



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Efecto de la melaza de caña en la subrasante de la trocha  
carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022**

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

**AUTORES:**

Inga Arista, Jack Hendrix ([orcid.org/0000-0003-0321-1201](https://orcid.org/0000-0003-0321-1201))

Vera Benites, Robert John ([orcid.org/0000-0001-6766-7035](https://orcid.org/0000-0001-6766-7035))

**ASESOR:**

Dr. Fernández Díaz, Carlos Mario ([orcid.org/0000-0001-6774-8839](https://orcid.org/0000-0001-6774-8839))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Innovación, tecnología y desarrollo sostenible

TRUJILLO – PERÚ

2022

### **Dedicatoria**

Dedicamos esta tesis a nuestras familias y seres queridos que nos brindaron su apoyo incondicional durante nuestra etapa de formación Profesional.

### **Agradecimiento**

Queremos agradecer a Dios por darnos la existencia y cuidar nuestro camino; así mismo un agradecimiento especial al Ing. Fernández Diaz, Carlos Mario por la asesoría brindada en la elaboración nuestra presente tesis

# Índice de contenidos

Dedicatoria .....	i
Agradecimiento .....	ii
Índice de contenidos .....	iii
Índice de tablas .....	iv
Índice de gráficos y figuras .....	v
Resumen .....	vi
Abstract .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	i
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	9
3.1.1. Tipo de investigación.....	9
3.1.2. Diseño de investigación .....	9
3.2. Variables y operacionalización .....	10
3.3. Población, muestra y muestreo .....	11
3.3.1. Población .....	11
3.3.2. Muestra .....	12
3.3.3. Muestreo .....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	12
3.5. Procedimientos .....	13
3.6. Método de análisis de datos .....	14
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS .....	14
4.1. Características físico-mecánicas de la subrasante natural en la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022. ....	14
4.1.1. Localización de la investigación.....	14
4.1.2. Clasificación de la subrasante natural.....	16
4.1.3. Contenido de humedad.....	16
4.1.4. Proctor Modificado .....	17
4.1.5. Capacidad de soporte de California (CBR) de la subrasante natural.....	18

4.2. Capacidad de soporte de California de la subrasante al adicionar melaza de caña. ....	19
4.2.1. Subrasante con melaza de caña al 3.0%. ....	19
4.2.2. Subrasante con melaza de caña al 6.0%. ....	21
4.2.3. Subrasante con melaza de caña al 9.0%. ....	22
V. DISCUSIÓN .....	25
VI. CONCLUSIONES .....	27
VII. RECOMENDACIONES .....	28
REFERENCIAS .....	29
ANEXOS: .....	35

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Cantidad de ensayos a realizar por calicata .....	9
<b>Tabla 2.</b> Coordenadas de las calicatas .....	15
<b>Tabla 3.</b> Clasificación SUCS y ASHTO de la subrasante natural.....	16
<b>Tabla 4.</b> Contenido de humedad de la subrasante natural. ....	17
<b>Tabla 5.</b> Valores de ensayo Proctor Modificado de la subrasante natural. ....	17
<b>Tabla 6.</b> Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.1” .....	18
<b>Tabla 7.</b> Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.2” .....	18
<b>Tabla 8.</b> Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.1” en subrasante con melaza de caña al 3.0%. ....	19
<b>Tabla 9.</b> Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.2” en subrasante con melaza de caña al 3.0%. ....	20
<b>Tabla 10.</b> Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.1” en subrasante con melaza de caña al 6.0%. ....	21
<b>Tabla 11.</b> Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.2” en subrasante con melaza de caña al 6.0%. ....	22
<b>Tabla 12.</b> Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.1” en subrasante con melaza de caña al 9.0%. ....	22
<b>Tabla 13.</b> Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.2” en subrasante con melaza de caña al 9.0% .....	23

## **Índice de gráficos y figuras**

Figura 1. Ubicación de calicatas en la trocha carrozable Sol de Mayo .....	15
--	----

## **Resumen**

La presente tesis, Efecto de la melaza de caña en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022, donde se analizó las condiciones del suelo en un tramo de 1.8 KM de la vía, dentro del distrito de Laredo, se realizaron trabajos de campo y laboratorio. Para los cuales se procesaron los datos en función a mejorar la capacidad portante de la vía utilizando melaza de caña como agente estabilizador, incorporando a la subrasante porcentajes de 3%, 6% y 9% y así obtener varias condiciones y valores del CBR, con lo cual se respondió al objetivo general de la presente investigación. Finalmente, como resultado se obtuvo que existe una relación directamente proporcional, a medida que se incrementa el porcentaje de melaza de caña como agente estabilizador, consiguiendo incrementar y mejorar la capacidad portante (CBR) de la subrasante.

Palabras claves: vías no pavimentadas, melaza de caña, cbr, granulometría, límites de consistencia.

## **Abstract**

The present thesis, Effect of cane molasses on the subgrade of the carriageway trail Sol de Mayo, Laredo, 2022, where the soil conditions were analyzed in a 1.8 KM section of the road, within the district of Laredo, were carried out field and laboratory work. For which the data was processed based on improving the California support capacity of the road using cane molasses as a stabilizing agent, incorporating percentages of 3.0%, 6.0% and 9.0% to the subgrade and thus obtaining various conditions and values of the CBR, which responded to the general objective of the present investigation. Finally, as a result, it was obtained that there is a directly proportional relationship, as the percentage of cane molasses as a stabilizing agent increase, managing to increase and improve the bearing capacity (CBR) of the subgrade, it was determined that the optimal dosage was 6.0% cane molasses, reaching a value of 21.28 and 33.61% (C - 1); 24.46 and 35.93% (C – 2) of CBR at 95 and 100%, respectively.

Keywords: unpaved roads, cane molasses, CBR, granulometry, consistency limits.

## **I. INTRODUCCIÓN**

A lo largo de su existencia el ser humano viene promoviendo actividades que involucren nuestro desarrollo social y económico, para ello es de vital importancia estar comunicados, siendo las carreteras una prioridad, ya que es de vital utilidad debido a que une muchos puntos, asimismo generar progreso en todos los países, “La red vial es fundamental para el desarrollo debido a que impulsa el transporte; asimismo cuando se tiene carreteras en buen estado este costo tiende a ser menor, mientras que en la región las carreteras son ineficiente y deterioradas, incrementando los costos de transporte. Con las carreteras en mal estado la población no puede satisfacer sus necesidades y están destinadas al retraso y se mantendrán en un elevado índice de pobreza”.

En el Perú de acuerdo al Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) publicado a través de la Memoria Anual del MTC (2019), existe 149,659.97 km entre vías pavimentadas, sin pavimentar, trochas y proyectadas; reflejándose un alto número de vías no pavimentadas en mal estado, así mismo la región La Libertad cuenta con 2,179.610 km de los cuales 412.841 km se encuentran pavimentadas, mientras que 1,535.544 km a nivel de afirmado, sin afirmar y trochas lo cual refleja un grave problema en nuestras redes viales, por ello se presenta este proyecto de investigación que tiene como principal objetivo evaluar el “EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022

Se decidió realizar este proyecto de investigación en vista de que esta trocha carrozable Sol de Mayo se encuentra en malas condiciones y carece de una estabilización a nivel de subrasante; por lo consiguiente se busca, incrementar su transitabilidad a raíz de presentar una estabilización mejorada con respecto a la inicial, prestando un mejor servicio. La estabilización del suelo se realiza con cemento, cal hidratada, cloruros de magnesio y sodio, materiales asfálticos, agentes químicos (polímeros, aceites sulfonados y otros), cuya selección debe realizarse previo diseño técnico para cada caso, considerando el área de ubicación de la vía, el clima y los materiales disponibles en la zona.

Como bien se sabe la melaza de caña sirve como estabilizador, pues el problema general es: ¿Cuál es el efecto de la melaza de caña en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022?. Asimismo, se planteó preguntas específicas para ser respondidas durante la investigación las cuales son: ¿Cuáles son las características físico-mecánicas de la subrasante natural en la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022?, ¿Cuál será la dosificación óptima de melaza de caña para mejorar el CBR en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022? y finalmente ¿La melaza de caña mejorará las características físico-mecánicas de la subrasante en la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022?.

Esta iniciativa nace con la finalidad de evaluar el efecto de la melaza de caña a nivel de subrasante y mejorar su resistencia a la compresión, de tal manera que la sea considerado en la formulación de expedientes técnicos como un estabilizante natural, para justificar dicha investigación se ha considerado los lineamientos brindados por la norma internacional ASTM que son: ASTM D1883 método de ensayos de CBR, ASTM D1557 método de compactación de suelos utilizando energía modificada a través de un martillo de golpe en el laboratorio (PROCTOR MODIFICADO), para determinar la relación de agua y peso seco de los suelos (curva de compactación) siguiendo el método C, ASTM D2216 método de ensayo para la determinación su humedad del suelo y roca en masa y ASTM D4318 método de ensayo para la determinación del límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad de los de suelos, estas normativas nos permite obtener resultados de calidad en los ensayos realizados. Siguiendo la metodología se podrá determinar el porcentaje óptimo de melaza de caña en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, asimismo la mejora significativa de la resistencia a la compresión, humedad, límites de Atterbeg e índice de plasticidad.

El objetivo general de nuestro proyecto es el siguiente: Evaluar el efecto de la melaza de caña en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022.

Asimismo, se tiene objetivos específicos que son: Conocer las características físico-mecánicas de la subrasante natural en la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022; Determinar la dosificación óptima de melaza de caña para mejorar el CBR en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022, finalmente Demostrar que la melaza de caña mejora las características físico-mecánicas de la subrasante en la trocha carrozable, Laredo, 2022.

La hipótesis general en la que se basa esta investigación es: Adicionar melaza de caña a la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022, presenta efectos significativos, mejorando sus propiedades físico mecánicas. En cuanto a las hipótesis específicas son: (i) La trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022, presenta las características de un suelo tipo SM (arena limosa) con un CBR regular entre 6 y 10%; (ii) La dosificación óptima de melaza de caña mejora el CBR en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022; (iii) La melaza de caña mejora las características físico-mecánicas de la subrasante en la trocha carrozable, Laredo, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Becerra (2019), en su investigación realizó un estudio para determinar el efecto de la miel de caña de azúcar sobre las propiedades físico mecánicas de un material afirmado de la cantera en la localidad el Gavilán del distrito de Cajamarca, para ello se realizaron pruebas de contenido de humedad (2.36%), análisis granulométrico por tamizado (A – 1), limite líquido (11.8%), sin presencia de limite plástico por ser limo, Proctor modificado densidad de 2.284 gr/cm<sup>3</sup>, siendo el porcentaje de miel directamente proporcional al incremento de densidad, llegando a incrementar a 2.355 gr/cm<sup>3</sup> con un 10% de miel de caña de azúcar; en cuanto al CBR 0.1” al 95% de la máxima densidad seca se obtuvo 71% (muestra patrón) y 74% (2% de miel de caña de azúcar), para el CBR 0.2” al 95% para su máxima densidad seca se obtuvo 100% (muestra patrón) y 144% (2% de miel de caña de azúcar) respectivamente, encontrando que en las dosificaciones posteriores disminuye el CBR tanto para 0.1” y 0.2”, llegando a concluir que la adición de miel de caña de azúcar modifica significativamente las propiedades físico mecánicas del afirmado de cantera.

También se tiene a Córdova y Sánchez (2021), en su investigación busca evaluar el efecto de carbón molido y melaza de caña en la subrasante de una vía no pavimentada en Laredo, Trujillo, para ello se realizaron ensayos de Proctor modificado, CBR, humedad, limite líquido y plástico, agregando melaza de caña y carbón molido al 3%, 6%, y 9% en peso seco, inicialmente se tenía las calicatas 1 y 2 (muestra patrón) con máxima densidad seca de 1.99 gr/cm<sup>3</sup> y 1.88 gr/cm<sup>3</sup>; CBR de 6.9% y 7.1% para 95% y; CBR de 10.10% y 9.8% para 100%, con una plasticidad baja de 6 y 11 (CL) respectivamente, determinando que la dosificación óptima es de 6% (melaza de caña de azúcar) y 6% (carbón molido) obteniendo un 8.70% y 8.80% de CBR al 95%; 12.37% y 11.24% de CBR al 100% respectivamente, variando en el contenido de humedad y su densidad seca máxima, llegando a concluir que la adición de melaza de caña de azúcar influye significativamente en las propiedades físico mecánicas de la subrasante de manera combinada con el carbón molido e individualmente, debido a que es un componente orgánico y amigable con el medio ambiente es unas de las ventajas para utilizarlo.

De acuerdo con lo que afirma Quispe (2021), en su tesis de investigación donde estabiliza una subrasante blanda adicionando melaza de caña en una carretera no pavimentada en el Cusco, su objetivo fue determinar el porcentaje de melaza de caña que presente las mejores características físico mecánicas, para ello se realizaron ensayos de Proctor modificado y CBR agregando melaza de caña al 3%, 5% y 8%, demostrando que la adición de melaza de caña mejora las propiedades físico mecánicas en la subrasante, en cuanto al CBR inicialmente fue de 6.8% (muestra patrón) y se llegó a obtener un 18.2% con 8% de melaza de caña, también influye significativamente en la densidad seca y la humedad de la subrasante, cabe resaltar que el contenido de humedad óptimo disminuye ya que al agregar melaza de caña de azúcar el material presenta mayor resistencia al corte disminuyendo el nivel de agua.

Por otro lado Quispe y Salazar (2021), en su tesis de investigación aplican cloruro de calcio (1%, 2% y 3%) y melaza de caña de azúcar (6%, 8% y 10%) en una vía no pavimentada en San Juan de Lurigancho, para ello se realizaron ensayos de Proctor modificado, CBR, humedad, límite líquido y plástico, su objetivo fue valorar la influencia del cloruro de calcio y melaza de caña en carreteras a nivel de afirmado, se logró mejorar la subrasante que inicialmente presentaba un valor de 15.8% y 22.30% de CBR al 95% y al 100%, incrementando hasta 28.80% y 40.70% de CBR al 95% y 100% respectivamente, siendo la dosificación óptima de cloruro de calcio al 2% y melaza de caña al 6%, se concluye que la melaza de caña puede trabajar con otros aditivos para mejorar una subrasante en carretera no pavimentada, presentando un efecto significativo sobre las propiedades físico mecánicas como la resistencia del suelo al esfuerzo de corte (CBR), humedad óptima, límite líquido y plástico de manera combinada e individualmente como estabilizante natural.

Rojas (2021), en su investigación presentó como objetivo general evaluar el efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la subrasante de la trocha carrozable del centro poblado San Antonio en Cajamarca, para fue necesario realizar ensayos de Granulometría, CBR, Proctor Modificado y Límites de Atterberg, siendo la investigación de tipo aplicada con enfoque cuantitativo adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar al 8%, 12%, 18% y 30% , se llegó a determinar que IP disminuyó de 24%

(muestra patrón) al 11% (adición al 30%), en cuanto a los resultados de Proctor modificado se redujo el contenido de humedad óptimo de 27.60% (muestra patrón) a 8.69% e incrementado la máxima densidad seca de 1.456 gr/cm<sup>3</sup> a 2.194 gr/cm<sup>3</sup> adicionando ceniza de bagazo de caña al 8% y por último en cuanto al CBR al 95% de la máxima densidad seca se presentó un incremento de 8.6% (muestra patrón) a 17.5% con una adición de 8%, concluyendo que la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente en las propiedades físico mecánicas de la subrasante, mejorando su resistencia de la trocha carrozable.

Tuesta (2020), en su tesis realizó una investigación donde diseño una capa de rodadura con material romerillo de cantera y melaza de caña de azúcar en la provincia de Moyobamba, siendo una investigación de tipo aplicada con enfoque cuantitativo, se buscó determinar una óptima dosificación entre el material romerillo de cantera y melaza de caña de azúcar en una muestra de 100 metros de la vía extrayendo una calicata, se realizaron ensayos de CBR al 95% y 100% en material romerillo como muestra patrón arrojando valores de 15.4% y 19.53%, respectivamente, posteriormente se realizaron ensayos de CBR al material romerillo adicionando 1.00%, 3.00 % y 4.50% de melaza de caña, obteniendo un CBR de 23.30% y 27.90% con 3.00% de melaza de caña siendo la óptima dosificación, cabe mencionar que la adición de melaza de caña presenta un efecto significativo en las propiedades físico mecánicas como el CBR en el diseño de una capa de rodadora con material romerillo de cantera.

En investigación internacional se tiene a Abbs et al. (2021), en su artículo de investigación científica estudiaron los suelos naturales que presentan fallas y se califican como inadecuados o suelos cohesivos, su objetivo fue mejorar las características físico mecánicas del suelo usando melaza de caña, se realizaron los ensayos de límite de Atterberg, relación de carga de California (CBR) y prueba de hinchazón, para ello se adicionó melaza de caña al 4.00, 8.00 y 12.00% en relación peso/volumen de la muestra de suelo, para los ensayos de CBR se utilizó muestras de suelo sin tratar y suelo tratado con melaza, los resultados de CBR se obtuvieron después de 14 días para las muestras tratadas con melaza y luego remojadas con una

carga adicional de 4.5 kg durante cuatro días, se determinó que la adición de melaza de caña influye significativamente en el incremento del CBR, de 1.25% (muestra patrón sin adición de melaza) a 8%, de 8 a 9.5% y de 9.5 a 7.5%, con adición de melaza al 4, 8 y 12%, respectivamente, determinando que el 8% de melaza de caña es la mejor dosificación ya que al ser mayor la capacidad portante disminuye, finalmente, se explora la cantidad de melaza que es eficaz como agente estabilizador.

De acuerdo con Jiménez, Mauricio y Fontes Viera (2022), en su artículo científico de investigación indican que el uso de agentes químicos y biológicos son usados para mejorar las características físico mecánicas del suelo, lo cual es una práctica común en la ingeniería haciendo uso de materiales de desecho, esta investigación tuvo como objetivo evaluar el uso de fibras de polímero de neumáticos reciclados y melaza de caña de azúcar con arcilla caolín en un suelo tipo CL (arcilla magra con arena) según clasificación SUCS, la melaza fue extraída de un ingenio azucarero en Colombia, se realizaron ensayos de contenido de humedad, límites de Atterberg, Proctor y resistencia a la compresión (CBR). Determinando que el 32% es el contenido de humedad óptima mediante el ensayo Proctor, se prepararon soluciones con polímeros de diferentes diámetros con melaza de caña al 2, 4, 6, 8, 10 y 12%, mediante los resultados se obtuvo que el 2% de melaza presentó un mejor efecto significativo sobre la resistencia a la compresión que inicialmente fue de 1.42 MPa (muestras patrón) a 2.04 MPa (muestras con 0.1% en peso de fibras y 2.0% en peso de melaza con respecto al peso seco del suelo).

Según Popoola, Adekanmi y Olawale (2019), en su artículo de investigación realizaron ensayos donde evaluaron la estabilización de un suelo laterítico después de adicionar ceniza de desecho de coco, esta investigación se llevó a cabo en Ikere y Ado-Ekiti en Nigeria donde estudiaron los efectos para determinar el porcentaje óptimo de ceniza de desecho de coco como estabilizante en el mencionado tipo de suelo, para ello se realizaron ensayos de humedad, gravedad específica, tamaño de partícula, límites de Atterberg y CBR, adicionando ceniza de desecho de coco al 2, 4, 6, 8, y 10%, en cuanto a los resultados se encontró que el índice plástico varió de 13.93 a 9.33% y de 23.64 a 14.46% para ceniza de desecho de coco al 8 y 6%, respectivamente, determinando que el índice plástico es inversamente proporcional a la adición de ceniza, la

subrasante natural presentó un CBR de 2% siendo inadecuada y se logró incrementar a un 28% de CBR con ceniza al 8%, la capacidad portante del suelo incrementa con la adición de ceniza de desecho de coco.

De acuerdo con Kiran et al. (2019) en su artículo de investigación científica estudia el mejoramiento del suelo utilizando melaza de caña de azúcar y hebras de nuez de areca, se sabe que la melaza de caña contiene dióxido de silicio, óxido de potasio y óxido de calcio, se presentó como objetivo comprobar el efecto y aporte de este subproducto en el incremento de la capacidad portante, para ello se realizaron ensayos de límites de Atterberg, la capacidad de soporte de California (CBR) y la compresión, se adicionó melaza al 2, 4, 6, 8 y 10% buscando obtener el nivel ideal de melaza, asimismo se realizaron combinaciones con hebras de nuez de areca al 1, 2, 3 y 4%, se realizaron ensayos por separado y combinaciones en una muestra patrón que inicialmente presentó un valor de 1.5% de CBR, se llegó a concluir que el 10% de melaza arroja el mayor valor de CBR (8%) a los 14 días de curación en condición no remojada, sin embargo en condición remojada se obtuvo un CBR de 3.2%, respectivamente, la combinación óptima (10 % de melaza + 4 % de hebras de nuez de areca) a los 14 días de curado en condición no remojada arrojó el valor máximo de CBR (10%), por otro lado la misma combinación óptima en condición de remojo durante 4 días se obtuvo un CBR de 5%, demostrando que la combinación presenta un mejor efecto que por separado, se observó que la melaza contenía componentes minerales que son dinámicos en la generación de respuestas químicas incluido el intercambio catiónico, la melaza contiene Ca, Mg y K, Se sabe que estos componentes responden tan eficazmente con suelos de este tipo.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

Es un conjunto de etapas de un sistema de carácter crítico y análisis de resultados de un problema o fenómeno, refiere que el tipo de investigación aplicada busca utilizar los conocimientos actuales y refiere a que se puede adquirir nuevos conocimientos, después de desarrollar la práctica de la investigación (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018). Según estas consideraciones este presente proyecto de investigación es de tipo aplicada.

##### 3.1.2. Diseño de investigación

Es el proceso en el cual el investigador debe responder los objetivos planteados de manera concreta y práctica, cabe mencionar que estos deberían concordar con la hipótesis planteada dependiendo de la metodología a seguir para obtener los resultados según su enfoque cuantitativo (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018).

**Tabla 1.** *Cantidad de ensayos a realizar por calicata*

Denominación de la subrasante estabilizada	Ensayos de propiedades de la subrasante			
	Índice de plasticidad	Óptimo de contenido de humedad	Densidad máxima seca	Capacidad de soporte
Suelo	3	3	3	3
S + 3% MELAZA DE CAÑA	3	3	3	3
S + 6% MELAZA DE CAÑA	3	3	3	3
S + 9% MELAZA DE CAÑA	3	3	3	
Subtotal de muestra	12	12	12	12
Total	48			

Fuente: Elaboración propia

Según estas consideraciones este presente proyecto de investigación es de diseño experimental con un nivel de enfoque cuantitativo, debido a que modificamos las muestras adicionando material estabilizante para obtener mejores resultados de compactación en la subrasante.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variable 1: La melaza de caña.**

##### **Definición Conceptual:**

Es un producto de naturaleza orgánica que se produce después de 7 horas de cocción del zumo de la caña de azúcar y se aplica en el control de polvo en vías que tienen un tránsito vehicular pesado y liviano, presentando un comportamiento muy eficiente en temporadas secas o zonas con mínima presencia de precipitaciones (Tuesta, 2020).

##### **Definición Operacional:**

La melaza de caña debido a su viscosidad y peso específico ayudará a mejorar las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la trocha carrozable.

#### **Variable 2: Estabilización de la subrasante**

##### **Definición Conceptual:**

Se considera a los suelos con CBR no menor a 6% como material apto para conformar la subrasante, caso contrario será una subrasante insuficiente o inadecuada, asimismo en caso de presentarse zonas húmedas o pantanosas será necesario una estabilización o mejoramiento reemplazando el material existente de la subrasante, la estabilización puede darse con elementos químicos o naturales (Manual de Carreteras MTC, 2014).

##### **Definición Operacional:**

Se operacionaliza dependiendo de sus dimensiones: máxima densidad seca, CBR y módulo de resiliencia; condiciones: suelo arcilloso, limosos o a más de

4000 msnm, son factores importantes para medir las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante (Manual de Carreteras MTC, 2014).

En el Anexo 01 se muestra el cuadro de matriz de operacionalización de variables.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

“Es un abanico estadístico, siendo un conjunto finito o infinito de seres o cosas, con características idénticas y con el uso de técnicas se pueden observar” (Valderrama, 2018).

- **Criterios de inclusión:**

Vía no pavimentada con subrasante inadecuada para el tránsito de vehículos, la población está conformada por la trocha carrozable de 1.8 km ubicada en la localidad de Sol de Mayo en el distrito de Laredo.

- **Criterios de exclusión:**

Vía no pavimentada mejorada con algún material prestado o con un método químico, vías expuestas a corrientes de lluvia o zonas húmedas, sin consideración las obras de arte ni señalizaciones de la trocha carrozable.

- **Operacionalización:**

Melaza de caña:

Dimensión: %P/V (Peso/Volumen)

Indicador: 3.00%, 6.00% y 9.00%

Estabilización de la subrasante:

Dimensión: (Propiedades físico mecánicas)

Indicador: Granulometría, Proctor, CBR, LL, LP, % de humedad

### **3.3.2. Muestra**

“Es un subconjunto que representa a la población de las mismas características sin alterar a la población, aplicando técnicas de muestreo” (Valderrama, 2018).

Para el presente proyecto de investigación la muestra estará conformada por 1.8 km de la trocha carrozable Sol de Mayo, distrito de Laredo, Trujillo.

### **3.3.3. Muestreo**

“es el conjunto de etapas para seleccionar y representar a la población que se estudia, calculando los parámetros y cuantificando valores y comprobar la hipótesis” (Valderrama, 2018).

Para efectos del muestreo se realizaron 2 calicatas ya que el tramo de prueba es de 1.8 km y debido al bajo volumen de vehículos por ser una trocha carrozable de una calzada se considera 1 calicata por km (Manual de carreteras MTC, 2014).

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

### **Técnicas de recolección de datos**

“mediante indagaciones, recolección de información y observación que permita analizar y comprender un suceso, conllevando a la formulación de nuevas teorías” (Escudero Sánchez, 2018).

Bajo este contexto el presente proyecto de investigación se va utilizar la técnica de observación directa.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Para el proyecto de investigación se consideró utilizar como instrumento la ficha de recopilación de información.

### **3.5. Procedimientos**

Este presente proyecto se dividió en dos fases:

#### **FASE 1: RECOLECCION DE DATOS**

1. Se realizó una visita de campo para observar la situación actual de la vía e identificar sus zonas críticas.
2. Se procedió a extraer muestras de las 2 calicatas como indica el Manual de Carreteras MTC (2014), para posteriormente ser llevadas al laboratorio de suelos para sus ensayos correspondientes.
3. Se buscó un proveedor de melaza de caña para su adquisición.

#### **FASE 2: ENSAYOS DE LABORATORIO**

1. Se realizaron los siguientes ensayos; granulometría, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, Proctor modificado y CBR.
2. Para el ensayo de contenido de humedad se siguieron los pasos establecidos en la norma NTP 339.127.
3. El ensayo de análisis granulométrico se realizó siguiendo lo citado en la norma NTP 339.128.
4. Los ensayos de límites líquido y plástico se realizaron bajo los pasos establecidos en la norma NTP. 339.129.
5. Luego de que se realizaron los ensayos de granulometría y límites se realizó su respectiva clasificación SUCS y AASHTO.
6. Se procedió a realizar la preparación de las soluciones de melaza de caña en agua en proporción Peso/Volumen.
7. Después de haber obtenido la humedad óptima de acuerdo al ensayo Proctor, se humedeció las muestras de la subrasante con el agua que contenía la melaza de caña diluida al 3.00%, 6.00% y 9.00%, respectivamente.
8. El ensayo de compactación de Proctor modificado se desarrolló de acuerdo al método "C" contemplado en la norma NTP. 339.141.
9. El ensayo de CBR fue calculado de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma NTP. 339.145.

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

El método de análisis de datos se basa en los ensayos de las muestras extraídas en campo y analizadas en el laboratorio de suelos, siendo de enfoque cuantitativo reflejados en tablas y gráficos almacenados en el programa de Microsoft Excel, siguiendo los parámetros establecidos por la NTP. 339.12 y la NTP 339.138

### **3.7. Aspectos éticos**

Este proyecto de investigación ha sido elaborado respetando la norma APA, así mismo bajo los lineamientos y códigos éticos de la Universidad Cesar Vallejo; todas las informaciones y referencias de este proyecto de investigación se encuentran citadas respetando la propiedad de los autores, por lo que cumple con el grado de originalidad ya que fue demostrado sometiéndose al uso del software turnitin para determinar el índice de similitud.

## **IV. RESULTADOS**

De acuerdo a los resultados obtenidos se considera responder los objetivos específicos, seguidos del objetivo general y para ello se considera los siguientes puntos.

### **4.1. Características físico-mecánicas de la subrasante natural en la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022.**

#### **4.1.1. Localización de la investigación.**

La presente investigación se realizó considerando el efecto de la melaza de caña sobre las propiedades físico-mecánicas en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo en el centro poblado de Menocucho, distrito de Laredo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad en el año 2022, cabe mencionar que se ubica cerca al peaje en la salida a la sierra liberteña por la ruta de Quirihuac – Otuzco, donde los usuarios transportistas dan uso a esta trocha carrozable como desvío de dicho peaje con dirección al centro poblado de Sol de Mayo y salida por centro poblado de Menocucho. El tramo consta de una distancia de 1.8km y para ello se consideró extraer 2 calicatas, ya que en trocha

carrozable de bajo volumen de tránsito es necesario 1 calicata por km a profundidad de 1.50m como lo indica el Manual de Carreteras MTC (2014). En la figura 1, se muestra la ruta y la ubicación de las calicatas extraídas con las distancias respectivas.

**Figura 1.** Ubicación de calicatas en la trocha carrozable Sol de Mayo



Fuente: elaboración propia

En la tabla 2, se muestra las coordenadas de las calicatas extraídas en la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022.

**Tabla 2.** Coordenadas de las calicatas

CALICATA	ESTE	NORTE	PROFUNDIDAD
C-1	737632.00	9111335.00	1.50m
C-2	737813.00	9111675.00	1.50m

Fuente: elaboración propia

Los ensayos de esta investigación se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos, asfalto, concreto y materiales Ingeniería Geotecnia y Gama de Materiales S.A.C.

#### 4.1.2. Clasificación de la subrasante natural.

De acuerdo al objetivo específico 1 que es conocer las características físico-mecánicas de la subrasante en la trocha carrozable, Laredo, 2022, se presenta las siguientes tablas.

En la tabla 3, se presenta la clasificación SUCS y ASHTO de la subrasante natural en la trocha carrozable en la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022

**Tabla 3.** *Clasificación SUCS y ASHTO de la subrasante natural.*

Descripción	Límites Atterberg (%)			Clasificación de suelos		
	Líquido	Plástico	Índice	SUCS	AASTHO	Detalle
CALICATA						
C – 1	17.83%	16.72%%	1.11%	SM	A – 1 – b (0)	Regular
C – 2	NP	NP	NP	SM	A – 1 – b (0)	Regular

Según la clasificación se determina como un suelo de tipo SM que hace referencia a un suelo de tipo arena arcillosa según la norma internacional ASTM D – 4318, donde se presenta un índice de plasticidad menor a 5% resulta muy sensible a los cambios de humedad y a su vez que en un pequeño incremento del contenido de agua en la subrasante lo transforma de semisólido a líquido ya que el IP es el resultado de la diferencia entre límite líquido y límite plástico.

#### 4.1.3. Contenido de humedad.

Los valores obtenidos de las muestras, se obtuvieron en base y siguiendo el procedimiento establecido en la normativa internacional ASTM D-2216–98, como se detalla en la siguiente tabla 4.

**Tabla 4.** *Contenido de humedad de la subrasante natural.*

Descripción	Resultado (%)
C-01	7.25
C-02	6.89

Como se muestra en la tabla 4, se observan los resultados del contenido de humedad de las muestras sin tratamiento según la normativa ASTM D-2116, se obtuvo resultados de las calicatas con su orden secuencial donde mostró valores de 7.25 y 6.89% de contenido de humedad para las calicatas C-01 y C-02, respectivamente.

#### **4.1.4. Proctor Modificado**

En la tabla 5. Se presenta los resultados del ensayo Proctor donde se obtuvo los valores de máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

**Tabla 5.** *Valores de ensayo Proctor Modificado de la subrasante natural.*

CALICATA	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>2</sup> )	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C – 1	2.162	5.23
C – 2	2.182	7.39

Según los resultados obtenidos de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad en el ensayo de Proctor modificado se obtuvieron siguiendo el procedimiento de acuerdo a la normativa internacional ASTM D-1557, determinando que es una subrasante que presenta bajo contenido de humedad,

este porcentaje fue útil para realizar los ensayos de CBR en las muestras con adición de melaza de caña.

#### 4.1.5. Capacidad de soporte de California (CBR) de la subrasante natural.

En la tabla 6, se muestra los valores de CBR en la subrasante sin adición de melaza de caña a una penetración de 0.1” y velocidad de 0.05 m/s, según el ensayo ASTM D-1883 de la norma NTP 339, 145.

**Tabla 6.** *Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.1”.*

Descripción	CBR al 95% MDS 0.1”	CBR al 100% MDS 0.1”
C-01	6.05%	8.26%
C-02	6.47%	10.51%

Para la calicata C – 1 se obtiene un valor de 6.05 y 8.26%, calicata C – 02 un valor de 6.47 y 10.51% de CBR al 95 y 100%, respectivamente, los valores se encuentran entre 6 y 10%, por lo que se determinó que la subrasante natural de la trocha carrozable Sol de Mayo es regular según la MTC (2014).

En la tabla 7, se muestra los valores de CBR en la subrasante sin adición de melaza de caña a una penetración de 0.2” y velocidad de 0.05 m/s, según el ensayo ASTM D – 1883 de la norma NTP 339, 145.

**Tabla 7.** *Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.2”.*

Descripción	CBR al 95% MDS 0.2”	CBR al 100% MDS 0.2”
C-01	7.00%	9.40%
C-02	8.25%	11.82%

Para la calicata C – 1 se obtiene un valor de 7.00 y 9.40%, calicata C – 02 un valor de 8.25 y 11.82% de CBR al 95 y 100%, respectivamente, los valores se encuentran entre 6 y 10%, por lo que se determinó que la subrasante natural de la trocha carrozable Sol de Mayo es regular según la MTC (2014), cabe mencionar que para un valor de CBR entre 10 y 20% es una subrasante buena como es el caso de la calicata C – 02 al 100% y teniendo en cuenta que la penetración es mayor por lo que requiere de más carga.

**4.2. Capacidad de soporte de California de la subrasante al adicionar melaza de caña.**

Según el objetivo específico (ii) Calcular la resistencia a la compresión al adicionar melaza de caña en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022. Se obtiene valores de soporte de california o soporte a carga (CBR) diferentes a los obtenidos con una subrasante natural o sin tratamiento, cabe mencionar que el porcentaje de agua que se adicionó fue en base al contenido de humedad optimo obtenido con el ensayo Proctor modificado, para realizar los ensayos y seguir con el procedimiento según la normativa ASTM D – 1883 de la norma NTP 339, 145.

**4.2.1. Subrasante con melaza de caña al 3.0%.**

En la tabla 8, se muestra los valores de la capacidad de soporte de California de la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo tratada con melaza de caña al 3.0% a una penetración de 0.1”, siguiendo el procedimiento de la normativa internacional ASTM D-1883.

**Tabla 8.** *Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.1” en subrasante con melaza de caña al 3.0%.*

Descripción	CBR al 95% MDS 0.1”	CBR al 100% MDS 0.1”
C-01	11.15%	18.07%
C-02	14.47%	20.71%

Para la calicata C – 1 se obtiene un valor de 11.15 y 18.07%, calicata C – 02 un valor de 14.47 y 20.71% de CBR al 95 y 100%, respectivamente a una penetración de 0.1”, los valores se encuentran entre 10 y 20%, por lo que se determinó que la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo con melaza de caña al 3.0% es buena según la MTC (2014). Cabe mencionar que la calicata C – 02 presentó un valor de 20.71% de CBR al 100% por lo que es una subrasante muy buena.

En la tabla 9, se muestra los valores de la capacidad de soporte de California de la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo tratada con melaza de caña al 3.0% a una penetración de 0.2”, siguiendo el procedimiento de la normativa internacional ASTM D-1883.

**Tabla 9.** *Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.2” en subrasante con melaza de caña al 3.0%.*

Descripción	CBR al 95% MDS 0.2”	CBR al 100% MDS 0.2”
C-01	15.32%	22.43%
C-02	18.51%	24.82%

Para la calicata C – 1 se obtiene un valor de 15.32 y 22.43%, calicata C – 02 un valor de 18.51 y 24.82% de CBR al 95 y 100%, respectivamente a una penetración de 0.2”, los valores se encuentran entre 10 y 20% de CBR al 95%, por lo que se determinó que la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo con melaza de caña al 3.0% es buena, según la MTC (2014), cabe mencionar que para un valor de CBR entre 20 y 30% es una subrasante muy buena como es el caso de la calicata C – 01 y C – 02 al 100% y teniendo en cuenta que la penetración es mayor por lo que requiere de más carga.

#### 4.2.2. Subrasante con melaza de caña al 6.0%.

En la tabla 10, se muestra los valores de la capacidad de soporte de California de la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo tratada con melaza de caña al 6.0% a una penetración de 0.1”, siguiendo el procedimiento de la normativa internacional ASTM D-1883.

**Tabla 10.** *Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.1” en subrasante con melaza de caña al 6.0%.*

Descripción	CBR al 95% MDS 0.1”	CBR al 100% MDS 0.1”
C-01	17.17%	28.34%
C-02	20.25%	30.73%

Para la calicata C – 1 se obtiene un valor de 17.17 y 28.34%, calicata C – 02 un valor de 20.25 y 30.73% de CBR al 95 y 100%, respectivamente a una penetración de 0.1”, el valor de la calicata C – 01 al 95% se encontró entre 10 y 20%, por lo que se determinó que la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo con melaza de caña al 6.0% es buena según la MTC (2014). Cabe mencionar que para valores de subrasante entre 20 y 30% es muy buena como la calicata C – 02 al 95 y 100%, asimismo la calicata C – 01 al 100%, respectivamente.

En la tabla 11, se muestra los valores de la capacidad de soporte de California de la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo tratada con melaza de caña al 6.0% a una penetración de 0.2”, siguiendo el procedimiento de la normativa internacional ASTM D-1883.

**Tabla 11.** *Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.2” en subrasante con melaza de caña al 6.0%.*

Descripción	CBR al 95% MDS 0.2”	CBR al 100% MDS 0.2”
C-01	21.28%	33.61%
C-02	24.46%	35.93%

Para la calicata C – 1 se obtiene un valor de 21.28 y 33.61%, calicata C – 02 un valor de 24.46 y 35.93% de CBR al 95 y 100%, respectivamente a una penetración de 0.2”, los valores se encontraron entre 20 y 30% de CBR al 95%, por lo que se determinó que la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo con melaza de caña al 6.0% es muy buena, según la MTC (2014), cabe mencionar que para un valor de CBR > 30% es una subrasante excelente como es el caso de la calicata C – 01 y C – 02 al 100% y teniendo en cuenta que la penetración es mayor por lo que requiere de más carga.

#### **4.2.3. Subrasante con melaza de caña al 9.0%.**

En la tabla 12, se muestra los valores de la capacidad de soporte de California de la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo tratada con melaza de caña al 9.0% a una penetración de 0.1”, siguiendo el procedimiento de la normativa internacional ASTM D-1883.

**Tabla 12.** *Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.1” en subrasante con melaza de caña al 9.0%.*

Descripción	CBR al 95% MDS 0.1”	CBR al 100% MDS 0.1”
C-01	14.50%	24.58%
C-02	17.65%	26.64%

Para la calicata C – 1 se obtiene un valor de 14.50 y 24.58%, calicata C – 02 un valor de 17.65 y 26.64% de CBR al 95 y 100%, respectivamente a una penetración de 0.1”, los valores se encontraron entre 10 y 20% de CBR al 95%, por lo que se determinó que la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo con melaza de caña al 9.0% es buena según la MTC (2014). Cabe mencionar que para valores de CBR entre 20 y 30% es una subrasante muy buena como se obtuvo en las calicatas C – 01 y C – 02 de CBR al 100%.

En la tabla 13, se muestra los valores de la capacidad de soporte de California de la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo tratada con melaza de caña al 9.0% a una penetración de 0.2”, siguiendo el procedimiento de la normativa internacional ASTM D-1883.

**Tabla 13.** *Ensayo CBR al 95 y 100%, penetración de 0.2” en subrasante con melaza de caña al 9.0%*

Descripción	CBR al 95% MDS 0.2”	CBR al 100% MDS 0.2”
C-01	20.00%	30.83%
C-02	23.29%	32.96%

Para la calicata C – 1 se obtiene un valor de 20.00 y 30.83%, calicata C – 02 un valor de 23.29 y 32.96% de CBR al 95 y 100%, respectivamente a una penetración de 0.2”, los valores se encontraron entre 20 y 30% de CBR al 95%, por lo que se determinó que la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo con melaza de caña al 9.0% es muy buena, según la MTC (2014), cabe mencionar que para un valor de CBR > 30% es una subrasante excelente como es el caso de la calicata C – 01 y C – 02 al 100%, teniendo en cuenta que la penetración es mayor por lo que requiere de más carga.

De acuerdo con el objetivo específico (iii), Demostrar que la melaza de caña mejora las características físico-mecánicas de la subrasante en la trocha carrozable, Laredo, 2022. Es de mucha importancia indicar que la estabilización de la subrasante depende y se determina por la capacidad de soporte de

California (CBR), lo que indica la capacidad de la subrasante o el suelo en general para soportar una determinada carga a una penetración de 0.1" o 0.2", asimismo se logró un incremento en el CBR para las muestras tratadas con melaza de caña a diferencia de las muestras de la subrasante natural o sin melaza de caña, mejorando la subrasante de regular a muy buena basado en los parámetros del Manual de Carreteras del MTC (2014).

Según nuestro objetivo general que fue, Evaluar el efecto de la melaza de caña en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022. Cabe mencionar que al evaluar el efecto de la melaza de caña en la subrasante presenta una influencia significativa en la capacidad de soporte de California, mejorando la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo de regular a muy buena, asimismo se logró evaluar y determinar que la melaza de caña es un estabilizante natural efectivo y estabiliza la subrasante de un suelo tipo SM que es una arena arcillosa según clasificación SUCS y ASHTO.

## V. DISCUSIÓN

En esta sección se desarrolló los resultados de cada antecedente planteado en la parte inicial de la investigación, se logró analizar y explicar los valores obtenidos, encontrando similitud o diferencia en cuanto a los valores obtenidos en los antecedentes sobre el estudio de estabilización de subrasante con melaza de caña al 3.0, 6.0 y 9.0% respecto al peso seco del suelo frente a una muestra de subrasante natural o sin la adición de melaza de caña, cabe mencionar que la estabilización de la subrasante u otro tipo de suelo se determina de acuerdo a la capacidad de soporte de California o CBR.

Respecto a la discusión, se planteó como primer objetivo específico Conocer las características físico-mecánicas de la subrasante natural en la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022: Estas propiedades físicas y mecánicas son definidas por Córdova y Sánchez (2021), que en su investigación realizan una estabilización de subrasante con melaza de caña y carbón molido en un suelo tipo CL que es una arcilla arenosa o limosa de plasticidad baja, en nuestra investigación según clasificación SUCS y ASHTO se obtuvo una subrasante de suelo tipo SM que es una arena arcillosa de plasticidad baja, cabe mencionar que los resultados son similares ya que la melaza de caña fue aplicada en suelos ligeramente iguales, en ambas investigación se determinó la dosificación optima de melaza de caña al 6.0%, sin embargo en la investigación de Córdova y Sánchez aplicaron carbón molido en diferentes combinaciones y pese a ello los resultados de la investigación son similares en cuanto a la capacidad de soporte de California.

Se planteó como segundo objetivo específico Calcular la resistencia a la compresión al adicionar melaza de caña en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022. Dicha resistencia a la compresión se define como la capacidad de soporte de California o CBR, de acuerdo a los antecedentes que presentan mayor semejanza con nuestra investigación se menciona a Abbs et al. (2021) que en su artículo de investigación buscaron determinar la dosificación optima de melaza de caña encontrando que mejora la capacidad de soporte de California hasta un 8.0% de melaza de caña, a un

porcentaje mayor de melaza de caña el CBR disminuye y no genera un efecto sobre la estabilización, resultado similar al obtenido en nuestra investigación que se determina como dosificación óptima la adición de melaza de caña al 6%, se presentó una subrasante menor a 6% por lo que se clasificó como subrasante insuficiente de acuerdo al Manual de Carreteras del MTC (2014). Por otro lado se tiene a Tuesta (202) que en su investigación realiza un estudio para diseñar una capa de rodadura con material de romerillo y melaza de caña con el fin de estabilizar el material de cantera, determinando que la adición de melaza de caña al 1, 3 y 4.5% sobre el material de romerillo presenta un efecto significativo obteniendo un CBR de 23.30% a una penetración de 0.1" con melaza de caña al 4.5%, siendo su dosificación óptima con material de romerillo, obteniendo resultados similares a los de nuestra investigación.

De acuerdo al objetivo específico, Demostrar que la melaza de caña mejora las características físico-mecánicas de la subrasante en la trocha carrozable, Laredo, 2022; Se menciona que la melaza de caña mejora las características físico-mecánicas de la subrasante, principalmente la capacidad de soporte de California o CBR que es el indicador de la estabilización del suelo en general, para demostrar el efecto significativo o la mejora se menciona a Jiménez, Mauricio y Fontes Viera (2022), quienes en su artículo de investigación científica buscan mejorar la estabilización de una subrasante de suelo tipo CL (arcilla magra con arena) con desecho de neumáticos agregando melaza de caña, para ello se realizó el ensayo Proctor modificado para obtener la humedad óptima y realizar el ensayo de CBR, se adicionó melaza de caña al 2, 4, 6, 8, 10 y 12% de melaza de caña en combinación con polímeros de caucho, llegando a determinar que la melaza presenta un efecto significativo en la estabilización de la subrasante, demostrando que la subrasante mejora su capacidad de soporte de California como se observa en los valores obtenidos en nuestra investigación mejorando la estabilización de la subrasante natural de regular (6.11%) a muy buena (29.8%) de CBR de acuerdo al Manual de Carreteras MTC (2014), con melaza de caña al 6.0%.

## VI. CONCLUSIONES

1. Después de evaluar los efectos que genera la melaza de caña al ser adicionado en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022 se concluye que presenta efectos significativos mejorando sus propiedades físico-mecánicas.
2. Una vez conocidas las características físico-mecánicas de la subrasante natural en la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022, se interpretó que presenta las características de un suelo tipo SM con un resultado de CBR para la calicata C – 1 se obtiene un valor de 6.47% y 10.51%, calicata C – 02 un valor de 6.05% y 8.26% de CBR al 95 y 100%, respectivamente; los valores se encuentran entre 6% y 10% concluyendo que la subrasante natural de la trocha carrozable Sol de Mayo es regular según la MTC (2014).
3. después de realizar los ensayos de CBR AL 95% MDS 0.1" con la adición de melaza de caña (3%, 6% y 9%), la dosificación optima es 6% con un valor de 17.17% para la calicata N° 01 y 20.20% para la calicata N° 02 en la subrasante de la trocha carrozable sol de mayo laredo 2022.
4. Finalmente se demuestra que la melaza de caña mejora significativamente las características físico-mecánicas de la subrasante en la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los estudiantes de la carrera de ingeniería civil que estén interesados en investigar la rama de la infraestructura vial relacionado al tema de estabilizados, tomar en consideración el uso de agentes naturales como la adición de la melaza de caña para la estabilización de suelos debido a que son más amigables con la naturaleza y ayudan a mejorar sus propiedades físico-mecánicas.
2. Se recomienda a las autoridades responsables de la intervención en la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022 tomar en consideración los estudios realizados en este proyecto, debido a que la trocha necesita una pronta intervención ya que según las características es un suelo regular tipo SM que se encuentra en malas condiciones.
3. Se recomienda que durante el proceso constructivo se puede usar la melaza de caña, con fines de mejorar la calidad del suelo siempre y cuando el tipo de suelo lo requiera, previo estudio de las propiedades de la capa del suelo.
4. Establecida las conclusiones de la investigación se recomienda a los investigadores considerar realizar estudios similares con la finalidad de analizar los resultados obtenidos en el presente estudio y sea tomado como antecedente, así mismo impulsar la incorporación de la melaza de caña como agente estabilizador de la subrasante de forma oficial y no sea utilizada de manera artesanal porque como se demuestra, la adición de melaza de caña podría mejorar las condiciones físico-mecánicas de los suelos en otras zonas geográficas de nuestro País.

## REFERENCIAS

ABBAS, Azhar, XIONGYAO, Xie, ZAR, Ali, YOUSAF, Muhammad y GUL NAWAZ, Muhammad. Investigation of Treacle's Effects for cohesive Soil Stabilization. Department of Geotechnical Engineering, Tongji University, Shanghai, China. North American Academic Research journal. 2021.

ACHAL, Daniel. Evaluating the durability of expansive subgrade soils stabilized with molasses and cement. Makerere university College of engineering design art and technology School of built environment Department of construction economics and management. 2021.

ALEMGENA, Araya. Stabilization of expansive Clay soil with sugar cane Molasses and cement. *Proceedings of the 2nd international conference on transportation in Africa, Majestic five hotel, Palapye, Botswana, 25-27november 2019.*

ANCRUM, Amunza. Stabilization of laterite soil for unpaved Roads using molasses in butere and mumias Sub counties. Jomo kenyatta university of Agriculture and technology. 2020.

ABANTO, Luis. y SALINAS, Eloy. Análisis de la estabilización de subrasantes con uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte, 2021. 161 pp.

BECERRA, Yesica. Adición de miel de caña sobre el CBR del afirmado de la cantera el gavilán, Cajamarca 2017. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte, 2019. 93 pp.

BERNAL, Esteban y CUEVA, Victoria. Aplicación de ecoestabilizantes de suelo cohesivo a partir de ceniza de *Oryza Sativa* del camino Collique Alto - Pucalá – Lambayeque 2021. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Chiclayo, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021.

BUSTAMANTE, Flor. Estabilización de suelos cohesivos mediante incorporación de vinaza de *Sacharum Officinarum*, carretera Rayme km. 0+000 al km. 5+010, Cutervo, Cajamarca. Tesis (Para obtener el título profesional de Ingeniería Civil). Chiclayo, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 281 pp.

CÓRDOBA, Jeffry. Utilización de la vinaza de caña azúcar para estabilizar suelos cohesivos, Huancayo, Perú: Universidad Peruana los Andes, 2018.149 pp.

CCOPA, María y FERNÁNDEZ, Pamela Análisis comparativo de las propiedades físico -mecánicas de un suelo natural, comparado con un suelo estabilizado con el sistema consolid en la carretera Ollantaytambo en el tramo 0+000 – 1+000. Tesis (para optar el título de ingeniero civil), Ollantaytambo, Urubamba, Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2018.

CÓRDOVA, Rosa y SÁNCHEZ, Joe. Efecto de la melaza y carbón molido en la estabilización de subrasante en vía no pavimentada, distrito de Laredo, Trujillo. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Trujillo, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 149 pp.

DABAKUYO, Ismaël, MUTUKU, Raphael y ONCHIRI, Richard. Effect of Sugarcane Molasses on the physical properties of Metakaolin based geopolymer stabilized laterite soil. Technology and Innovation hosted at Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, Kenya. International journal of civil engineering received. 01 November, 2021.

GUZMÁN, Iris y RODRÍGUEZ, Manuel. Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de coco en el distrito de Perené, Junín 2021. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 91 pp.

JIMÉNEZ, Juan, MAURICIO, Carlos y FONTES VIEIRA, Henry. Composite Soil Made of Rubber Fibers from Waste Tires, Blended Sugar Cane Molasses, and Kaolin Clay. Sustainability. Universidad de Antioquia UdeA, Medellín, Colombia. 2022.

KEVEDO, Kevin. Influencia del jugo de *Saccharum Officinarum* en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Moyobamba, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 69 pp.

KIRAN, HARSHA, K V S BRAJU, NAVEEN. Experimental study on stabilization of black cotton soil with molasses and arecanut fibers. International Journal of Applied Engineering Research Issn. volume 13, number 7, pp. 219-223. 2018.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima: N° 10-2014-MTC/14. 281 pp.

MAMUYE, Yibas, QUEZON, Emer y GEREMEW, Anteneh. Combined Effects of Molasses-Lime Treatment on Poor Quality Natural Gravel Materials Used for Sub-Base and Base Course Construction. Vol. 6, July – 2018.

MELAKU, Sisay, G/EGZIABHER, Simon y BROOK, Abate. Review on Soil Stabilization Using Bagasse Zsh with Lime and Molasses with Cement. Betelhem melese masters of engineering addis ababa science and technology university. 2018.

MEKONNEN, Eshetu, AMDIE, Yared, HABTAMU, Etefa, TEFERA, nurelign y TAFESSE, mesfin. Stabilization of expansive black cotton Soil using bioenzymes Produced by Ureolytic Bacteria. International Journal of geo-Engineering. 2022.

NABEEL, Abbas, AHMED, Abid, RAZA, HUSSAIN, Khan,GROUND. Granulated-blast-furnace-slag and Sugar Cane Molasses Influence on Stabilization of Claysoil Pakistan Journal of Science, 71: 4, page 273-277: 2019.

MFOUTOU, Narcisse, NZABA, Erman y LOUZOLO-KIMBEMBE, Paul. Adsorption Isotherm of BET Nitrogen of Concretes with Consolidated Soil by Sugar Cane Molasses. Journal of Materials Science and Engineering. 12: 7 – 9. 2022.

OTOKO, George y MANASSEH, jonathan. Use of salt Compounds for the Stabilization of Nigerian Laterites. Civil Engineering Department, Rivers State University of Science and Technology, Port Harcourt, Estado de los Ríos, Nigeria. Global Journal of Engineering Science and Researches. Aug. 2018.

POPOOLA, Oluniyi, ADEKANMI, Jonathan y OLAWALE, Oluwaseyu. Stabilization of Laterite Soil with Coconut Waste Ashes as a Partial Replacement for Lime. American Journal of Engineering Research. Vol. 8, pp: 208-217. 2019.

QUISPE, Miguel. Estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 119 pp.

QUISPE, Henry y SALAZAR, Katy. Influencia de la aplicación de cloruro de calcio y melaza de caña en vías no pavimentadas, Lurigancho Chosica 2021. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 191 pp.

SHARMA, Animesh, MANIKANDAN, A, TKARTHICK, G y JAMEEL, Abdul. Study on Effect of Molasses on Strength of Soil. Civil Engineering Department, B.S. Abdur Rahman University. Civil Engineering Department, Kongu Velalar Institute of Technology, Erode, Tamilnadu, India. 2018.

RAJESH, Pathak y CHOPRA, Tanuj. Effect of addition of marble dust in subgrade soil on the fatigue and rutting behaviour of flexible pavement. Master of Engineering in Civil Infrastructure Engineering. Department of civil Engineering thapar University, Patiala-147004. july, 2018.

ROJAS, Jhonathan. Influencia de ceniza de caña en la subrasante de la trocha carrozable del centro poblado san Antonio, Cajamarca – 2021. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 88pp.

RIOJA, Jimy. Influencia de la adición de porcentajes de ceniza en un suelo A-2-4 estabilizado con cemento sobre la capacidad de soporte de la carretera LI-591 desvío al centro poblado Jatanca, provincia de Pacasmayo. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2019. 362 pp.

SANCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma, 2018. 146 pp.

ISBN: 9786124735141

TELLO, Joaquín. Efectos que produce el jugo de caña en la durabilidad y propiedades de una carpeta asfáltica. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018. 245 pp.

TUESTA, Cesar. Diseño de la capa de rodadura con material romerillo y la adición de melaza de caña para su uso en la vía baños sulfurosos - Shucshuyacu, distrito de Japelacio, Moyobamba – 2020. Tesis (Para obtener el título profesional de Ingeniería Civil). Moyobamba, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 188 pp. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55300>

TSUTSUMI y UCHIDA. Effect of Surfactant in Molasses Based Soil Solidification Material to Tensile Strength in Seven-day Material age. Geotropika y Ichitra.conference. Earth and Environmental Science Department of Urban Environmental Design and Engineering, National Institute of technology, Kagoshima College, Kirishima, Kagoshima, Japan. 2022

TERRONES, Thatiana. Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo-2018. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte, 2018. 345 pp.

## ANEXOS:

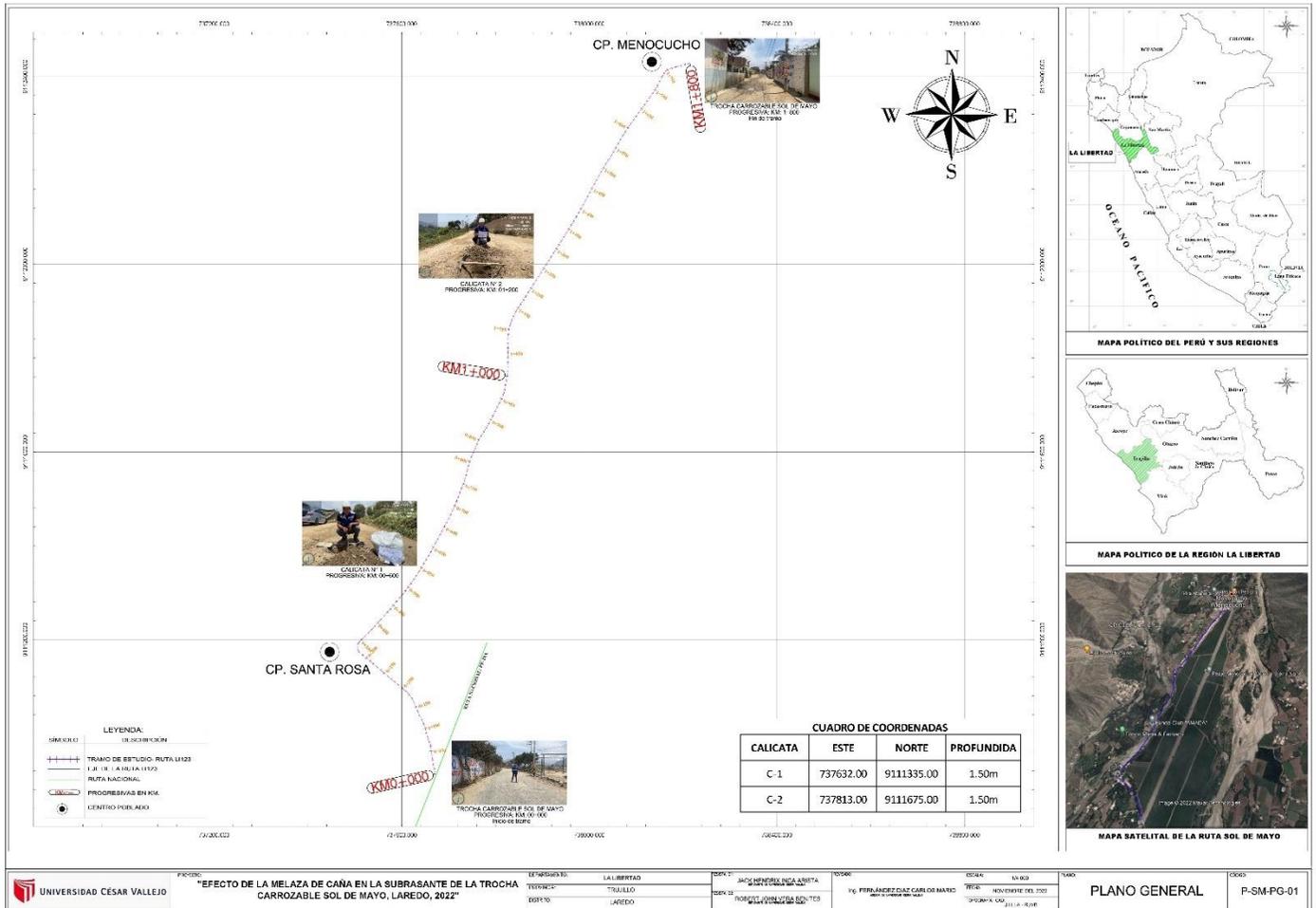
### 1) Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Variable Independiente</b> Aplicación de la melaza de caña.	producto de naturaliza orgánica que se produce después de 7 horas de cocción del zumo de la caña de azúcar y se aplica en el control de polvo en vías que presentan un tránsito vehicular pesado y liviano (Tuesta, César, 2020)	La melaza de caña es un material que, de acuerdo a su viscosidad, peso específico y su óptima dosificación ayudará a unir propiedades como es el conseguir un suelo estabilizado.	- D1: Densidad máxima y óptimo contenido de humedad.	Ensayos Proctor	Razón/intervalo
			- D2: Resistencia al esfuerzo cortante.	Ensayos de California Bearing Ratio (CBR)	
			- D3: Resistencia a la abrasión.	Porcentaje adicionado 3%, 6% y 9%	
<b>Variable Dependiente</b> Estabilización de la subrasante.	Se define como la mejora de las características físico mecánicas de los suelos a través de estabilizaciones físicas, mecánicas, químicas y biológicas, se realizan en suelos de subrasante inadecuada o blanda. (MTC, 2013).	La estabilización de la subrasante se desarrolla mediante sus dimensiones: a través de su máxima densidad seca, la capacidad portante y finalmente el módulo de resiliencia medir las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante.	- D1: Parámetros Geotécnicos	Ensayo de Limites de Atterberg.	Razón/intervalo
				Ensayo Granulométrico.	
				Ensayo de contenido de Humedad.	
				Ensayos de Proctor	
				Ensayos de CBR	
			- D2: Diseño ASSHTO 1993	Método de diseño ASSHTO 1993.	

## 2) Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>				
¿Cuál es el efecto de la melaza de caña al adicionar en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022?	Evaluar el efecto de la melaza de caña al adicionar en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022.	Adicionar melaza de caña a la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022, presenta efectos significativos, mejorando sus propiedades físico mecánicas.	Aplicación de la melaza de caña.	D1: Densidad máxima y óptimo contenido de humedad. D2: Resistencia al esfuerzo cortante. D3: Resistencia a la abrasión.	Ensayos de Proctor Ensayos de California Bearing Ratio (CBR) Volumen de porcentaje utilizado 3%, 6% y 9%	Ficha técnica de recolección de datos.
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
¿Cuáles son las características físico-mecánicas de la subrasante natural en la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022?	Conocer las características físico-mecánicas de la subrasante natural en la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022.	La trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022, presenta las características de un suelo tipo SM (arena limosa) con un CBR regular entre 6 y 10%.	Estabilización de la subrasante	D1: Parámetros Geotécnicos.	Ensayo de Límites de consistencia.	Ficha técnica de resultados de laboratorio.
					Ensayo Granulométrico.	
					Ensayo de contenido de Humedad.	
					Ensayos de Proctor	
					Ensayos de CBR	
¿Cuál será la dosificación óptima de melaza de caña para mejorar el CBR en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022?	Determinar la dosificación óptima de melaza de caña para mejorar el CBR en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022.	La dosificación óptima de melaza de caña mejora el CBR en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022.		D2: Diseño ASSHTO 1993.	Método de diseño ASSHTO 1993.	Ficha técnica de resultados de laboratorio.
¿La melaza de caña mejorará las características físico-mecánicas de la subrasante en la trocha carrozable Sol de Mayo, Laredo, 2022?	Demostrar que la melaza de caña mejora las características físico-mecánicas de la subrasante en la trocha carrozable, Laredo, 2022.	La melaza de caña mejora las características físico-mecánicas de la subrasante en la trocha carrozable, Laredo, 2022.				

#### 4) Plano de general del proyecto.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	PROYECTO	*EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022*	DEPARTAMENTO	LA LIBERTAD	DESEMPEÑO	JACO HERNÁNDEZ INCA ARISTA	FECHA	10/00	TÍTULO	NOVIEMBRE DEL 2022	AUTOR	PIPIRAMANZANES CARLOS MARCO	DISEÑO	JULIA RUIZ
	INSTITUCIÓN	TIBULLO	DESEMPEÑO	LAREDO	FECHA	NOVIEMBRE DEL 2022	TÍTULO	NOVIEMBRE DEL 2022						

PLANO GENERAL P-SM-PG-01

## 5) Validación de instrumento.

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO FINO				
Nombre de tesis	"EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022"			
Muestra:		Fecha:	20-11-22	
		Procedencia/ciudad:		
Malla	Peso Retenido (gr.)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
	3"			
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
#4				
#8				
#16				
#30				
#50				
#100				
#200				
Total			Modulo de Fineza	

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO				
Nombre de tesis	"EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022"			
Muestra:		Fecha:	20-11-22	
		Procedencia/ciudad:		
Malla	Peso Retenido (gr.)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
	3"			
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
#4				
#8				
#16				
#30				
#50				
#100				
#200				
<#200				
Total			Modulo de Fineza	

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO			
"EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022"			
TOMA DE DATOS, PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO			
Sibolo	Descripcion	M -	Und.
P muestra s.s.s	Muestra Saturado con Superficie Seca.		gr
Peso fiola + agua	Peso de fiola mas agua		gr
P. fiola + P.sss + Agua	Peso de fiola mas agua mas Muestra Saturado con Superficie Seca mas agua.		gr
Volumen sss	Volumen Saturado con Superficie Seca.		cm3
Pmuestra seca =	Peso de muestra seca		gr

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO			
Sibolo	Descripcion	M -	Und.
P muestra s.s.s	Peso de muestra Saturado con Superficie Seca.		gr
P muestra s.s.s + P canastilla	Peso de muestra Saturado con Superficie Seca mas Peso de canastilla.		gr
P canastilla en el agua	Peso de la canastilla en el agua.		gr
P muestra s.s.s en el agua	Peso de muestra Saturado con Superficie Seca en el agua.		gr
Pmuestra seca en el horno	Peso de muestra seca en el horno.		gr

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO						
SIMBOLO	DESCRIPCION	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO	UND
W	Peso de la Muestra en estado Natural.					gr
D	Peso de la Muestra Seca después del horneado.					gr

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO						
SIMBOLO	DESCRIPCION	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO	UND
W	Peso de la Muestra en estado Natural.					gr
D	Peso de la Muestra Seca después del horneado.					gr

### CARTA DE PRESENTACIÓN AL JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: JAIME ALEXIS CASTILLO CASTRO Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo ( )      2. Cuantitativo (X)      3. Mixto ( )

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	“EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022”
Línea y sublínea de investigación:	INFRAESTRUCTURA VIAL

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. FERNÁNDEZ DIAZ, CARLOS MARIO.

De antemano le agradezco sus aportes.

Trujillo, 19/11/2022



.....  
Tesisista: INGA ARISTA JACK HENDRIX  
D.N.I.: 72155017



.....  
Tesisista: VERA BENITES ROBERT JOHN  
D.N.I.: 45561349

### Formato de Validación de Criterios de Expertos

#### I. Datos Generales

Fecha	19/11/2022
Validador	JAIME ALEXIS CASTILLO CASTRO
Cargo e institución donde labora	INGENIERO CIVIL – GOBIERNO REGIONAL DE LA LIBERTAD – SG. ESTUDIOS DEFINITIVOS
Instrumento a validar	Análisis Granulométrico de agregado grueso y fino
Objetivo del instrumento	
Autor(es) del instrumento	: INGA ARISTA JACK HENDRIX, VERA BENITES ROBERT JOHN

#### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>					

  
 Jaime Alexis Castillo Castro  
 ING. CIVIL  
 R. CIV. N° 221108

### Formato de Validación de Criterios de Expertos

#### III. Datos Generales

Fecha	19/11/2022
Validador	JAIME ALEXIS CASTILLO CASTRO
Cargo e institución donde labora	INGENIERO CIVIL – GOBIERNO REGIONAL DE LA LIBERTAD – SG. ESTUDIOS DEFINITIVOS
Instrumento a validar	Peso específico del agregado grueso y fino
Objetivo del instrumento	
Autor(es) del instrumento	INGA ARISTA JACK HENDRIX, VERA BENITES ROBERT JOHN

#### IV. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>					

  
 Jaime Alexis Castillo Castro  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 221108

### Formato de Validación de Criterios de Expertos

#### V. Datos Generales

Fecha	19/11/2022
Validador	JAIME ALEXIS CASTILLO CASTRO
Cargo e institución donde labora	INGENIERO CIVIL – GOBIERNO REGIONAL DE LA LIBERTAD – SG. ESTUDIOS DEFINITIVOS
Instrumento a validar	Contenido de humedad de agregado fino y grueso
Objetivo del instrumento	
Autor(es) del instrumento	INGA ARISTA JACK HENDRIX, VERA BENITES ROBERT JOHN

#### VI. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>					

  
 Jaime Alexis Castillo Castro  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 221108

### CARTA DE PRESENTACIÓN AL JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: EDUAR TENORIO SAAVEDRA Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo ( )      2. Cuantitativo (X)      3. Mixto ( )

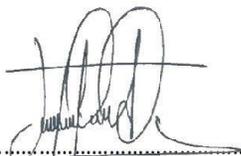
El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	“EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022”
Línea y sublínea de investigación:	INFRAESTRUCTURA VIAL

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. FERNÁNDEZ DIAZ, CARLOS MARIO.

De antemano le agradezco sus aportes.

Trujillo, 20/11/2022



.....  
Tesisista: INGA ARISTA JACK HENDRIX  
D.N.I: 72155017



.....  
Tesisista: VERA BENITES ROBERT JOHN  
D.N.I: 45561349

### Formato de Validación de Criterios de Expertos

#### I. Datos Generales

Fecha	20/11/2022
Validador	EDUAR TENORIO SAAVEDRA
Cargo e institución donde labora	INGENIERO CIVIL – GOBIERNO REGIONAL LA LIBERTAD – SG. DE CAMINOS
Instrumento a validar	Análisis Granulométrico de agregado grueso y fino
Objetivo del instrumento	
Autor(es) del instrumento	: INGA ARISTA JACK HENDRIX, VERA BENITES ROBERT JOHN

#### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>					

  
**Eduar Tenorio Saavedra**  
 **Ingeniero Civil**  
**CIP. N° 233659**

### Formato de Validación de Criterios de Expertos

#### III. Datos Generales

Fecha	20/11/2022
Validador	EDUAR TENORIO SAAVEDRA
Cargo e institución donde labora	INGENIERO CIVIL – GOBIERNO REGIONAL LA LIBERTAD – SG. DE CAMINOS
Instrumento a validar	Peso específico del agregado grueso y fino
Objetivo del instrumento	
Autor(es) del instrumento	INGA ARISTA JACK HENDRIX, VERA BENITES ROBERT JOHN

#### IV. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>					

  
**Eduar Tenorio Saavedra**  
 Ingeniero Civil  
 CIP. N° 233659

### Formato de Validación de Criterios de Expertos

#### V. Datos Generales

Fecha	20/11/2022
Validador	EDUAR TENORIO SAAVEDRA
Cargo e institución donde labora	INGENIERO CIVIL – GOBIERNO REGIONAL LA LIBERTAD – SG. DE CAMINOS
Instrumento a validar	Contenido de humedad de agregado fino y grueso
Objetivo del instrumento	
Autor(es) del instrumento	INGA ARISTA JACK HENDRIX, VERA BENITES ROBERT JOHN

#### VI. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>					

  
**Eduar Tenorio Saavedra**  
 Ingeniero Civil  
 CEP. N° 233659

### CARTA DE PRESENTACIÓN AL JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: DANILO QUISPE VASQUEZ Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo ( )      2. Cuantitativo (X)      3. Mixto ( )

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	“EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022”
Línea y sublínea de investigación:	INFRAESTRUCTURA VIAL

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. FERNÁNDEZ DIAZ, CARLOS MARIO.

De antemano le agradezco sus aportes.

Trujillo, 19/11/2022



.....  
Tesisista: INGA ARISTA JACK HENDRIX  
D.N.I.: 72155017



.....  
Tesisista: VERA BENITES ROBERT JOHN  
D.N.I.: 45561349

### Formato de Validación de Criterios de Expertos

#### I. Datos Generales

Fecha	19/11/2022
Validador	DANILO QUISPE VASQUEZ
Cargo e institución donde labora	INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES S.A.C.
Instrumento a validar	Análisis Granulométrico de agregado grueso y fino
Objetivo del instrumento	
Autor(es) del instrumento	: INGA ARISTA JACK HENDRIX, VERA BENITES ROBERT JOHN

#### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>					


**INGEOGAMA.SAC**  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600

### Formato de Validación de Criterios de Expertos

#### III. Datos Generales

Fecha	19/11/2022
Validador	DANILO QUISPE VASQUEZ
Cargo e institución donde labora	INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES S.A.C.
Instrumento a validar	Peso específico del agregado grueso y fino
Objetivo del instrumento	
Autor(es) del instrumento	INGA ARISTA JACK HENDRIX, VERA BENITES ROBERT JOHN

#### IV. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>					


**INGEOGAMA.SAC**  
 Ing. Danilo Quispe Vasquez  
 CIP 145600

### Formato de Validación de Criterios de Expertos

#### V. Datos Generales

Fecha	19/11/2022
Validador	DANILO QUISPE VASQUEZ
Cargo e institución donde labora	INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES S.A.C.
Instrumento a validar	Contenido de humedad de agregado fino y grueso
Objetivo del instrumento	
Autor(es) del instrumento	INGA ARISTA JACK HENDRIX, VERA BENITES ROBERT JOHN

#### VI. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
<b>TOTAL</b>					


  
**INGEOGAMA.SAC**  
 Ing. Danilo Quispe Vasquez  
 CIP 145600

## 6) Certificados de Calibración de Equipos.

# METROTEC

## METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 065 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

#### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ ( kN )	$F_1$ ( kN )	$F_2$ ( kN )	$F_3$ ( kN )	$F_{Promedio}$ ( kN )
10	5	5,0	5,0	5,0	5,0
20	10	10,0	10,0	10,1	10,0
30	15	15,0	15,0	15,0	15,0
40	20	20,0	20,0	20,0	20,0
50	25	25,0	25,0	25,0	25,0
60	30	30,0	30,0	30,0	30,0
70	35	35,0	35,0	35,0	35,0
80	40	40,0	40,0	40,0	40,0
90	45	45,0	45,0	45,0	45,0
100	50	50,1	50,1	50,1	50,1
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo $F$ ( kN )	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
5	0,43	0,04	---	0,02	0,21
10	-0,39	0,76	---	0,01	0,21
15	-0,24	0,03	---	0,01	0,21
20	-0,09	0,05	---	0,01	0,21
25	-0,03	0,03	---	0,00	0,21
30	-0,07	0,01	---	0,00	0,21
35	-0,09	0,02	---	0,00	0,21
40	-0,08	0,02	---	0,00	0,21
45	-0,07	0,03	---	0,00	0,21
50	-0,19	0,01	---	0,00	0,21

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
---	--------

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA  
Telf: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 065 - 2022**

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**7. Lugar de calibración**

LABORATORIO  
Cal. Liverpool 121 - Urb. Santa Isabel - Trujillo - Trujillo - LA LIBERTAD

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	24,0 °C
Humedad Relativa	64 % HR	64 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-1 95857 / 2020-1 6727	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 037-22A

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: KELI, Modelo: LFSC - A y Serie: 5Y61333

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 065 - 2022***Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>220187</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Jr. Francisco Pizarro NRO 551 Int. 210 , Centro La Libertad - Trujillo - LA LIBERTAD	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA CBR</b>	
<b>Capacidad</b>	50 kN	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>Marca</b>	UTEST	
<b>Modelo</b>	UTS - 0860	
<b>Número de Serie</b>	18/000921	
<b>Procedencia</b>	TURQUIA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	UTEST	
<b>Modelo</b>	BC100	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Resolución</b>	0,001 kN	
<b>Ubicación</b>	LABORATORIO	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2022-04-12	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-04-18

Firmado digitalmente por

Williams Pérez

Fecha: 2022.05.09 15:33:11 -05'00'

**Metrologia & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego , SMP , LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 119 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,0	24,0

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0,4	0,1						
20	20	0,7	-0,2	-0,3	20	0,7	-0,2	-0,3	1,0
100	100	0,7	-0,2	-0,3	100	0,6	-0,1	-0,2	1,0
500	500	0,5	0,0	-0,1	500	0,7	-0,2	-0,3	1,0
1 000	1 000	0,7	-0,2	-0,3	1 000	0,5	0,0	-0,1	1,0
5 000	5 000	0,7	-0,2	-0,3	5 000	0,7	-0,2	-0,3	2,0
10 000	10 000	0,6	-0,1	-0,2	10 000	0,5	0,0	-0,1	2,0
15 000	15 000	0,6	-0,1	-0,2	15 000	0,6	-0,1	-0,2	2,0
20 000	20 001	0,6	0,9	0,8	20 001	0,7	0,8	0,7	2,0
25 000	25 001	0,7	0,8	0,7	25 000	0,5	0,0	-0,1	3,0
30 000	30 001	0,5	1,0	0,9	30 001	0,7	0,8	0,7	3,0

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E<sub>0</sub>: Error en cero.

l: Indicación de la balanza.

E: Error encontrado

E<sub>c</sub>: Error corregido.

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0,00001082790 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{0,414333333 \text{ g}^2 + 0,0000000015074897 \text{ R}^2}$$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 119 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

				Inicial	Final			
				Temperatura (°C)	24,0	24,0		
Medición Nº	Carga L1 = 15 000 g			Carga L2 = 30 000 g				
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		
1	15 000	0,4	0,1	30 000	0,5	0,0		
2	15 000	0,3	0,2	30 000	0,5	0,0		
3	15 000	0,5	0,0	30 001	0,5	1,0		
4	15 000	0,4	0,1	30 000	0,7	-0,2		
5	15 000	0,4	0,1	30 000	0,5	0,0		
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,4	0,1		
7	15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2		
8	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,5	1,0		
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,4	0,1		
10	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,4	0,1		
		Diferencia Máxima	0,4	Diferencia Máxima	1,2			
		Error Máximo Permissible	± 2,0	Error Máximo Permissible	± 3,0			

#### ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición  
de las  
cargas

		Inicial	Final	
		Temperatura (°C)	24,0	24,0

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1		10	0,6	-0,1		10 000	0,4	0,1	0,2
2		10	0,6	-0,1		10 000	0,4	0,1	0,2
3	10 g	10	0,6	-0,1	10 000	9 999	0,6	-1,1	-1,0
4		10	0,4	0,1		10 000	0,4	0,1	0,0
5		10	0,4	0,1		10 000	0,6	-0,1	-0,2
						Error máximo permisible			± 2,0

\* Valor entre 0 y 10e

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 119 - 2022***Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

Página 2 de 4

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

**7. Lugar de calibración**

LABORATORIO  
Cal. Liverpool 121 - Urb. Santa Isabel - Trujillo - Trujillo - LA LIBERTAD

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,0	24,0
Humedad Relativa (%HR)	63	65

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) SG NORTEC: LM-063-2018	PESAS (Clase de Exactitud: M1)	SGM-A-003-2022
PESA (Clase de exactitud F1) DM- INACAL: LM-C-289-2021	PESA (Clase de Exactitud M1)	SGM-A-2121-2021
PESA (Clase de exactitud F2) DM-INACAL: LM-033-2019	PESA (Clase de Exactitud M1)	SGM-A-2122-2021
PESA (Clase de exactitud E1) HAFNER: LM-273-2019	PESA (Clase de Exactitud F1)	E174-L-354B-2021-4

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 119 - 2022***Área de Metrología  
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>220187</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Jr. Francisco Pizarro NRO 551 Int. 210 , Centro La Libertad - Trujillo - LA LIBERTAD	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>30000 g</b>	
<b>División de escala (d)</b>	<b>1 g</b>	
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>1 g</b>	
<b>Clase de exactitud</b>	<b>II</b>	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>	
<b>Modelo</b>	<b>R31P30</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>8339420116</b>	
<b>Capacidad mínima</b>	<b>50 g</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2022-04-12</b>	

Fecha de Emisión  
2022-04-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

Firmado digitalmente por  
Williams Pérez  
Fecha: 2022.05.09 15:31:05  
-05'00'

## 7) Resultados de laboratorio. (Muestras ensayadas a Terreno Natural)



**INGEOGAMA**<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D - 1883	
<b>PROYECTO:</b>	EFFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022
<b>TESISTA:</b>	INGA ARISTA, JACK HENDRIX
<b>TESISTA:</b>	VERA BENITES, ROBERT JOHN
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL
<b>CALICATA:</b>	Nº2 / KM = 1+200
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO DE LAREDO – PROVINCIA DE TRUJILLO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
<b>CLASF. (SUCS)</b>	SM
<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-1-b (0)
<b>FECHA</b>	nov-22

**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557

**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2,192

**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 7,250

**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2,082

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	10,51	0.2":	11,82
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	6,47	0.2":	8,25

**OBSERVACIONES:**

**EC = 56 GOLPES**

**EC = 25 GOLPES**

**EC = 10 GOLPES**

**OBSERVACIONES:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**INGEOGAMA.SAC**  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145600



# INGEOGAMA S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS															
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)															
NTP 339,145 / ASTM D-1883															
<b>PROYECTO:</b>		EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022													
<b>TESISTA:</b>		INGA ARISTA, JACK HENDRIX								<b>CLASF. (SUCS)</b>		SM			
<b>TESISTA:</b>		VERA BENTES, ROBERT JOHN								<b>CLASF. (AASHTO)</b>		A-1-b (0)			
<b>MATERIAL:</b>		TERRENO NATURAL										<b>FECHA</b>		nov-22	
<b>CALICATA:</b>		Nº2 / KM = 1+200													
<b>UBICACION:</b>		DISTRITO DE LAREDO – PROVINCIA DE TRUJILLO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD													
COMPACTACION															
Molde Nº		10				12				13					
Capas Nº		5				5				5					
Golpes por capa Nº		56				25				10					
Condición de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO			
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		12922,00		12943		12993,00		13069		12678,00		12820			
Peso de molde (g)		7990,00		7990		8312,00		8312		8230,00		8230			
Peso del suelo húmedo (g)		4932,00		4953		4681,00		4757		4448,00		4590			
Volumen del molde (cm³)		2104,90		2107,21		2104,90		2110,45		2104,90		2111,38			
Densidad húmeda (g/cm³)		2,343		2,350		2,224		2,254		2,113		2,174			
Tara (Nº)															
Peso suelo húmedo + tara (g)		119,91		160,59		132,74		153,34		102,98		134,2			
Peso suelo seco + tara (g)		113,86		151,82		125,57		143,61		97,89		124,34			
Peso de tara (g)		28,69		30,84		23,84		23,84		26,40		22,34			
Peso de agua (g)		6,05		8,77		7,17		9,73		5,09		9,86			
Peso de suelo seco (g)		85,17		120,98		101,73		119,77		71,49		102			
Contenido de humedad (%)		7,10		7,25		7,05		8,12		7,12		9,67			
Densidad seca (g/cm³)		2,188		2,192		2,077		2,085		1,973		1,982			
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
Nov.-22	10:30	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0				
Nov.-22	10:30	24	3	0,076	0,07	5	0,127	0,11	8	0,203	0,18				
Nov.-22	10:30	48	4	0,102	0,09	8	0,203	0,18	12	0,305	0,26				
Nov.-22	10:30	72	5	0,127	0,11	11	0,279	0,24	15	0,381	0,33				
Nov.-22	10:30	96	5	0,127	0,11	12	0,305	0,26	14	0,356	0,31				
PENETRACION															
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3					
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
mm	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%		
0,000		0	0			0	0			0	0				
0,635		10	44			7	35			2	14				
1,270		19	84			11	47			5	23				
1,905		26	111			17	72			8	36				
2,540	70,455	36	150	145,3	10,5	22	95	90,6	6,5	12	55	51,7	3,7		
3,810		47	195			32	134			17	73				
5,080	105,682	60	248	245,4	11,8	42	175	172,9	8,3	25	106	102,1	4,9		
7,620		79	325			61	251			36	149				
10,160		95	392			74	304			49	202				
12,700		110	451			86	355			61	253				



**INGEOGAMA.SAC**  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145800



# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

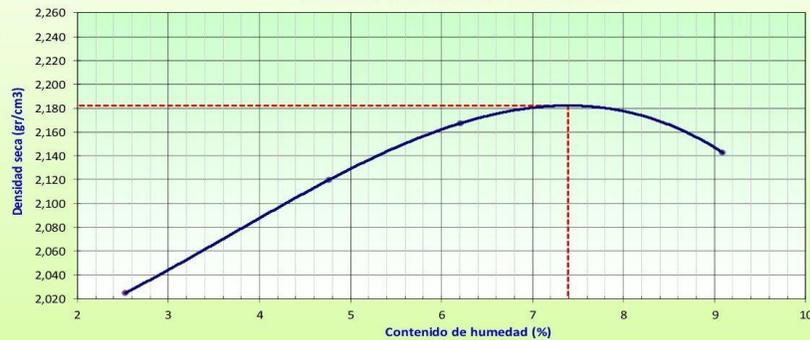
### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto :** EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022  
**Tesistas:** INGA ARISTA, JACK HENDRIX / VERA BENITES, ROBERT JOHN  
**Muestra:** TERRENO NATURAL  
**Calicata:** Nº2 **Fecha:** nov-22  
**Para Estructura:** PAVIMENTO  
**Tamaño Max:** 2"  
**Progresiva:** Km= 1+200

CLASF. (SUCS) : SM  
 CLASF. (AASHTO) : A-1-b (0)

METODO DE COMPACTACION :		C				N° MOLDE :	
NUMERO DE GOLPES :		56				NUMERO DE CAPAS :	
						1	
Peso suelo + molde	gr	11050,0	11355,0	11525,0	11600,0		
Peso molde	gr	6680,0	6680,0	6680,0	6680,0		
Peso suelo húmedo compactado	gr	4370,0	4675,0	4845,0	4920,0		
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2104,9	2104,9	2104,9	2104,9		
Peso volumétrico húmedo	gr	2,076	2,221	2,302	2,337		
Recipiente Nº							
Peso del suelo húmedo+tara	gr	167,25	140,53	118,91	119,50		
Peso del suelo seco + tara	gr	163,85	135,44	113,53	111,12		
Tara	gr	29,30	28,69	26,86	18,96		
Peso de agua	gr	3,4	5,1	5,4	8,4		
Peso del suelo seco	gr	134,6	106,8	86,7	92,2		
Contenido de agua	%	2,53	4,77	6,21	9,09		
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2,026	2,120	2,167	2,143		
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>						<b>2,182</b>	
<b>Humedad óptima (%)</b>						<b>7,39 %</b>	

### RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



INGEOGAMA.SAC  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

**INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES**  
**ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES**

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

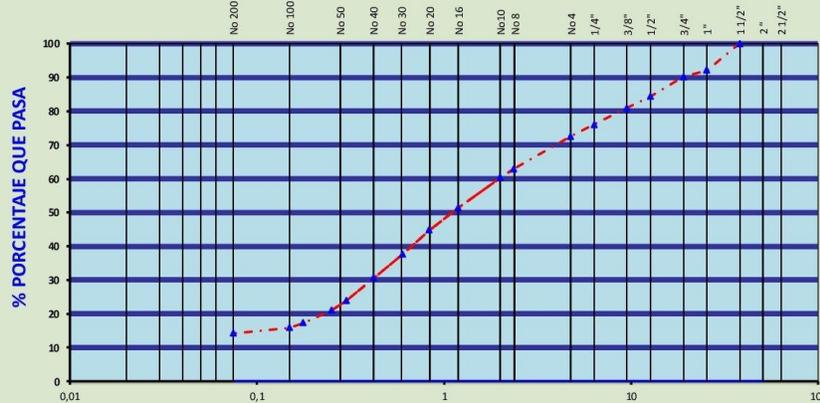
MTC E - 204 - ASTM D 422 - AASHTO T 88

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022  
**Tesistas:** INGA ARISTA, JACK HENDRIX / VERA BENITES, ROBERT JOHN  
**Material:** TERRENO NATURAL  
**Fecha:** NOVIEMBRE 2022  
**Calicata:** N°2  
**Progresiva:** KM: 1+200

Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra
			Parcial	Acumulado			
3"	76,200						Límite Líquido (LL) : NP (%)
2 1/2"	63,500						Límite Plástico (LP) : NP (%)
2"	50,800						Índice de Plasticidad (IP) : NP (%)
1 1/2"	38,100				100,0		Grava 3" - N° 4 : 27,40 (%)
1"	25,400	241,48	7,90	7,90	92,10		Arena N°4 - N° 200 : 58,38 (%)
3/4"	19,050	57,44	1,90	9,80	90,20		Finos < N° 200 : 14,22 (%)
1/2"	12,700	178,96	5,80	15,60	84,40		Determinación del Suelo : <b>Suelo Granular</b>
3/8"	9,525	104,60	3,40	19,00	81,00		
1/4"	6,350	154,05	5,00	24,00	76,00		
No. 4	4,750	102,65	3,40	27,40	72,60		<b>CLASIFICACION AASHTO</b> : <b>A-1-b(0)</b>
No. 8	2,360	298,21	9,70	37,10	62,90		<b>CLASIFICACION SUCS</b> : <b>SM</b>
No. 10	2,000	78,03	2,55	39,65	60,35		
No. 16	1,190	274,83	8,98	48,63	51,37		<b>Descripción (SUCS)</b> : <b>- Arena limosa con grava</b>
No. 20	0,834	200,51	6,55	55,18	44,82		<b>Peso Inicial (gr)</b> : <b>3060,0</b>
No. 30	0,600	220,79	7,20	62,38	37,62		<b>Peso Fracción (gr)</b> :
No. 40	0,420	213,33	7,00	69,38	30,62		
No. 50	0,300	208,92	6,80	76,18	23,82		
No. 60	0,250	87,13	2,80	78,98	21,02		
No. 80	0,177	112,11	3,70	82,68	17,32		
No. 100	0,149	42,94	1,40	84,08	15,92		
No. 200	0,075	52,19	1,70	85,78	14,22		
<200	0,000	1271,01	14,22	100,00	0,0		

#### REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**INGEOGAMA.SAC**  
  
**Ing. Danilo Quispe Vásquez**  
 CIP 145800



**INGEOGAMA** S.C.

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

# ANEXOS

ENSAYOS DE LABORATORIO  
CALICATA N°2: Km=1+200





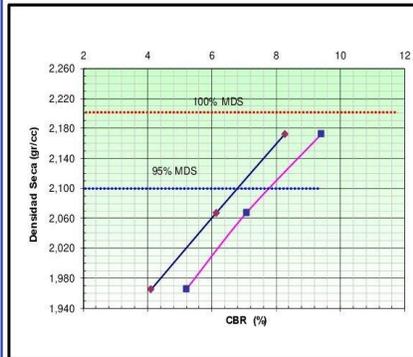
# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D - 1883

<b>PROYECTO:</b>	EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022		
<b>TESISTA:</b>	INGA ARISTA, JACK HENDRIX	<b>CLASF. (SUCS)</b>	SM
<b>TESISTA:</b>	VERA BENITES, ROBERT JOHN	<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-1-b (0)
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL	<b>FECHA</b>	nov-22
<b>CALICATA:</b>	Nº1 - ESTRATO Nº2		
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO DE LAREDO – PROVINCIA DE TRUJILLO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD		

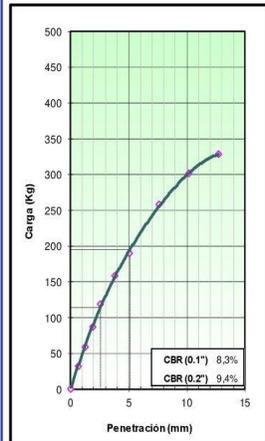


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2,172  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 6,650  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2,063

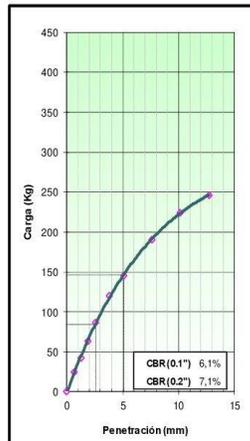
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 8,26	0.2": 9,40
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 6,05	0.2": 7,00

**OBSERVACIONES:**

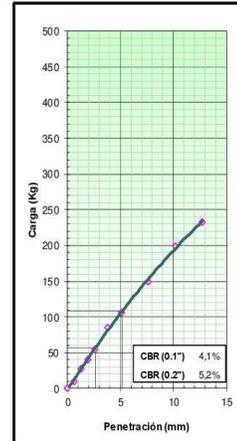
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



OBSERVACIONES:

**INGEOGAMA.SAC**  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339,145 / ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022		
<b>TESISTA:</b>	INGA ARISTA, JACK HENDRIX	<b>CLASF. (SUCS)</b>	SM
<b>TESISTA:</b>	VERA BENTES, ROBERT JOHN	<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-1-b (0)
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL	<b>FECHA</b>	nov-22
<b>CALICATA:</b>	N°1 - ESTRATO N°2		
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO DE LAREDO – PROVINCIA DE TRUJILLO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD		

#### COMPACTACION

Molde N°	13		12		11	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13072,00	13144	12868,00	13051,00	12530,00	12782,00
Peso de molde (g)	8260,00	8260	8312,00	8312,00	8200,00	8200,00
Peso del suelo húmedo (g)	4812,00	4884	4556,00	4739,00	4330,00	4582,00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2104,90	2108,14	2104,90	2111,84	2104,90	2113,23
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2,286</b>	2,317	<b>2,164</b>	2,244	<b>2,057</b>	2,168
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	119,91	160,59	132,74	153,34	134,99	145,36
Peso suelo seco + tara (g)	115,19	152,5	127,43	143,13	129,73	134,49
Peso de tara (g)	28,69	30,84	23,84	23,84	29,30	29,57
Peso de agua (g)	4,72	8,09	5,31	10,21	5,26	10,87
Peso de suelo seco (g)	86,50	121,66	103,59	119,29	100,43	104,92
Contenido de humedad (%)	5,46	6,65	5,13	8,56	5,24	10,36
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2,168</b>	2,172	<b>2,059</b>	2,067	<b>1,955</b>	1,965
	2,172		2,0596		1,9561	
			2,067		1,965	

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Nov.-22	10:30	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
Nov.-22	10:30	24	4	0,102	0,09	6	0,152	0,13	9	0,229	0,20
Nov.-22	10:30	48	5	0,127	0,11	9	0,229	0,20	13	0,330	0,29
Nov.-22	10:30	72	6	0,152	0,13	13	0,330	0,29	16	0,406	0,35
Nov.-22	10:30	96	7	0,178	0,15	15	0,381	0,33	18	0,457	0,40

#### PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,635		7	32			5	24			1	10		
1,270		13	59			9	43			6	27		
1,905		20	87			14	63			9	40		
2,540	70,455	28	119	114,3	8,3	20	87	84,7	6,1	12	55	56,7	4,1
3,810		38	159			28	120			20	85		
5,080	105,682	46	191	195,1	9,4	35	146	146,8	7,1	25	106	108,1	5,2
7,620		62	258			46	191			36	149		
10,160		73	301			54	225			48	198		
12,700		80	328			59	246			56	233		

INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto :** EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022

**Tesistas :** INGA ARISTA, JACK HENDRIX / VERA BENITES, ROBERT JOHN

**Muestra:** TERRENO NATURAL

**Calicata:** N°1 - ESTRATO N°1 **Fecha:** nov-22

**Para Estructura:** PAVIMENTO

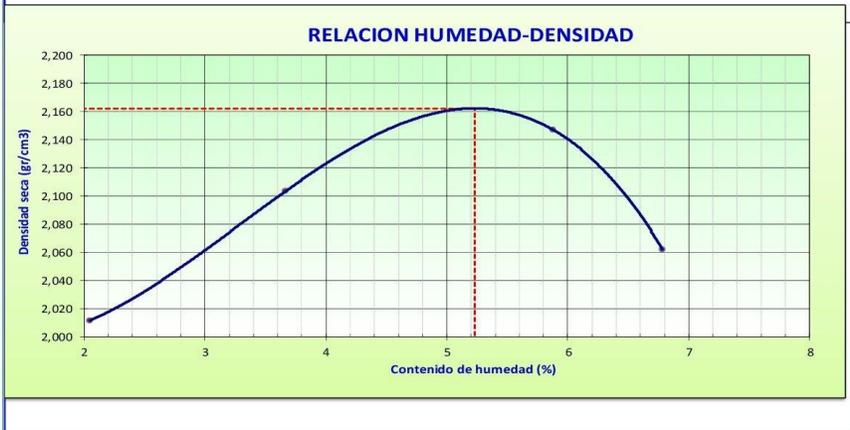
**Tamaño Max:** Z

**Progresiva:** Km= 0+600

---

**CLASF. (SUCS) :** SM  
**CLASF. (AASHTO) :** A-1-b (0)

		N° MOLDE : 1			
METODO DE COMPACTACION :		C			
NUMERO DE GOLPES :		56			
		NUMERO DE CAPAS : 5			
Peso suelo + molde	gr	11000,0	11270,0	11465,0	11315,0
Peso molde	gr	6680,0	6680,0	6680,0	6680,0
Peso suelo húmedo compactado	gr	4320,0	4590,0	4785,0	4635,0
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2104,9	2104,9	2104,9	2104,9
Peso volumétrico húmedo	gr	2,052	2,181	2,273	2,202
Recipiente N°					
Peso del suelo húmedo+tara	gr	138,85	131,74	102,04	162,66
Peso del suelo seco + tara	gr	136,67	128,03	97,43	154,05
Tara	gr	30,01	26,86	18,96	27,15
Peso de agua	gr	2,2	3,7	4,6	8,6
Peso del suelo seco	gr	106,7	101,2	78,5	126,9
Contenido de agua	%	<b>2,04</b>	<b>3,67</b>	<b>5,87</b>	<b>6,78</b>
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	<b>2,011</b>	<b>2,104</b>	<b>2,147</b>	<b>2,062</b>
				<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2,162</b>
				<b>Humedad óptima (%)</b>	<b>5,23 %</b>



  
**INGEOGAMA.SAC**  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



## LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

MTCE 110 - MTCE - 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T 90

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022

**Tesistas :** INGA ARISTA, JACK HENDRIX / VERA BENITES, ROBERT JOHN

**Material:** TERRENO NATURAL

**Fecha:** NOVIEMBRE 2022

**Calicata:** N°1

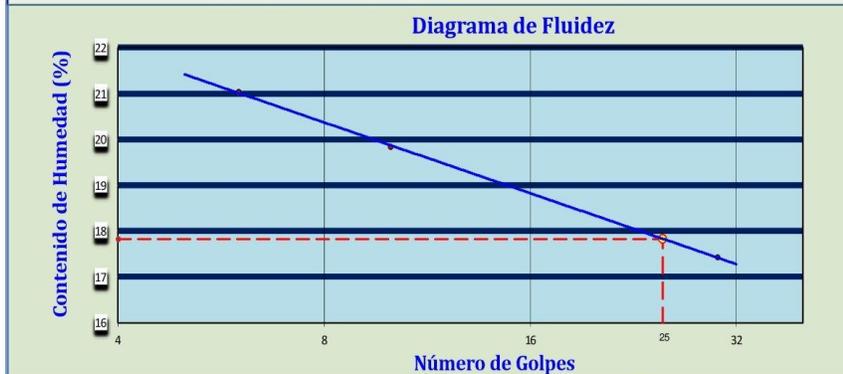
**Progresiva:** KM: 0+600

**PROFUNDIDAD:**

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40						
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO			
Nro. de Recipiente								
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	43,33	43,66	37,56	24,20	23,46		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	38,27	39,20	34,16	23,16	22,16		
Peso de Recipiente (C)	gr.	14,22	16,71	14,66	16,79	14,56		
Peso del Agua (A-B)	gr.	5,06	4,46	3,40	1,04	1,30		
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	24,05	22,49	19,50	6,37	7,60		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	21,04	19,83	17,44	16,33	17,11		
N° De Golpes		6	10	30				

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
		17,83	16,72

### RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES :


**INGEOGAMA.SAC**  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145800



# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

**INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES**  
**ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES**

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E - 204 - ASTM D 422 - AASHTO T 88

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022

**Tesistas :** INGA ARISTA, JACK HENDRIX / VERA BENITES, ROBERT JOHN

**Material:** TERRENO NATURAL

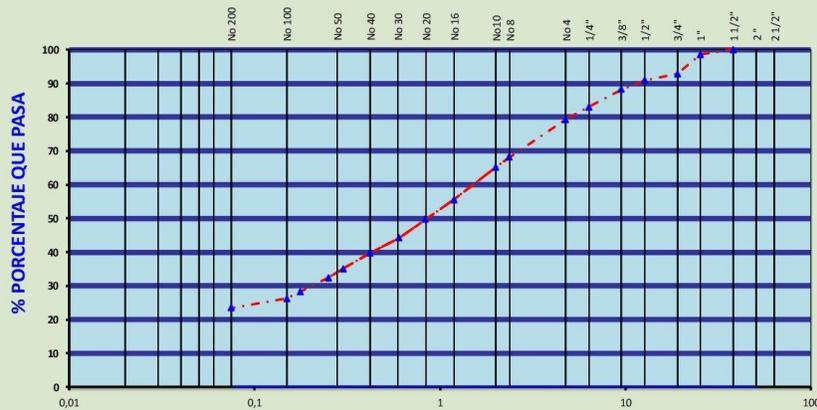
**Fecha:** NOVIEMBRE 2022

**Calicata:** N°1

**Progresiva:** KM: 0+600

Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra
			Parcial	Acumulado			
3"	76,20						Limite Líquido (LL) : 17,83 (%)
2 1/2"	63,50						Limite Plástico (LP) : 16,72 (%)
2"	50,80						Indice de Plasticidad (IP) : 1,11 (%)
1 1/2"	38,10				100,0		Grava 3" - N° 4 : 20,70 (%)
1"	25,40	31,79	1,40	1,40	98,60		Arena N°4 - N° 200 : 55,89 (%)
3/4"	19,05	127,61	5,70	7,10	92,90		Finos < N° 200 : 23,41 (%)
1/2"	12,70	45,11	2,00	9,10	90,90		Determinación del Suelo : <b>Suelo Granular</b>
3/8"	9,525	61,67	2,70	11,80	88,20		
1/4"	6,350	117,81	5,20	17,00	83,00		
No. 4	4,750	82,66	3,70	20,70	79,30		<b>CLASIFICACION AASHTO</b> : <b>A-1-b(0)</b>
No. 8	2,360	249,31	11,10	31,80	68,20		<b>CLASIFICACION SUCS</b> : <b>SM</b>
No. 10	2,000	68,37	3,03	34,83	65,17		
No. 16	1,190	216,97	9,63	44,46	55,54		<b>Descripción (SUCS)</b> : <b>- Arena limosa con grava</b>
No. 20	0,834	131,19	5,82	50,29	49,71		<b>Peso Inicial (gr)</b> : <b>2253,0</b>
No. 30	0,600	123,20	5,50	55,79	44,21		<b>Peso Fracción (gr)</b> :
No. 40	0,420	102,06	4,50	60,29	39,71		
No. 50	0,300	105,43	4,70	64,99	35,01		
No. 60	0,250	58,17	2,60	67,59	32,41		
No. 80	0,177	92,31	4,10	71,69	28,31		
No. 100	0,149	47,17	2,10	73,79	26,21		
No. 200	0,075	63,99	2,80	76,59	23,41		
<200	0,000	994,83	23,41	100,00	0,0		

#### REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**INGEOGAMA.SAC**  
  
**Ing. Danilo Quispe Vásquez**  
 CIP 145600



**INGEOGAMA** S.C.

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES



# ANEXOS

ENSAYOS DE LABORATORIO  
CALICATA N°1: Km=0+600



**INGEOGAMA**<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS FÍSICOS Y MECÁNICOS DE SUELOS**  
**ESTABILIZADOS CON MELAZA**

**PROYECTO:**

“EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE  
LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO,  
2022”

**TESISTAS:**

INGA ARISTA, JACK HENDRIX  
VERA BENITES, ROBERT JOHN

**MUESTRAS:**

TERRENO NATURAL SIN MELAZA

**CALICATAS:**

N°1: Progresiva "KM: 0+600"  
N°2: Progresiva "KM: 1+200"

LAS MUESTRAS DE SUELOS FUERON ANALIZADAS POR LOS TESISTAS

TRUJILLO 03 DE DICIEMBRE 2022

INGEOGAMA.SAC  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145600

## 7.2) Muestras ensayadas al 3% con adición de melaza de caña.



**INGEOGAMA** SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)								
NTP 339,145 / ASTM D - 1883								
<b>PROYECTO:</b>	EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022							
<b>TESISTA:</b>	INGA ARISTA, JACK HENDRIX	<b>CLASF. (SUCS)</b> SM						
<b>TESISTA:</b>	VERA BENITES, ROBERT JOHN	<b>CLASF. (AASHTO)</b> A-1-b (0)						
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL + 3% DE MELAZA	<b>FECHA</b> nov-22						
<b>CALICATA:</b>	Nº2 / KM - 1,200							
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO DE LAREDO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD							
	<b>METODO DE COMPACTACION</b> : ASTM D1557 <b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b> : 2,228 <b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> : 8,130 <b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b> : 2,117							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</td> <td>0.1": 20,71</td> <td>0.2": 24,82</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</td> <td>0.1": 14,47</td> <td>0.2": 18,51</td> </tr> </table>	C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 20,71	0.2": 24,82	C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 14,47	0.2": 18,51	
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 20,71	0.2": 24,82						
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 14,47	0.2": 18,51						
<b>OBSERVACIONES:</b>								
<b>EC = 56 GOLPES</b> 	<b>EC = 25 GOLPES</b> 	<b>EC = 10 GOLPES</b> 						
<b>OBSERVACIONES:</b>								

**INGEOGAMA.SAC**  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



# INGEOGAMA S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS															
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)															
NTP 339,145 / ASTM D-1883															
PROYECTO:		EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022													
TESISTA:		INGA ARISTA, JACK HENDRIX										CLASF. (SUCS)		SM	
TESISTA:		VERA BENTES, ROBERT JOHN										CLASF. (AASHTO)		A-1-b (0)	
MATERIAL:		TERRENO NATURAL + 3% DE MELAZA										FECHA		nov-22	
CALICATA:		Nº / KM = 1+200													
UBICACION:		DISTRITO DE LAREDO – PROVINCIA DE TRUJILLO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD													
COMPACTACION															
Molde Nº	10			12			13								
Capas Nº	5			5			5								
Golpes por capa Nº	56			25			10								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13015,00	13097,00		13075,00	13213,00		12756,00	12929,00		8230,00	8230,00				
Peso de molde (g)	7990,00	7990,00		8312,00	8312,00		8230,00	8230,00		4699,00	4699,00				
Peso del suelo húmedo (g)	5025,00	5107,00		4763,00	4901,00		4526,00	4699,00		2126,66	2126,66				
Volumen del molde (cm³)	2104,90	2120,18		2104,90	2122,49		2104,90	2104,90		2,210	2,210				
Densidad húmeda (g/cm³)	2,387	2,409		2,263	2,309		2,150	2,150		2,015	2,015				
Tara (Nº)															
Peso suelo húmedo + tara (g)	193,83	134,74		183,83	173,22		190,56	166,25		153,69	153,69				
Peso suelo seco + tara (g)	182,44	126,39		173,16	161,09		179,63	153,69		23,9	23,9				
Peso de tara (g)	27,35	23,64		24,57	26,09		28,87	28,87		12,56	12,56				
Peso de agua (g)	11,39	8,35		10,67	12,13		10,93	10,93		129,79	129,79				
Peso de suelo seco (g)	155,09	102,75		148,59	135		150,76	150,76		9,68	9,68				
Contenido de humedad (%)	7,34	8,13		7,18	8,99		7,25	7,25		2,015	2,015				
Densidad seca (g/cm³)	2,224	2,228		2,111	2,119		2,005	2,005							
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
Nov.-22	10:30	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nov.-22	10:30	24	18	0,457	0,40	23	0,584	0,51	34	0,864	0,75				
Nov.-22	10:30	48	25	0,635	0,55	28	0,711	0,62	40	1,016	0,88				
Nov.-22	10:30	72	30	0,762	0,66	33	0,838	0,73	44	1,118	0,97				
Nov.-22	10:30	96	33	0,838	0,73	38	0,965	0,84	47	1,194	1,03				
PENETRACION															
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE Nº 1						MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION				
mm	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%		
0,000		0	0			0	0			0	0				
0,635		22	94			15	64			11	50				
1,270		35	147			26	109			18	77				
1,905		56	234			37	154			25	104				
2,540	70,455	69	286	286,4	20,7	47	194	201,8	14,6	32	135	140,3	10,1		
3,810		100	412			77	318			51	212				
5,080	105,682	125	513	515,1	24,8	94	385	386,8	18,6	66	271	264,9	12,8		
7,620		174	713			130	531			91	373				
10,160		212	864			152	621			107	441				
12,700		245	1001			169	692			119	489				

INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145800



**INGEOGAMA** S.C.

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

# ANEXOS

ENSAYOS DE LABORATORIO  
CALICATA N°2: Km=1+200



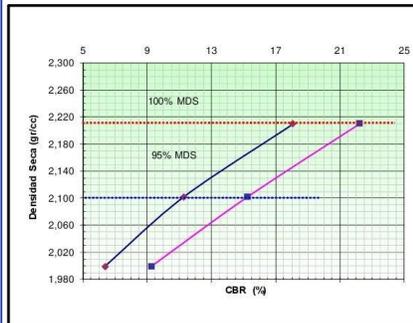


## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

NTP 339,145 / ASTM D - 1883

PROYECTO:	EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022		
TESISTA:	INGA ARISTA, JACK HENDRIX	CLASF. (SUCS)	SM
TESISTA:	VERA BENITES, ROBERT JOHN	CLASF. (AASHTO)	A-1-b (0)
MATERIAL:	TERRENO NATURAL + 3% DE MELAZA	FECHA	nov-22
CALICATA:	Nº1 / KM = 0+600		
UBICACION:	DISTRITO DE LAREDO – PROVINCIA DE TRUJILLO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD		

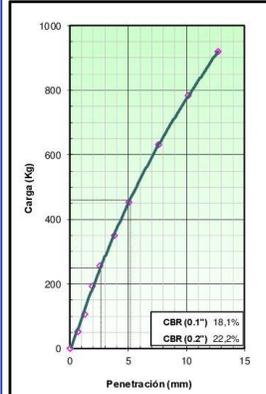


METODO DE COMPACTACION : ASTM D 1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2,210  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7,970  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2,100

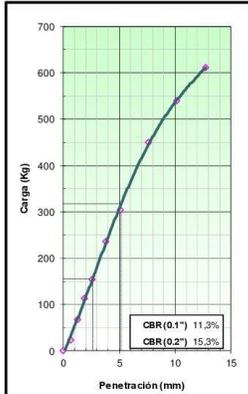
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 18,07	0.2": 22,43
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 11,15	0.2": 15,32

OBSERVACIONES:

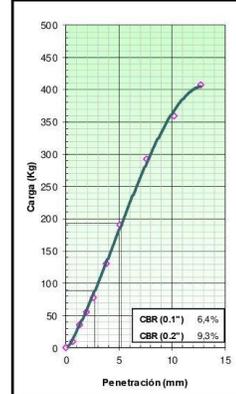
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



OBSERVACIONES:

INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145800



# INGEOGAMA<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS													
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NTP 339.145 / ASTM D-1883													
<b>PROYECTO:</b>	EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022												
<b>TESISTA:</b>	INGA ARISTA, JACK HENDRIX					<b>CLASF. (SUCS)</b>	SM						
<b>TESISTA:</b>	VERA BENTES, ROBERT JOHN					<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-1-b (0)						
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL + 3% DE MELAZA					<b>FECHA</b>	nov-22						
<b>CALICATA:</b>	N°1 / KM = 0+600												
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO DE LAREDO – PROVINCIA DE TRUJILLO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD												
COMPACTACION													
Molde N°	1			2			3						
Capas N°	5			5			5						
Golpes por capa N°	56			25			10						
Condición de la muestra	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>		<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>		<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>		<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13145.00	13324.00		12867.00	13120.00		12639.00	13023.00					
Peso de molde (g)	8240.00	8240.00		8253.00	8253.00		8230.00	8230.00					
Peso del suelo húmedo (g)	4905.00	5084.00		4614.00	4867.00		4409.00	4793.00					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2104.85	2130.31		2086.70	2122.03		2104.85	2147.90					
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2,330</b>	2,387		<b>2,211</b>	2,294		<b>2,095</b>	2,231					
Tara (N°)													
Peso suelo húmedo + tara (g)	140.05	164.92		173.23	118.23		184.20	123.87					
Peso suelo seco + tara (g)	134.05	154.48		165.46	110.03		176.06	113.35					
Peso de tara (g)	28.70	23.54		26.94	20.18		23.70	22.98					
Peso de agua (g)	6.00	10.44		7.77	8.20		8.14	10.52					
Peso de suelo seco (g)	105.35	130.94		138.52	89.85		152.36	90.37					
Contenido de humedad (%)	5.70	7.97		5.61	9.13		5.34	11.64					
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2,205</b>	2,210		<b>2,094</b>	2,102		<b>1,989</b>	1,999					
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
Nov.-22	10:30	0	0	-1	-8	0	0	0	0	0	0		
Nov.-22	10:30	24	38	0.965	0.84	55	1.397	1.21	74	1.880	1.63		
Nov.-22	10:30	48	42	1.067	0.92	67	1.702	1.47	83	2.108	1.83		
Nov.-22	10:30	72	53	1.346	1.17	72	1.829	1.58	89	2.261	1.96		
Nov.-22	10:30	96	55	1.397	1.21	77	1.956	1.69	93	2.362	2.05		
PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION
0.000		Dial (dV)	kg	kg	%	Dial (dV)	kg	kg	%	Dial (dV)	kg	kg	%
0.635		0	0			0	0			0	0		
1.270		12	53			5	23			1	10		
1.905		25	106			16	68			8	36		
2.540		46	193			27	114			13	56		
3.810	70.455	62	257	250.0	18.1	37	154	156.2	11.3	18	78	88.3	6.4
5.080	105.682	85	351			57	236			31	131		
7.620		110	452	460.9	22.2	74	304	316.8	15.3	46	190	192.6	9.3
10.160		154	632			110	450			71	292		
12.700		192	783			132	540			87	360		
		225	920			149	611			99	408		

INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



**INGEOGAMA**<sup>S.C.</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

# ANEXOS

ENSAYOS DE LABORATORIO  
CALICATA N°1: Km=0+600





**INGEOGAMA**<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS FÍSICOS Y MECÁNICOS DE SUELOS**  
**ESTABILIZADOS CON MELAZA**

**PROYECTO:**

“EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE  
LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO,  
2022”

**TESISTAS:**

INGA ARISTA, JACK HENDRIX  
VERA BENITES, ROBERT JOHN

**MUESTRAS:**

TERRENO NATURAL + 3% DE MELAZA

**CALICATAS:**

N°1: Progresiva "KM: 0+600"  
N°2: Progresiva "KM: 1+200"

LAS MUESTRAS DE SUELOS FUERON ANALIZADAS POR LOS TESISTAS

TRUJILLO 03 DE DICIEMBRE – 2022

INGEOGAMA.SAC  
  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145800

### 7.3) Muestras ensayadas al 6% con adición de melaza de caña.



**INGEOGAMA**<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)								
NTP 339,145 / ASTM D - 1883								
<b>PROYECTO:</b>	EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022							
<b>TESISTA:</b>	INGA ARISTA, JACK HENDRIX	<b>CLASF. (SUCS)</b>						
<b>TESISTA:</b>	VERA BENITES, ROBERT JOHN	<b>CLASF. (AASHTO)</b>						
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL + 6% DE MELAZA	<b>FECHA</b>						
<b>CALICATA:</b>	Nº2 / KM = 1+200	nov-22						
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO DE LAREDO – PROVINCIA DE TRUJILLO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD							
	<b>METODO DE COMPACTACION</b> : ASTM D 1557 <b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b> : 2,239 <b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> : 8,910 <b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b> : 2,127							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</td> <td style="padding: 2px;">0.1": 30,73</td> <td style="padding: 2px;">0.2": 35,83</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</td> <td style="padding: 2px;">0.1": 20,25</td> <td style="padding: 2px;">0.2": 24,46</td> </tr> </table>			C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 30,73	0.2": 35,83	C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 20,25	0.2": 24,46
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 30,73	0.2": 35,83						
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 20,25	0.2": 24,46						
<b>OBSERVACIONES:</b>								
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>EC = 56 GOLPES</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>EC = 25 GOLPES</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>EC = 10 GOLPES</b></p> </div> </div>								
<b>OBSERVACIONES:</b>								

**INGEOGAMA.SAC**  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



# INGEOGAMA S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS													
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NTP 339.145 / ASTM D-1883													
PROYECTO:	EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022												
TESISTA:	INGA ARISTA, JACK HENDRIK				CLASF. (SUCS)	SM							
TESISTA:	VERA BENTES, ROBERT JOHN				CLASF. (AASHTO)	A-1-b (0)							
MATERIAL:	TERRENO NATURAL + 6% DE MELAZA				FECHA	nov-22							
CALICATA:	Nº2 / KM = 1+200												
UBICACION:	DISTRITO DE LAREDO – PROVINCIA DE TRUJILLO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD												
COMPACTACION													
Molde Nº	10		12		13								
Capas Nº	5		5		5								
Golpes por capa Nº	56		25		10								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13038.00	13162.00	13105.00	13284.00	12777.00	13004.00							
Peso de molde (g)	7990.00	7990.00	8312.00	8312.00	8230.00	8230.00							
Peso del suelo húmedo (g)	5048.00	5172.00	4793.00	4972.00	4547.00	4774.00							
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2104.90	2121.10	2104.90	2123.42	2104.90	2127.58							
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,398	2,438	2,277	2,342	2,160	2,244							
Tara (Nº)													
Peso suelo húmedo + tara (g)	103.84	147.34	156.87	193.21	173.98	129.34							
Peso suelo seco + tara (g)	98.16	137.24	147.89	178.35	164.16	118.82							
Peso de tara (g)	20.53	23.84	23.83	28.01	27.20	21.26							
Peso de agua (g)	5.68	10.1	8.98	14.86	9.82	10.52							
Peso de suelo seco (g)	77.63	113.4	124.06	150.34	136.96	97.56							
Contenido de humedad (%)	7.32	8.91	7.24	9.88	7.17	10.78							
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,235	2,239	2,123	2,131	2,016	2,026							
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
Nov.-22	10:30	0	0	-1	-4	0	0	0	0	0	0		
Nov.-22	10:30	24	20	0.508	0.44	25	0.635	0.55	36	0.914	0.79		
Nov.-22	10:30	48	27	0.686	0.59	30	0.762	0.66	42	1.067	0.92		
Nov.-22	10:30	72	32	0.813	0.70	35	0.889	0.77	46	1.168	1.01		
Nov.-22	10:30	96	35	0.889	0.77	40	1.016	0.88	49	1.245	1.08		
PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3				
		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			
0.000		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.635		0	0			0	0			0	0		
1.270		24	104			21	90			11	49		
1.905		49	203			34	143			16	69		
2.540		81	332			55	229			26	111		
3.810	70,455	103	421	425,2	30,7	71	294	285,2	20,6	35	145	154,0	11,1
5.080		148	604			96	395			52	215		
7.620	105,682	178	728	745,5	35,9	128	525	515,8	24,9	75	309	290,8	14,0
10.160		247	1009			172	705			100	410		
12.700		308	1257			210	856			116	474		
		346	1408			243	993			133	543		

INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



**INGEOGAMA** S.C.

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

# ANEXOS

ENSAYOS DE LABORATORIO  
CALICATA N°2: Km=1+200



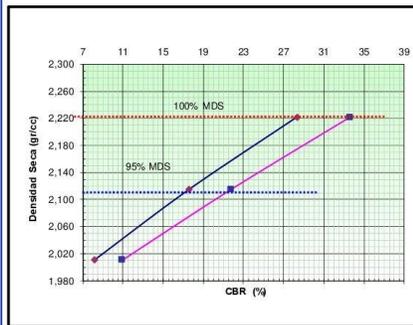


## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

NTP 339,145 / ASTM D - 1883

<b>PROYECTO:</b>	EFFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022.	<b>CLASF. (SUCS)</b>	SM
<b>TESISTA:</b>	INGA ARISTA, JACK HENDRIX	<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-1-b (0)
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL + 6% DE MELAZA	<b>FECHA</b>	nov-22
<b>CALICATA:</b>	Nº1 / KM = 0+600		
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO DE LAREDO – PROVINCIA DE TRUJILLO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD		

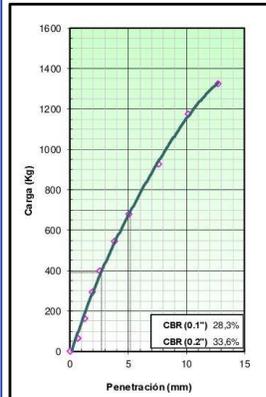


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2,222  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 6,660  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2,111

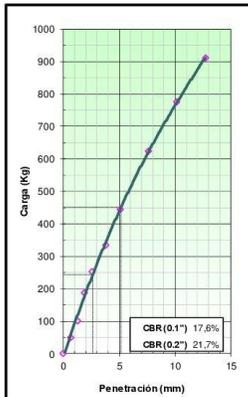
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 28,34	0.2": 33,61
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 17,17	0.2": 21,28

**OBSERVACIONES:**

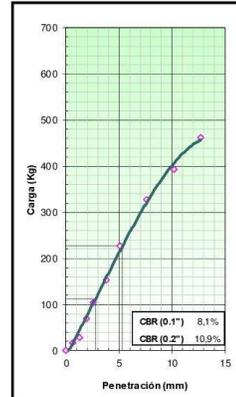
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



**OBSERVACIONES:**

**INGEOGAMA.SAC**  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145800



# INGEOGAMA S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS															
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)															
NTP 339.145 / ASTM D-1883															
<b>PROYECTO:</b>		EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022													
<b>TESISTA:</b>		INGA ARISTA, JACK HENDRIX						<b>CLASF. (SUCS)</b>		SM					
<b>TESISTA:</b>		VERA BENTES, ROBERT JOHN						<b>CLASF. (AASHTO)</b>		A-1-b (0)					
<b>MATERIAL:</b>		TERRENO NATURAL + 6% DE MELAZA						<b>FECHA</b>		nov-22					
<b>CALICATA:</b>		Nº1 / KM = 0+600													
<b>UBICACION:</b>		DISTRITO DE LAREDO – PROVINCIA DE TRUJILLO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD													
COMPACTACION															
Molde Nº	4			5			6								
Capas Nº	5			5			5								
Golpes por capa Nº	56			25			10								
Condición de la muestra	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>		<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>		<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>		<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13157,00	13286,00		12981,00	13188,00		12603,00	12884,00		12884,00	12884,00				
Peso de molde (g)	8253,00	8253,00		8320,00	8320,00		8170,00	8170,00		8170,00	8170,00				
Peso del suelo húmedo (g)	4904,00	5033,00		4661,00	4868,00		4433,00	4714,00		4714,00	4714,00				
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2104,85	2123,83		2104,85	2133,55		2104,85	2149,29		2149,29	2149,29				
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2,330</b>	2,370		<b>2,214</b>	2,282		<b>2,106</b>	2,193		2,193	2,193				
Tara (Nº)															
Peso suelo húmedo + tara (g)	151,07	100,43		184,84	193,08		134,03	158,23		158,23	158,23				
Peso suelo seco + tara (g)	145,13	95,77		177,07	180,97		128,50	147,15		147,15	147,15				
Peso de tara (g)	27,40	25,79		25,37	27,48		22,90	24,8		24,8	24,8				
Peso de agua (g)	5,94	4,66		7,77	12,11		5,53	11,08		11,08	11,08				
Peso de suelo seco (g)	117,73	69,98		151,70	153,49		105,60	122,35		122,35	122,35				
Contenido de humedad (%)	5,05	6,66		5,12	7,89		5,24	9,06		9,06	9,06				
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2,218</b>	2,222		<b>2,107</b>	2,115		<b>2,001</b>	2,011		2,011	2,011				
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
Nov.-22	10:30	0	0	-1	-7	0	0	0	0	0	0				
Nov.-22	10:30	24	34	0,864	0,75	46	1,168	1,01	78	1,981	1,72				
Nov.-22	10:30	48	37	0,940	0,81	53	1,346	1,17	87	2,210	1,91				
Nov.-22	10:30	72	39	0,991	0,86	58	1,473	1,28	92	2,337	2,02				
Nov.-22	10:30	96	41	1,041	0,90	62	1,575	1,36	96	2,438	2,11				
PENETRACION															
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE Nº 1						MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		mm	kg/cm <sup>2</sup>	CARGA		CORRECCION		Dial (d/v)	kg	kg	%	Dial (d/v)	kg	kg	%
				kg	%	kg	%								
0,000		0	0				0	0			0	0			
0,635		14	63				11	49			3	17			
1,270		39	162				24	102			6	29			
1,905		71	292				45	189			16	70			
2,540	70,455	98	401	392,0	28,3	61	253	242,9	17,6	25	105	112,5	8,1		
3,810		133	543				81	335			37	154			
5,080	105,682	166	679	697,4	33,6	108	444	450,8	21,7	55	227	226,8	10,9		
7,620		227	928				152	623			80	328			
10,160		288	1176				190	775			96	393			
12,700		326	1327				223	912			113	462			

  
**INGEOGAMA.SAC**  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



**INGEOGAMA** S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES



# ANEXOS

ENSAYOS DE LABORATORIO  
CALICATA N°1: Km=0+600



**INGEOGAMA**<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS FÍSICOS Y MECÁNICOS DE SUELOS**  
**ESTABILIZADOS CON MELAZA**

**PROYECTO:**

“EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE  
LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO,  
2022”

**TESISTAS:**

INGA ARISTA, JACK HENDRIX  
VERA BENITES, ROBERT JOHN

**MUESTRAS:**

TERRENO NATURAL + 6% DE MELAZA

**CALICATAS:**

N°1: Progresiva "KM: 0+600"  
N°2: Progresiva "KM: 1+200"

LAS MUESTRAS DE SUELOS FUERON ANALIZADAS POR LOS TESISTAS

TRUJILLO 03 DE DICIEMBRE – 2022

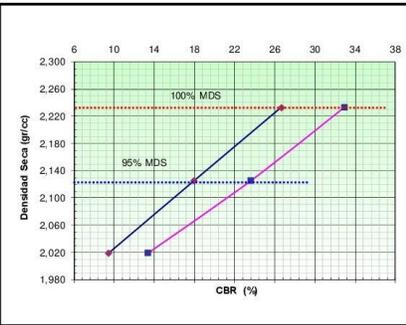
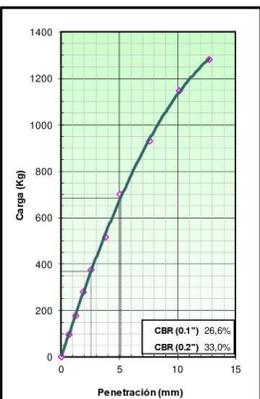
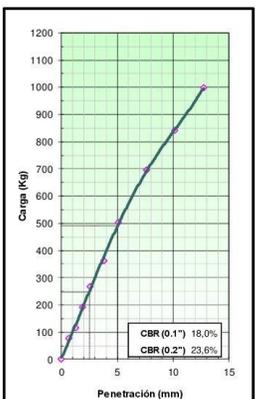
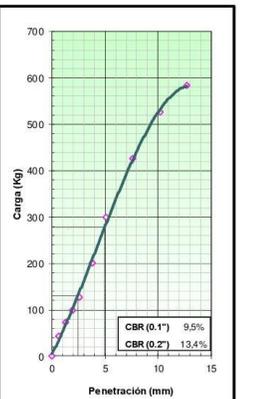
INGEOGAMA.SAC  
  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145800

## 7.4) Muestras ensayadas al 9% con adición de melaza de caña.



**INGEOGAMA** SAC

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)								
NTP 339,145 / ASTM D - 1883								
<b>PROYECTO:</b> EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022								
<b>TESISTA:</b> INGA ARISTA, JACK HENDRIX	<b>CLASF. (SUCS)</b>	SM						
<b>TESISTA:</b> VERA BENITES, ROBERT JOHN	<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-1-b (0)						
<b>MATERIAL:</b> TERRENO NATURAL + 9% DE MELAZA	<b>FECHA</b>	nov-22						
<b>CALICATA:</b> Nº2 / KM = 1+200								
<b>UBICACION:</b> DISTRITO DE LAREDO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD								
	<p><b>METODO DE COMPACTACION</b> : ASTM D1557</p> <p><b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b> : 2,233</p> <p><b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> : 9,130</p> <p><b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b> : 2,121</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</td> <td style="padding: 2px;">0.1'': 26,64</td> <td style="padding: 2px;">0.2'': 32,96</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</td> <td style="padding: 2px;">0.1'': 17,65</td> <td style="padding: 2px;">0.2'': 23,29</td> </tr> </table> <p><b>OBSERVACIONES:</b></p>	C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1'': 26,64	0.2'': 32,96	C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1'': 17,65	0.2'': 23,29
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1'': 26,64	0.2'': 32,96						
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1'': 17,65	0.2'': 23,29						
<p><b>EC = 56 GOLPES</b></p> 	<p><b>EC = 25 GOLPES</b></p> 	<p><b>EC = 10 GOLPES</b></p> 						
<p><b>OBSERVACIONES :</b></p> <hr/> <hr/> <hr/>								

  
**INGEOGAMA.SAC**  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



# INGEOGAMA S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS													
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NTP 339.145 / ASTM D-1883													
PROYECTO:	EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022												
TESISTA:	INGA ARISTA, JACK HENDRIX									CLASF. (SUCS)	SM		
TESISTA:	VEFA BENITES, ROBERT JOHN									CLASF. (AASHTO)	A-1-b (0)		
MATERIAL:	TERRENO NATURAL + 9% DE MELAZA									FECHA	nov-22		
CALICATA:	Nº2 / KM = 1+200												
UBICACION:	DISTRITO DE LAREDO – PROVINCIA DE TRUJILLO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD												
COMPACTACION													
Molde Nº	10			12			13						
Capas Nº	5			5			5						
Golpes por capa Nº	56			25			10						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO					
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13038.00	13162.00		13110.00	13324.00		12772.00	13098.00					
Peso de molde (g)	7990.00	7990.00		8312.00	8312.00		8230.00	8230.00					
Peso del suelo húmedo (g)	5048.00	5172.00		4798.00	5012.00		4542.00	4868.00					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2104.90	2122.49		2104.90	2124.80		2104.90	2128.97					
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,398	2,437		2,279	2,359		2,158	2,287					
Tara (Nº)													
Peso suelo húmedo + tara (g)	178.34	103.84		193.23	156.34		150.12	167.23					
Peso suelo seco + tara (g)	167.38	96.87		181.45	143.31		141.52	150.69					
Peso de tara (g)	22.56	20.54		27.89	24.75		24.39	25.67					
Peso de agua (g)	10.96	6.97		11.78	13.03		8.60	16.54					
Peso de suelo seco (g)	144.82	76.33		153.56	118.56		117.13	125.02					
Contenido de humedad (%)	7.57	9.13		7.67	10.99		7.34	13.23					
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,229	2,233		2,117	2,125		2,010	2,019					
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
Nov.-22	10:30	0	0	-1	-5	0	0	0	0	0	0		
Nov.-22	10:30	24	23	0.584	0.51	28	0.711	0.62	39	0.991	0.86		
Nov.-22	10:30	48	30	0.762	0.66	33	0.838	0.73	45	1.143	0.99		
Nov.-22	10:30	72	35	0.889	0.77	38	0.965	0.84	49	1.245	1.08		
Nov.-22	10:30	96	38	0.965	0.84	43	1.092	0.95	52	1.321	1.14		
PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (d/v)	kg	kg	%	Dial (d/v)	kg	kg	%	Dial (d/v)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		22	96			18	77			10	44		
1.270		43	179			28	117			17	73		
1.905		68	280			46	191			23	99		
2.540	70,455	91	376	368.5	26.6	65	268	248.3	18.0	30	127	131.0	9.5
3.810		126	516			88	361			48	201		
5.080	105,682	171	700	683.8	33.0	123	502	490.2	23.6	73	300	278.6	13.4
7.620		228	928			170	695			104	425		
10.160		281	1147			206	843			128	525		
12.700		315	1282			244	997			143	584		

INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



**INGEOGAMA** S.C.

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

# ANEXOS

ENSAYOS DE LABORATORIO  
CALICATA N°2: Km=1+200



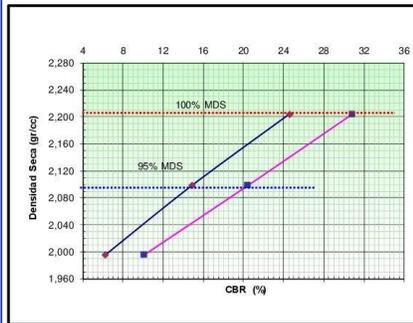


## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

NTP 339,145 / ASTM D - 1883

<b>PROYECTO:</b>	EFFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022.	<b>CLASF. (SUCS)</b>	SM
<b>TESISTA:</b>	INGA ARISTA, JACK HENDRIX	<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-1-b (0)
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL + 9% DE MELAZA	<b>FECHA</b>	nov-22
<b>CALICATA:</b>	Nº1 / KM = 0+600		
<b>UBICACION:</b>	DISTRITO DE LAREDO – PROVINCIA DE TRUJILLO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD		

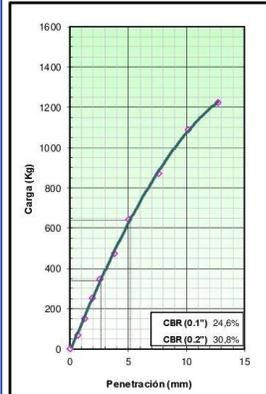


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 2,204  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 7,680  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 2,094

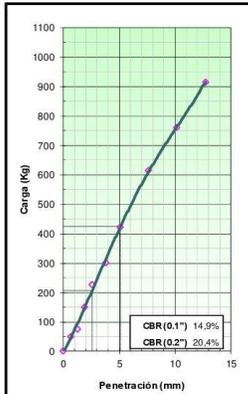
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 24,68	0.2": 30,83
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 14,50	0.2": 20,00

**OBSERVACIONES:**

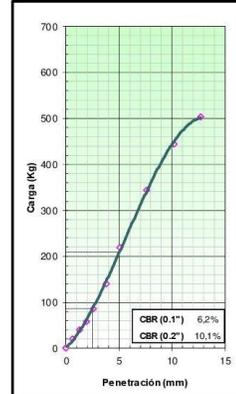
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



**OBSERVACIONES:**

**INGEOGAMA.SAC**  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145800



# INGEOGAMA S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS													
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NTP 339.145 / ASTM D-1883													
PROYECTO:		EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022											
TESISTA:		INGA ARISTA, JACK HENDRIX								CLASF. (SUCS)		SM	
TESISTA:		VERA BENTES, ROBERT JOHN								CLASF. (AASHTO)		A-1-b (0)	
MATERIAL:		TERRENO NATURAL + 9% DE MELAZA								FECHA		nov-22	
CALICATA:		Nº1 / KM = 0+600											
UBICACION:		DISTRITO DE LAREDO – PROVINCIA DE TRUJILLO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD											
COMPACTACION													
Molde Nº	3			2			1						
Capas Nº	5			5			5						
Golpes por capa Nº	56			25			10						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13106,00	13269,00		12843,00	13094,00		12632,00	12957,00		8240,00	8240,00		
Peso de molde (g)	8230,00	8230,00		8253,00	8253,00		8240,00	8240,00		4717,00	4717,00		
Peso del suelo húmedo (g)	4876,00	5039,00		4590,00	4841,00		4392,00	4717,00		2104,85	2149,75		
Volumen del molde (cm³)	2104,85	2123,37		2086,70	2118,82		2104,85	2149,75		2,317	2,194		
Densidad húmeda (g/cm³)		2,373		2,200	2,285		2,087	2,194					
Tara (Nº)													
Peso suelo húmedo + tara (g)	133,57	148,75		145,86	123,07		156,22	179,34					
Peso suelo seco + tara (g)	128,09	139,89		139,81	114,77		149,81	165,44					
Peso de tara (g)	25,08	24,47		24,70	21,56		25,12	26,45					
Peso de agua (g)	5,48	8,86		6,06	8,30		6,41	13,9					
Peso de suelo seco (g)	103,01	115,42		115,11	93,21		124,69	138,99					
Contenido de humedad (%)	5,32	7,68		5,26	8,9		5,14	10,00					
Densidad seca (g/cm³)	2,200	2,204		2,090	2,098		1,985	1,995					
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
Nov.-22	10:30	0	0	-1	-6	0	0	0	0	0	0		
Nov.-22	10:30	24	31	0,787	0,68	52	1,321	1,14	78	1,981	1,72		
Nov.-22	10:30	48	35	0,889	0,77	60	1,524	1,32	87	2,210	1,91		
Nov.-22	10:30	72	38	0,965	0,84	67	1,702	1,47	95	2,413	2,09		
Nov.-22	10:30	96	40	1,016	0,88	70	1,778	1,54	97	2,464	2,13		
PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
mm	kg/cm²	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000		0	0			0	0			0	0		
0,635		15	67			11	49			4	20		
1,270		36	151			18	77			9	40		
1,905		61	251			36	150			13	58		
2,540	70,455	84	348	340,0	24,6	55	227	205,6	14,9	20	86	86,0	6,2
3,810		116	475			73	300			33	140		
5,080	105,682	157	643	639,7	30,8	103	421	423,7	20,4	53	219	209,5	10,1
7,620		214	872			150	614			84	344		
10,160		267	1091			186	761			108	444		
12,700		301	1225			224	916			123	503		

INGEOGAMA.SAC  
  
 Ing. Danilo Quispe Vásquez  
 CIP 145600



**INGEOGAMA** S.C.

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES



# ANEXOS

ENSAYOS DE LABORATORIO  
CALICATA N°1: Km=0+600



**INGEOGAMA**<sup>SAC</sup>

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS FÍSICOS Y MECÁNICOS DE SUELOS**  
**ESTABILIZADOS CON MELAZA**

**PROYECTO:**

“EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE  
LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO,  
2022”

**TESISTAS:**

INGA ARISTA, JACK HENDRIX  
VERA BENITES, ROBERT JOHN

**MUESTRAS:**

TERRENO NATURAL + 9% DE MELAZA

**CALICATAS:**

N°1: Progresiva "KM: 0+600"  
N°2: Progresiva "KM: 1+200"

LAS MUESTRAS DE SUELOS FUERON ANALIZADAS POR LOS TESISTAS

TRUJILLO 03 DE DICIEMBRE – 2022

INGEOGAMA.SAC  
  
Ing. Danilo Quispe Vásquez  
CIP 145800

## 8) Panel fotográfico.

<b>FOTO N° 01</b>	<b>TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO: PROGRESIVA - KM: 00+000</b>
	
<p><b>DESCRIPCIÓN</b> : Visita técnica a la trocha carrozable Sol de Mayo para identificar los puntos críticos como la identificación del kilometraje.</p>	

<b>FOTO N° 02</b>	<b>TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO: PROGRESIVA - KM: 1+800</b>
	
<p><b>DESCRIPCIÓN</b> : Fin de la visita técnica a la trocha carrozable Sol de Mayo para identificar los puntos críticos como la identificación del kilometraje.</p>	

**FOTO N° 03**

**TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO: CALICATA – N°: 01**



**DESCRIPCIÓN** : Se extrajo el material necesario de la subrasante en la ruta, para los análisis requeridos en los ensayos de laboratorio; calicata N°1.

**FOTO N° 04**

**TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO: CALICATA – N°: 02**



**DESCRIPCIÓN** : Se extrajo el material necesario de la subrasante en la ruta, para los análisis requeridos en los ensayos de laboratorio; calicata N°2.

FOTO N° 05

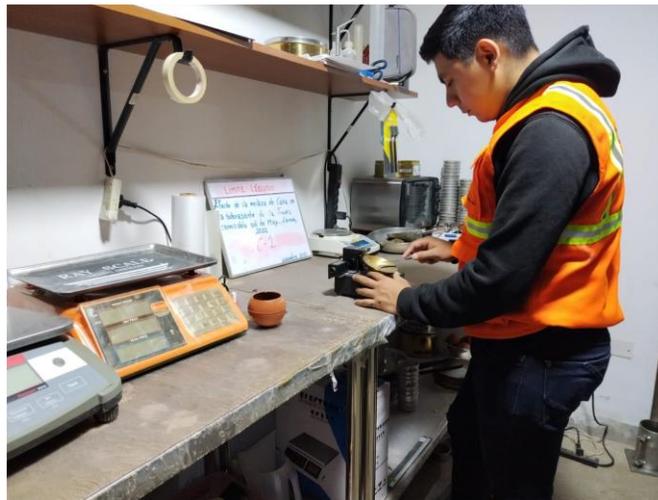
TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO: ENSAYO DE GRANULOMETRIA



**DESCRIPCIÓN** : Se realizó el ensayo de granulometría con la finalidad de analizar el tipo de suelo en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo.

FOTO N° 06

TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO



**DESCRIPCIÓN** : Se realizó el ensayo de límite líquido con la finalidad de analizar el porcentaje de humedad en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo.

FOTO N° 07

TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO: ENSAYO DE LIMITE PLÁSTICO



**DESCRIPCIÓN** : Se realizó el ensayo de límite líquido con la finalidad de analizar el porcentaje de humedad en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo.

FOTO N° 08

TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO: PROCTOR MODIFICADO



**DESCRIPCIÓN** : Se realizó el ensayo de Proctor modificado con la finalidad de analizar el porcentaje de humedad óptima y la máxima densidad seca en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo.

FOTO N° 09

TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO: ENSAYO DE CBR



**DESCRIPCIÓN** : Se realizó el ensayo de CBR (compactación) con la finalidad de medir la capacidad portante del suelo en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo.

FOTO N° 10

TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO: ADICIÓN DE MELAZA DE CAÑA



**DESCRIPCIÓN** : Se procedió a adicionar los porcentajes de melaza de caña a evaluar en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo.

FOTO N° 11

TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO: ADICIÓN DE MELAZA DE CAÑA



**DESCRIPCIÓN** : Se procedió a adicionar los porcentajes de melaza de caña a evaluar en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo.

FOTO N° 12

PROGRESIVA: KM: 11+020



**DESCRIPCIÓN** : Se realizó el ensayo de CBR (compactación) una vez adicionado los porcentajes de melaza de caña requeridos (3%, 6%, 9%) para el análisis con la finalidad de evaluar el efecto de la melaza de caña en la subrasante de la trocha carrozable Sol de Mayo.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CARLOS MARIO FERNÁNDEZ DÍAZ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "EFECTO DE LA MELAZA DE CAÑA EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE SOL DE MAYO, LAREDO, 2022", cuyos autores son INGA ARISTA JACK HENDRIX, VERA BENITES ROBERT JOHN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 01 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CARLOS MARIO FERNÁNDEZ DÍAZ <b>DNI:</b> 09026248 <b>ORCID:</b> 0000-0001-6774-8839	Firmado electrónicamente por: CMFERNANDEZD el 01-12-2022 11:44:05

Código documento Trilce: TRI - 0465289