5	375.6
12 - Contenido de humedad (%)	6.2	6.2	6.2
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.632	1.504	1.446

Saturación					
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial
Dia 01	10-Oct-18	3.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 02	11-Oct-18	3.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 03	12-Oct-18	3.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 04	13-Oct-18	3.00PM	0.00	0.00	0.00
Expansión, %			0.0	0.0	0.0
Absorción					

Numero de molde	1	2	3
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,608.0	3,290.0	3,132.0
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	7,725.0	7,411.7	7,102.7
03 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0
04 - Peso suelo embebido (g)	3,625.0	3,311.7	3,152.7
05 - Peso del agua absorbida (g)	17.0	21.7	20.7
06 - Peso del suelo seco (g)	3,398.8	3,097.1	2,950.5
07 - Absorción de agua (%)	0.5	0.7	

**Penetración**

Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
PEN. (mm)	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	7.0	57.7	6.0	53.4	5.0	49.2
1.3	14.0	87.4	11.0	74.7	7.0	57.7
1.9	24.0	129.9	16.0	95.9	10.0	70.4
2.5	36.0	180.89	23.0	125.65	13.0	83.16
3.2	45.0	219.1	30.0	155.4	20.0	112.9
3.8	57.0	270.1	39.0	193.6	22.0	121.4
5.08	70.0	325.4	46.0	223.4	25.0	134.1
7.6	100.0	452.8	67.0	312.6	34.0	172.4
10.16	117.0	525.1	73.0	338.1	35.0	176.6
12.7	124.0	554.8	76.0	350.9	36.0	180.9
Carga [%]	180.89 kgf. [13.3%]		125.65 kgf. [9.2%]		83.16 kgf. [6.1%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
Chimbote

Ing. Miguel Sotlar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil





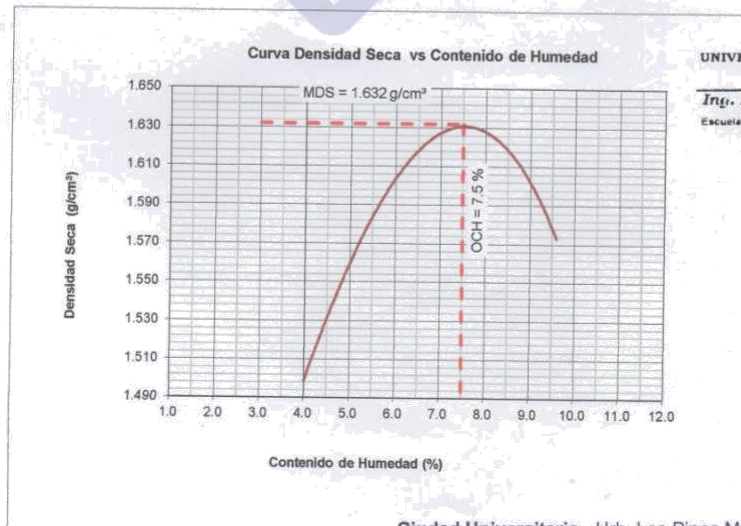
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 698/ MTC E 116

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021
MATERIAL : TERRENO NATURAL C1
FECHA : 11/06/2021

Table with 5 columns: Metodo Compactación, 'A', Número de Golpes, 25, and values for various soil tests like 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g), 02 - Peso del Molde (g), etc.

Contenido Optimo Humedad 7.5 % Densidad Seca Maxima, 1.632 g/cm³



UNIVERSIDAD SAN PEDRO CHIMBOTE

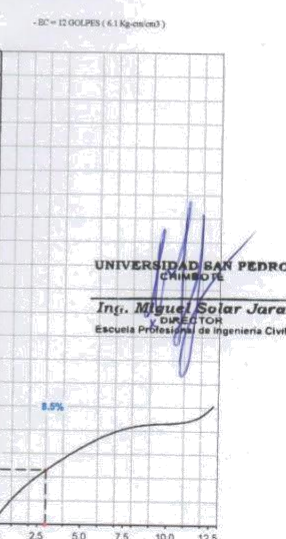
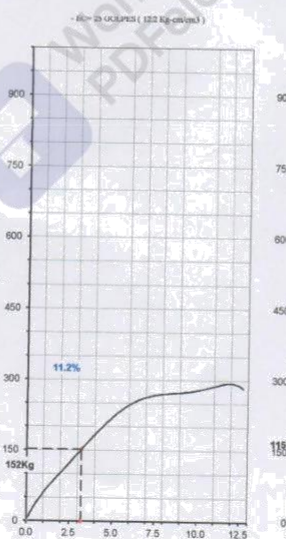
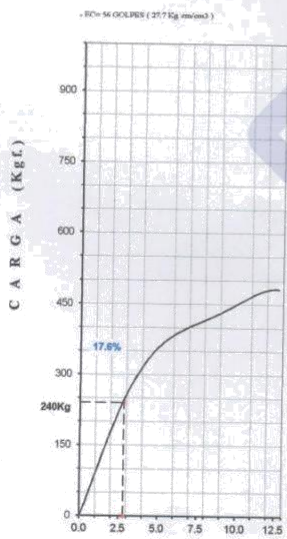
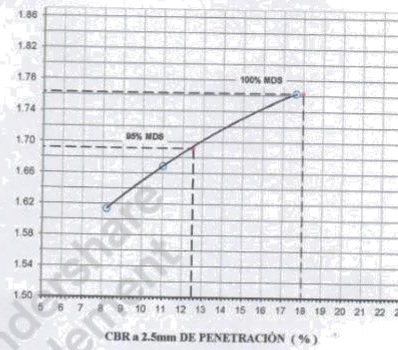
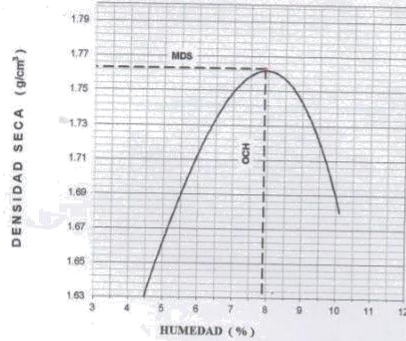
Ing. Miguel Sular Jara DIRECTOR Escuela Profesional de Ingeniería Civil





RELACION DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]

SOLICITA	ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.783
MATERIAL	TERRENO NATURAL C-2	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.9
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	17.6
		CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	12.5
	FECHA: 11-Jun-2021	EMBEBIDO: 4 DIAS	EXPANSIÓN: 1.1%
		ABSORCIÓN: 0.4%	HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 8.3%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR  
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY  
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
MATERIAL : TERRENO NATURAL C2  
FECHA : 11/06/2021

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energia Compactacion [kg-cm/cm <sup>2</sup> ]	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,052.0	7,800.0	7,500.0			
02 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	3,952.0	3,700.0	3,550.0			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,082.000	2,059.000	2,041.000			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.898	1.797	1.739			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	688.4	700.0	651.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	654.2	664.4	618.9			
09 - Peso del agua (g)	34.2	35.6	32.1			
10 - Peso del tarro (g)	208.0	202.0	204.6			
11 - Peso suelo seco (g)	446.2	462.4	414.3			
12 - Contenido de humedad (%)	7.7	7.7	7.7			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.783	1.689	1.614			
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial			
Dia 01	7-Oct-18	5.00PM	0.03			
Dia 02	8-Oct-18	5.00PM	0.03			
Dia 03	9-Oct-18	5.00PM	0.03			
Dia 04	10-Oct-18	5.00PM	0.05			
Expansión, %			1.1			
Absorción			1.5			
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,952.0	3,700.0	3,550.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,066.7	7,820.6	7,519.8			
03 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	3,966.7	3,720.6	3,569.8			
05 - Peso del agua absorbida (g)	14.7	20.6	19.8			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,670.7	3,435.5	3,294.7			
07 - Absorción de agua (%)	0.4	0.6	0.6			
<b>Penetración</b>						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	8.0	61.9	6.0	53.4	5.0	49.2
1.3	18.0	104.4	10.0	70.4	7.0	57.7
1.9	36.0	180.9	15.0	91.7	11.0	74.7
2.5	48.0	231.88	22.0	121.40	17.0	100.16
3.2	56.0	265.9	28.0	146.9	23.0	125.7
3.8	65.0	304.1	39.0	193.6	27.0	142.6
5.08	79.0	363.6	43.0	210.6	30.0	155.4
7.6	90.0	410.3	57.0	270.1	42.0	206.4
10.16	100.0	452.8	59.0	278.6	44.0	214.9
12.7	107.0	482.6	60.0	282.9	53.0	253.1
Carga [%]	231.88 kgf. [17%]		121.4 kgf. [8.9%]		100.16 kgf. [7.4%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Ingr. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR DEL LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL





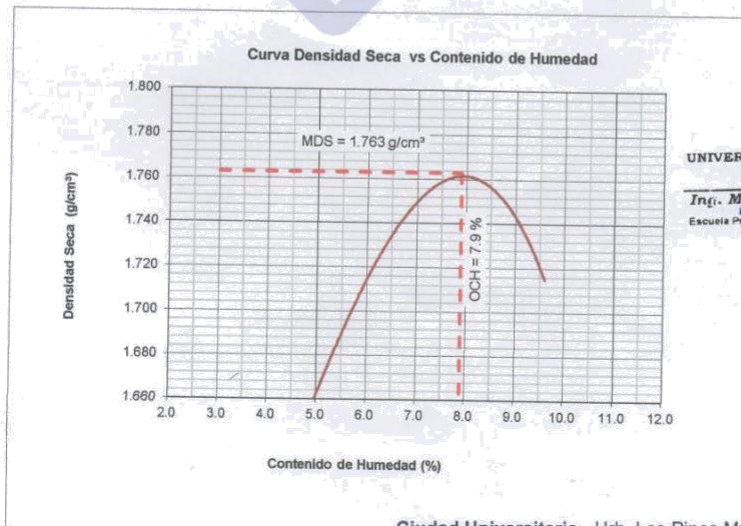
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 698/ MTC E 116

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021
MATERIAL : TERRENO NATURAL C2
FECHA : 11/09/2021

Table with 5 columns: Metodo Compactación, 'A', Número de Golpes, 25, and values for various soil parameters like weight, volume, density, and moisture content.

Contenido Optimo Humedad 7.9 % Densidad Seca Maxima, 1.763 g/cm³



UNIVERSIDAD SAN PEDRO CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

Quita marcas de agua

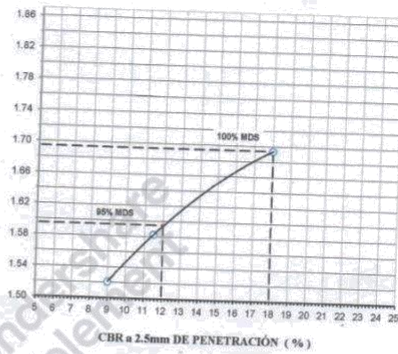
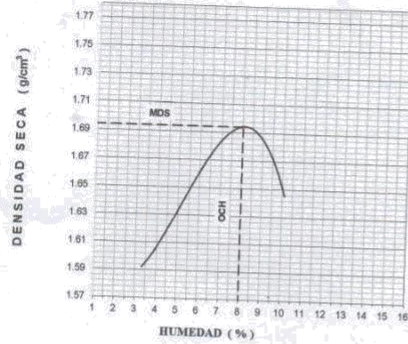


Wondershare  
PDFelement

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**RELACION DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

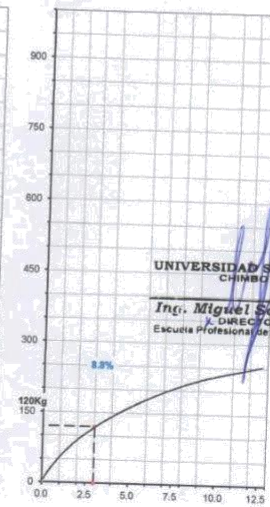
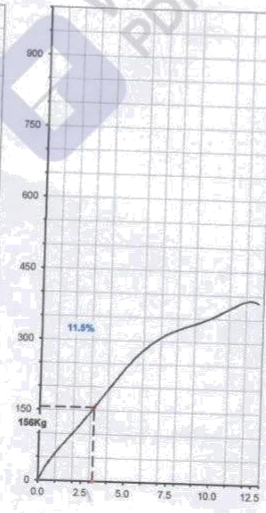
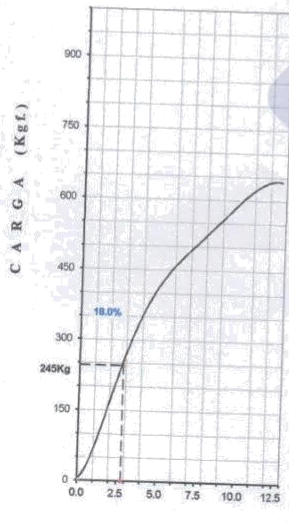
SOLICITA	ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	ESTABILIZACIÓN CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.694
MATERIAL	TERRENO NATURAL C-3	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.0
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	18.0
		CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	12.0
	FECHA: 11-Jun-2021	EMBEBIDO: 4 DIAS	EXPANSIÓN: 9%
		ABSORCIÓN: 1.0 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 9.0 %



- EC = 36 OOLPES (27.7 Kg/cm<sup>2</sup>)

- EC = 23 OOLPES (12.5 Kg/cm<sup>2</sup>)

- EC = 12 OOLPES (6.1 Kg/cm<sup>2</sup>)



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)





**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR**  
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY  
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
MATERIAL : TERRENO NATURAL C3  
FECHA : 11/06/2021

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energia Compactacion [kg-cm/cm <sup>2</sup> ]	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	7,910.0	7,620.0	7,302.0			
02 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	3,810.0	3,520.0	3,352.0			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,082.000	2,059.000	2,041.000			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.830	1.710	1.642			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	455.4	677.0	705.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	437.0	641.8	667.9			
09 - Peso del agua (g)	18.4	35.2	37.1			
10 - Peso del tarro (g)	208.0	202.0	204.6			
11 - Peso suelo seco (g)	229.0	439.8	463.3			
12 - Contenido de humedad (%)	8.0	8.0	8.0			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.694	1.583	1.521			
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	7-Oct-16	5:00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 02	8-Oct-16	5:00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 03	9-Oct-16	5:00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 04	10-Oct-16	5:00PM	0.00	0.00	0.00	
Expansión, %			0.0	0.0	0.0	
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,810.0	3,520.0	3,352.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	7,945.3	7,750.4	7,426.1			
03 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	3,845.3	3,650.4	3,476.1			
05 - Peso del agua absorbida (g)	35.3	130.4	124.1			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,526.6	3,259.1	3,103.5			
07 - Absorción de agua (%)	1.0	4.0				
<b>Penetración</b>						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	6.0	53.4	5.0	49.2	5.0	49.2
1.3	15.0	91.7	11.0	74.7	8.0	61.9
1.9	28.0	146.9	14.0	87.4	12.0	78.9
2.5	48.0	231.88	23.0	125.65	17.0	100.16
3.2	60.0	282.9	30.0	155.4	25.0	134.1
3.8	79.0	363.6	40.0	197.9	27.0	142.6
5.08	89.0	406.1	49.0	236.1	30.0	155.4
7.6	115.0	516.6	69.0	321.1	42.0	206.4
10.16	134.0	597.3	77.0	355.1	48.0	231.9
12.7	144.0	639.8	84.0	384.8	53.0	253.1
Carga [%]	231.88 kgf. [17%]		125.65 kgf. [9.2%]		100.16 kgf. [7.4%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
**Ingeniero Miguel Solar Jara**  
DIRECTOR  
Laboratorio de Mecánica de Suelos e Ingeniería Civil



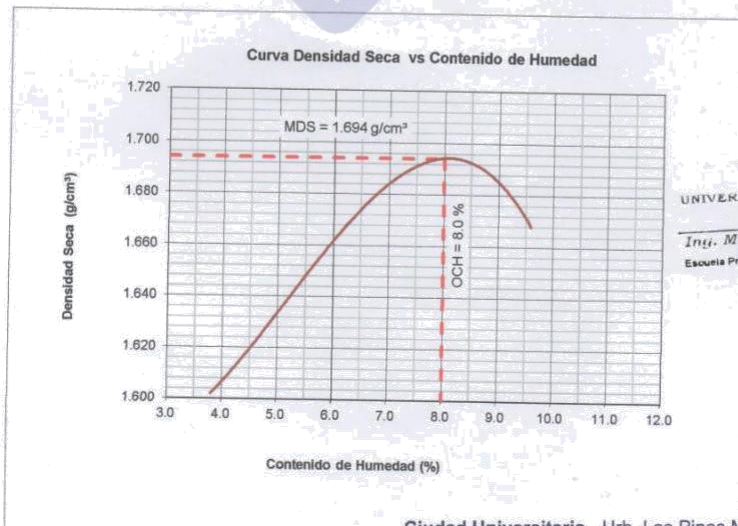
### PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 698/ MTC E 116

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY  
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
MATERIAL : TERRENO NATURAL C3  
FECHA : 11/06/2021

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		(600 KN-m/m <sup>3</sup> (12 400 pie-lbf/pie <sup>3</sup> ))		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3745	3845	3920	3920
02 - Peso del Molde (g)	1979.0	1979.0	1979.0	1979.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1766.0	1866.0	1941.0	1941.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	1062.0	1062.0	1062.0	1062.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.663	1.757	1.828	1.828
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	780.0	700.0	705.0	685.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	759.0	672.0	668.0	640.0
09 - Peso del agua (g)	21.0	28.0	37.0	45.0
10 - Peso del tarro (g)	205.0	200.0	200.0	170.0
11 - Peso suelo seco (g)	554.0	472.0	468.0	470.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.8	5.9	7.9	9.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.602	1.659	1.694	1.668

Contenido Optimo Humedad **8.0 %** Densidad Seca Maxima, **1.694 g/cm<sup>3</sup>**

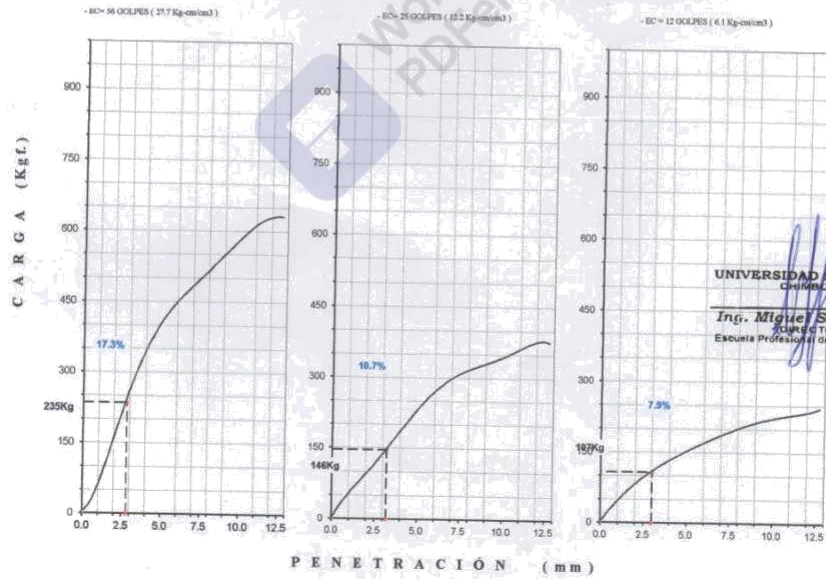
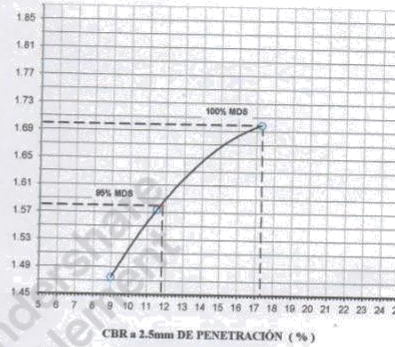
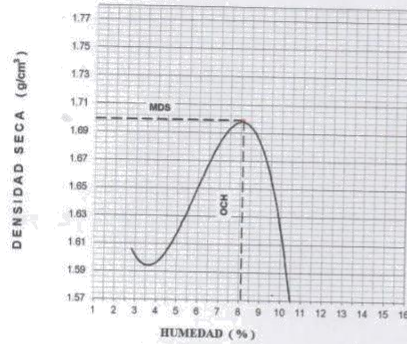






RELACION DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]

SOLICITA	ROJAS PIZARRO BRYAN PERCY	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	ESTABILIZACIÓN CON ADITIVO QUÍMICO DEL SUELO TRAMO	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.699
	HACIENDA YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.1
MATERIAL	TERRENO NATURAL C-4	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	17.3
		CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	11.8
	FECHA: 11-Jun-2021	EMBEBIDO: 4 DIAS	EXPANSIÓN: S/E
		ABSORCIÓN: 1.0%	HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 9.1%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Chimbote  
 Ing. Miguel Salar Jara  
 DIRECTOR  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR**  
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY  
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
MATERIAL : TERRENO NATURAL C4  
FECHA : 11/06/2021

Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>3</sup>	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	7,922.0		7,600.0		7,202.0	
02 - Peso del molde (g)	4,100.0		4,100.0		3,950.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	3,822.0		3,500.0		3,252.0	
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,082.000		2,059.000		2,041.000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.836		1.700		1.593	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	455.4		677.0		705.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	437.0		641.8		667.9	
09 - Peso del agua (g)	18.4		35.2		37.1	
10 - Peso del tarro (g)	208.0		202.0		204.6	
11 - Peso suelo seco (g)	229.0		439.8		463.3	
12 - Contenido de humedad (%)	8.0		8.0		8.0	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.699		1.574		1.475	
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial
Dia 01	7-Oct-16	5.00PM	0.00	0.00	0.00	0.00
Dia 02	8-Oct-16	5.00PM	0.00	0.00	0.00	0.00
Dia 03	9-Oct-16	5.00PM	0.00	0.00	0.00	0.00
Dia 04	10-Oct-16	5.00PM	0.00	0.00	0.00	0.00
Expansión, %			0.0	0.0	0.0	
Absorción						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,822.0		3,500.0		3,252.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	7,957.4		7,729.6		7,322.4	
03 - Peso del molde (g)	4,100.0		4,100.0		3,950.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	3,857.4		3,629.6		3,372.4	
05 - Peso del agua absorbida (g)	35.4		129.6		120.4	
06 - Peso del suelo seco (g)	3,537.7		3,240.6		3,010.9	
07 - Absorción de agua (%)	1.0		4.0		4.0	
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf]= Lectura Dial*4.2491345+27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	5.0	49.2	4.0	44.9	3.0	40.7
1.3	13.0	83.2	9.0	66.2	7.0	57.7
1.9	26.0	138.4	13.0	83.2	10.0	70.4
2.5	46.0	223.38	21.0	117.15	15.0	91.66
3.2	58.0	274.4	28.0	146.9	23.0	125.7
3.8	77.0	355.1	38.0	189.4	25.0	134.1
5.08	87.0	397.6	47.0	227.6	29.0	146.9
7.6	113.0	508.1	67.0	312.6	40.0	197.9
10.16	132.0	588.8	75.0	346.6	46.0	223.4
12.7	142.0	631.3	82.0	376.3	51.0	244.6
Carga [%]	223.38 kgf. [16.4%]		117.15 kgf. [8.6%]		91.66 kgf. [6.7%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Director

Miguel Salar Jara

Carga Profesional de Ingeniería Civil





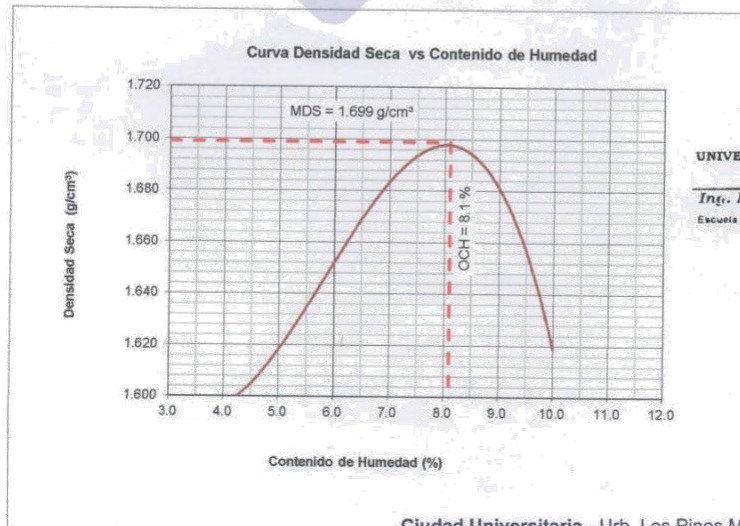
**PROCTOR MODIFICADO**

NORMA ASTM D- 698/ MTC E 116

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY  
 TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
 YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
 MATERIAL : TERRENO NATURAL C4  
 FECHA : 11/06/2021

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	(600 KN-m/m3 (12 400 pie-lbf/pie3))			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3730	3850	3922	3870
02 - Peso del Molde (g)	1979.0	1979.0	1979.0	1979.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1751.0	1871.0	1943.0	1891.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	1062.0	1062.0	1062.0	1062.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.649	1.762	1.830	1.781
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	560.0	800.0	703.3	686.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	548.6	765.0	667.0	639.0
09 - Peso del agua (g)	11.4	35.0	36.3	47.0
10 - Peso del tarro (g)	204.0	202.0	200.0	168.0
11 - Peso suelo seco (g)	344.6	563.0	467.0	471.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.3	6.2	7.8	10.0
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.596	1.659	1.697	1.619

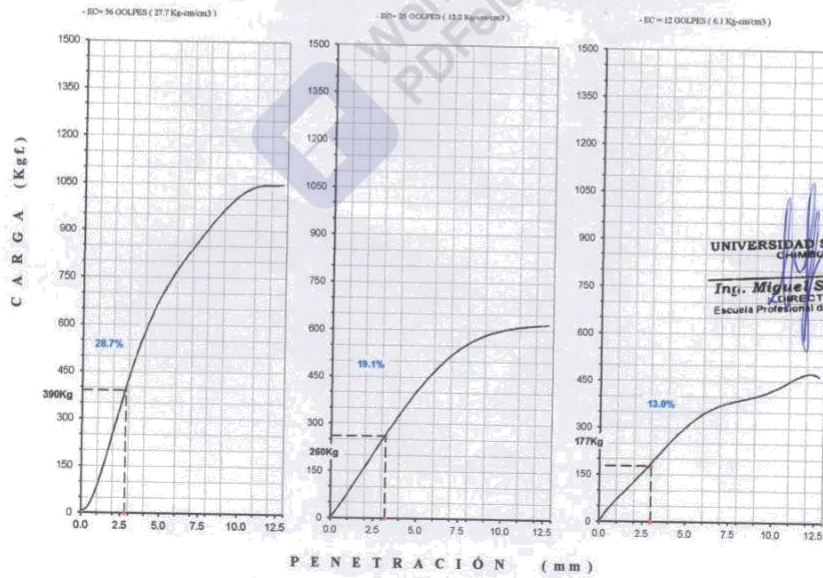
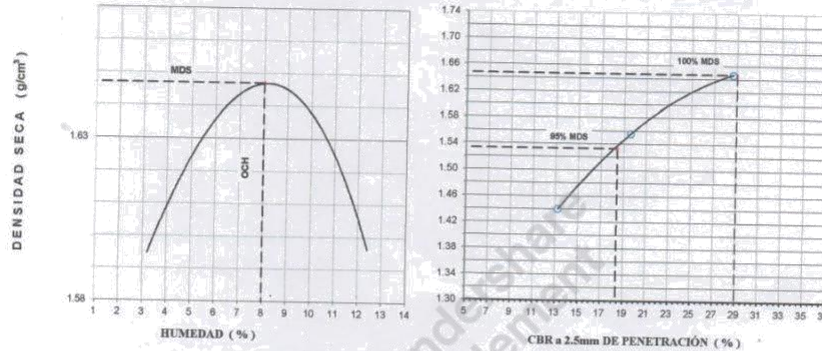
Contenido Optimo Humedad **8.1 %** Densidad Seca Maxima, **1.699 g/cm<sup>3</sup>**





**RELACION DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]-EXPERIMENTAL-8%**

SOLICITA	ROJAS PIZARRO BRYAN PERCY	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.647
	HACIENDA YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.0
MATERIAL	TERRENO NATURAL C-1	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	28.7
		CBR AL 99% DE LA M.D.S. (%)	16.4
	FECHA: 11-Jun-2021	ABSORCIÓN	0.9%
		EMBEBIDO	4 DIAS
		EXPANSIÓN	S/E
		HUMEDAD DE PENETRACIÓN	8.8%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
**Ing. Miguel Solar Jara**  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil





**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-8%  
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY  
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
MATERIAL : TERRENO NATURAL C1  
FECHA : 11/06/2021

Características						
Numero de Molde		1	2	3		
Numero de Capas		5	5	5		
Numero de Golpe		56	25	12		
Energia Compactacion [kg-cm/cm <sup>2</sup> ]		27.7	12.2	6.1		
Densidad Seca [CBR ]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)		7,803.0	7,560.0	7,125.0		
02 - Peso del molde (g)		4,100.0	4,100.0	3,950.0		
03 - Peso suelo humedo (g)		3,703.0	3,460.0	3,175.0		
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>		2,082.000	2,059.000	2,041.000		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )		1,779	1,680	1,556		
06 - Tarro N°		0.0	0.0	0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)		455.6	567.0	603.3		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)		437.3	539.9	573.6		
09 - Peso del agua (g)		18.3	27.1	29.7		
10 - Peso del tarro (g)		208.0	202.0	204.6		
11 - Peso suelo seco (g)		229.3	337.9	369.0		
12 - Contenido de humedad (%)		8.0	8.0	8.0		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )		1.647	1.556	1.440		
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	10-Oct-18	3.00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 02	11-Oct-18	3.00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 03	12-Oct-18	3.00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 04	13-Oct-18	3.00PM	0.00	0.00	0.00	
Expansión, %			0.0	0.0	0.0	
Absorción			0.0	0.0	0.0	
Absorción						
Numero de molde		1	2	3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)		3,703.0	3,460.0	3,175.0		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)		7,833.9	7,688.1	7,136.8		
03 - Peso del molde (g)		4,100.0	4,100.0	3,950.0		
04 - Peso suelo embebido (g)		3,733.9	3,588.1	3,186.8		
05 - Peso del agua absorbida (g)		30.9	128.1	11.8		
06 - Peso del suelo seco (g)		3,429.3	3,203.1	2,938.5		
07 - Absorción de agua (%)		0.9	4.0	0.4		
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf]= Lectura Dial*4.2491345+27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf]	Lec. Dial	Carga [Kgf]	Lec. Dial	Carga [Kgf]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	8.0	61.9	7.0	57.7	7.0	57.7
1.3	24.0	129.9	18.0	104.4	14.0	87.4
1.9	47.0	227.6	29.0	151.1	21.0	117.2
2.5	70.0	325.36	40.0	197.89	28.0	146.90
3.2	104.0	469.8	56.0	265.9	39.0	193.6
3.8	135.0	601.6	72.0	333.9	55.0	261.6
5.08	150.0	665.3	87.0	397.6	62.0	291.4
7.6	203.0	890.5	122.0	546.3	84.0	384.8
10.16	233.0	1018.0	135.0	601.6	93.0	423.1
12.7	240.0	1047.7	139.0	618.5	103.0	465.6
Carga [%]	325.36 kgf. [23.9%]		197.89 kgf. [14.5%]		146.9 kgf. [10.8%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Miguel Solar Jara  
Escuela de Ingeniería Civil



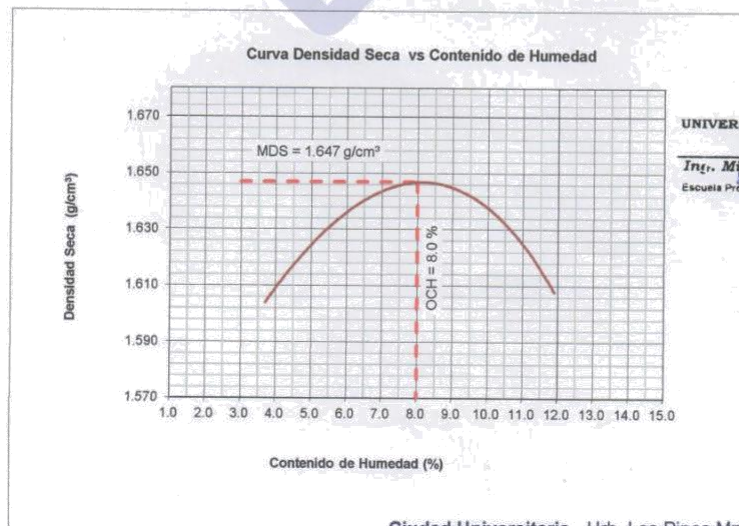
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-8%

NORMA ASTM D- 698/ MTC E 116

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021
MATERIAL : TERRENO NATURAL C1
FECHA : 11/06/2021

Table with 5 columns: Metodo Compactación, 'A', Número de Golpes, and 25. Rows include data for compactation energy, soil weight, volume, density, and moisture content.

Contenido Optimo Humedad 8.0 % Densidad Seca Maxima, 1.647 g/cm³



UNIVERSIDAD SAN PEDRO CHIMBOTE
Ing. Miguel Sblar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería C.





**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

Quita marcas de agua

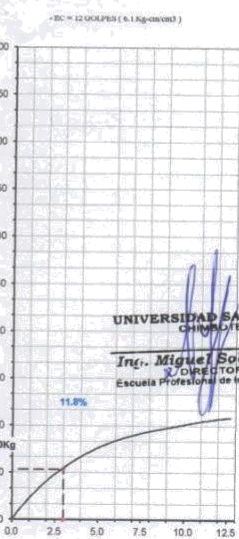
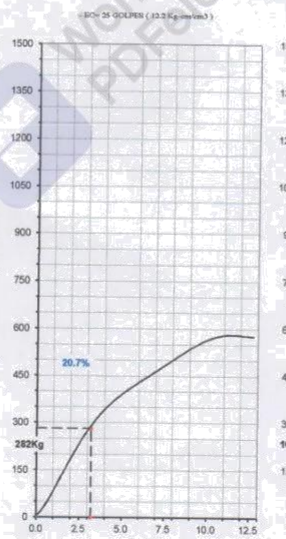
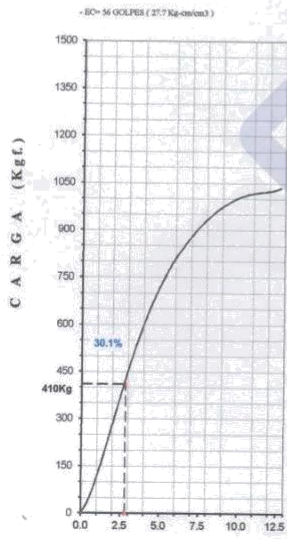
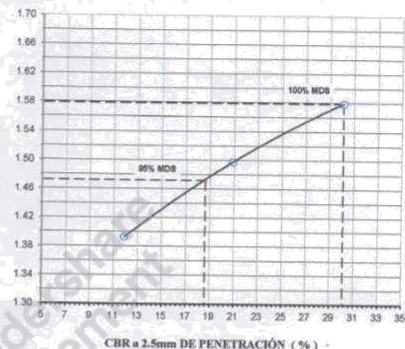
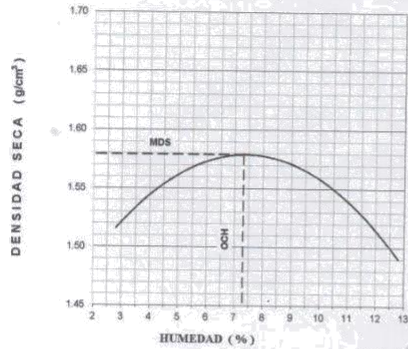


Wondershare  
PDFelement

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]-EXPERIMENTAL-8%**

SOLICITA	ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	ESTABILIZACIÓN CON ADITIVO QUÍMICO DEL SUELO TRAMO	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.578
	HACIENDA YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.3
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	30.1
MATERIAL	TERRENO NATURAL C-2	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	19.6
		EMBEBIDO : 4 DIAS   EXPANSIÓN :	SE
	FECHA : 11-Jun-2021	ABSORCIÓN : 0.8 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 8.1 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
Chimbote  
Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-8%**  
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY  
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
MATERIAL : TERRENO NATURAL C2  
FECHA : 11/06/2021

Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>3</sup>	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	7,628.0		7,410.0		7,000.0	
02 - Peso del molde (g)	4,100.0		4,100.0		3,950.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	3,528.0		3,310.0		3,050.0	
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,082.000		2,059.000		2,041.000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.695		1.608		1.494	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	499.0		605.0		611.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	479.2		577.6		583.3	
09 - Peso del agua (g)	19.8		27.4		27.7	
10 - Peso del tarro (g)	208.0		202.0		204.6	
11 - Peso suelo seco (g)	271.2		375.6		378.7	
12 - Contenido de humedad (%)	7.3		7.3		7.3	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.579		1.498		1.393	
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial
Dia 01	10-Oct-18	5.00PM	0.00	0.00	0.00	0.00
Dia 02	11-Oct-18	5.00PM	0.00	0.00	0.00	0.00
Dia 03	12-Oct-18	5.00PM	0.00	0.00	0.00	0.00
Dia 04	13-Oct-18	5.00PM	0.00	0.00	0.00	0.00
Expansión, %			0.0	0.0	0.0	
Absorción						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,528.0		3,310.0		3,050.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	7,654.3		7,422.3		7,011.4	
03 - Peso del molde (g)	4,100.0		4,100.0		3,950.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	3,554.3		3,322.3		3,061.4	
05 - Peso del agua absorvida (g)	26.3		12.3		11.4	
06 - Peso del suelo seco (g)	3,288.0		3,085.0		2,842.1	
07 - Absorción de agua (%)	0.8		0.4		0.4	
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	10.0	70.4	8.0	61.9	6.0	53.4
1.3	33.0	168.1	20.0	112.9	13.0	83.2
1.9	56.0	265.9	33.0	168.1	20.0	112.9
2.5	79.0	363.60	45.0	219.13	27.0	142.65
3.2	105.0	474.1	63.0	295.6	34.0	172.4
3.8	140.0	622.8	78.0	359.4	42.0	206.4
5.08	160.0	707.8	82.0	376.3	46.0	228.6
7.6	210.0	920.2	109.0	491.1	59.0	278.6
10.16	230.0	1005.2	127.0	567.6	65.0	304.1
12.7	237.0	1035.0	129.0	576.1	70.0	325.4
Carga [%]	363.6 kgf. [26.7%]		219.13 kgf. [16.1%]		142.65 kgf. [10.5%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Ingeniero Miguel Solari Jara  
DIRECTOR  
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL





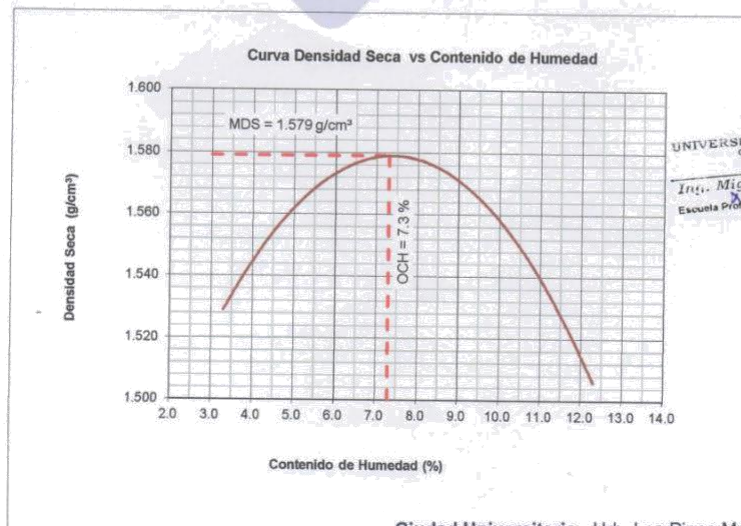
**PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-8%**

NORMA ASTM D- 698/ MTC E 116

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY  
 TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
 YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
 MATERIAL : TERRENO NATURAL C2  
 FECHA : 11/06/2021

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	(600 KN-m/m3 (12 400 pie-lbf/pie3))			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3656	3753	3798	3775
02 - Peso del Molde (g)	1979.0	1979.0	1979.0	1979.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1677.0	1774.0	1819.0	1796.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	1062.0	1062.0	1062.0	1062.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.579	1.670	1.713	1.691
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	488.0	512.0	498.0	509.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	479.0	494.0	472.9	472.0
09 - Peso del agua (g)	9.0	18.0	25.1	37.0
10 - Peso del tarro (g)	205.0	200.0	200.0	170.0
11 - Peso suelo seco (g)	274.0	294.0	272.9	302.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.3	6.1	9.2	12.3
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.529	1.574	1.569	1.506

Contenido Optimo Humedad **7.3 %** Densidad Seca Maxima, **1.579 g/cm<sup>3</sup>**

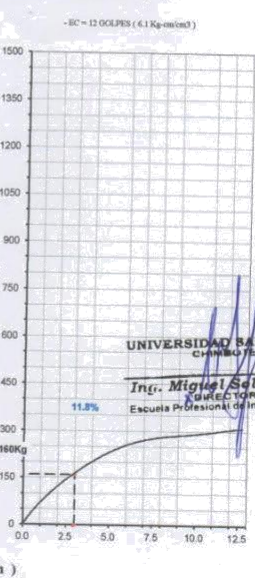
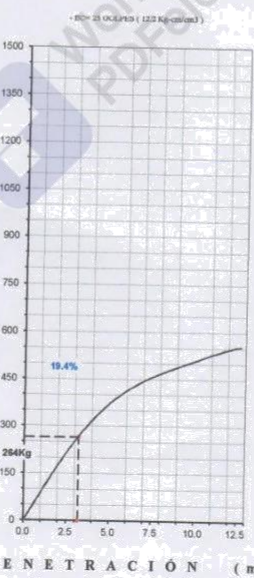
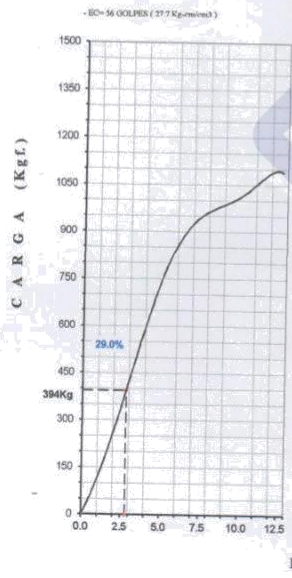
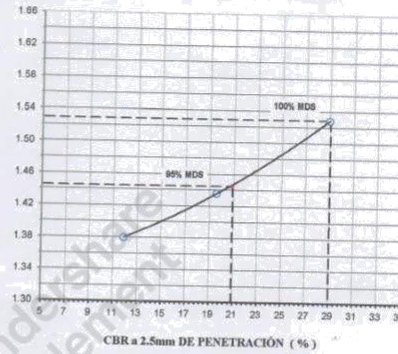
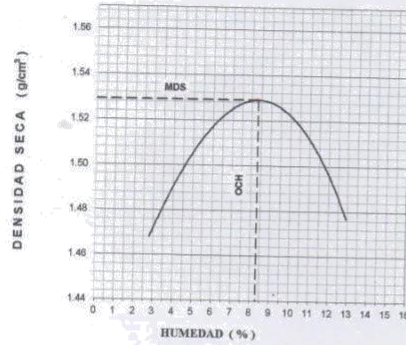


UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 CHIMBOTE  
 Ing. Miguel Solar Jara  
 DIRECTOR  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]-EXPERIMENTAL-8%

SOLICITA	ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	ESTABILIZACIÓN CON ADITIVO QUÍMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.529
MATERIAL	TERRENO NATURAL C-3	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.3
	FECHA: 11-Jun-2021	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	28.0
		CBR AL 99% DE LA M.D.S. (%)	20.9
		EMBESADO	4 DIAS
		EXPANSIÓN	S/E
		ABSORCIÓN	0.7%
		HUMEDAD DE PENETRACIÓN	9.0%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
Ingr. Miguel Salar Jara  
CATEDRÁTICO  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil





**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-8%**  
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY  
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
MATERIAL : TERRENO NATURAL C3  
FECHA : 11/06/2021

<b>Características</b>						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energia Compactacion [kg-cm/cm <sup>2</sup> ]	27.7		12.2		6.1	
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	7,548.0		7,300.0		7,002.0	
02 - Peso del molde (g)	4,100.0		4,100.0		3,950.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	3,448.0		3,200.0		3,052.0	
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,082.000		2,059.000		2,041.000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.656		1.554		1.495	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	550.2		532.2		621.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	524.0		507.0		589.0	
09 - Peso del agua (g)	26.2		25.2		32.0	
10 - Peso del tarro (g)	208.0		202.0		204.6	
11 - Peso suelo seco (g)	316.0		305.0		384.4	
12 - Contenido de humedad (%)	8.3		8.3		8.3	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.529		1.436		1.380	
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial
Dia 01	8-Oct-18	1.00PM	0.00	0.00	0.00	0.00
Dia 02	9-Oct-18	1.00PM	0.00	0.00	0.00	0.00
Dia 03	10-Oct-18	1.00PM	0.00	0.00	0.00	0.00
Dia 04	11-Oct-18	1.00PM	0.00	0.00	0.00	0.00
Expansión, %			0.0	0.0	0.0	
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,448.0		3,200.0		3,052.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	7,570.3		7,314.8		7,013.3	
03 - Peso del molde (g)	4,100.0		4,100.0		3,950.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	3,470.3		3,214.8		3,063.3	
05 - Peso del agua absorbida (g)	22.3		14.8		11.3	
06 - Peso del suelo seco (g)	3,184.0		2,955.8		2,817.5	
07 - Absorción de agua (%)	0.7		0.5		0.4	
<b>Penetración</b>						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	10.0	70.4	8.0	61.9	7.0	57.7
1.3	30.0	155.4	20.0	112.9	13.0	83.2
1.9	52.0	248.9	32.0	163.9	20.0	112.9
2.5	75.0	346.61	44.0	214.88	27.0	142.65
3.2	98.0	444.3	55.0	261.6	35.0	176.6
3.8	133.0	593.1	69.0	321.1	41.0	202.1
5.08	169.0	746.0	80.0	367.9	47.0	227.6
7.6	218.0	954.2	102.0	461.3	59.0	278.6
10.16	233.0	1018.0	114.0	512.3	62.0	291.4
12.7	250.0	1090.2	124.0	554.8	66.0	308.4
Carga [%]	346.61 kgf. [25.5%]		214.88 kgf. [15.8%]		142.65 kgf. [10.5%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Iny. Miguel Solar Jara  
Ingeniero de Ingeniería Civil



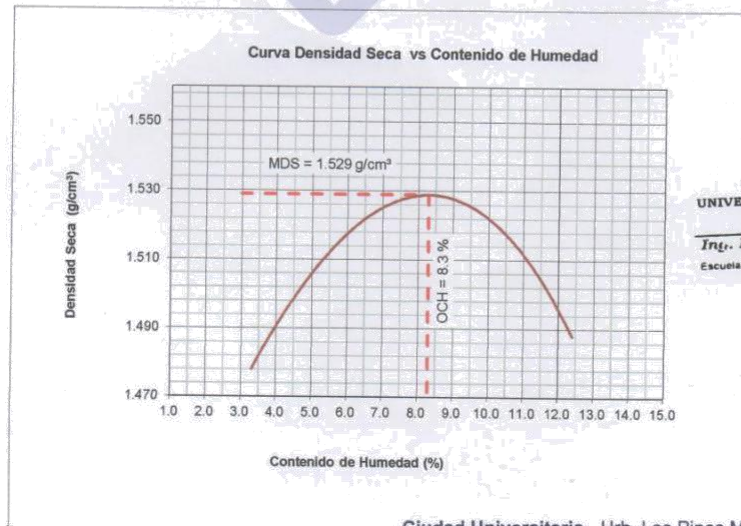
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-8%

NORMA ASTM D- 698/ MTC E 116

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021
MATERIAL : TERRENO NATURAL C3
FECHA : 11/06/2021

Table with 5 columns: Metodo Compactación, 'A', Número de Golpes, 25. Rows include: Energía de Compactación Standar, 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g), 02 - Peso del Molde (g), 03 - Peso Suelo Humedo (g), 04 - Volumen del Molde (cm³), 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³), 06 - Tarro N°, 07 - Peso suelo humedo + tarro (g), 08 - Peso suelo seco + tarro (g), 09 - Peso del agua (g), 10 - Peso del tarro (g), 11 - Peso suelo seco (g), 12 - Contenido de Humedad (%), 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm³).

Contenido Optimo Humedad 8.3 % Densidad Seca Maxima, 1.529 g/cm³



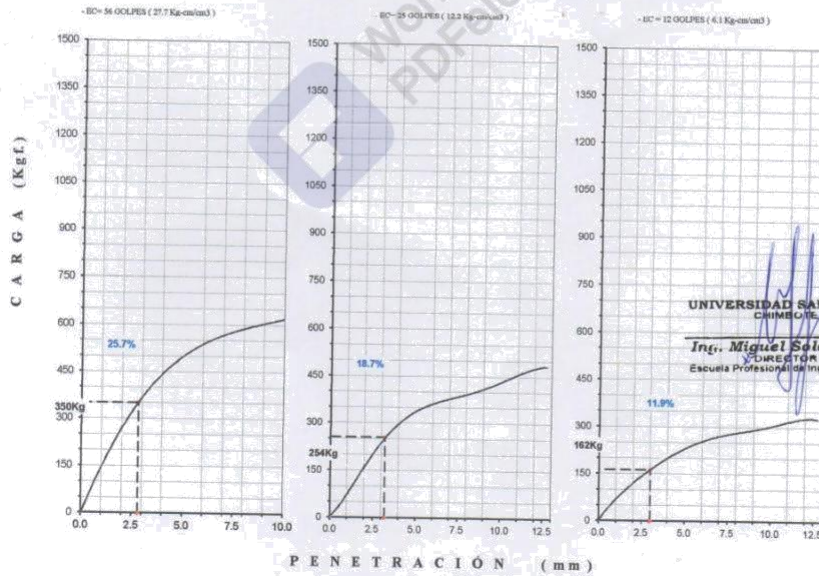
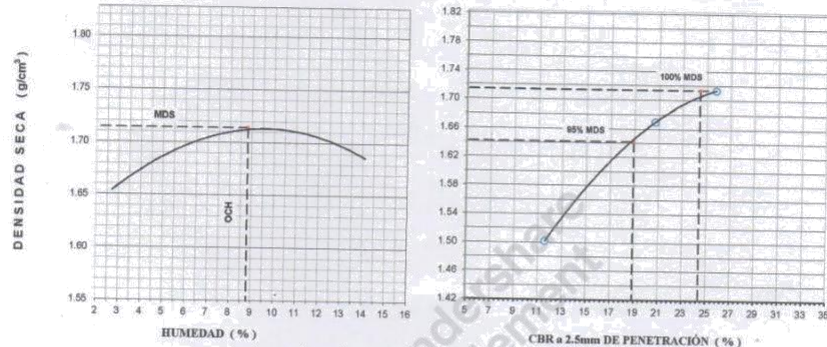
UNIVERSIDAD SAN PEDRO CHIMBOTE
Int. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil





RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]-EXPERIMENTAL-8%

SOLICITA	ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY	METODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	ESTABILIZACIÓN CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.714
	HACIENDA YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.8
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	25.7
MATERIAL	TERRENO NATURAL C-4	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	18.9
	FECHA: 11-Jun-2021	ABSORCIÓN:	1.1%
		EMBEBIDO:	4 DIAS
		EXPANSIÓN:	9/E
		HUMEDAD DE PENETRACIÓN:	9.9%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-8%  
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY  
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
MATERIAL : TERRENO NATURAL C4  
FECHA : 11/06/2021

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energía Compactación [kg-cm/cm²]	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	7,902.0	7,700.0	7,215.0			
02 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	3,802.0	3,600.0	3,265.0			
04 - Volumen de molde, cm³	2,082.000	2,059.000	2,041.000			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm³)	1.826	1.748	1.600			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	330.0	560.0	470.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	314.0	544.0	454.0			
09 - Peso del agua (g)	16.0	16.0	16.0			
10 - Peso del tarro (g)	70.0	205.0	208.0			
11 - Peso suelo seco (g)	244.0	339.0	246.0			
12 - Contenido de humedad (%)	6.6	4.7	6.5			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.714	1.670	1.502			
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	10-Oct-18	5.00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 02	11-Oct-18	5.00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 03	12-Oct-18	5.00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 04	13-Oct-18	5.00PM	0.00	0.00	0.00	
Expansión, %			0.0	0.0	0.0	
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,802.0	3,600.0	3,265.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	7,941.2	7,748.1	7,270.2			
03 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	3,841.2	3,648.1	3,320.2			
05 - Peso del agua absorvida (g)	39.2	48.1	55.2			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,568.0	3,437.7	3,065.6			
07 - Absorción de agua (%)	1.1	1.4	1.8			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	15.0	91.7	6.0	53.4	6.0	53.4
1.3	39.0	193.6	18.0	104.4	13.0	83.2
1.9	49.0	236.1	24.0	129.9	20.0	112.9
2.5	75.0	346.61	41.0	202.13	25.0	134.15
3.2	82.0	376.3	55.0	261.6	34.0	172.4
3.8	94.0	427.3	63.0	295.6	42.0	206.4
5.08	112.0	503.8	71.0	329.6	46.0	223.4
7.6	130.0	580.3	85.0	389.1	59.0	278.6
10.16	140.0	622.8	96.0	435.8	65.0	304.1
12.7	160.0	707.8	107.0	482.6	70.0	325.4
Carga [%]	346.61 kgf. [25.5%]		202.13 kgf. [14.9%]		134.15 kgf. [9.9%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Ingeniero Miguel Salazar Jara  
DIRECTOR  
Laboratorio de Ingeniería Civil





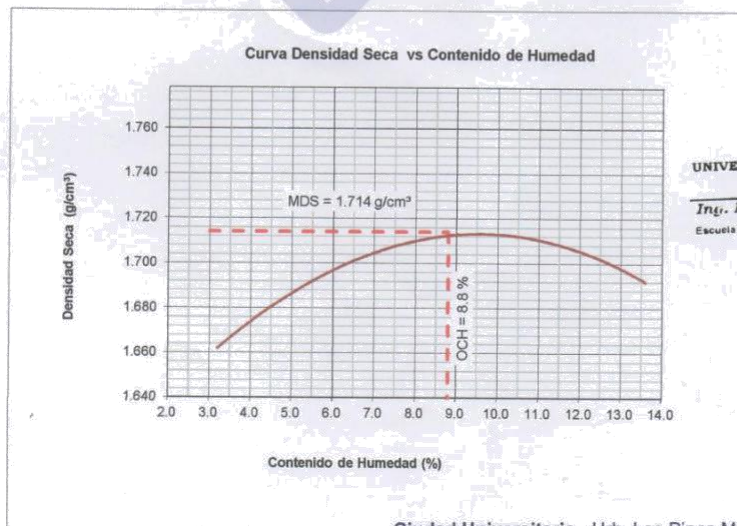
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-8%

NORMA ASTM D- 698/ MTC E 116

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021
MATERIAL : TERRENO NATURAL C4
FECHA : 11/06/2021

Table with 5 columns: Metodo Compactación, 'A', Número de Golpes, 25, and values for various soil tests including weight, volume, density, and moisture content.

Contenido Optimo Humedad 8.8 % Densidad Seca Maxima, 1.714 g/cm³



UNIVERSIDAD SAN PEDRO CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**CONTENIDO DE HUMEDAD**

(ASTM D-2216)

**SOLICITA** : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY  
**TESIS** : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
**MUESTRA** : CALICATAS  
**LUGAR** : TANGAY ALTO, DEL SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 11/06/2021

ENSAYO N°	C-1	C-2	C-3	C-4
Peso de tara + MH	586.60	580.00	662.00	500.00
Peso de tara + MS	578.90	553.00	654.00	492.90
Peso de tara	66.00	64.00	62.00	63.30
Peso del agua	7.70	7.00	9.00	7.10
MS	512.90	489.00	592.00	428.60
Contenido de humedad (%)	1.501	1.431	1.351	1.653

**NOTA** : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ingr. Miguel Solar Jar.*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY  
 TESIS : ESTABILIZACIÓN CON ADITIVO QUÍMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
 YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
 MUESTRA : TERRENO NATURAL C4  
 LUGAR : TANGAY ALTO, DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA : 11/06/2021

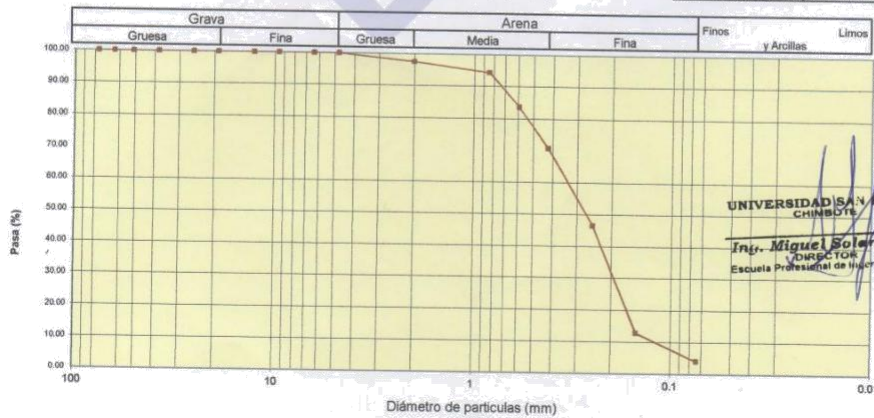
Peso Seco Inicial	525.5 gr.
Peso Seco Lavado	504.2 gr.
Peso perdido por lavado	21.3 gr.

CALICATA	: C - 4
ESTRATO	: M - 1
PROF. (m)	: 0.00 a 1.50

Tamiz/Abertura		Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
Nº	(mm)					
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-3 Arena fina
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	
Nº 4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	
Nº 10	2.00	13.3	2.5	2.5	97.5	
Nº 20	0.850	16.6	3.2	5.7	94.3	Clasificación (S.U.C.S.)
Nº 30	0.600	56.2	10.7	16.4	83.6	Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio. Arena mal graduada SP
Nº 40	0.425	67.2	12.8	29.2	70.8	
Nº 60	0.250	127.7	24.3	53.5	46.5	
Nº 100	0.150	176.6	33.6	87.1	12.9	
Nº 200	0.075	46.6	8.9	95.9	4.1	
< 200		21.3	4.1	100.0	0.0	
Total		525.5			100.0	

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
Ing. Miguel Solar Jara  
Director  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY
TESIS : ESTABILIZACION CON ADITIVO QUIMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021
MUESTRA : TERRENO NATURAL C3
LUGAR : TANGAY ALTO, DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 11/06/2021

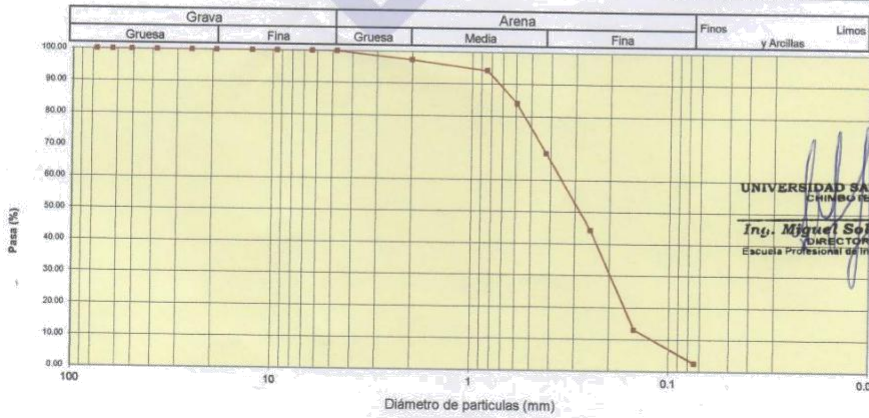
Table with 2 columns: Description, Weight (gr). Rows: Peso Seco Inicial (428.8), Peso Seco Lavado (417.7), Peso perdido por lavado (11.1).

Table with 2 columns: Description, Value. Rows: CALICATA (C-3), ESTRATO (M-1), PROF. (m) (0.00 a 1.50).

Main granulometry table with columns: Tamiz (Abertura) N° (mm), Peso Retenido (gr.), Retenido Parcial (%), Retenido Acumulado (%), Pasante (%), and Clasificación AASHTO. Includes rows for various sieve sizes and summary statistics.

Table with 2 columns: Property, Value. Rows: Límite líquido LL (0), Límite plástico LP (0), Índice plasticidad IP (0).

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAN PERCY  
 TESIS : ESTABILIZACIÓN CON ADITIVO QUÍMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
 YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
 MUESTRA : TERRENO NATURAL C2  
 LUGAR : TANGAY ALTO, DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA : 11/06/2021

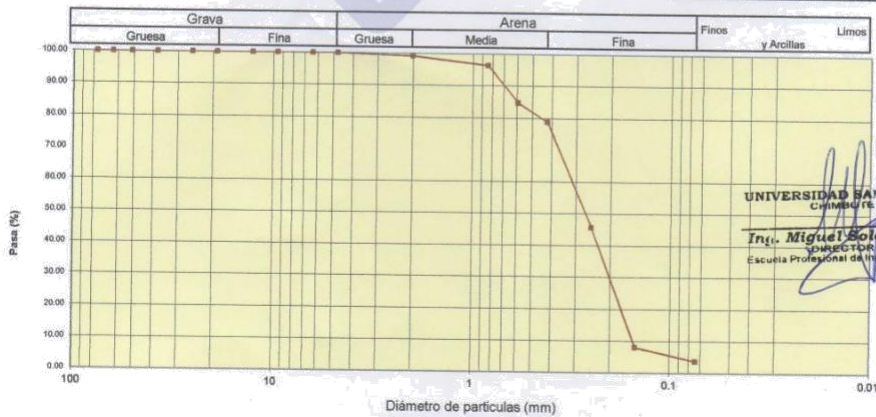
Peso Seco Inicial	572	gr.
Peso Seco Lavado	550.5	gr.
Peso perdido por lavado	21.5	gr.

CALICATA	: C - 2
ESTRATO	: M - 1
PROF. (m)	: 0.00 a 1.50

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificació AASTO
Nº	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-3 Arena fina
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	Valor del Índice de grupo (IG)
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas gruesas. Suelo limpo. Arena mal graduada SP
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0	
Nº 4	4.75	0.0	0.0	100.0	Pasa tamiz Nº 4 (%) : 99.2
Nº 10	2.00	4.5	0.8	99.2	
Nº 20	0.850	16.0	2.8	3.6	Pasa tamiz Nº 200 (%) : 3.8
Nº 30	0.600	66.0	11.5	15.1	D60 (mm) : 0.32
Nº 40	0.425	34.0	5.9	21.1	D30 (mm) : 0.197
Nº 60	0.250	190.0	33.2	54.3	D10 (mm) : 0.124
Nº 100	0.150	215.0	37.6	91.9	Cu : 2.595
Nº 200	0.075	25.0	4.4	96.2	Cc : 0.961
< 200		21.5	3.8	100.0	
Total		572.0			

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

SOLICITA : ROJAS PIZARRO BRYAM PERCY  
TESIS : ESTABILIZACIÓN CON ADITIVO QUÍMICO DEL SUELO TRAMO HACIENDA  
YEMIL - TANGAY ALTO - ANCASH 2021  
MUESTRA : TERRENO NATURAL C1  
LUGAR : TANGAY ALTO, DEL SANTA - ANCASH  
FECHA : 11/08/2021

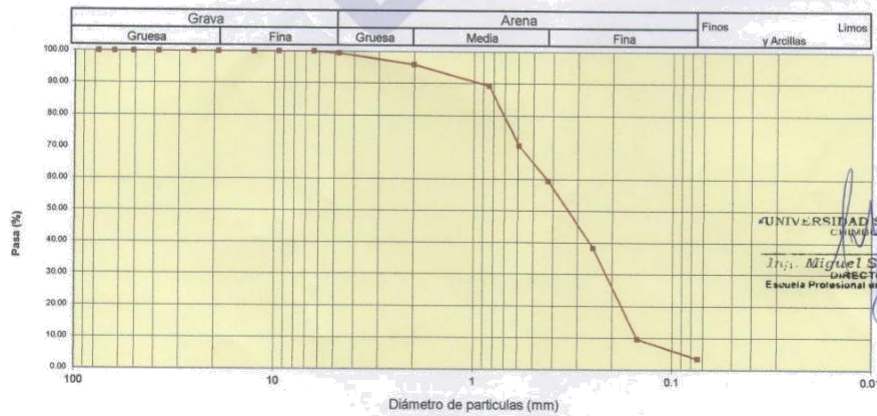
Peso Seco Inicial	402.3	gr.
Peso Seco Lavado	388.2	gr.
Peso perdido por lavado	14.1	gr.

CALICATA	: C - 1
ESTRATO	: M - 1
PROF. (m)	: 0.00 a 1.50

Tamiz/Abertura	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
N°					
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-3 Arena fina
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	Valor del índice de grupo (IG)
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio. Arena mal graduada SP
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	2.2	0.5	99.5	Pasa tamiz N° 4 (%) : 96.0
N° 10	2.00	14.0	3.5	96.0	Pasa tamiz N° 200 (%) : 3.5
N° 20	0.850	27.0	6.7	89.3	D60 (mm) : 0.43
N° 30	0.600	75.0	18.6	70.6	D30 (mm) : 0.216
N° 40	0.425	45.0	11.2	40.6	D10 (mm) : 0.125
N° 60	0.250	85.0	21.1	61.7	Cu : 3.436
N° 100	0.150	115.0	28.6	90.3	Cc : 0.876
N° 200	0.075	25.0	6.2	96.5	
< 200	14.1	3.5	100.0	0.0	
Total	402.3			100.0	

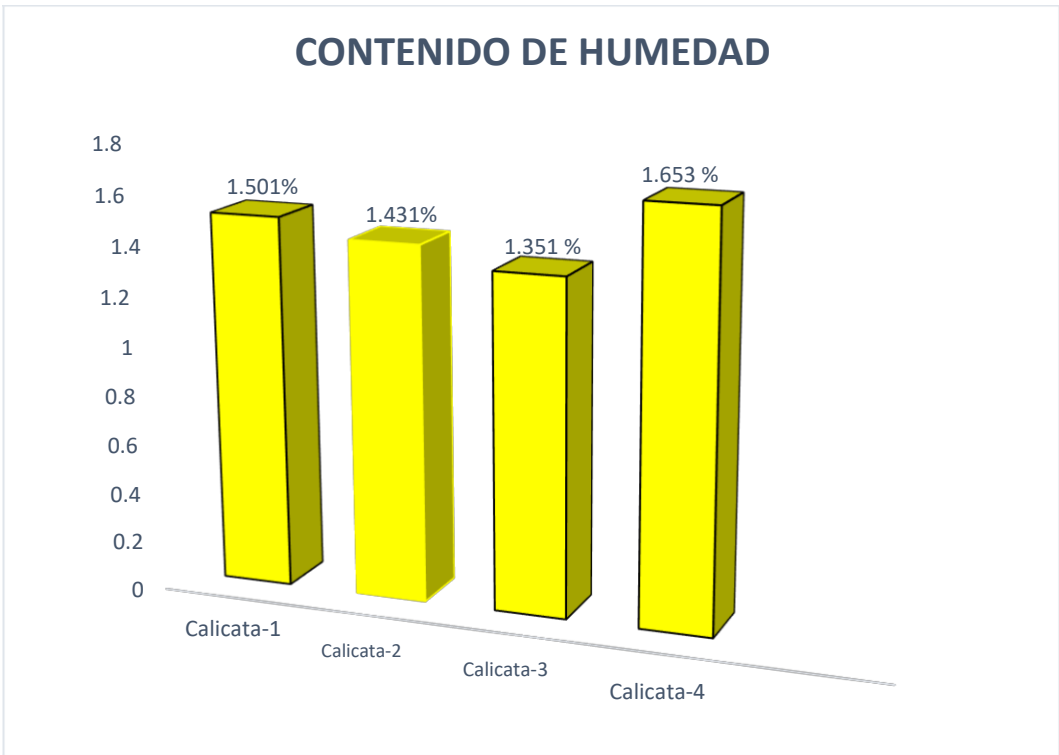
Límite líquido LL	: 0
Límite plástico LP	: 0
Índice plasticidad IP	: 0

CURVA GRANULOMÉTRICA

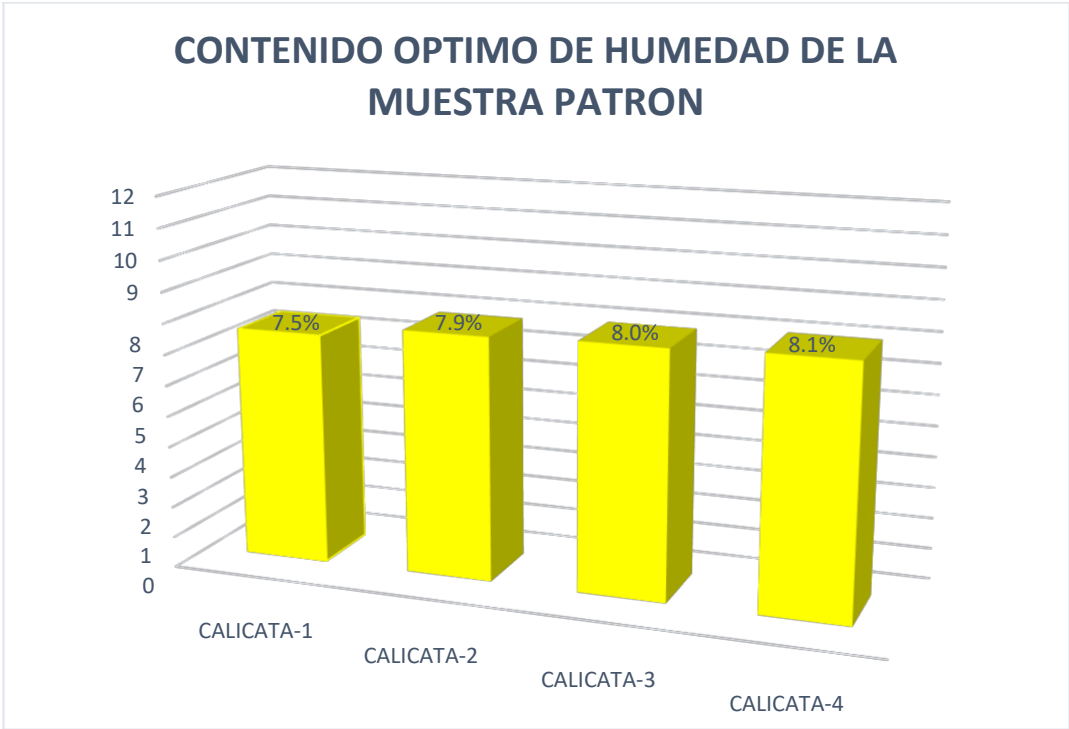


UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería

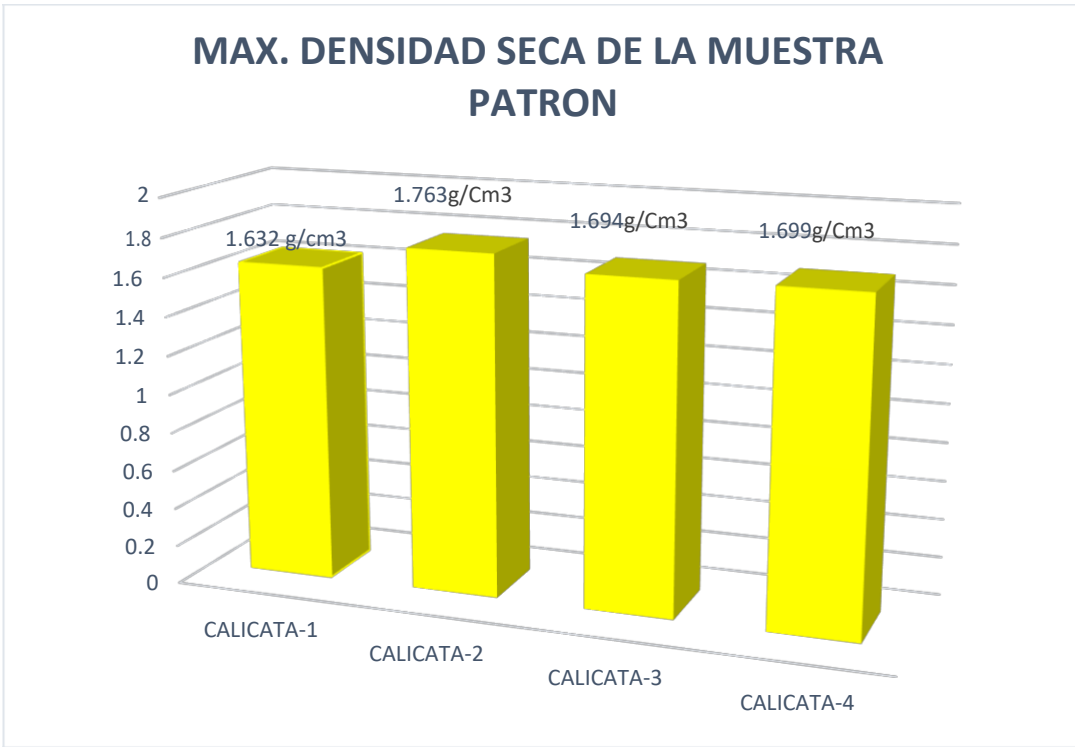
**GRÁFICOS DE BARRAS  
RESULTADOS DE LABORATORIO**



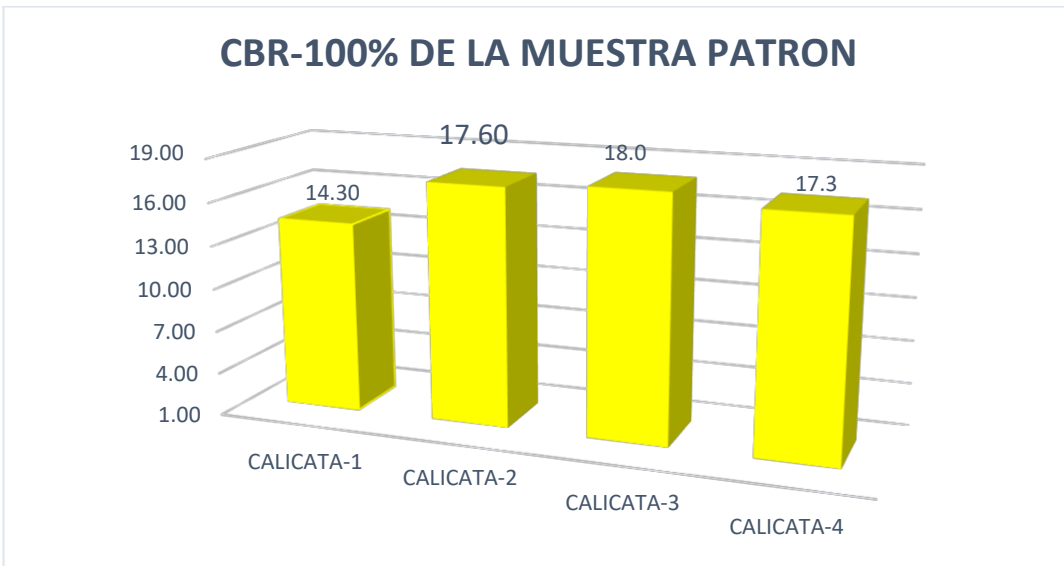
**Figura 1.** Contenido de humedad de las calicatas.



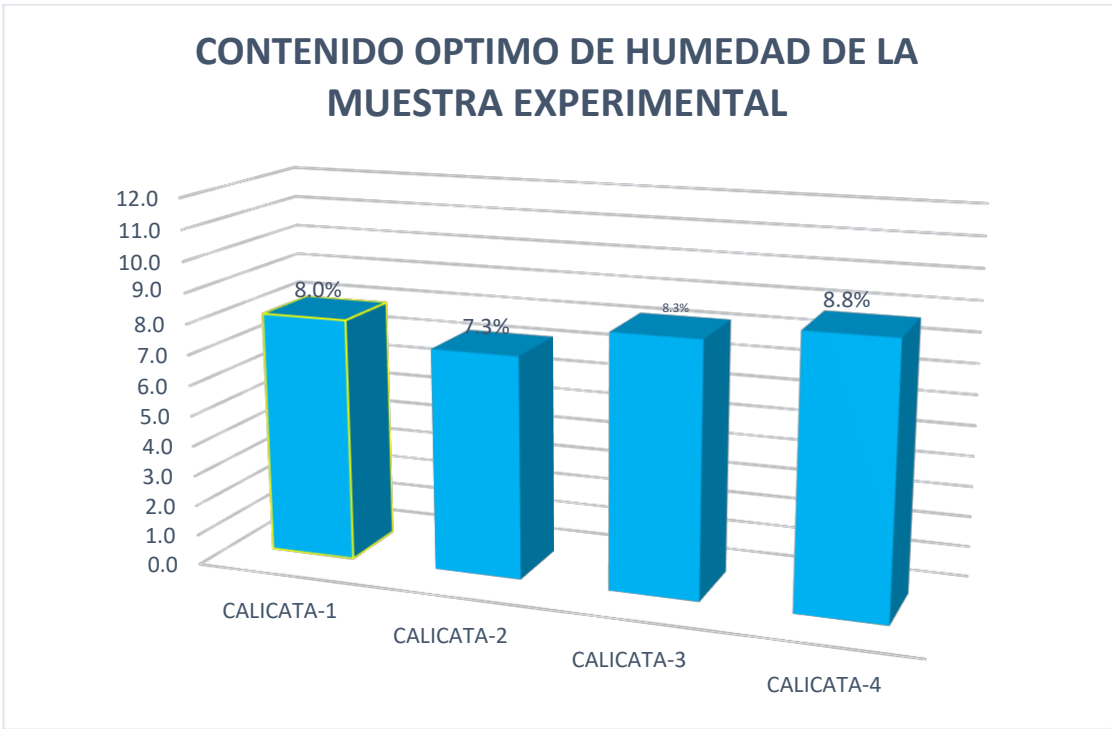
**Figura 2.** Contenido de óptimo de humedad patrón



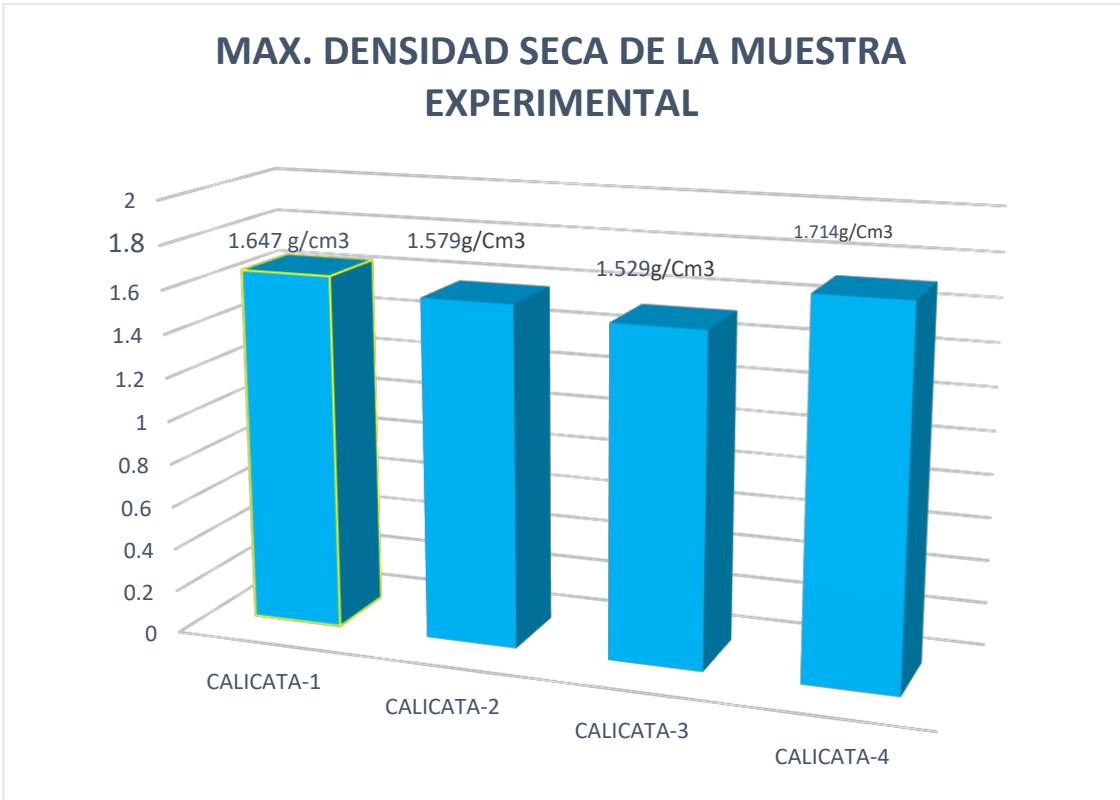
**Figura 3.** Máxima densidad seca del patrón



**Figura 4.** CBR 100% de la muestra patrón.

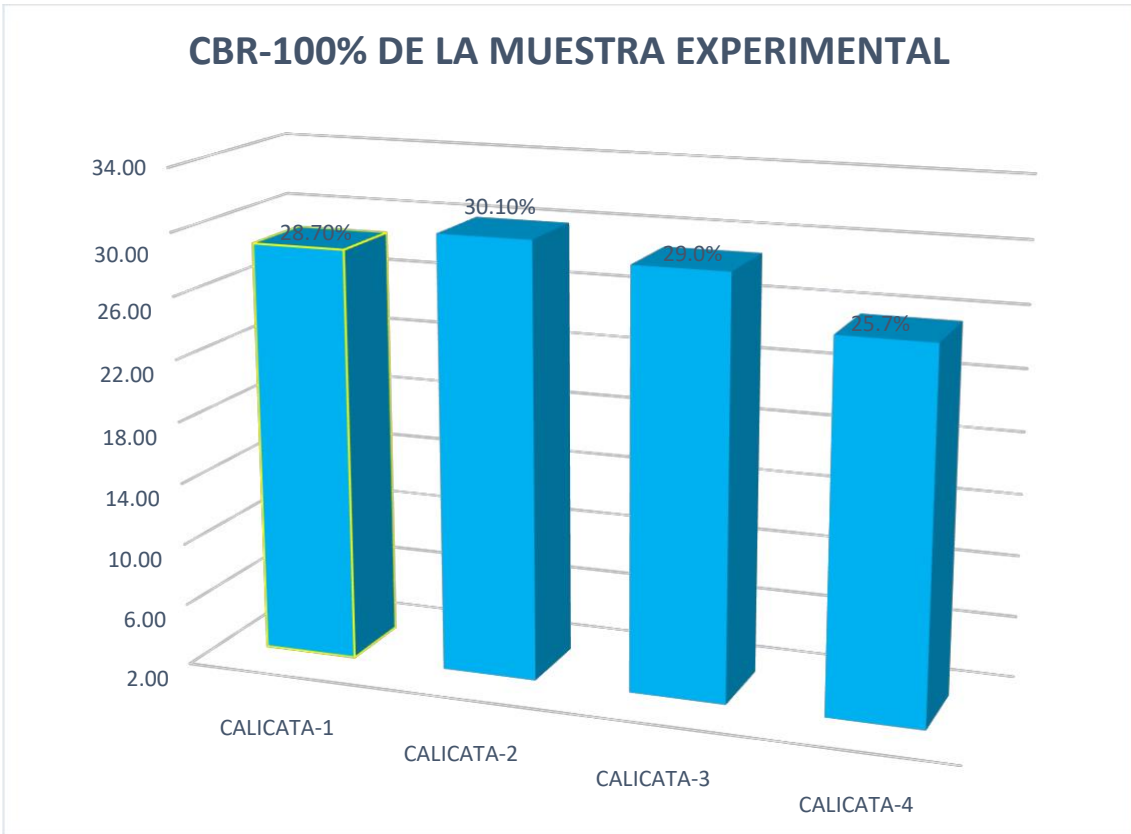


**Figura 5.** Contenido de óptimo de humedad experimental.

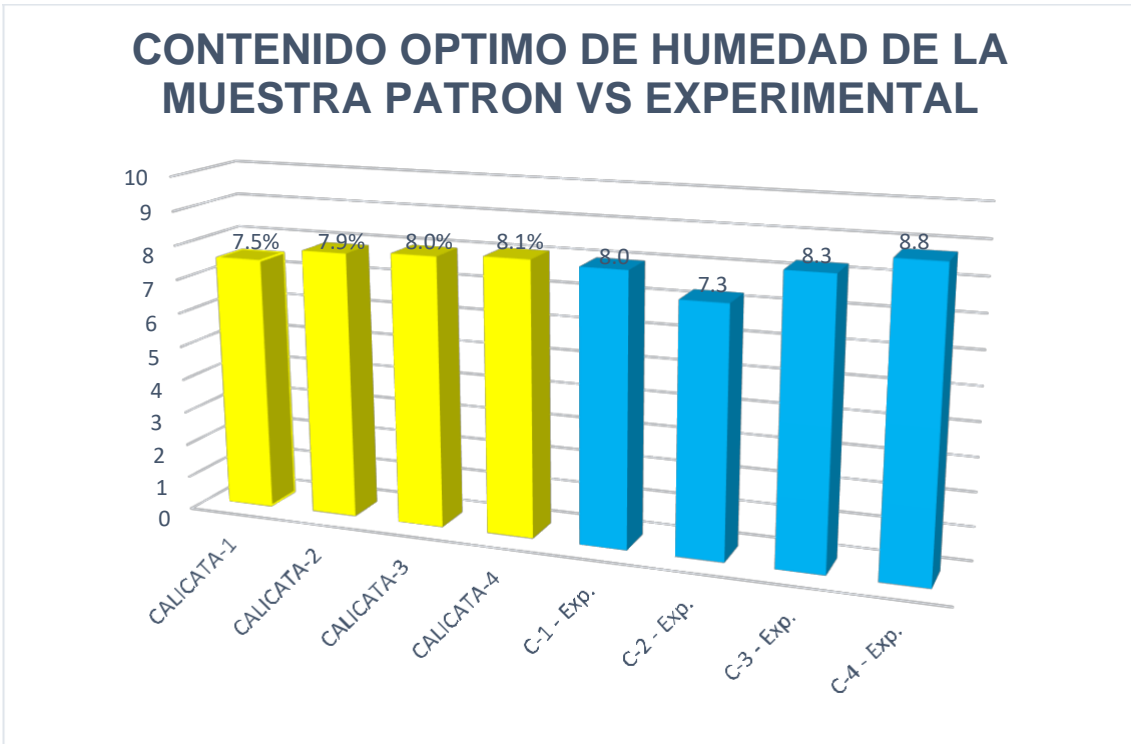


**Figura 6.** Máxima densidad seca de la muestra experimental.





**Figura 7.** CBR 100% de la muestra experimental.



**Figura 8.** Contenido de óptimo de humedad patrón y experimental.

## MAX. DENSIDAD SECA DE LA MUESTRA PATRON VS EXPERIMENTAL

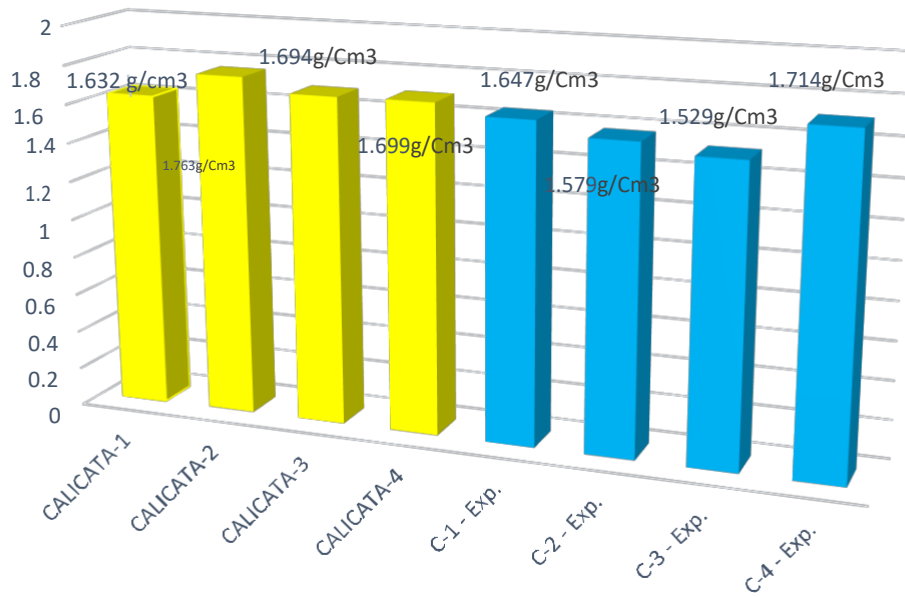
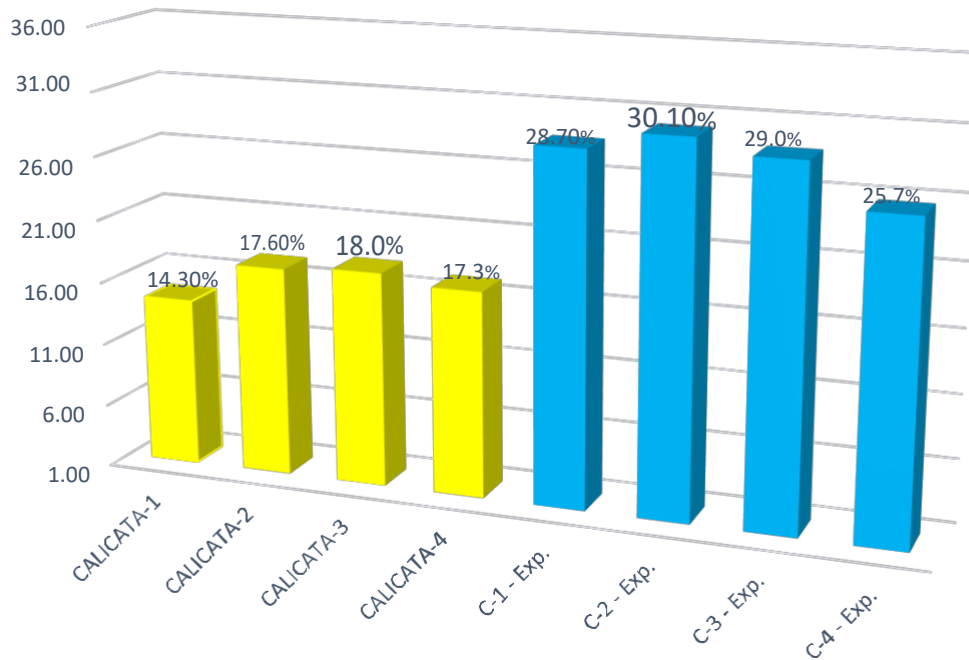


Figura 9. Máxima densidad seca del patrón y experimental.

## CBR-100% DE LA MUESTRA PATRON VS EXPERIMENTAL





**Figura 10.** CBR 100% MDS del patrón y experimental.

## **CALCULOS DE VARIANZA**

## CÁLCULO MEDIDAS ESTADÍSTICAS: DE LA MUESTRA PATRON

### CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD %:

#### MEDIA ARITMETICA:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{31.50}{4} = 7.875\%$$

#### VARIANZA:

$$V(x) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{(7.5 - 7.875)^2 + (7.9 - 7.875)^2 + (8.0 - 7.875)^2 + (8.10 - 7.875)^2}{4}$$

$$V(x) = 0.052\%$$

$$S(x) = 0.22\%$$

### MAXIMA DENSIDAD SECA g/Cm3:

#### MEDIA ARITMETICA:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{6.788}{4} = 1.697 \text{ g/Cm}^3$$

#### VARIANZA:

$$V(x) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{(1.632 - 1.697)^2 + (1.763 - 1.697)^2 + (1.694 - 1.697)^2 + (1.699 - 1.697)^2}{4}$$

$$V(x) = 0.002$$

$$S(x) = 0.044 \text{ g/Cm}^3$$

### CBR 100 %:

#### 1. MEDIA ARITMETICA:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{67.40}{4} = 16.85\%$$

2.- **VARIANZA:** 4

$$V(x) = \frac{(X1-)^2 + (X2-)^2 + (X3-)^2 + (X4-)^2}{4}$$

$$V(x) = \frac{(14.30 - 16.85)^2 + (17.60 - 16.85)^2 + (18.0 - 16.85)^2 + (17.30 - 16.85)^2}{4}$$

$$V(x) = 2.203 \%$$

$$S(x) = 1.48 \%$$

**CALCULO MEDIDAS ESTADISTICAS: DE LA MUESTRA EXPERIMENTAL**

**CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD %:**

1.- **MEDIA ARITMETICA:**

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^4 x_i}{4} = \frac{31.78}{4} = 7.945\%$$

2.- **VARIANZA:**

$$V(x) = \frac{(X1-)^2 + (X2-)^2 + (X3-)^2 + (X4-)^2}{4}$$

$$V(x) = \frac{(8.0 - 7.945)^2 + (7.3 - 7.945)^2 + (8.3 - 7.945)^2 + (8.18 - 7.945)^2}{4}$$

$$V(x) = 0.150 \%$$

$$S(x) = 0.38 \%$$

**MAXIMA DENSIDAD SECA g/Cm3:**

1.- **MEDIA ARITMETICA:**

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^4 x_i}{4} = \frac{6.469}{4} = 1.617 \text{ g/Cm}^3$$

2.- **VARIANZA:**

$$V(x) = \frac{(X1-)^2 + (X2-)^2 + (X3-)^2 + (X4-)^2}{4}$$

$$V(x) = \frac{(1.632 - 1.617)^2 + (1.763 - 1.617)^2 + (1.694 - 1.617)^2 + (1.699 - 1.617)^2}{4}$$

$$V(x) = 0.005$$

$$S(x) = 0.070 \text{ g/Cm}^3$$

**CBR 100 %:**

**MEDIA ARITMETICA:**

$$\frac{\sum_{i=1}^4 x_i}{4} = \frac{114.20}{4} = 28.55\%$$

**VARIANZA:**

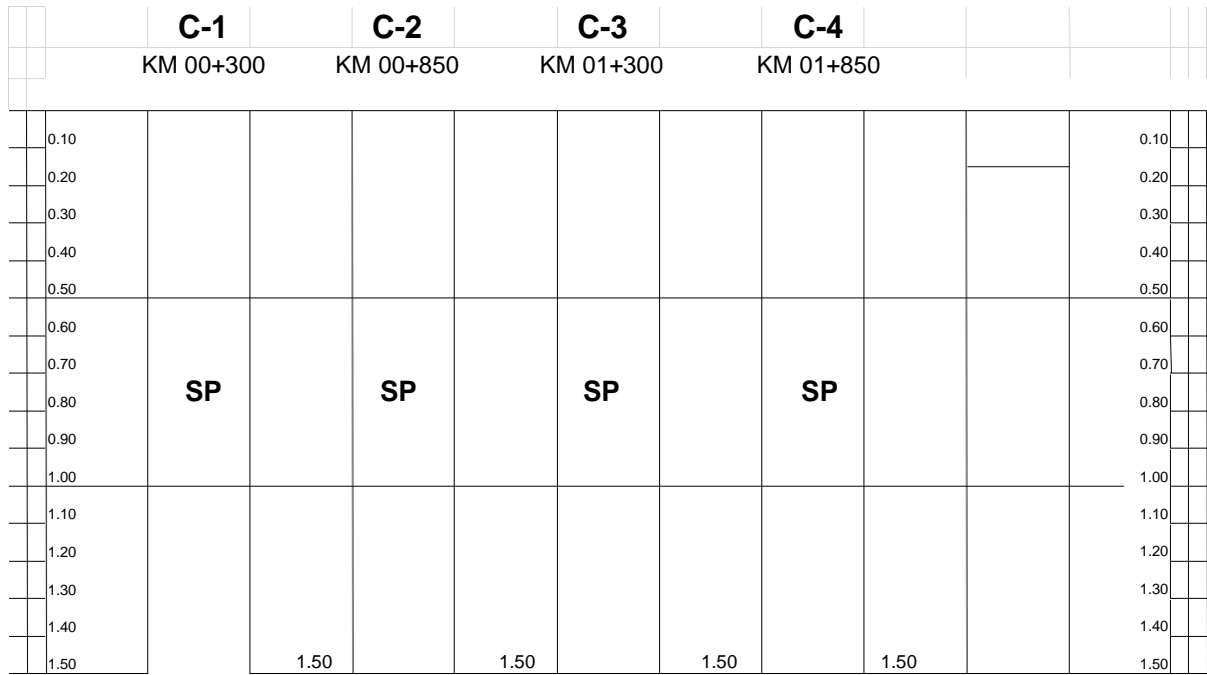
$$V(x) = \frac{\sum_{i=1}^4 (x_i - \bar{x})^2}{4} = \frac{(28.70 - 28.55)^2 + (30.10 - 28.55)^2 + (29.7 - 28.55)^2 + (25.70 - 28.55)^2}{4} = 2.968\%$$

$$V(x) = 2.968\%$$

$$S(x) = 1.72\%$$

## **PERFIL ESTATIGRÁFICO**





**Figura 11.** Perfil estratigráfico según progresivas.

**LÍMITE DE CONSISTENCIA**

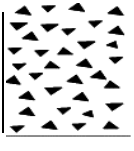
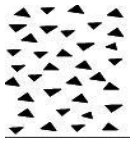
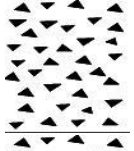
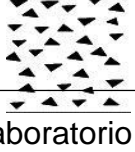
**Tabla N°6: Resultados de Límites de Consistencia**

<b>Muestra</b>	<b>Límite Líquido</b>	<b>Límite Plástico</b>	<b>Límite de Plasticidad</b>
Calicata N°1	0.00 %	0.00%	0.00 %
Calicata N°2	0.00 %	0.00 %	0.00 %
Calicata N°3	0.00 %	0.00 %	0.00 %
Calicata N°4	0.00 %	0.00 %	0.00 %

**Fuente:** Elaboración Propia

## **REGISTRO DE EXCAVACIONES**

**Tabla N°7: Registro de excavación del suelo tramo Hacienda Yemil - Tangay Alto – Ancash 2021**

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERISTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	
				<u>De -0.00 a -1.50 m.</u>
SP		1.500	Calicata-1 E-1	Arena mal graduada de color beige claro en estado semi húmedo y de compacidad media no presenta plasticidad.
SP		1.500	Calicata-2 E-1	<u>De -0.00 a -1.50 m.</u> Arena mal graduada de color beige claro en estado semi húmedo y de compacidad media no presenta plasticidad.
SP		1.500	Calicata-3 E-1	<u>De -0.00 a -1.50 m.</u> Arena mal graduada de color beige claro en estado semi húmedo y de compacidad media no presenta plasticidad.
SP		1.500	Calicata-4 E-1	<u>De -0.00 a -1.50 m.</u> Arena mal graduada de color beige claro en estado semi húmedo y de compacidad media no presenta plasticidad.

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de Suelo de la Universidad San Pedro