



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza  
de caña, carretera Quebrada - Versailles, Cusco 2021**

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

**AUTOR:**

Bach. Quispe Ortega, Miguel Angel (ORCID: [0000-0003-3024-9248](https://orcid.org/0000-0003-3024-9248))

**ASESOR:**

Dr. Muñoz Paucarmayta, Abel Alberto (ORCID: [0000-0002-1968-9122](https://orcid.org/0000-0002-1968-9122))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2021

**Dedicatoria:**

La presente investigación está dedicada primeramente a Dios seguidamente de todas las personas que han apoyado al desarrollo y han hecho posible la presente investigación, que no se pierda sus buenas costumbres y sus tradiciones.

### **Agradecimientos:**

En honor a mi madre y a mi padre, que durante mi formación han estado incondicionalmente, y gracias a ellos se desarrolló el presente trabajo de investigación

## Índice de contenidos

Dedicatoria:	ii
Agradecimientos:	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.	13
3.2. Variables y operacionalización	14
3.3. Población, Muestra y muestreo	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5. Procedimiento.	19
3.6. Métodos de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS.	22
4.1. Descripción de la zona de estudio	22
4.2. Estudios previos	22
4.3. Método de análisis de datos	23
4.4. Resultados de la investigación	28
Contraste de hipótesis	44
V. DISCUSIÓN	48
VI CONCLUSIONES	50
VII. RECOMENDACIONES	52

REFERENCIAS	53
ANEXOS	57

## Índice de tablas

Tabla 2.1 Dosificación de la melaza de caña .....	9
Tabla 3.1 Matriz de operacionalización .....	16
Tabla 3.2 Validez.....	19
Tabla 3.3 validez de profesionales .....	19
Tabla 3.4 Confiabilidad.....	19
Tabla 4.1 Ensayos de laboratorio según norma ASTM-MTC .....	23
Tabla 4.2 Listado de calicatas .....	23
Tabla 4.3 Características de la melaza de caña.....	24
Tabla 4.4 Dosificación de melaza de caña .....	24
Tabla 4.5 Preparación de la muestra para el ensayo Proctor modificado .....	24
Tabla 4.6 Datos del ensayo Proctor modificado .....	25
Tabla 4.7 Preparación de la muestra para el ensayo CBR .....	25
Tabla 4.8 Datos del ensayo CBR .....	26
Tabla 4.9 Datos Modulo de resiliencia para las adiciones de melaza de caña ....	27
Tabla 4.10 Datos de la máxima densidad seca .....	28
Tabla 4.11 Datos del CBR.....	28
Tabla 4.12 Datos del módulo de resiliencia.....	28
Tabla 4.13 Resultados del ensayo Proctor modificado C-01.....	29
Tabla 4.14 Resultados del ensayo Proctor modificado C-02.....	31
Tabla 4.15 Resultados del ensayo Proctor modificado C-03.....	33
Tabla 4.16 Resultados del ensayo CBR C-01 .....	35
Tabla 4.17 Resultados del ensayo CBR C-02.....	36
Tabla 4.18 Resultados del ensayo CBR C-03.....	37
Tabla 4.19 Resultados Modulo de resiliencia C-01 .....	38
Tabla 4.20 Resultados Modulo de resiliencia C-02 .....	39
Tabla 4.21 Resultados Modulo de resiliencia C-03 .....	40
Tabla 4.22 Resultado de la variación de la MDS.....	41
Tabla 4.23 Resultado de la variación del CBR .....	42
Tabla 4.24 Resultado de la variación del Mr .....	43
Tabla 4.25 Correlación % melaza de caña, MDS.....	45
Tabla 4.26 Correlación % melaza de caña, CBR .....	45
Tabla 4.27 Correlación % melaza de caña, Mr.....	46

Tabla 4.28 Correlación % melaza de caña, Estabilización de subrasantes blandas  
..... 47

## Índice de figuras

Figura 2.1 Curva para cálculo de CBR.....	12
Figura 4.1 Resultados del ensayo Proctor modificado C-01 .....	30
Figura 4.2 Resultados del ensayo Proctor modificado C-02 .....	32
Figura 4.3 Resultados del ensayo Proctor modificado C-03 .....	34
Figura 4.4 Resultados del ensayo CBR C-01.....	35
Figura 4.5 Resultados del ensayo CBR C-02.....	36
Figura 4.6 Resultados del ensayo CBR C-03.....	37
Figura 4.7 Resultados Modulo de resiliencia C-01 .....	39
Figura 4.8 Resultados Modulo de resiliencia C-02 .....	40
Figura 4.9 Resultados Modulo de resiliencia C-03 .....	41
Figura 4.10 Resultado de la variación de la MDS .....	42
Figura 4.11 Resultado de la variación del CBR.....	43
Figura 4.12 Mr para las calicatas C-01, C-02, C-03 .....	44
Figura 9.1 Proctor modificado para determinar la máxima densidad seca con adición del 8% melaza de caña C-03 .....	58
Figura 9.2 CBR del 5% melaza de caña C-02.....	58
Figura 9.3 Proctor modificado para determinar la máxima densidad seca con adición del 8% melaza de caña C-03 .....	58
Figura 9.4 Proctor modificado para determinar la máxima densidad seca con adición del 8% melaza de caña C-01 .....	58
Figura 9.5 Ensayo California Bearing Ratio para determinar su resistencia potencial con adición de 3% melaza de caña C-01 .....	58
Figura 9.6 Ensayo California Bearing Ratio para determinar su resistencia potencial con adición de 8% melaza de caña C-01 .....	58
Figura 9.7 Ensayo California Bearing Ratio para determinar su resistencia potencial con adición de 3% melaza de caña C-03.....	58
Figura 9.8 Muestras sumergidas, ensayo California Bearing Ratio para determinar su resistencia potencial con adición de 8% melaza de caña C-01 .....	58

## Resumen

La presente investigación titulada “Estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021”, Fijo como objetivo ¿Cuánto varia la Estabilizacion de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021?, como metodología se aplicó el método científico. del tipo aplicada, del nivel explicativo y diseño experimental. Los resultados obtenidos fueron máxima densidad seca en la calicata C-01  $1.917\text{gr/cm}^3 \pm 0.05\text{gr/cm}^3$ , CBR  $18.3\% \pm 0.01\%$  Y módulo de resiliencia 16419.488 psi

La investigación demostró que la adición de melaza de caña en la carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021, si varia positivamente a la estabilización de la subrasante blanda.

Palabras clave: Subrasante, estabilización de suelos, melaza de caña de azúcar

## **Abstract**

The present investigation titled "Stabilization of soft subgrade with addition of cane molasses, Quebrada - Versailles highway, Cusco 2021", Set as objective How much does the Stabilization of soft subgrade with addition of cane molasses vary, Quebrada highway - Versailles, Cusco 2021? as a methodology the scientific method was applied. of the applied type, of the explanatory level and experimental design.

The results obtained were maximum dry density in the C-01 pit  $1.917\text{gr} / \text{cm}^3 \pm 0.05\text{gr} / \text{cm}^3$ , CBR  $18.3\% \pm 0.01\%$  and modulus of resilience 16419.488 psi

The investigation showed that the addition of cane molasses in the Quebrada - Versailles highway, Cusco 2021, does very positively to the stabilization of the soft subgrade.

Keywords: Subgrade, soil stabilization, sugar cane molasses

## I. INTRODUCCIÓN

Las exigencias para suelos a nivel de subrasante en ocasiones no exhiben las propiedades adecuadas para poder ser utilizar en diferentes proyectos de infraestructura vial, debido a que muestran una resistencia baja en comparación a la resistencia requerida normativamente, las cuales sufren deformaciones, desgastes y se van deteriorando progresivamente de manera negativa, ocasionando que los ingenieros desperdicien materiales de la zona que no cumplen con la calidad requerida y se ven obligados a introducir en los proyectos costos de transporte de suelos desde canteras, esta problemática se resuelve con el mejoramiento de suelos, para mejorar las características físicas y mecánicas.

En países internacionales principalmente en los cuales existe un bajo desarrollo socio económico, se muestra la mala calidad de su infraestructura vial las cuales se encuentran en deterioro y con hundimientos, causando accidentes de tránsito, frente a esta problemática diversos países ponen en práctica la mejora de su infraestructura vial empleando nuevas tecnologías<sup>1</sup>, Junco del Pino (2011), puesto que la infraestructura vial es el motor socio económico, son inversiones productivas, con retorno rápido, seguro y bien multiplicado<sup>2</sup>. Infraestructura vial, (2019).

Así mismo en Latinoamérica, Perú ocupa el sexto lugar en cuanto a infraestructura vial, actualmente según el RENAC (Registro Nacional de Carreteras) (2012), el cual es un instrumento de gestión del SINAC (Sistema Nacional de Carreteras) la infraestructura vial existente es de 140,672.36 km de red vial entre pavimentada y no pavimentada dentro de la cual está comprendida la red vial nacional que comprende el 17.7%, la red vial departamental abarca el 19.4% y la red vial vecinal abarca el 62.9%, según el último reporte realizado el año 2012<sup>3</sup>, publicado por MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). Según el reporte la red vial vecinal que es un gran porcentaje de la infraestructura vial en el Perú, las cuales en su

---

<sup>1</sup> Junco del Pino, Aditivo químico obtenido de sales cuaternarias empleado para la estabilización de suelos, Cuba, 2011

<sup>2</sup> Manrique Bautista y otros Infraestructura vial, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, 2019, n.21 2215-3705

<sup>3</sup> MTC, Registro Nacional de Carreteras (RENAC), Lima, 2012.

mayoría y en zonas rurales están descuidadas estando en estado de deterioro y muchas veces con hundimientos, grietas y baches.

En el distrito de Yanatile en la carretera Quebrada – Versalles presenta deformaciones en la superficie la cual es debida a la presencia de suelos finos los cuales no presentan las características mecánicas mínimas de acuerdo a lo exigido en las normas, a futuro presentara mayores asentamientos y deformaciones en lo largo vía causando perjuicios directa e indirectamente a los usuarios de la carretera entre los cuales están el tiempo de viaje, el daño de los vehículos y probables accidentes de tránsito. Por ende, la actual investigación propone la estabilización de la subrasante blanda con adición de melaza de caña para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.



Fig1.1 Estado de la carretera



Fig1.2 Estado de la carretera

La variable 1, melaza de caña, y la variable 2, estabilizacion de subrasantes blandas, se considera como realidad problemática el hecho que en la provincia de Yanatile, se realizó el estudio en zonas vulnerables de la carretera Quebrada - Versalles se determinó una resistencia potencial baja que perjudican el transito vial. Examinando el contexto de se formula la problemática fundamentando a manera de **problema general**: ¿Cuánto varía la Estabilizacion de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021?, así mismo se tienen los siguientes **problemas específicos**; la **primera** ¿En cuánto

varía la máxima densidad seca de la subrasante con adición de melaza de caña carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021?, la **segunda** ¿Cómo cambia la capacidad portante con adición de Melaza de caña, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021?

y la **tercera** ¿Cuánto varía modulo de resiliencia con adición de melaza de caña carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021?.

El proyecto de investigación posee las siguientes justificaciones del problema; a partir del **punto de vista teórico**, la estabilización de la subrasante con melaza de caña, constituye una variable importante para la transitabilidad de los vehículos, exigiendo desarrollo y verificación de las principales teorías que la sustentan en tal sentido esta investigación contribuirá al progreso de la literatura científica y a futuros estudios al aplicarse este aditivo; Desde la perspectiva **práctica**, esta investigación se realizará para aportar información técnica y práctica como alternativa de solución para los ingenieros civiles que deseen resolver la estabilización de una subrasante con la adición de melaza de caña ya que su producción es cercana al distrito de Yanatile aplicada la carretera Quebrada - Versalles; Finalmente en lo **metodológico**, con la presente investigación se aportara un concepto de estabilización de subrasante mediante la adición de melaza de caña en la carretera Quebrada – Versalles, los resultados obtenidos son fuente para futuras investigaciones.

La investigación establece como **objetivo general**: Determinar la variación de la Estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021 y como **objetivos específicos** lo siguiente: la **primera** Cuantificar la máxima densidad seca de la subrasante con adición de Melaza de caña carretera Quebrada - Versalles Cusco 2021; la **segunda** Estimar la capacidad portante con adición de melaza de caña Quebrada - Versalles, Cusco 2021; y la **tercera** Determinar el módulo de resiliencia con adición de melaza de caña carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021.

Trazado los inconvenientes y consolidado los objetivos se expone la hipótesis, obteniendo como **hipótesis general**: La estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, varía significativamente, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021, igualmente se establecen las **hipótesis específicas**; la **primera** La máxima densidad seca de la subrasante con adición de melaza de caña varía

mesuradamente carretera Quebrada - Versalles,Cusco 2021; la **segunda** La capacidad portante con adición de melaza de caña cambia moderadamente, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021, y la **tercera** El modulo de resiliencia varia moderadamente con adición de melaza de caña, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

## II. MARCO TEÓRICO

De acuerdo con los antecedentes **nacionales**, Cordova Rubin, (2018) en la tesis de grado **titulado**: “Utilización de la vinaza de caña azúcar para estabilizar suelos cohesivos, Huancayo”, fijo como **objetivo**: determinar los efectos de la utilización de la vinaza de caña de azúcar para estabilizar suelos cohesivos, aplicando una **metodología** científica de tipo aplicada contando con un diseño experimental, el cual obtuvo como **resultados** lo siguiente: un suelo natural según SUCS un suelo tipo arcilla inorganica de baja plasticidad y según AASHTO A-6 (20) una MDS de  $1.741 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.05\text{gr/cm}^3$ , un OCH de 18.5% y un CBR de 12.2% como **conclusión**: concluyo que la utilización de la vinaza de caña estabiliza los suelos cohesivos<sup>4</sup> . El siguiente autor Farfan Manotupa, (2021) en la tesis de grado **titulado**: “Estabilización de subrasantes blandos con aditivos naturales en la vía de evitamiento Abancay, Apurímac, 2020”, fijó como **objetivo** determinar la variación de la estabilización de subrasantes blandas con aditivos naturales en la vía de evitamiento Abancay, aplico una **metodología**: *hipotetico deductivo de tipo aplicada anivel explicativo y diseño experimental*, obtuvo como **resultados** lo siguiente: T3 (6% CBCA + 6% NaCl) con un CBR de 21.1%, una MDS de 1.930 gr/cm<sup>3</sup> y un OCH de 14.70% para la C-01 y un CBR de 19.4% una MDS de 1.960 gr/cm<sup>3</sup> y un OCH de 14.30% para la C-02, fija como **conclusión**: la estabilizacion de subrasantes blandas con aditivos naturales varia obteniendo buenos resultados<sup>5</sup>, luego se tiene al siguiente autor Becerra Vasquez, (2019) en la tesis de grado **titulado**: “Adición de miel de caña sobre el CBR del afirmado de la cantera el gavilán, Cajamarca 2017”, el cual fijo como **objetivo**: Determinar la predominancia de la aguamiel de caña en el CBR del afirmado, aplicando una **metodología**: el tipo de investigacion que aplico fue experimental puro, el cual obtuvo como **resultados** lo siguiente: suelos con adiccion de miel de caña del 2% el CBR incrementa hasta en 144%,fija como **conclusión**: la añadidura de miel de 2% incrementa el valor de CBR en 44%<sup>6</sup>. En seguida se tiene al siguiente autor Cahuana Cabanillas, (2016) en su tesis de grado **titulado**: “Dosificación optima del

---

<sup>4</sup> Cordova Rubin, J. W. Utilizacion De La Vinaza De Caña Azucar Para Estabilizar Suelos Cohesivos, Huancayo, 2018.

<sup>5</sup> Farfan Manotupa, J. Estabilización de subrasantes blandos con aditivos naturales en la vía de evitamiento, Lima, 2021.

<sup>6</sup> Becerra Vasquez, Y. N. Adición De Miel De Caña Sobre El Cbr Del Afirmado De La Cantera El Gavilán, Cajamarca, 2019.

cloruro de calcio y la melaza de caña para la estabilización de suelos en caminos vecinales no pavimentadas del distrito de barranca 2016”, el cual fijo como **objetivo**: determinar la dosificación óptima del cloruro de calcio y melaza de caña para estabilizar los suelos, aplicando una **metodología**: de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, el cual obtuvo como **resultados** lo siguiente: alcanzo una MDS con 6% de cloruro de calcio de  $2.38 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.05 \text{ gr/cm}^3$  y un CBR de 97.1%, con 6% melaza de caña alcanzo una MDS de  $2.36 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.05 \text{ gr/cm}^3$  y un CBR de 93%, fija como **conclusión**: la dosificación óptima para utilizar en el afirmado es al 6% de melaza de caña respecto al peso seco del afirmado<sup>7</sup>. Posteriormente el siguiente autor Tuesta, (2020) en su tesis de grado **título**: “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 Jepelacio, Moyobamba” – 2020”, el cual fijo como **objetivo**: determinar la influencia de la melaza de caña en el material romerillo en la capa de rodadura en la vía baños sulfuros, aplicando una **metodología**: de tipo aplicada, diseño experimental y enfoque cuantitativo, el cual obtuvo como **resultados** lo siguiente: alcanzo un CBR de 18.3% y 24.49% con una adición de 4.5% de melaza de caña, fija como **conclusión**: la adición de melaza de caña favorece a la adherencia y resistencia de la capa de rodadura<sup>8</sup>.

De acuerdo con los antecedentes internacionales se tiene al primer autor, Benavides Hidalgo, (2016), en su tesis de grado **título**: “Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo-cemento, aplicado a suelos arcillosos de subrasante”, el cual fijo como **objetivo**: concretar los procesos de estabilización con enzimas orgánicas , aplicando una **metodología**: científica de tipo aplicada , el cual obtuvo como **resultados** lo siguiente: la mayor densificación fue de enzima orgánica con una MDS de  $1.164 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.05 \text{ gr/cm}^3$ , CBR de 9.2%<sup>9</sup>, fija como **conclusión**: la enzima orgánica

---

<sup>7</sup> Cahuana Cabanillas, F. S. Dosificación Óptima Del Cloruro De Calcio Y La Melaza De Caña Para La Estabilización De Suelos En Caminos Vecinales No Pavimentadas Del Distrito De Barranca, Huaraz, 2016.

<sup>8</sup> Tuesta Tuesta, C. A. 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 Jepelacio, Moyobamba, 2020

<sup>9</sup> Benavides Hidalgo, I. D. Análisis Comparativo De Los Procesos De Estabilización De Suelo Con Enzimas Orgánicas Y Suelo-Cemento, Aplicado A Suelos Arcillosos De Sub-Rasante. Ambato, 2016.

estabiliza mejor la subrasante. El siguiente autor Loaiza Larreategui, (2017) en la tesis de grado **titulado:** “Mejoramiento de suelos GP con vinaza”, el cual fijo como **objetivo:** modificar la resistencia y la capacidad de los suelos GP usando vinaza, aplicando una **metodología:** científica, el cual obtuvo como **resultados** lo siguiente: granulometría dio como resultado una grava mal graduada un CBR de 26.6%, un MDS de  $2.282 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.05 \text{ gr/cm}^3$  y un OCH de 6.93% , fija como **conclusión:** el material logro un aumento del ángulo de fricción y una disminución de su cohesión<sup>10</sup>, siguiente autor Barek Orti, (2015) en su tesis de grado **titulado:** “Mejorar la capacidad portante de los suelos usando sábila, para la construcción de caminos rurales”, el cual fijo como **objetivo:** mejorar la capacidad portante de los suelos de mala calidad adicionando sábila como aglutinante, aplicando una **metodología:** científica, el cual obtuvo como **resultados** lo siguiente: una MDS de  $1,808 \text{ g/cm}^3 \pm 0.05 \text{ gr/cm}^3$  un OCH 16% de y un CBR 7.65 de , fija como **conclusión:** la utilización de la sábila asegura su rápida dispersión y el drenaje de las aguas superficiales<sup>11</sup>. Posteriormente tenemos al autor Caamaño Murillo, (2016) en su tesis de grado **titulado:** “Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente”, el cual fijo como **objetivo:** optimizar las propiedades físico geo mecánicas de suelo blando con cascarilla de arroz, aplicando una **metodología:** científica de tipo experimental, el cual obtuvo como **resultados** lo siguiente: granulometría grava 0% arena 59% finos 441% así como LL33%, LP22% e IP 11% obtuvo un incremento del Mr con adición del 4% de CCA en 43.3% que viene a ser 65Mpa, fija como **conclusión:** la escoria de cascarilla de arroz ayuda a la progreso de consistencia y actuación físico del material de subrasante<sup>12</sup>. Finalmente tenemos al autor Garzón Florian, y otros, (2019) en su tesis de grado **titulado:** “Estudio de alternativa para la estabilidad de un suelo utilizando materiales reciclables vs geoceldas convencionales”, el cual fijo como **objetivo:** estudiar la opción hacia la duración de un suelo, trayendo materia prima reciclables vs geoceldas convencionales, aplicando una **metodología:** científica de tipo experimental, el cual obtuvo como

---

<sup>10</sup> Loaiza Larreategui, J.I. Mejoramiento De Suelos Gp Con Vinaza, San Borondon 2017

<sup>11</sup> Barek Orti, L. A. Mejorar La Capacidad Portante De Los Suelos Usando Sábila, Para La Construcción De Caminos Rurales, San Borondon 2015.

<sup>12</sup> Caamaño Murillo, I. A. Mejoramiento De Un Suelo Blando De Subrasante Mediante La Adición De Cascarilla De Arroz Y Su Efecto En El Módulo Resiliente, Bogota 2016)

**resultados** el módulo de rotura en el índice pico es de 3.426 Kn/mm<sup>2</sup>, humedad optima del 5.5 %, una MDS de 2.076 gr/cm<sup>3</sup> y un CBR de 17.48%, fija como **conclusión:** la geo celda convencional de syntex Colombia obtuvo más resistencia y convirtió una subrasante mala en regular-buena<sup>13</sup>.

En todo lo que respecta en las **teorías relacionadas al argumento** se examinaron nociones convenientes a las variables y sus concernientes dimensiones.

Sobre la V1: **melaza de caña** según Valencia Lescano; Zapata Sandoval, (2014) la melaza de caña es una sustancia líquida y viscosa derivada de la caña de azúcar derivado de residuo sobrante en las cubas de extracción de los endulces, su semblante es muy parejo al de la miel de tono negro similarmente<sup>14</sup>, Fajardo Castillo, y Sarmiento, (2007) define a la melaza de caña siendo un líquido viscoso y el color oscuro que logra variar de ámbar hasta marrón muy oscuro<sup>15</sup>, el cual es un proceso de evaporación parcial de agua que este contiene formándose un producto meloso, (p.04). Dicha variable por su parte está organizada por medio de las siguientes dimensiones que en el proyecto de investigación implican ser: **Viscosidad** que viene a ser la medida de su resistencia a la deformación cortante o angular en seguida las cuales es debida a las fuerzas intermoleculares<sup>16</sup>, Cotos Morales, (2019), (p. 31), la viscosidad para melazas aumenta o decrece para una temperatura dada, Fajardo Castillo, y Sarmiento, (2007), (p.31). para calcular el valor de la viscosidad hará uso la ecuación de Stokes.

$$\eta = \frac{D^2 g (\delta - \rho)}{18 v} \quad (\text{Ec 2.1})$$

Donde:

$\eta$ : Viscosidad

D: Diámetro de la esfera

g: Gravedad

v: velocidad

---

<sup>13</sup> Garzón Florian, J. D, Henao Alfonso, B. D. Estudio De Alternativa Para La Estabilidad De Un Suelo Utilizando Materiales Reciclables Vs Geoceldas Eriales Reciclables Vs Geoceldas. Bogota, 2019.

<sup>14</sup> Valencia Lescano, A. L y Sandoval Zapata. Remoción del calcio y magnesio de la melaza para el mejoramiento del proceso de fermentación, 2014

<sup>15</sup> Fajardo Castillo, E. Sarmiento Forero, S. C. *Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de saccharomyces cerevisiae*. Bogota, 2007

<sup>16</sup> Cotos Morales, Raúl. Mecánica de Fluidos. Trujillo 2019. 78-612-4308-16-1

$\delta$ : Densidad de la esfera

$\rho$ : Densidad del liquido

se considera la **dimensión 2: peso específico** es la correlación entre el peso de una sustancia y su unidad de volumen<sup>17</sup>, Domingo, (2011), (p. 08) para su determinación se pueden usar alguno de los tres instrumentos densimétricos y a partir de este se puede determinar el peso específico: el hidrómetro, la balanza de Westphal o el picnómetro, de los anteriores mencionados el primero es el más utilizado<sup>18</sup>. Cahuana Cabanillas, (2016), (p. 32).

$$\gamma = W / V \quad (\text{Ec 2.2})$$

Donde:

$\gamma$  = PESO ESPECIFICO

W = peso

V = volumen.

Las unidades son N/m<sup>3</sup>, slug/m<sup>3</sup>, kgf/m<sup>3</sup>

Finalmente se tiene la **dimensión 3: dosificación** implica establecer las proporciones de la melaza de caña, que permitirá el mejoramiento en las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, para obtener así los valores de soporte esperados, Toledo Cáceres<sup>19</sup>, (2016), (p. 78).

*Tabla 2.1 Dosificación de la melaza de caña*

Dosificación 1	3%-5%
Dosificación 2	5%-8%
Dosificación 3	8%-10%

Fuente: Becerra Vasquez, (2019)

<sup>17</sup> Domingo, Agustin. Apuntes de Mecánica de Fluidos, 2011. 1997-2011

<sup>18</sup> Cahuana Cabanillas, Freddy. Dosificación optima del cloruro de calcio y la melaza de caña para la estabilización de suelos en caminos vecinales no pavimentadas del distrito de barranca. Huaraz, 2016

<sup>19</sup> Toledo Cáceres, Antonio. Propuesta para el aprovechamiento de la vinaza en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de suelos friccionantes utilizados en subrasantes en carreteras. Guatemala 2014

De la misma forma la V2: **Estabilización de subrasantes blandas**, según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2013) define como el aumento de las propiedades mecánicas y físicas de los suelos a través de ordenamientos mecánicos o químicos ya sean nativos o sintetizados, dichas estabilizaciones se ejecutan en suelos de subrasante inadecuada o pobre<sup>20</sup>, las metodologías son varias y marchan desde la añadidura de nuevo suelo hasta la adición de uno o más agentes estabilizadores, cualquiera que sea el procedimiento a seguir, es continuado de un desarrollo de compactación<sup>21</sup>, Montejó Fonseca, Montejó Piratova , (2018). Así mismo según Hassnen Mosa, (2013) la estabilización de la subrasante es una técnica introducida hace muchos años con el objetivo principal de cumplir los requisitos de la norma, (p.44).

Esta variable a su vez está organizada mediante sus dimensiones que son las siguientes características: D1: **Máxima densidad seca** es aquella que alcanza el suelo cuando se compacta con una energía por unidad de volumen asociada al grado más denso de compactación o acomodo de los materiales<sup>22</sup>, Quijano Otalora, Melo Herrera, (2020), (p. 28), igualmente según Das, (2011) viene a ser la densidad humedad del espécimen compactado entre uno más el contenido de agua<sup>23</sup>. Así mismo según Universitas Indonesia (2015) para lograr la máxima densidad seca de compactación es un proceso en el que los poros del suelo se reducen de tamaño y el contenido de agua se expulsa mecánicamente. (p. 46)

$$pd = \frac{Pm}{1 + \frac{w}{100}} \quad (\text{Ec 2.3})$$

Dónde:

Pm = Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m<sup>3</sup>)

pd = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m<sup>3</sup>)

w = contenido de agua (%)

Así mismo se tiene a la siguiente dimensión, **Capacidad portante**: es la resistencia potencial de la subrasante, llamada también correspondencia de soporte al tanto

---

<sup>20</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carretras Suellos, Geogia, Geotecnia y Pavimentos, Lima, 2013

<sup>21</sup> Montejó Fonseca, Alfonso y otros. *Estabilización de suelos*. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. 978-958-762-878-4

<sup>22</sup> Quijano Otalora, Yubber y otros. Análisis de la variación de la densidad seca máxima y humedad. Bogotá, 2020

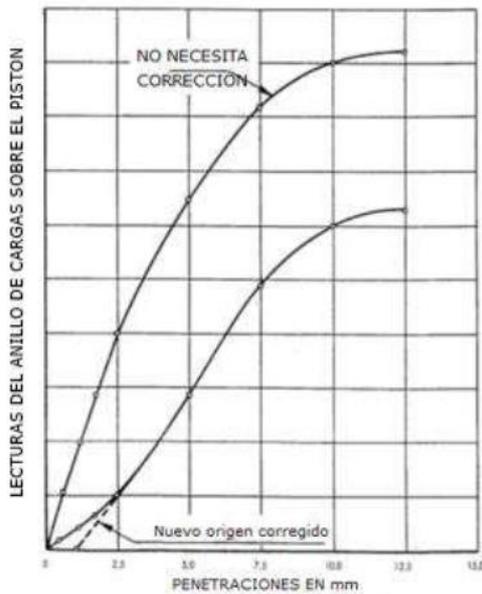
<sup>23</sup> Das, Braja. Fundamentos de Ingeniería de cimentaones, 2011. 987-607-481-747-8

por ciento de la presión practicada por las cargas sobre el suelo en condiciones de humedad y densidad controladas, tal que no se produzca fallo por cortante o un asentamiento<sup>24</sup>, Terzaghi, (1943). Para su cálculo Se traza una curva que relacione las penetraciones (abscisas) y las presiones (ordenadas).

---

<sup>24</sup> Terzaghi, Karl. Theoretical soil mechanics. New York, 1943

Figura 2.1 Curva para cálculo de CBR



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2013)

Finalmente se tiene a la última variable D3: **Modulo de resiliencia** que viene a ser un parámetro con el fin de medir la rigidez del suelo en subrasante, siendo un parámetro utilizado para representar las propiedades de los suelos de la subrasante<sup>25</sup>, Montealegre, (2014), (p. 10), para su cómputo se usará la siguiente ecuación que armoniza el CBR según American Association of State Highway and Transportation Officials<sup>26</sup>, (2008)

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64} \quad (\text{Ec 2.4})$$

<sup>25</sup> Montealegre, Martha. Determinación del módulo resiliente de diseño de pavimentos mediante criterios ashto 1993 y 2002. Piura. 2014

<sup>26</sup> American Association of State Highway and Transportation Officials. Mechanistic Empirical Pavement Design Guide, (MEPDG). 2008

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación.

##### 3.1.1. Método: científico

De acuerdo con Arias, (2012)(p. 19) el método científico viene a ser el cumulo de medios, ordenamientos, formas que se utilizan para elaborar resoluciones de los conflictos de una investigación mediante la observancia y comprobación de la hipótesis<sup>27</sup>. Igualmente, Bunge, (2004) son etapas que se recorre para obtener un conocimiento valido<sup>28</sup>.

El proyecto de investigación inició con la observación directa de la baja resistencia potencial sub rasante de la carretera Quebrada – Versailles, se midió la capacidad portante del suelo así mismo se realizó la clasificación de suelos. El presente proyecto de investigación busca estabilizar la sub rasante blanda de la carretera Quebrada – Versailles, utilizando el producto melaza de caña, ya que dicho producto cuenta con propiedades de adherentes, estas facultades del producto podrán estabilizar de mejor manera la carretera de observación y determinaremos la variación de sub rasantes blandas. Según estas consideraciones se aplicará el método científico.

##### 3.1.2. Tipo: aplicada

Con forme Lozada, (2014) Las investigaciones aplicadas solucionan problemas del entorno que es la aplicación de técnicas, metodologías conocidas que posee el objetivo de la reproducción de comprensión con diligencia directa y a medio plazo<sup>29</sup>, por lo cual estos tipos de estudios presenta gran valor agregado por el uso de conocimientos que genera riqueza en la población, (p.148). Según estas consideraciones se aplicará el tipo aplicada.

##### 3.1.3. Nivel: explicativo

Según el autor Hernández Sampieri, (1991) las erudiciones explicativas cambian más allá de la representación de nociones, anomalidades o del establecimiento de

---

<sup>27</sup> Arias, Fideas. El Proyecto de Investigación. Caracas: Editorial episteme, c.a, 2012. 980-07-8529-9

<sup>28</sup> Bunge, Mario. La Investigación Científica. Barcelona: Siglo veintiuno editores, 2004. 9682322251

<sup>29</sup> Lozada, José. Investigación aplicada: definicion intelectual, propiedad intelectual e industria. Quito, 2014

afinidad entre conocimientos<sup>30</sup>; están direccionados a reconocer a las causas de los sucesos físico/sociales. Como se indica, su beneficio se centra en exponer por qué sucede un fenómeno y en qué contextos se da éste, o por qué dos o más variables están correlacionadas, (p.57).

Según estas consideraciones se aplicará el nivel **explicativo**.

#### **3.1.4. Diseño: experimental**

Según Campbell, y otros, (1995) la investigación científica es aquellas en las cuales se manipulan las variables y se presta atención a sus efectos sobre otras<sup>31</sup>. Conviene explicar que el propósito particular de este tipo es aprender el diseño experimental dentro de la práctica donde el experimentador lleno de dominio de la situación programa tratamientos y a fin de lograr la principal eficiencia estadística, al que cumple la mayor o menor complejidad del diseño, (p.84). Según estas consideraciones se aplicará el nivel **experimental**.

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

#### **3.2.1. Variable 1: Melaza de caña**

##### **Definición conceptual.**

Según Lesson, (2007), la melaza es el resultado de la extracción del zumo de la caña de azúcar mediante molienda después de cocción de 6 a 7 horas, es un líquido espeso, viscoso<sup>32</sup>, de tono marrón claro o marrón negro, aproximadamente negro, (p.04).

##### **Definición operacional.**

La primera variable, melaza de caña se operacionaliza mediante sus dimensiones características, la primera viscosidad, la segunda peso específico y la tercera la dosificación la cual será añadida para lograr estabilizar el suelo

---

<sup>30</sup> Hernández Sampieri, Roberto. Metodología de la investigación. 1991

<sup>31</sup> Campbell, Donald y otros. Diseños experimentales y cuadiexperimentales en la investigación social. Buenos Aires. 1995

<sup>32</sup> Fajardo Castillo, Erika y otros. Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *saccharomyces cerevisiae*. Bogota, 2007

### **3.2.2. Variable 2:** Estabilización de subrasante blanda

#### **Definición conceptual.**

según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2013) se define como la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos a través de procedimientos mecánicos o químicos ya sean nativos o sintetizados dichas estabilizaciones se realizan en suelos de subrasante inadecuada o blanda<sup>33</sup>, (p.83).

#### **Definición operacional.**

La segunda variable, estabilización de subrasantes blandas se operacionaliza mediante sus dimensiones: la primera la máxima densidad seca que es la densidad húmeda del espécimen compactado entre uno más el contenido de agua, la segunda capacidad portante que es una medida de la rigidez del suelo en subrasante y la tercera el módulo de resiliencia que viene a ser un parámetro para medir las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la subrasante.

---

<sup>33</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Lima, 2013

**“Estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021”**

Variables	Conceptual	Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento/item	Escala
V1: Melaza de caña	La melaza es el resultado de restante de la cristalización del azúcar, es un líquido denso, viscoso, de tono marrón claro o marrón oscuro, casi negro. Lesson, (2007)	La variable V1: melaza de caña se operacionaliza mediante sus dimensiones que representan características: D1: viscosidad; D2: Peso Específico; D3: dosificación	D1: Viscosidad  D2: Peso específico  D3: Dosificación	I1: 0.1poise I2: 1.4poise I3: 2.2poise  I1: 1.4gr/ml I2: 1.8gr/ml I3: 2gr/ml  I1: 3%-5% I2: 5%-8% I3: 8%-10%	Ficha de recopilación de datos	Razón/intervalo
V2: Estabilización de subrasantes blandas	Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos a través de procedimientos mecánicos y químicos ya sean nativos o sintetizados dichas estabilizaciones se ejecutan en suelos de subrasante inadecuada o blanda. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2013)	La variable V2: Estabilización de surasantes blandas se operacionaliza mediante sus dimensiones que representan características: D1: máxima densidad seca; D2: Capacidad portante; D3: Módulo de resiliencia	D1: Máxima densidad seca  D2: Capacidad portante  D3: Módulo de resiliencia	I1: 1.88 gr/cm3 I2: 1.90 gr/cm3 I3: 1.92 gr/cm3  I1: CBR<6% I2: 6%<CBR≥ 10% I3: 10%<CBR≥15%  I1: 2555*CBR <sup>0.64</sup> I2: 2555*CBR <sup>0.64</sup> I3: 2555*CBR <sup>0.64</sup>		Razón/intervalo

Tabla 3.1 Matriz de operacionalización

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

#### **3.3.1. Población.**

Según, Hernández Sampieri, (2014), considera a la población como un conjunto de todos los casos que coinciden con una serie de descripciones, la cual está compuesta por elementos indivisibles que pueden ser objetos, personas, organismos que participan de la investigación que fue determinado y limitado en el análisis del problema de la investigación<sup>34</sup>, (p. 174).

En el actual proyecto investigación la población estará conformada por la carretera Quebrada – Versailles de 15km.

#### **3.3.2. Muestra.**

De acuerdo con, Muñoz Rocha, (2015) considera que la muestra es el fragmento de la población que se considera representativa de un universo y se elige para obtener información acerca de las variables de estudio<sup>35</sup>, (p. 168)

Según el concepto anterior se puede inferir que, a partir de la observación de una fracción de la población, definir las características de toda la población de estudio.

En el actual proyecto de investigación la muestra estará formada por 1km de la Carretera Quebrada – Versailles en la progresiva 11+100 hasta 12+100.

#### **3.3.3. Muestreo.**

De acuerdo con, Johnson, (2014) el muestreo no probabilístico no se sustenta en estadísticas, si no de la decisión del investigador de acuerdo a los orígenes relacionados con las características de la investigación dependiendo del planteamiento del estudio<sup>36</sup>, (p.841).

En el actual proyecto de investigación pone en efecto un muestreo no probabilístico ya que se seleccionara de manera intencionada las unidades de muestra seran tres calicatas para el estudio de la investigación.

---

<sup>34</sup> Hernández Sampieri, Roberto y otros. Metodología de la investigación. sexta edición. Mexico, 2014. 978-1-4562-2396-0

<sup>35</sup> Muñoz Rocha, Carlos. Metodología de la investigación. Mexico, 2015. 9786074265422

<sup>36</sup> Johnson, David y otros. Cooperative Learning in 21st Century. USA, 2014

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

#### **3.4.1. Técnica:** observación directa

Según, Escudero Sánchez, (2018) la observación directa consiste en las descripciones de lo que se está notando, escuchando, olfateando y palpando el contexto, permitiendo analizar y comprender el tema a investigar<sup>37</sup>. (p.14)

En el actual proyecto de investigación se utilizará la técnica de observación directa.

#### **3.4.2. Instrumentos:** Ficha de recopilación de información

Según Mathinson, (2004), la ficha de recopilación de información consiste en la provisión de datos en ambientes naturales o ambientes de laboratorio de la unidad de análisis de la investigación<sup>38</sup>. (p.98)

En el actual proyecto de investigación se utilizará ficha de recopilación de información

##### **3.4.2.1. Validez:**

Los materiales de investigación se validarán por medio la sensatez de expertos. Como refiere Bostwick, Kyte, (2005) que, en requisitos corrientes, se refiere al valor en que el instrumento mide verdaderamente la variable que procura medir<sup>39</sup>. (p.98)

---

<sup>37</sup> Escudero Sánchez, Carlos y otros. Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica. Ecuador: Editorial UTMACH, 2018. 978-9942-24-092-7

<sup>38</sup> Mathinson, Sandra. Encyclopedia of evaluation. London: Sage Publications, Inc. 2004. 0761926097

<sup>39</sup> Bostwick, G. y otros. Research and evaluation. Quantitative and qualitative approaches. New York: Oxford University Press, 2005

Tabla 3.2 Validez

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez Baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy Valida
0.72 a 0.99	Excelente Validez
1.00	Validez perfecta

*Fuente: Oseda Gago, (2008)*

Tabla 3.3 validez de profesionales

Nº	Grado académico	Nombres y Apellidos	CIP	Validez
1	Ing. Civil	Luis Octavio Echarri Saenz	57347	0.96
2	Ing. Civil	Toribio Sulla Arregui	37315	0.99
3	Ing. Civil	Erick Alonso Palomino	84205	0.94

*Fuente: Elaboración propia*

#### 3.4.2.2. Confiabilidad

Según el autor Kellstedt, Whitten, (2013) la confiabilidad es la calidad en que su aplicación periódica al mismo sujeto u objeto produce efectos similares, Hay varias programaciones para computar la confiabilidad de un instrumento de medición<sup>40</sup>. En general oscilan entre cero y uno, donde un coeficiente de cero representa confiabilidad nula y 1 representa confiabilidad muy alta.

Tabla 3.4 Confiabilidad

Rangos	Magnitud
0.01 a 0.20	Muy baja
0.21 a 0.40	Baja
0.41 a 0.60	Moderada
0.61 a 0.80	Alta
0.81 a 1.00	Muy alta

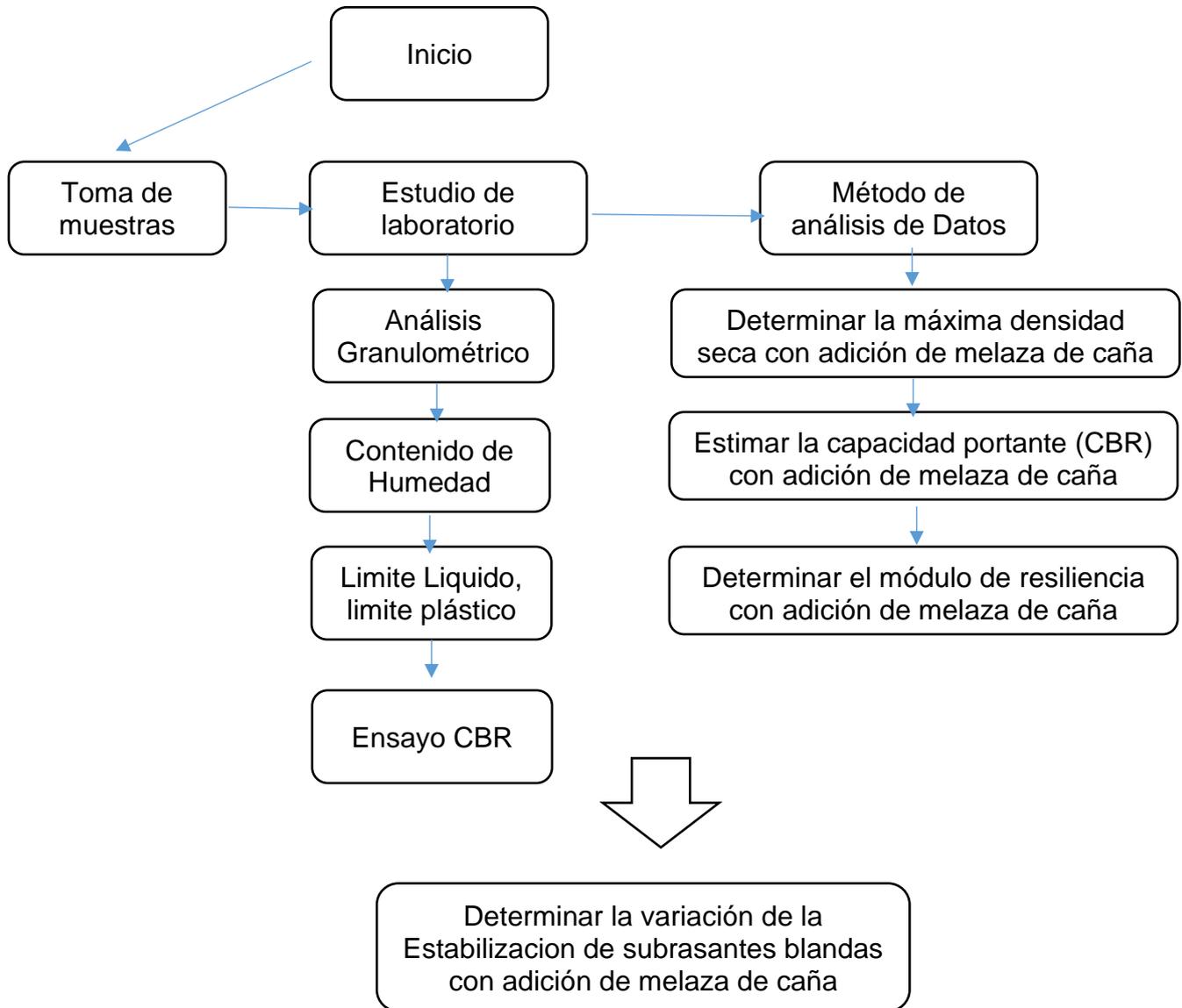
*Fuente: Ruiz Bolívar, (2002)*

### 3.5. Procedimiento.

Cumplido con los análisis de validez se aplicará la prueba

<sup>40</sup> Kellstedt, Paul y otros. Political science research, 2013. 9781139104258

“Estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, carretera  
Qubrada - Versalles, Cusco 2021”



### 3.6. Métodos de análisis de datos

Según, Behar Rivero, (2008) será necesario el empleo de recursos pertinentes para el procesamiento de la información y dar detalles suficientes para que el investigador competente pueda repetir los experimentos<sup>41</sup>. (p. 84)

<sup>41</sup> Behar Rivero, Daniel, Metodología de la investigación. Editorial Shalom, 2008. 978-959-212-783-7

Como método de análisis se utilizó la estadística gráfica para el cómputo de frecuencias, parámetros de dispersión. El proceso de la información se realizará con el software Microsoft Excel y el programa SPSS para el contraste de hipótesis.

### **3.7. Aspectos éticos**

Según Delgado R, (2002) considera que los aspectos éticos de una investigación que la rigen son: el respeto, el beneficio y la justicia que se le da a cada investigador<sup>42</sup>. En el trabajo de investigación presentado se consideró y se respetó la recopilación de las fuentes bibliográficas de diversos autores. Igualmente cumple con el grado de originalidad obteniéndose un determinado índice de similitud por medio del software Turnitin.

---

<sup>42</sup> Delgado R, Martha. Aspectos éticos de toda investigación consentimiento informado. ¿Puede convertirse la experiencia. Bogota 2002. 0120-3347

## **IV. RESULTADOS.**

### **4.1. Descripción de la zona de estudio**

La zona de estudio en la cual se realizó el proyecto de investigación es una trocha carrozable rodeada de una zona de cultivo, entre sus principales productos están café, cítricos, caña de azúcar ubicado a riveras del valle.

#### **4.1.1. Ubicación**

La zona donde se llevó a cabo el proyecto de investigación está ubicada en la región de Cusco, provincia de Calca, distrito de Yanatile, situado a 1124 m.s.n.m. con latitud 12°40'54.7"S y longitud 72°16'39.5"O.

#### **4.1.2. Características de la zona de estudio**

La zona presenta una orografía ondulada debido a que la pendiente transversal al eje de la vía varía entre 11% y 50% así mismo su pendiente longitudinal varía entre 3% y 8%, la carretera es clasificada como trocha carrozable debido a que tiene un IMDA<200 veh/día, la velocidad directriz con la que se transita es de 40km/h el ancho de la vía varia a lo largo de su recorrido variando entre 3.5m a 5.2m.

### **4.2. Estudios previos**

#### **4.2.1. Estudios de campo**

##### **4.2.1.1. Estudio de exploración de suelos**

Teniendo en cuenta que la carretera en la cual se va aplicar el proyecto de investigación es una carretera de bajo volumen de tránsito, en la cual según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013) toma 1 calicata por cada km a una profundidad de 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto. Por motivos de investigación se realizaran 3 calicatas a lo largo de la zona de muestra que comprende 1km de la Carretera Quebrada – Versalles en la progresiva 11+100 hasta 12+100.

##### **4.2.2. Estudios de laboratorio.**

En laboratorio se realizaron los siguientes ensayos.

Tabla 4.1 Ensayos de laboratorio según norma ASTM-MTC

Ensayos de laboratorio	Normativa
Análisis granulométrico	ASTM D-422, MTC E 107 (anexo 9.4)
Contenido de humedad	ASTM D-2216, MTC E 108 (anexo 9.4)
Limite liquido	ASTM D-4318, MTC E 110 (anexo 9.4)
Limite plástico	ASTM D-4318, MTC E 111 (anexo 9.4)
Máxima densidad seca	ASTM D-1557, MTC E 115 (anexo 9.4)
CBR de suelos	ASTM D-1883, MTC E 132 (anexo 9.4)

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Método de análisis de datos

#### 4.3.1. Cuantificación de la máxima densidad seca de la subrasante blanda con adición de Melaza de caña

##### 1. Caracterización de materiales.

Como resultados preliminares se tiene la clasificación del suelo que se va a estabilizar, de acuerdo a las calicatas realizadas, las cuales están especificadas en el anexo 9.4

Tabla 4.2 Listado de calicatas

Muestra	Prof.	Prog.	Coordenadas			Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
			Norte	Este	Elevación		
C-01	1.5m	11+200	8596818.02	791345.49	1124m	CL	A-6 (5)
C-02	1.5m	11+600	8596271.99	791066.20	1176m	CL	A-6 (8)
C-03	1.5m	12+100	8594788.99	790186.41	1234m	CL	A-6 (5)

Fuente: Elaboración propia

$$\eta = \frac{D^2 g (\delta - \rho)}{18 v} \quad \eta = \frac{2.2^2 * 981 * (3.31 - 1.431)}{18 * 0.191} \quad \eta = 2600.56 \text{ cpoise}$$

$\eta$ : Viscosidad

D: 2.2 cm

g: 981 cm/s<sup>2</sup>

v: 0.191 cm/s<sup>2</sup>

$\delta$ : 3.31 gr/cm<sup>3</sup>

$\rho$ : 1.431 grf/cm<sup>3</sup>

Tabla 4.3 Características de la melaza de caña

Densidad	1.431 gr/ml
Peso específico	1.431 grf/ml
Viscosidad	2600 cpoise

Fuente: Elaboración propia

## 2. Dosificación de la melaza de caña

La dosificación de la melaza de caña se tomó teniendo como referencia los antecedentes tanto nacionales como internacionales.

Tabla 4.4 Dosificación de melaza de caña

Dosificación 1	3%-4%
Dosificación 2	5%-7%
Dosificación 3	8%-10%

Fuente: Becerra Vasquez, (2019)

## 3. Preparación de la muestra

Se realizó siguiendo la norma ASTM D-1557 así mismo se siguió la norma MTC E 115.

Tabla 4.5 Preparación de la muestra para el ensayo Proctor modificado

Molde	Materiales	Número de capas	Golpes por capa
- 152,4 mm (6 pulg) de diámetro			
- 116,4 mm de altura	Pasa por el tamiz 19,0 mm (¾ pulg)	5	56
- 2124 cm <sup>3</sup> de volumen			

Fuente: Elaboración propia

## 4. Realización del ensayo de Proctor modificado se realizó siguiendo la norma ASTM D-1557, MTC E 115 para cuantificar la máxima densidad seca anexo 9.4

Tabla 4.6 Datos del ensayo Proctor modificado

N°	Muestra Patrón		3% melaza de caña		5% melaza de caña		8% melaza de caña		
	Contenido humedad (%)	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido humedad (%)	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido humedad (%)	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido humedad (%)	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	
C-01	1	4.97	1.66	5.75	1.70	6.81	1.69	7.84	1.76
	2	6.95	1.72	7.66	1.74	8.71	1.76	9.91	1.81
	3	8.78	1.79	9.67	1.85	10.28	1.82	10.95	1.85
	4	10.75	1.88	11.91	1.89	13.12	1.87	13.41	1.90
	5	12.94	1.69	13.40	1.77	13.92	1.73	14.67	1.72
C-02	1	4.93	1.66	6.03	1.71	6.93	1.72	7.68	1.77
	2	7.11	1.74	7.86	1.77	8.80	1.80	9.83	1.81
	3	8.90	1.83	9.53	1.84	10.71	1.88	11.68	1.90
	4	11.63	1.86	12.08	1.87	12.90	1.86	13.41	1.87
	5	13.88	1.64	13.68	1.66	14.30	1.71	14.43	1.75
C-03	1	4.98	1.65	7.64	1.69	8.50	1.72	9.82	1.79
	2	6.77	1.70	9.12	1.79	10.57	1.89	11.81	1.91
	3	8.97	1.84	10.68	1.90	12.41	1.83	12.63	1.86
	4	10.89	1.88	12.54	1.79	13.51	1.66	13.34	1.75
	5	12.49	1.62	13.97	1.65	14.05	1.57	13.70	1.70

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2. Estimación de la capacidad portante con con adición de melaza de caña

##### 1. Preparación de la muestra

Se realizó siguiendo la norma ASTM D-1883 para este ensayo se obtuvo anteriormente en el numeral 4.3.1 el contenido de humedad óptimo, anexo 9.4

Tabla 4.7 Preparación de la muestra para el ensayo CBR

Molde	Disco Espaciador	Materiales	Número de capas	Golpes por capa
- 152,4 mm (6 pulg) de diámetro	De metal 150,8mm	Pasa por el tamiz 19,0 mm (¾ pulg)	5	56
- 177,8 mm de altura	de diámetro 61,37mm		5	25
- Collar de 50,8mm de alto	de espesor		5	12

2. Realización del ensayo de CBR se realizó siguiendo la norma ASTM D-1557, MTC E 115 para cuantificar la máxima capacidad portante del suelo anexo 9.4

Tabla 4.8 Datos del ensayo CBR

	Penetración pulg	Muestra patrón			3% melaza de caña			5% melaza de caña			8% melaza de caña		
		Molde N° 1 kg/cm3	Molde N° 2 kg/cm3	Molde N° 3 kg/cm3	Molde N° 1 kg/cm3	Molde N° 2 kg/cm3	Molde N° 3 kg/cm3	Molde N° 1 kg/cm3	Molde N° 2 kg/cm3	Molde N° 3 kg/cm3	Molde N° 1 kg/cm3	Molde N° 2 kg/cm3	Molde N° 3 kg/cm3
C-01	0.025	6	4	2	6	4	2	4	3	2	6	5	4
	0.050	11	8	5	10	8	7	6	5	7	9	12	10
	0.075	17	10	7	14	16	10	13	10	12	17	18	16
	0.100	21	14	9	23	19	14	23	18	19	31	25	23
	0.150	32	22	12	41	33	22	46	32	29	56	45	35
	0.200	43	29	16	62	42	30	71	43	39	81	63	48
	0.250	51	37	20	79	56	35	95	57	46	114	75	59
	0.300	62	45	24	97	66	42	114	67	54	141	91	68
	0.400	81	64	26	128	80	49	125	86	67	195	124	78
C-02	0.025	4	2	2	8	3	2	22	7	6	25	10	7
	0.050	9	6	4	14	6	4	38	15	13	44	19	15
	0.075	15	10	5	22	12	8	59	30	22	68	38	28
	0.100	21	14	8	30	19	12	82	45	34	96	55	42
	0.150	31	22	12	44	29	19	120	71	57	140	88	68
	0.200	41	29	17	54	38	25	157	99	74	181	120	89
	0.250	50	35	21	65	44	29	191	125	89	218	147	114
	0.300	55	41	27	75	49	34	215	138	98	259	169	125
	0.400	63	47	34	90	58	39	244	141	114	294	183	135
C-03	0.025	4	3	1	6	4	2	9	6	3	10	7	4
	0.050	10	6	4	15	10	5	24	16	8	27	17	10
	0.075	14	9	5	21	14	8	32	22	12	37	25	15
	0.100	20	13	9	30	20	13	46	30	19	54	35	24
	0.150	31	20	14	46	31	20	71	46	30	81	54	36
	0.200	38	27	20	59	41	28	88	61	44	104	72	54
	0.250	47	34	26	71	53	39	108	79	58	127	92	71
	0.300	54	41	31	81	63	46	125	94	68	146	111	83
	0.400	62	54	38	93	84	58	142	124	84	167	146	104

### 4.3.3. Determinación del módulo de resiliencia con adición de melaza de caña

#### 1. Estimación de la capacidad portante CBR

Obtenida la capacidad portante de cada calicata en el anterior objetivo se puede calcular el módulo de resiliencia con la ecuación 2.3 mostrada en el capítulo 2

#### 2. Determinación del módulo de resiliencia

Tabla 4.9 Datos Modulo de resiliencia para las adiciones de melaza de caña

N° Muestra	Módulo de Resiliencia (psi) 0% melaza de caña	Módulo de Resiliencia (psi) 5% melaza de caña	Módulo de Resiliencia (psi) 8% melaza de caña	Módulo de Resiliencia (psi) 10% melaza de caña
C-01	$2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	$2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	$2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	$2555 \times \text{CBR}^{0.64}$
C-02	$2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	$2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	$2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	$2555 \times \text{CBR}^{0.64}$
C-03	$2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	$2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	$2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	$2555 \times \text{CBR}^{0.64}$

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4. Determinación de la variación de la Estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña

El suelo fue sometido a diferentes ensayos de laboratorio para poder determinar la variación con el objetivo de estabilizar la subrasante blanda con adición de melaza de caña los cuales están descritos de la siguiente manera:

1. Obtención de la máxima densidad seca según el numeral 4.3.1

Tabla 4.10 Datos de la máxima densidad seca

	M. Patrón		3% melaza de caña		5% melaza de caña		8% melaza de caña	
	O.C.H (%)	M.D.S (gr/cm <sup>3</sup> )	O.C.H (%)	M.D.S (gr/cm <sup>3</sup> )	O.C.H (%)	M.D.S (gr/cm <sup>3</sup> )	O.C.H (%)	M.D.S (gr/cm <sup>3</sup> )
C-01	11.10	1.89	11.45	1.90	12.25	1.91	12.80	1.92
C-02	10.70	1.88	11.35	1.89	11.75	1.90	12.35	1.91
C-03	10.35	1.89	10.90	1.90	11.20	1.91	11.90	1.92

2. Obtención de la capacidad portante según el numeral 4.3.2

Tabla 4.11 Datos del CBR

	CBR 0% melaza de caña	CBR 3% melaza de caña	CBR 5% melaza de caña	CBR 8% melaza de caña
C-01	6.80	10.90	15.00	18.20
C-02	6.50	9.80	14.20	17.10
C-03	6.60	9.90	14.90	18.30

3. Obtención del módulo de resiliencia según el numeral 4.3.3

Tabla 4.12 Datos del módulo de resiliencia

N° Muestra	Módulo de Resiliencia (psi) 0% melaza de caña	Módulo de Resiliencia (psi) 5% melaza de caña	Módulo de Resiliencia (psi) 8% melaza de caña	Módulo de Resiliencia (psi) 10% melaza de caña
C-01	8713.580	11785.387	14457.370	16362.008
C-02	8465.555	11009.703	13959.037	15722.023
C-03	8548.679	11081.471	14395.611	16419.488

#### 4.4. Resultados de la investigación

##### 4.4.1. Resultado de la Cuantificación de la máxima densidad seca de la subrasante con adición de Melaza de caña

Tabla 4.7 Ensayo para la muestra C-01

Tabla 4.13 Resultados del ensayo Proctor modificado C-01

Muestra patrón		3% melaza de caña		5% melaza de caña		8% melaza de caña	
Contenido de Agua (%)	Peso Específico Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido de Agua (%)	Peso Específico Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido de Agua (%)	Peso Específico Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido de Agua (%)	Peso Específico Seco (gr/cm <sup>3</sup> )
4.97	1.657	5.75	1.765	6.81	1.69	7.84	1.76
6.95	1.719	7.66	1.702	8.71	1.76	9.91	1.81
8.78	1.787	9.67	1.739	10.28	1.82	10.95	1.85
10.75	1.882	11.91	1.893	13.12	1.87	13.41	1.90
12.94	1.689	13.40	1.845	13.92	1.73	14.67	1.72
OCH 11.10	M.D.S 1.887	OCH 11.45	M.D.S 1.902	OCH 12.25	M.D.S 1.908	OCH 12.80	M.D.S 1.917

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En la tabla 4.13 se muestra que el contenido de humedad varía entre los 11.105%, 12.25% y 12.8 % así mismo la densidad seca máxima varía entre 1.902 gr/cm<sup>3</sup>, 1.908 gr/cm<sup>3</sup> y 1.917 gr/cm<sup>3</sup> para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. La máxima densidad seca obtenida es de 1.917 gr/cm<sup>3</sup> ± 0.05 gr/cm<sup>3</sup> con una adición de 8% de melaza de caña.

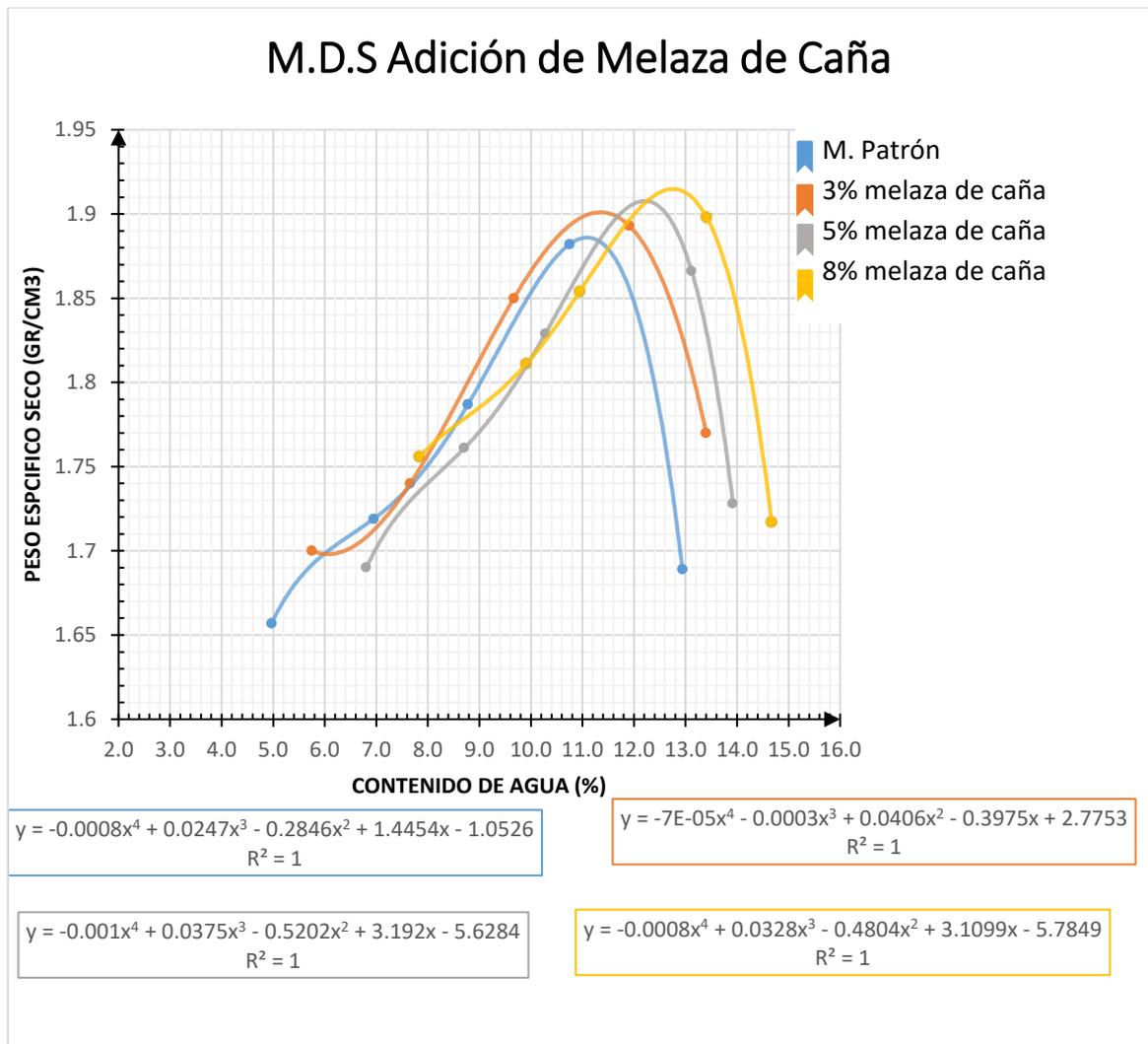


Figura 4.1 Resultados del ensayo Proctor modificado C-01

**Interpretación:** En la Figura 4.1 se muestra que el contenido de humedad varía entre los 11.105%, 12.25% y 12.8 % así mismo la densidad seca máxima varía entre 1.902 gr/cm<sup>3</sup>, 1.908 gr/cm<sup>3</sup> y 1.917 gr/cm<sup>3</sup> para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. La máxima densidad seca obtenida es de 1.917 gr/cm<sup>3</sup> ± 0.05 gr/cm<sup>3</sup> con una adición de 8% de melaza de caña

Tabla 4.14 Resultados del ensayo Proctor modificado C-02

muestra patrón		3% melaza de caña		5% melaza de caña		8% melaza de caña	
Contenido de Agua (%)	Peso Específico Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido de Agua (%)	Peso Específico Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido de Agua (%)	Peso Específico Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido de Agua (%)	Peso Específico Seco (gr/cm <sup>3</sup> )
4.93	1.66	6.03	1.71	6.93	1.72	7.68	1.77
7.11	1.74	7.86	1.77	8.80	1.80	9.83	1.81
8.90	1.83	9.53	1.84	10.71	1.88	11.68	1.90
11.63	1.86	12.08	1.87	12.90	1.86	13.41	1.87
13.88	1.64	13.68	1.66	14.30	1.71	14.43	1.75
OCH 10.70	M.D.S 1.881	OCH 11.35	M.D.S 1.893	OCH 11.75	M.D.S 1.900	OCH 12.35	M.D.S 1.909

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En la tabla 4.14 se muestra que el contenido de humedad varía entre los 11.35%, 11.75% y 12.35% así mismo la densidad seca máxima varía entre 1.893 gr/cm<sup>3</sup>, 1.900 gr/cm<sup>3</sup> y 1.909 gr/cm<sup>3</sup> para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. La máxima densidad seca obtenida es de 1.909 gr/cm<sup>3</sup> ± 0.05 gr/cm<sup>3</sup> con una adición de 8% de melaza de caña

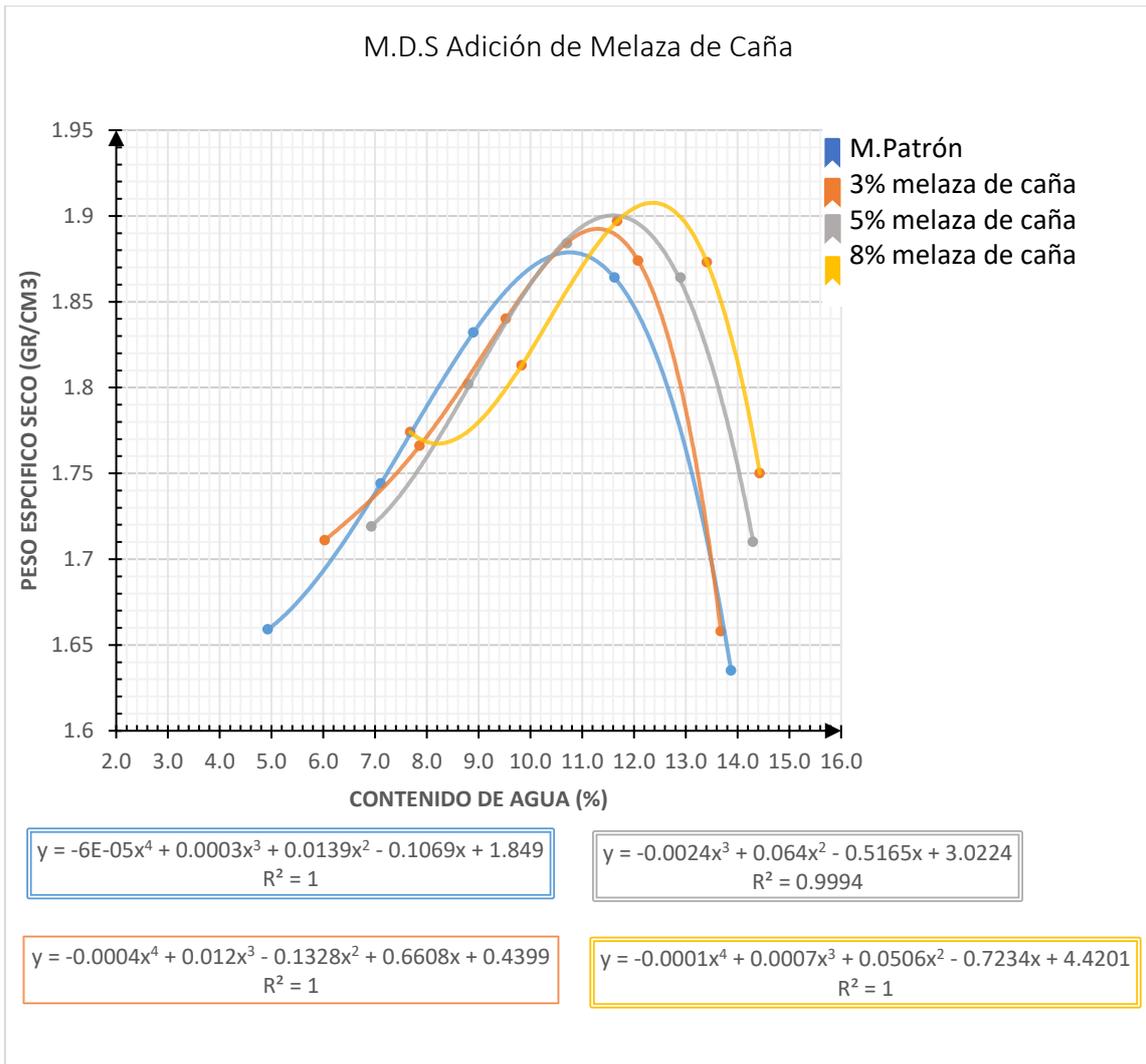


Figura 4.2 Resultados del ensayo Proctor modificado C-02

**Interpretación:** En la figura 4.2 se muestra que el contenido de humedad varía entre los 11.35%, 11.75% y 12.35% así mismo la densidad seca máxima varía entre 1.893 gr/cm<sup>3</sup>, 1.900 gr/cm<sup>3</sup> y 1.909 gr/cm<sup>3</sup> para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. La máxima densidad seca obtenida es de 1.909 gr/cm<sup>3</sup> ± 0.05 gr/cm<sup>3</sup> con una adición de 8% de melaza de caña

Tabla 4.15 Resultados del ensayo Proctor modificado C-03

Muestra patrón		3% melaza de caña		5% melaza de caña		8% melaza de caña	
Contenido de Agua (%)	Peso Específico Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido de Agua (%)	Peso Específico Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido de Agua (%)	Peso Específico Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido de Agua (%)	Peso Específico Seco (gr/cm <sup>3</sup> )
4.98	1.65	7.64	1.69	8.50	1.72	9.82	1.79
6.77	1.70	9.12	1.79	10.57	1.89	11.81	1.91
8.97	1.84	10.68	1.90	12.41	1.83	12.63	1.86
10.89	1.88	12.54	1.79	13.51	1.66	13.34	1.75
12.49	1.62	13.97	1.65	14.05	1.57	14.05	1.70
OCH 10.35	M.D.S 1.89	OCH 10.90	M.D.S 1.898	OCH 11.20	M.D.S 1.910	OCH 11.90	M.D.S 1.915

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En la tabla 4.15 se muestra que el contenido de humedad varía entre los 10.90%, 11.20% y 11.90% así mismo la densidad seca máxima varía entre 1.898 gr/cm<sup>3</sup>, 1.910 gr/cm<sup>3</sup> y 1.915gr/cm<sup>3</sup> para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. La máxima densidad seca obtenida es de 1.915 gr/cm<sup>3</sup> ± 0.05 gr/cm<sup>3</sup> con una adición de 8% de melaza de caña.

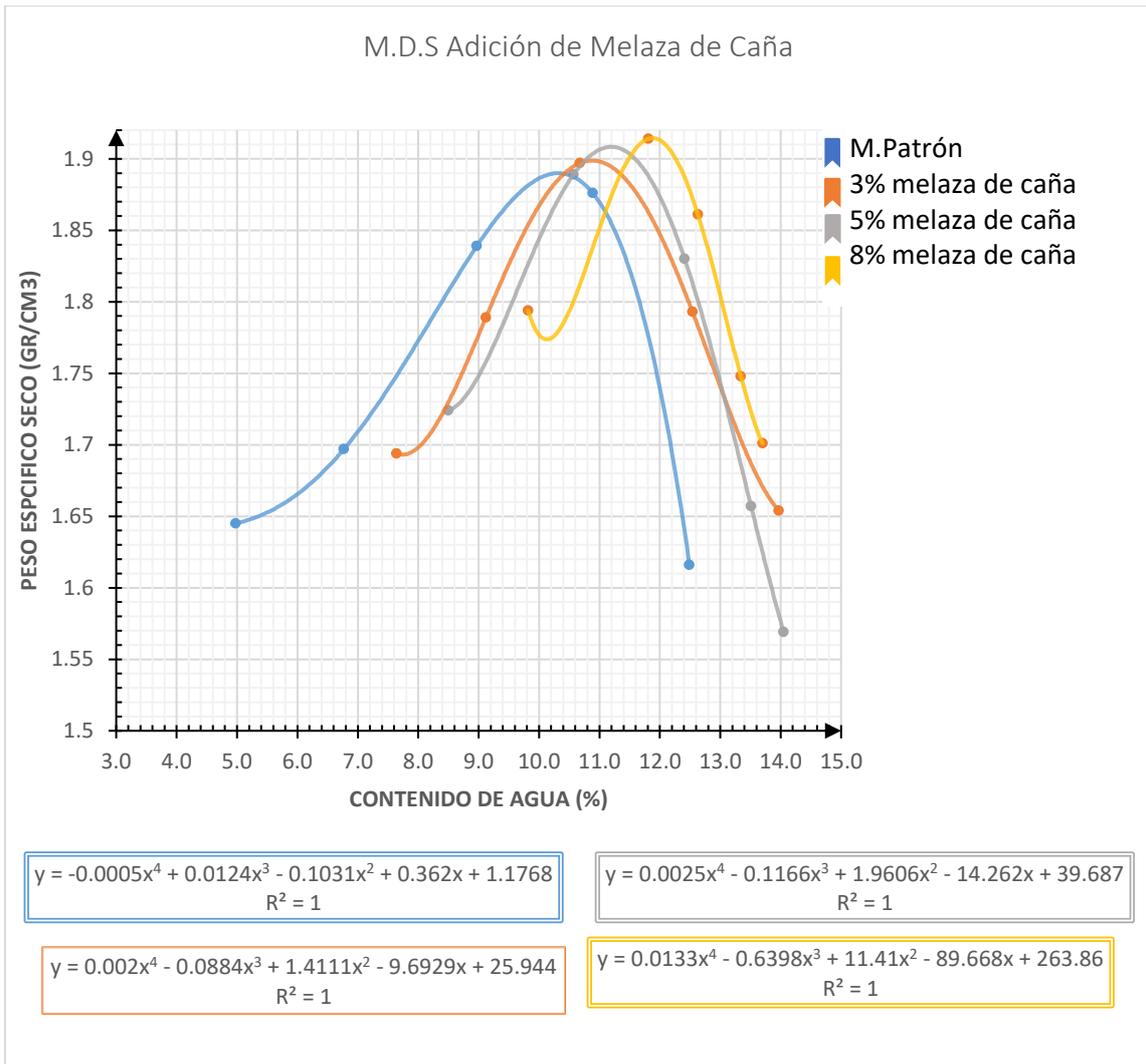


Figura 4.3 Resultados del ensayo Proctor modificado C-03

**Interpretación:** En la figura 4.3 se muestra que el contenido de humedad varía entre los 10.90%, 11.20% y 11.90% así mismo la densidad seca máxima varía entre 1.898 gr/cm<sup>3</sup>, 1.910 gr/cm<sup>3</sup> y 1.915gr/cm<sup>3</sup> para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. La máxima densidad seca obtenida es de 1.915 gr/cm<sup>3</sup> ± 0.05 gr/cm<sup>3</sup> con una adición de 8% de melaza de caña.

#### 4.4.2. Resultado de la Estimación de la capacidad portante con adición de melaza de caña

Tabla 4.16 Resultados del ensayo CBR C-01

Muestra patrón	3% melaza de caña		5% melaza de caña		8% melaza de caña		
CBR %	Densidad Seca gr/cm <sup>3</sup>	CBR %	Densidad Seca gr/cm <sup>3</sup>	CBR %	Densidad Seca gr/cm <sup>3</sup>	CBR %	Densidad Seca gr/cm <sup>3</sup>
7.1	1.887	11.4	1.903	15	1.908	18.4	1.919
5	1.821	7.3	1.815	8.4	1.836	11.4	1.795
2.9	1.627	5.3	1.704	6.6	1.764	8	1.7
6.8	1.887	10.9	1.902	15	1.908	18.2	1.917
4.5	1.793	7.1	1.807	7.8	1.813	12.5	1.821
3.3	1.698	5.4	1.712	5.6	1.717	8.8	1.725

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En la tabla 4.16 se muestra que la capacidad portante en suelo natural es de 6.8%, así mismo la capacidad portante varía entre 10.9%, 15%, 18.2% para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. La máxima capacidad portante obtenida es de 18.2% con una adición de 8% de melaza de caña

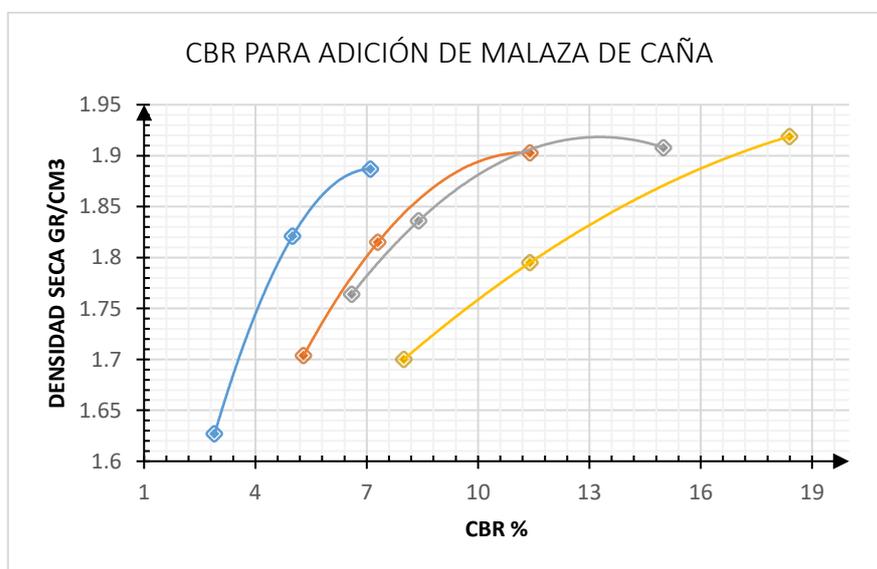


Figura 4.4 Resultados del ensayo CBR C-01

**Interpretación:** En la figura 4.4 se muestra que la capacidad portante en suelo natural es de 6.8%, así mismo la capacidad portante varía entre 10.9%, 15%, 18.2%

para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. La máxima capacidad portante obtenida es de 18.2% con una adición de 8% de melaza de caña

Tabla 4.17 Resultados del ensayo CBR C-02

Muestra patrón		3% melaza de caña		5% melaza de caña		8% melaza de caña	
CBR %	Densidad Seca gr/cm3	CBR %	Densidad Seca gr/cm3	CBR %	Densidad Seca gr/cm3	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
6.6	1.883	9.9	1.894	14.3	1.902	17.3	1.912
5	1.814	7.4	1.832	10	1.783	12.6	1.825
2.9	1.73	4.3	1.691	7.6	1.671	9.7	1.666
6.5	1.881	9.8	1.893	14.2	1.900	17.1	1.909
4.3	1.787	6.5	1.798	10.6	1.805	12.2	1.814
2	1.608	4.6	1.704	8.4	1.710	9.7	1.632

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En la tabla 4.17 se muestra que la capacidad portante en suelo natural es de 6.5%, así mismo la capacidad portante varía entre 9.8%, 14.2%, 17.1% para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. La máxima capacidad portante obtenida es de 17.1% con una adición de 8% de melaza de caña

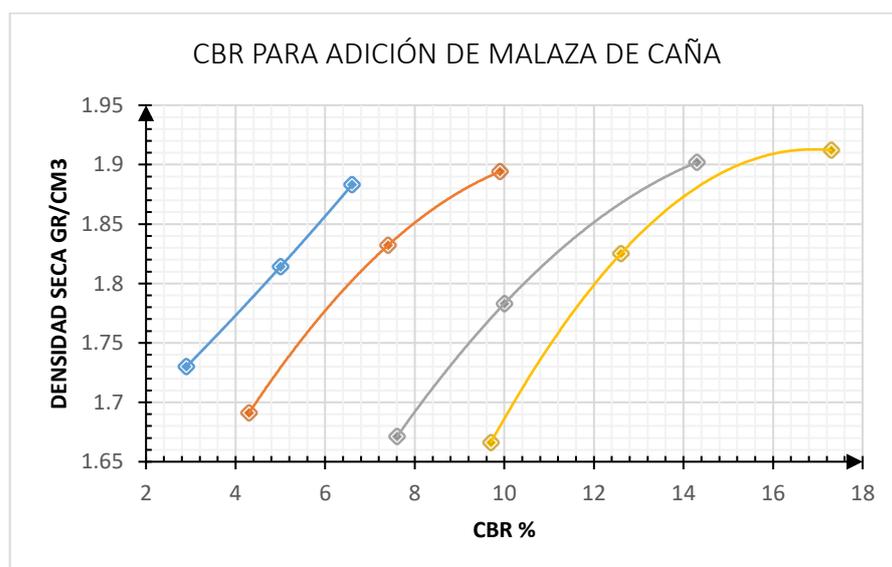


Figura 4.5 Resultados del ensayo CBR C-02

**Interpretación:** En la figura 4.5 se muestra que la capacidad portante en suelo natural es de 6.5%, así mismo la capacidad portante varía entre 9.8%, 14.2%,

17.1% para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. La máxima capacidad portante obtenida es de 17.1% con una adición de 8% de melaza de caña

Tabla 4.18 Resultados del ensayo CBR C-03

Muestra patrón	3% melaza de caña	5% melaza de caña	8% melaza de caña
CBR %	Densidad Seca gr/cm <sup>3</sup>	CBR %	Densidad Seca gr/cm <sup>3</sup>
6.6	1.892	10	1.899
4.7	1.822	7.1	1.813
3.7	1.747	5.7	1.717
6.6	1.891	9.9	1.898
4.3	1.796	6.9	1.803
3.2	1.702	5.6	1.708

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En la tabla 4.18 se muestra que la capacidad portante en suelo natural es de 6.8%, así mismo la capacidad portante varía entre 9.9%, 14.9%, 18.3% para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. La máxima capacidad portante obtenida es de 18.3% con una adición de 8% de melaza de caña

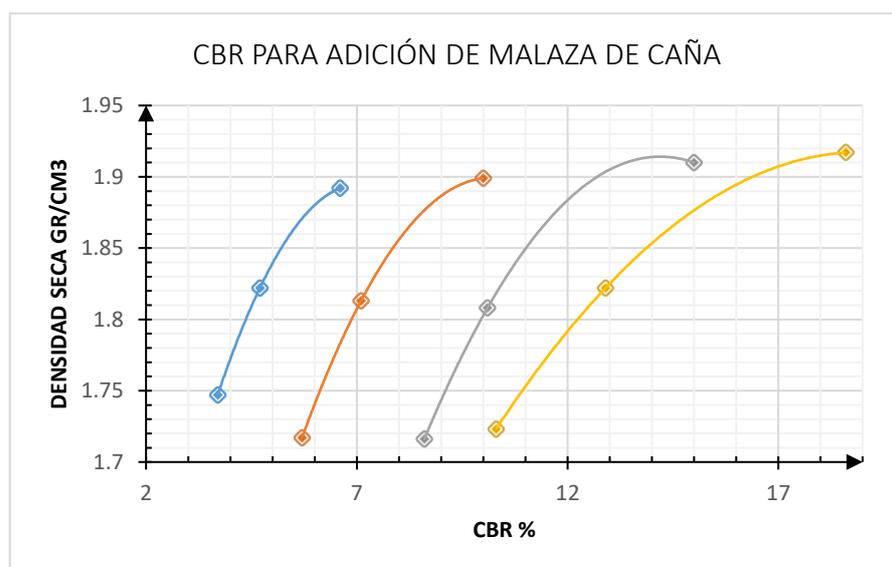


Figura 4.6 Resultados del ensayo CBR C-03

**Interpretación:** En la figura 4.6 se muestra que la capacidad portante en suelo natural es de 6.8%, así mismo la capacidad portante varía entre 9.9%, 14.9%, 18.3% para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. La máxima capacidad portante obtenida es de 18.2% con una adición de 8% de melaza de caña

#### **4.4.3. Resultado de la Determinación del módulo de resiliencia con adición de melaza de caña**

Tabla 4.19 Resultados Modulo de resiliencia C-01

N° Muestra	Melaza de caña	CBR, con adición de melaza de caña	Módulo de Resiliencia (psi)
0	0%	6.8	8713.58
1	3%	10.90	11785.39
2	5%	15.00	14457.37
3	8%	18.20	16362.01

**Interpretación:** En la tabla 4.19 se muestra que el módulo de resiliencia que varía entre 11785.39 psi, 14457.37 psi, 16362.01 psi para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. El máximo módulo de resiliencia obtenido es de 16362.01 psi con una adición de 8% de melaza de caña.

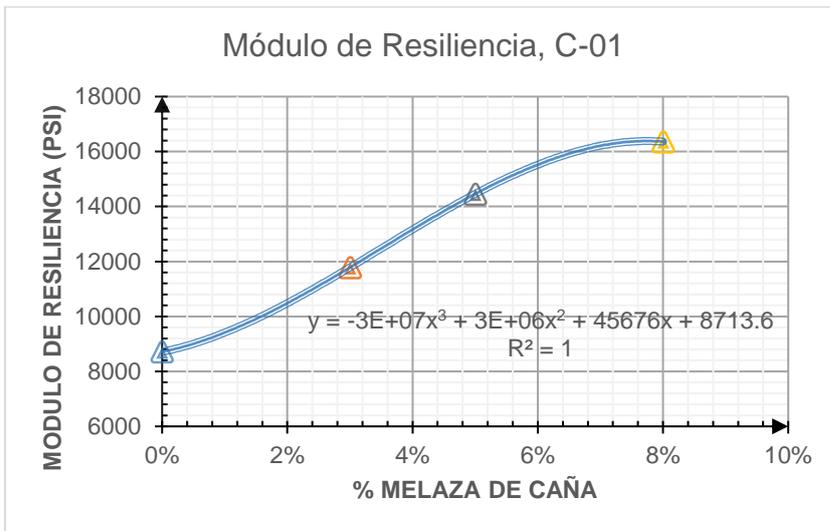


Figura 4.7 Resultados Modulo de resiliencia C-01

**Interpretación:** En la figura 4.7 se muestra que el módulo de resiliencia que varía entre 11785.39 psi, 14457.37 psi, 16362.01 psi para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. El máximo módulo de resiliencia obtenido es de 16362.01 psi con una adición de 8% de melaza de caña.

Tabla 4.20 Resultados Modulo de resiliencia C-02

Nº Muestra	Melaza de caña	CBR, con adición de melaza de caña	Módulo de Resiliencia (psi)
0	0%	6.5	8465.555
1	3%	9.80	11009.703
2	5%	14.20	13959.037
3	8%	17.10	15722.023

**Interpretación:** En la tabla 4.20 se muestra que el módulo de resiliencia que varía entre 11009.703 psi, 13959.037psi, 15722.023 psi para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. El máximo módulo de resiliencia obtenido es de 15722.023 psi con una adición de 8% de melaza de caña.

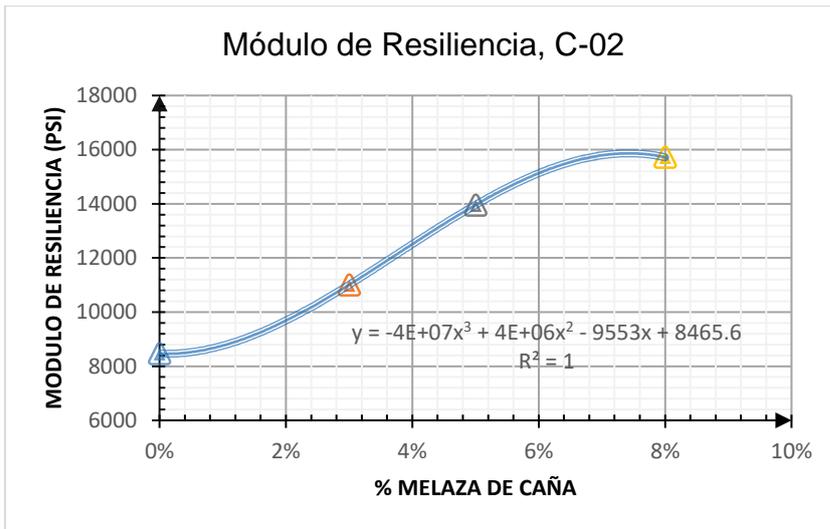


Figura 4.8 Resultados Modulo de resiliencia C-02

**Interpretación:** En la figura 4.8 se muestra que el módulo de resiliencia que varía entre 11009.703 psi, 13959.037psi, 15722.023 psi para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. El máximo módulo de resiliencia obtenido es de 15722.023 psi con una adición de 8% de melaza de caña.

Tabla 4.21 Resultados Modulo de resiliencia C-03

Nº Muestra	Melaza de caña	CBR, con adición de melaza de caña	Módulo de Resiliencia (psi)
0	0%	6.6	8548.679
1	3%	9.90	11081.471
2	5%	14.90	14395.611
3	8%	18.30	16419.488

**Interpretación:** En la tabla 4.21 se muestra que el módulo de resiliencia que varía entre 11081.471 psi, 14395.611 psi, 16419.488 psi para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. El máximo módulo de resiliencia obtenido es de 16419.488 psi con una adición de 8% de melaza de caña.

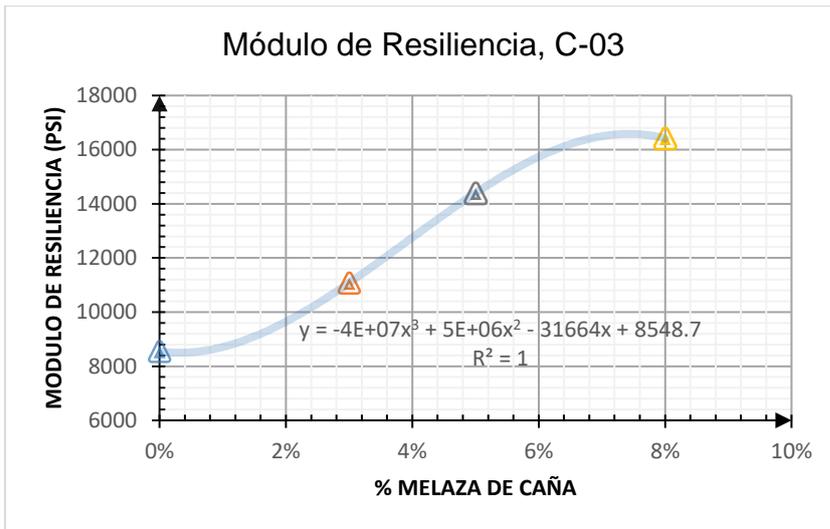


Figura 4.9 Resultados Modulo de resiliencia C-03

**Interpretación:** En la figura 4.9 se muestra que el módulo de resiliencia que varía entre 11081.471 psi, 14395.611 psi, 16419.488 psi para adición de melaza de caña de 3%, 5% y 8% respectivamente. El máximo módulo de resiliencia obtenido es de 16419.488 psi con una adición de 8% de melaza de caña.

#### 4.4.4. Resultado de la determinación de la variación de la Estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña

Tabla 4.22 Resultado de la variación de la MDS

	M. Patrón		3% melaza de caña		5% melaza de caña		8% melaza de caña	
	O.C.H (%)	M.D.S (gr/cm3)	O.C.H (%)	M.D.S (gr/cm3)	O.C.H (%)	M.D.S (gr/cm3)	O.C.H (%)	M.D.S (gr/cm3)
C-01	11.10	1.89	11.45	1.90	12.25	1.91	12.80	1.917
C-02	10.80	1.88	11.35	1.89	11.75	1.90	12.40	1.909
C-03	10.35	1.89	10.90	1.90	11.20	1.91	11.90	1.915

**Interpretación:** En la tabla 4.22 se muestra que para las tres calicatas la mejor dosificación fue la adición 8% de melaza de caña variando su OCH entre 12.8%, 12.4%, 11.9% y su MDS entre 1.917 gr/cm3, 1.91 gr/cm3, 1.915 gr/cm3 para las calicatas C-01, C-02, C-03 respectivamente. La máxima densidad seca obtenida fue de 1.917 gr/cm3 para la C-01 con una adición de 8% melaza de caña.

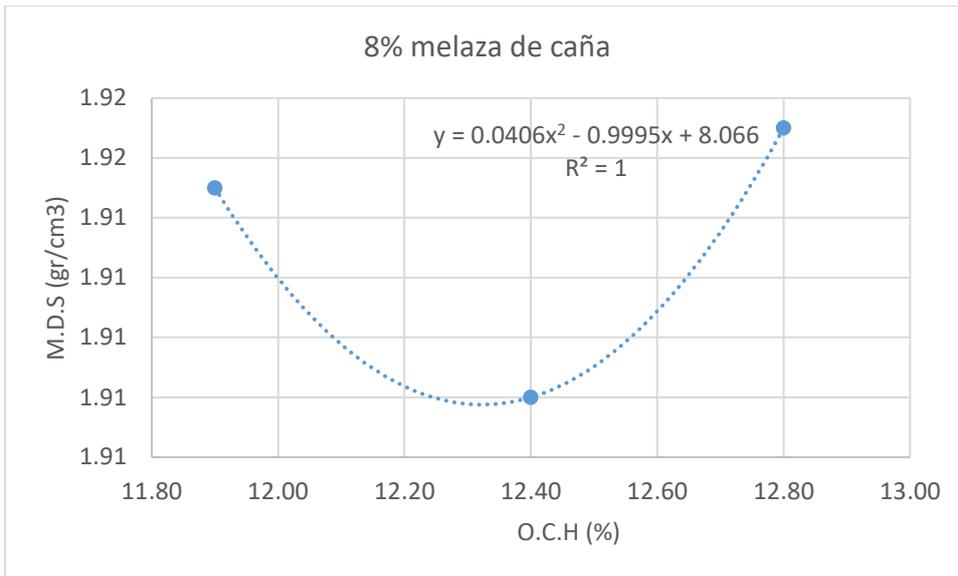


Figura 4.10 Resultado de la variación de la MDS

**Interpretación:** En la figura 4.10 se muestra que para las tres calicatas la mejor dosificación fue la adición 8% de melaza de caña variando su OCH entre 12.8%, 12.4%, 11.9% y su MDS entre 1.917 gr/cm<sup>3</sup>, 1.91 gr/cm<sup>3</sup>, 1.915 gr/cm<sup>3</sup> para las calicatas C-01, C-02, C-03 respectivamente. La máxima densidad seca obtenida fue de 1.917 gr/cm<sup>3</sup> para la C-01 con una adición de 8% melaza de caña.

Tabla 4.23 Resultado de la variación del CBR

	CBR 0% melaza de caña	CBR 3% melaza de caña	CBR 5% melaza de caña	CBR 8% melaza de caña
C-01	6.80	10.90	15.00	18.20
C-02	6.50	9.80	14.20	17.10
C-03	6.60	9.90	14.90	18.30

**Interpretación:** En la tabla 4.23 se muestra que para las tres calicatas la mejor dosificación fue la adición 8% de melaza de caña variando CBR entre 18.2%, 17.1%, 18.3 para las calicatas C-01, C-02, C-03 respectivamente. El máximo CBR obtenido fue de 18.3% para la C-3 con una adición de 8% melaza de caña.

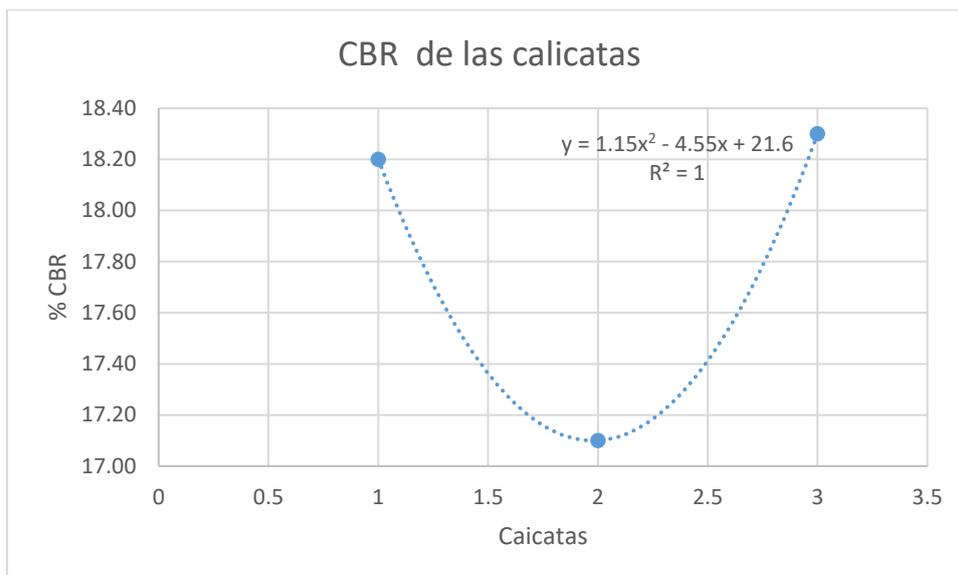


Figura 4.11 Resultado de la variación del CBR

**Interpretación:** En la tabla 4.11 se muestra que para las tres calicatas la mejor dosificación fue la adición 8% de melaza de caña variando CBR entre 18.2%, 17.1%, 18.3 para las calicatas C-01, C-02, C-03 respectivamente. El máximo CBR obtenido fue de 18.3% para la C-3 con una adición de 8% melaza de caña.

Tabla 4.24 Resultado de la variación del Mr

Nº Muestra	Módulo de Resiliencia (psi) 0% melaza de caña	Módulo de Resiliencia (psi) 3% melaza de caña	Módulo de Resiliencia (psi) 5% melaza de caña	Módulo de Resiliencia (psi) 8% melaza de caña
C-01	8713.580	11785.387	14457.370	16362.008
C-02	8465.555	11009.703	13959.037	15722.023
C-03	8548.679	11081.471	14395.611	16419.488

**Interpretación:** En la tabla 4.24 se muestra que para las tres calicatas el módulo de resiliencia aumenta favorablemente para la dosificación de 8% de melaza de caña variando el Mr entre 16362.008 psi, 15722.023 psi, 16419.488 psi para las calicatas C-01, C-02, C-03 respectivamente. El máximo Mr obtenido fue de 16419.488 psi para la C-03 con una adición de 8% melaza de caña.

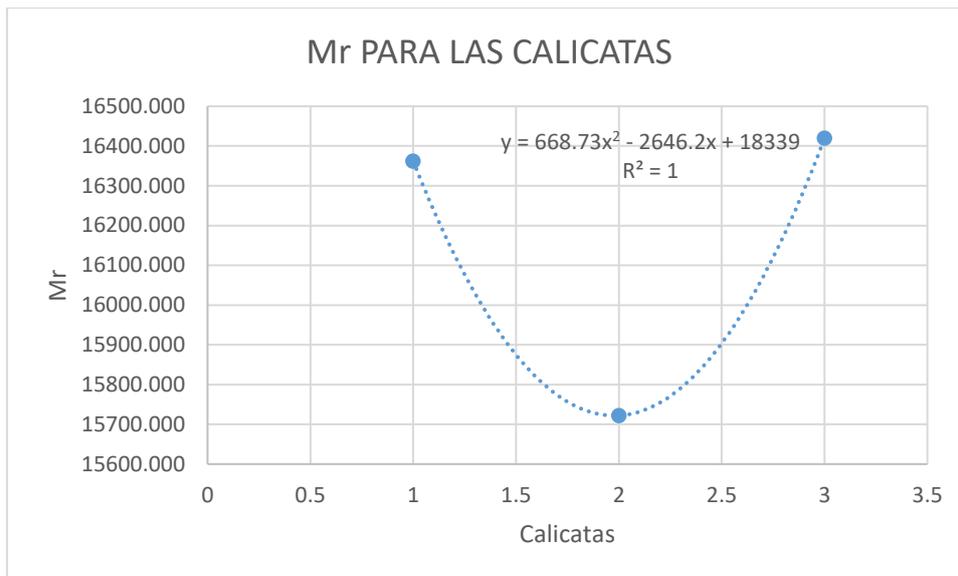


Figura 4.12 Mr para las calicatas C-01, C-02, C-03

**Interpretación:** En la Figura 4.12 se muestra que para las tres calicatas el módulo de resiliencia aumenta favorablemente para la dosificación de 8% de melaza de caña variando el Mr entre 16362.008 psi, 15722.023 psi, 16419.488 psi para las calicatas C-01, C-02, C-03 respectivamente. El máximo Mr obtenido fue de 16419.488 psi para la C-03 con una adición de 8% melaza de caña.

## Contraste de hipótesis

### Hipótesis específica 1

H0: La máxima densidad seca de la subrasante con adición de melaza de caña no varía mesuradamente carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

H1: La máxima densidad seca de la subrasante con adición de melaza de caña varía mesuradamente carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

Tabla 4.25 Correlación % melaza de caña, MDS

		Melaza de caña	Estabilización de subrasantes blandas (MDS)
Melaza de caña	Correlación de Pearson	1	,989*
	Sig. (bilateral)		.011
	N	4	4
Estabilización de subrasantes blandas	Correlación de Pearson	,989*	1
	Sig. (bilateral)	.011	
	N	4	4

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

El valor r de Pearson es de 0.989 además esta correlación es significativa por lo que se puede afirmar con un 95% de confianza que en ámbito de estudio hay una correlación positiva muy alta entre la variable melaza de caña y la variable estabilización de subrasantes blandas, el valor de significancia bilateral de 0.011 que se encuentra por debajo de 0.05 requerido

Por lo que la H1: La máxima densidad seca de la subrasante con adición de melaza de caña varía mesuradamente carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021, es aceptada

## Hipótesis específica 2

H0: La capacidad portante con adición de melaza de caña no cambia moderadamente carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

H1: La capacidad portante con adición de melaza de caña cambia moderadamente carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

Tabla 4.26 Correlación % melaza de caña, CBR

		Melaza de caña	Estabilización de subrasantes blandas (CBR)
Melaza de caña	Correlación de Pearson	1	,987*
	Sig. (bilateral)		.013
	N	4	4
Estabilización de subrasantes blandas	Correlación de Pearson	,987*	1
	Sig. (bilateral)	.013	
	N	4	4

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

El valor r de Pearson es de 0.987 además esta correlación es significativa por lo que se puede afirmar con un 95% de confianza que en ámbito de estudio hay una correlación positiva muy alta entre la variable melaza de caña y la variable estabilización de subrasantes blandas, el valor de significancia bilateral de 0.01 que se encuentra por debajo de 0.05 requerido

Por lo que la H1: La capacidad portante con adición de melaza de caña cambia moderadamente carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021, es aceptada

### Hipótesis específica 3

H0: El módulo de resiliencia no varía moderadamente con adición de melaza de caña varía moderadamente carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

H1: El módulo de resiliencia varía moderadamente con adición de melaza de caña varía moderadamente carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

Tabla 4.27 Correlación % melaza de caña, Mr

		Melaza de caña	Estabilización de subrasantes blandas (Mr)
Melaza de caña	Correlación de Pearson	1	,987*
	Sig. (bilateral)		.013
	N	4	4
Estabilización de subrasantes blandas	Correlación de Pearson	,987*	1
	Sig. (bilateral)	.013	
	N	4	4

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

El valor r de Pearson es de 0.987 además esta correlación es significativa por lo que se puede afirmar con un 95% de confianza que en ámbito de estudio hay una correlación positiva muy alta entre la variable melaza de caña y la variable estabilización de subrasantes blandas, el valor de significancia bilateral de 0.01 que se encuentra por debajo de 0.05 requerido

Por lo que la H1: El módulo de resiliencia varía moderadamente con adición de melaza de caña varía moderadamente carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021, es aceptada

## Hipótesis general

H0: La estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, no varía significativamente, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

H1 La estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, varía significativamente, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

Tabla 4.28 Correlación % melaza de caña, Estabilización de subrasantes blandas

		Melaza de caña	Estabilización de subrasantes
Melaza de caña	Correlación de Pearson	1	,987*
	Sig. (bilateral)		.013
	N	4	4
Estabilización de subrasantes blandas	Correlación de Pearson	,987*	1
	Sig. (bilateral)	.013	
	N	4	4

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

El valor r de Pearson es de 0.987 además esta correlación es significativa por lo que se puede afirmar con un 95% de confianza que en ámbito de estudio hay una correlación positiva muy alta entre la variable melaza de caña y la variable estabilización de subrasantes blandas, el valor de significancia bilateral de 0.01 que se encuentra por debajo de 0.05 requerido

Por lo que la H1: La estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, varía significativamente, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021, es aceptada

## V. DISCUSIÓN

Las discusiones se realizaron en el orden de los objetivos específicos y el objetivo general.

Discusión 1:

La máxima densidad seca para las tres calicatas la mejor dosificación fue la adición 8% de melaza de caña variando su OCH entre 12.8%, 12.35%, 11.9% y su MDS entre 1.917 gr/cm<sup>3</sup>, 1.91 gr/cm<sup>3</sup>, 1.915gr/cm<sup>3</sup> para las calicatas C-01, C-02, C-03 respectivamente. La máxima densidad seca obtenida fue de 1.917 gr/cm<sup>3</sup> para la C-01 con una adición de 8% melaza de caña.

Al respecto Cordova Rubin, (2018) citado como antecedente nacional en la cual adiciona vinaza de caña sobre el CBR del afirmado obtuvo una máxima densidad seca de 1.741 gr/cm<sup>3</sup> ± 0.0 gr/cm<sup>3</sup> para una adición de 75% de vinaza de caña de azúcar + 25% de agua. Asimismo, Benavides Hidalgo (2016) citado como antecedente internacional en el cual adiciono enzimas orgánicas en subrasantes en el cual obtuvo una máxima densidad seca de 1.164 gr/cm<sup>3</sup> ± 0.05 gr/cm<sup>3</sup>.

Como se puede observar los valores determinados para este ítem son similares con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

Discusión 2: La capacidad portante para las tres calicatas la mejor dosificación fue la adición 8% de melaza de caña variando CBR entre 18.2%,17.1%,18.3% para las calicatas C-01, C-02, C-03 respectivamente. El máximo CBR obtenido fue de 18.3% para la C-03 con una adición de 8% melaza de caña.

Al respecto Cordova Rubin, (2018) citado como antecedente nacional en la cual adiciona miel de caña sobre el CBR del afirmado obtuvo un CBR máximo de 14.4% para una adición de 10% de vinaza de caña, Benavides Hidalgo (2016) Citado como antecedente internacional en el cual adiciono enzimas orgánicas en subrasantes en el cual obtuvo un máximo, CBR de 9.2%

Como se puede observar los valores determinados para este ítem son similares con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

Discusión 3: El módulo de resiliencia para las tres calicatas el módulo de resiliencia aumenta favorablemente para la dosificación de 8% de melaza de caña variando el Mr entre 16362.01 psi, 15722.023 psi, 16419.488 psi para las calicatas C-01, C-02,

C-03 respectivamente. El máximo Mr obtenido fue de 16419.488 psi para la C-03 con una adición de 8% melaza de caña.

Al respecto Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) indica que cuan mayor un índice de resiliencia mejor son las propiedades físicas del suelo así mismo, Caamaño Murillo (2016) Citado como antecedente internacional en el cual mejoro un suelo blando el cual obtuvo un máximo índice de resiliencia de 20250.089 psi como se puede observar los valores determinados para este ítem son similares con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

Discusión 4: El estudio de investigación determinó la variación de subrasantes blandas con adición de melaza de caña en la carretera Quebrada Versalles, Cusco 2021 obteniéndose un incremento en el CBR de la subrasante por ende un incremento en el módulo de resiliencia, como tal el mejor tratamiento fue de adición de 8% de melaza de caña, el cual alcanzo un MDS de 1.917 gr/cm<sup>3</sup>, CBR de 18.3% y un módulo de resiliencia de 16419.488 psi Al respecto Cordova Rubin, (2018) citado como antecedente nacional en la cual adiciona vinaza de caña de azúcar obtuvo un máximo CBR de 14.4%± 0.01 % así mismo, Caamaño Murillo (2016) Citado como antecedente internacional en el cual adiciono aditivos alternativos en subrasantes en el cual obtuvo un máximo CBR de 75% como se puede observar los valores determinados para este ítem son similares con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

## VI CONCLUSIÓN

Las conclusiones que se presentaran a continuación están en orden de acuerdo a los objetivos específicos y el objetivo general.

### Conclusión 1:

Se cuantificó la máxima densidad seca de la subrasante con adición de melaza de caña, carretera Quebrada – Versalles, Cusco 2021, porque adicionando 8% de melaza de caña para las tres calicatas aumenta su máxima densidad seca. La máxima densidad seca para las tres calicatas la mejor dosificación fue la adición 8% de melaza de caña variando su OCH entre 12.8%, 12.4%, 11.9% y su MDS entre 1.917 gr/cm<sup>3</sup>, 1.908 gr/cm<sup>3</sup>, 1.915gr/cm<sup>3</sup> para las calicatas C-01, C-02, C-03 respectivamente. La máxima densidad seca obtenida fue de 1.917 gr/cm<sup>3</sup> para la C-01 con una adición de 8% melaza de caña. Logrando aumentar su densidad de 1.881 gr/cm<sup>3</sup> a 1.92 gr/cm<sup>3</sup> del suelo blando.

### Conclusión 2:

Se estimó la capacidad portante con adición de melaza de caña, carretera Quebrada – Versalles, Cusco 2021, porque adicionando 8% de melaza de caña para las tres calicatas aumenta su capacidad de soporte (CBR). La capacidad portante para las tres calicatas la mejor dosificación fue la adición 8% de melaza de caña variando CBR entre 18.2%, 17.1%, 18.3 para las calicatas C-01, C-02, C-03 respectivamente. El máximo CBR obtenido fue de 18.3% para la C-03 con una adición de 8% melaza de caña. Alcanzando una subrasante de categoría buena variando su CBR de 6.8% a 18.2%.

### Conclusión 3:

Se determinó el módulo de resiliencia con adición de melaza de caña, carretera Quebrada – Versalles, Cusco 2021, porque adicionando 8% de melaza de caña para las tres calicatas aumenta su módulo de resiliencia. El módulo de resiliencia para las tres calicatas el módulo de resiliencia aumenta favorablemente para la dosificación de 8% de melaza de caña variando el Mr entre 16362.008 psi, 15722.023 psi, 16419.488 psi para las calicatas C-01, C-02, C-03 respectivamente.

El máximo Mr obtenido fue de 16419.488 para la C-03 con una adición de 8% melaza de caña. Obteniendo un módulo de resiliencia mayor al de la subrasante natural variando de 8713.58 psi a 16362.01.

#### Conclusión 4:

Se determinó la variación de la estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, carretera Quebrada – Versalles, Cusco 2021, porque adicionando 8% de melaza de caña para las tres calicatas aumenta su máxima densidad seca, capacidad de soporte (CBR) y su módulo de resiliencia, se demostró que la adición de melaza de caña en la carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021, se confirma que, si varía la estabilización de la subrasante ya que a medida que aumentan las proporciones de compuestos inorgánicos los efectos la estabilización mejoran

,

## **VII. RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones que se presentaran a continuación están en orden de acuerdo a los objetivos específicos y el objetivo general.

Recomendación 1: se recomienda adicionar melaza de caña hasta un máximo de 8%, para un mejor resultado en la máxima densidad seca.

Recomendación 2: se recomienda adicionar melaza de caña hasta un máximo de 8%, para obtener una buena capacidad portante, un CBR favorable.

Recomendación 3: se recomienda adicionar melaza de caña hasta un máximo de 8%, para obtener un módulo de resiliencia favorable.

Recomendación 4: Se recomienda estabilizar la subrasante con la adición de melaza de caña con un porcentaje de 8% se recomienda no exceder en incrementar más porcentaje de melaza de caña ya que disminuiría sus propiedades en cuanto a la densidad seca, CBR y el módulo de resiliencia.

## REFERENCIAS

- American Association of State Highway and Transportation Officials, (AASHTO). 2008.** *Mechanistic Empirical Pavement Design Guide, (MEPDG)*. 2008.
- Arias, Fidias G. 2012.** *El Proyecto de Investigación*. Caracas : EDITORIAL EPISTEME, C.A, 2012. 980-07-8529-9.
- Barek Orti, Luis Andrés. 2015.** *MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS USANDO SÁBILA, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS RURALES*. SAMBORONDÓN : s.n., 2015.
- Becerra Vasquez, Yesica Navel. 2019.** *ADICIÓN DE MIEL DE CAÑA SOBRE EL CBR DEL AFIRMADO DE LA CANTERA EL GAVILÁN, CAJAMARCA 2017*. Cajamarca : s.n., 2019.
- Behar Rivero, Daniel S. 2008.** *Metodología de la investigación*. s.l. : Editorial Shalom, 2008. 978-959-212-783-7 .
- Benavides Hidalgo, Ismael Deivys. 2016.** *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PROCESOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELO CON ENZIMAS ORGÁNICAS Y SUELO-CEMENTO, APLICADO A SUELOS ARCILLOSOS DE SUB-RASANTE*. Ambato : s.n., 2016.
- Bostwick, G.J y Kyte, N.S. 2005.** *Research and evaluation. Quantitative and qualitative approaches*. Nueva York : Oxford University Press, 2005.
- Bunge, Mario. 2004.** *La Investigación Científica*. Barcelona : Siglo veintiuno editores, 2004. 9682322251.
- Caamaño Murillo, Ivan Alberto. 2016.** *MEJORAMIENTO DE UN SUELO BLANDO DE SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE ARROZ Y SU EFECTO EN EL MÓDULO RESILIENTE*. Bogota : s.n., 2016.
- Cahuana Cabanillas, Freddy Samuel. 2016.** *DOSIFICACIÓN OPTIMA DEL CLORURO DE CALCIO Y LA MELAZA DE CAÑA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE BARRANCA 2016*. Huaraz : s.n., 2016.
- Campbell, Donald T y Stanlcy, Julian C. 1995.** *Disenos experimentales y cuadiexperimentales en la investigación social*. Buenos aires : s.n., 1995.

- Cordova Rubin, Jeffry Waldir. 2018.** *UTILIZACION DE LA VINAZA DE CAÑA AZUCAR PARA ESTABILIZAR SUELOS COHESIVOS, HUANCAYO.* Huancayo : s.n., 2018.
- Cotos Morales, Raúl Carlos. 2019.** *Mecánica de Fluidos.* Trujillo : Ediciones Carolina, 2019. 78-612-4308-16-1.
- Das, Braja M. 2011.** *Fundamentos de Ingenieria de cimentacones.* 2011. 987-607-481-747-8.
- Delgado R, Martha Beatriz. 2002.** *Aspectos éticos de toda investigación consentimiento informado. ¿Puede convertirse la experiencia.* Bogotá : s.n., 2002. 0120-3347.
- Domingo, Agustín Martin. 2011.** *Apuntes de Mecánica de Fluidos.* 2011. 1997-2011.
- Escudero Sánchez, Carlos leonel y Cortez Suarez, Liliana Alexadra. 2018.** *Técnicas y métodos cualitativos para lainvestigcion cientifica .* Ecuador : Editorial UTMACH, 2018. 978-9942-24-092-7.
- Fajardo Castillo, Erika Esperanza y Sarmiento Forero, Sandra Constanza. 2007.** *Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de saccharomyces cerevisiae.* Bogotá : s.n., 2007.
- Farfan Manotupa, Jhoan. 2021.** *Estabilización de subrasantes blandos con aditivos naturales en la vía de evitamiento Abancay, Apurímac, 2020.* Lima : s.n., 2021.
- Garzón Florian, Juan David y Henao Alfonso, Brayán Daniel. 2019.** *ESTUDIO DE ALTERNATIVA PARA LA ESTABILIDAD DE UN SUELO UTILIZANDO MATERIALES RECICLABLES VS GEOCELDAS ERIALES RECICLABLES VS GEOCELDAS.* Bogota : s.n., 2019.
- Hassnen Mosa, Jafer, Abbas Kadium, Obaid y Ahmed Hassan, Hadi. 2013.** *STABILIZATION OF SOFT SOIL SUBGRADE LAYERS BY USING LIME-MICRO SILICA FUME MIXTURE.* 2013. 20723875.
- Hernández Sampieri, Roberto. 1991.** *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.* 1991. 968-422-931-3.
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014.** *Metodologia de la investigación sexta edición.* Mexico : s.n., 2014. 978-1-4562-2396-0.

*Infraestructura vial*. **Manrique Bautista, Jhair Andrés, Jimenez Serpa, Jose Carlos y Salas Rondón, Miller Humberto. 2019.** 38, Costa Rica : Universidad de Costa Rica, 2019, Vol. 21. 2215-3705.

**Johnson, David W y Johnson, Roger T. 2014.** *Cooperative Learning in 21st Century*. USA : s.n., 2014.

**Junco del Pino, Juan M. 2011.** *Aditivo químico obtenido de sales cuaternarias empleado para la estabilización de suelos*. Cuba : s.n., 2011.

**Kellstedt, Paul M. y Whitten, Guy D. 2013.** *Political science research*. 2013. 9781139104258.

**Loaiza Larreategui, Jorge Israel. 2017.** *MEJORAMIENTO DE SUELOS GP CON VINAZA*. SAMBORONDON : s.n., 2017.

**Lozada, José. 2014.** *Investigación aplicada: definicion intelectual, propiedad intelectual e industria*. Quito : s.n., 2014.

**Mathinson, Sandra. 2004.** *Encyclopedia of evaluation*. London : Sage úblications, Inc., 2004. 0761926097.

**Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (MTC). 2013.** *Manual de Carretras Suellos, Geoogia, Geotecnia y Pavimentos*. Lima : s.n., 2013.

**Montealegre, Martha Herrera. 2014.** *DETERMINACIÓN DEL MÓDULO RESILIENTE DE DISEÑO DE PAVIMENTOS MEDIANTE CRITERIOS ASSHTO 1993 Y 2002* . Piura : s.n., 2014.

**Montejo Fonseca, Alfonso, Montejo Piratova, Alejandro y Montejo Piratova, Alberto. 2018.** *Estabilización de suelos*. Bogota-Colombia : Ediciones de la U, 2018. 978-958-762-878-4.

**MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2012.** *Registro Nacional de Carreteras (RENAC)*. Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2012.

**Muñoz Rocha, Carlos I. 2015.** *Metodologia de la investigación*. Mexico : s.n., 2015. 9786074265422.

**Oseda Gago, Dulio. 2008.** *Confiabilidad y validez de instrumentos de investigación*. Lima : s.n., 2008.

**Quijano Otalora, Yubber Alonso y Melo Herrera, Juan Sebastián. 2020.** *Análisis de la variación de la densidad seca máxima y humedad*. Bogotá : s.n., 2020.

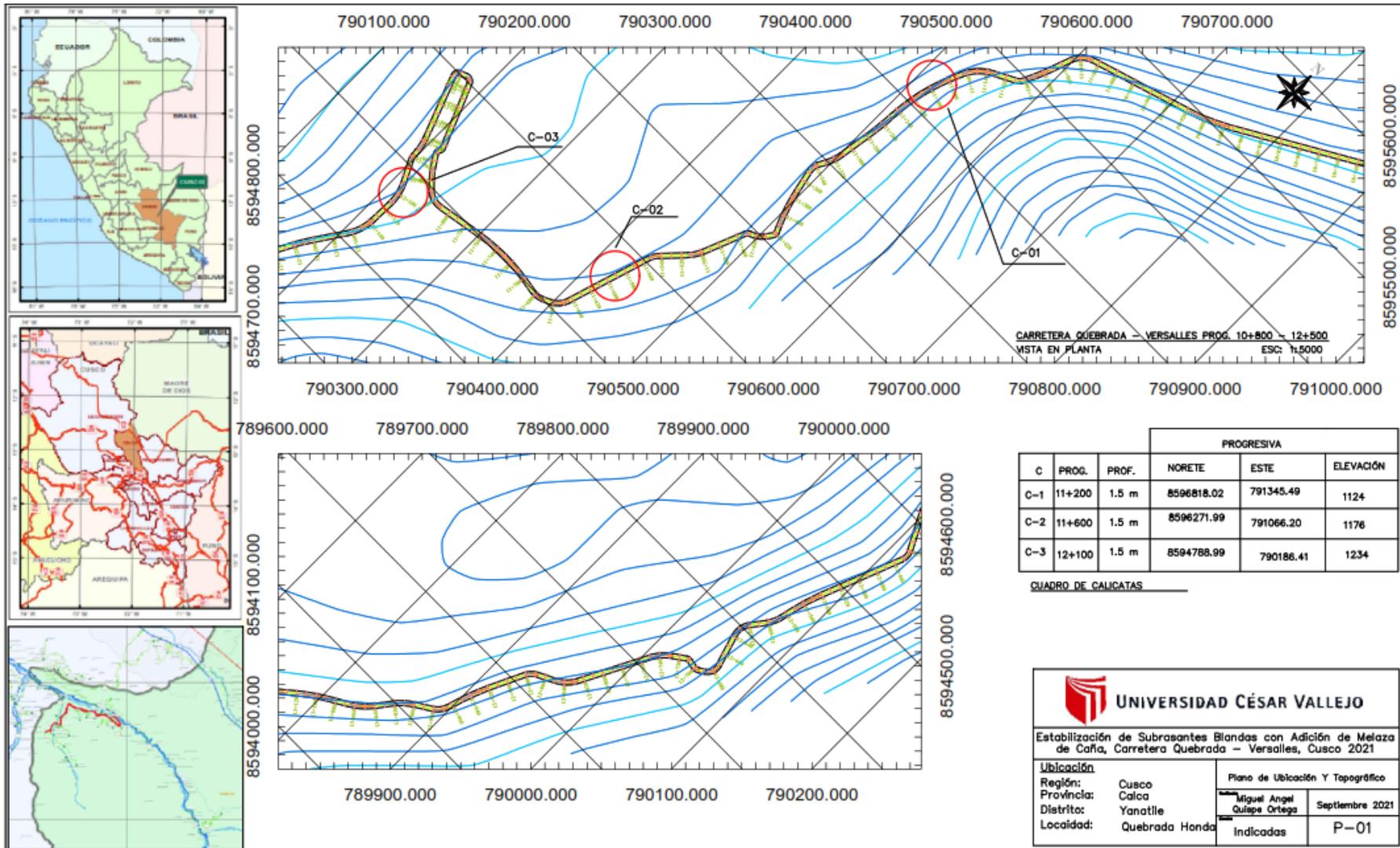
- Ruiz Bolívar, Carlos. 2002.** *Instrumentos y técnicas de la investigación educativa.* USA : s.n., 2002.
- Terzaghi, Karl Von. 1943.** *Theoretical soil mechanics.* New York : s.n., 1943.
- Tuesta Tuesta, Cesar Augusto. 2020.** *Diseño de la capa de rodadura con material romerillo y la adición de melaza de caña para su uso en la vía baños sulfurosos - Shucshuyacu, distrito de Japelacio, Moyobamba – 2020.*  
Moyobamba : s.n., 2020.
- Universitas Indonesia, FACULTY OF ENGINEERING. 2015.** *SOIL MECHANICS EXPERIMENTS HANDBOOK.* Depok : s.n., 2015.
- Valencia Lescano, Ana Laura y Sandoval, Zapata. 2014.** *Remoción del calcio y magnesio de la melaza para el mejoramiento del proceso de fermentación.* 2014.

## ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia. “Estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Método
<p>Problema general: ¿Cuánto varía la Estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021?</p> <p>Problemas específicos ¿En cuánto varía la máxima densidad seca de la subrasante con adición de melaza de caña carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021?</p> <p>¿Cómo cambia la capacidad portante con adición de Melaza de caña, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021?</p> <p>¿Cuánto varía modulo de resiliencia con adición de melaza de caña carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la variación de la Estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Cuantificar la máxima densidad seca de la subrasante con adición de Melaza de caña carretera Quebrada - Versalles Cusco 2021</p> <p>Estimar la capacidad portante con adición de melaza de caña Quebrada - Versalles, Cusco 2021</p> <p>Determinar el módulo de resiliencia con adición de melaza de caña carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> La Estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, varía significativamente, carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> La máxima densidad seca de la subrasante con adición de melaza de caña varía mesuradamente carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021</p> <p>La capacidad portante con adición de melaza de caña cambia moderadamente carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021</p> <p>El modulo de resiliencia varía moderadamente con adición de melaza de caña varía moderadamente carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021</p>	<p>V1: Melaza de caña</p> <p>V2: Estabilización de subrasantes blandas</p>	<p>D1: Viscosidad</p> <p>D2: Peso específico</p> <p>D3: Dosificación</p> <p>D1: Máxima densidad seca</p> <p>D2: Capacidad portante (CBR)</p> <p>D3: Modulo de resiliencia</p>	<p>I1: 0.1poise I2: 1.4poise I3: 2.2poise</p> <p>I1: 1.5gr/ml I2: 1.8gr/ml I3: 2gr/ml</p> <p>I1: 3%-5% I2: 5%-8% I3: 8%-10%</p> <p>I1: &lt;95% I2: :95% - 100% I3: &gt;100%</p> <p>I1: CBR&lt;6% I2: 6%&lt;CBR≥ 10% I3: 10%&lt;CBR≥15 %</p> <p>I1: 2555*CBR<sup>0.64</sup> I2: 2555*CBR<sup>0.64</sup> I3: 2555*CBR<sup>0.64</sup></p>	<p><b>Método:</b> cumulo de procedimientos para elaborar resoluciones de los conflictos. Se considera el método <b>Científico</b>.</p> <p><b>Tipo:</b> solucionan problemas del entorno Se considera de tipo <b>Aplicada</b>.</p> <p><b>Nivel:</b> van más allá de la descripción de conceptos. Se considera a nivel <b>Explicativo</b>.</p> <p><b>Diseño:</b> es aquellas en las cuales se manipulan las variables. Se considera el diseño <b>Experimental</b>.</p> <p><b>Población:</b> Carretera Quebrada – Versalles de 15km</p> <p><b>Muestra:</b> 1km de la Carretera Quebrada – Versalles prog. 1+100 – 2+100</p> <p><b>Instrumentos:</b> Ficha Técnica</p>

Anexo 2: Plano carretera Quebrada – Versailles, Cusco.



### Anexo 3: Instrumento de Recopilación de Datos

**FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS**  
 PROYECTO: "Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña  
 AUTOR: Quispe Ortega, Miguel Angel CARRETERA QUEBRADA - VERSALES, CUSCO 2021"

						Experto
<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>						<b>A</b>
UBICACIÓN:						
DISTRITO:	YANATILE		ALTITUD:	1124msnm		
PROVINCIA:	CALCA		LATITUD:	12° 40' 54.7" S		
REGION:	CUSCO		LONGITUD:	72° 16' 39.5" O		
<b>II.- Viscosidad</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
0.1	poise	1.4	poise	2.2	poise	
<b>III.- Peso específico</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
1.5	gr/ml	1.8	gr/ml	2	gr/ml	
<b>IV.- Dosificación</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	0.80
3%-5%	%	5%-8%	%	8%-10%	%	
<b>V.- Maxima densidad Seca</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
>90%	%	90%-95%	%	95%-100%	%	
<b>VI.- Capacidad portante</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
CBR<6%	%	6%<CBR≥ 10%	%	6%<CBR≥ 15%	%	
<b>VII.- Modulo de Resiliencia</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
$M_r = 2555 \times CBR^{0.64}$	Mpa	$M_r = 2555 \times CBR^{0.64}$	Mpa	$M_r = 2555 \times CBR^{0.64}$	Mpa	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>						
ECHARRI SAENZ LUIS OCTAVIO						
<b>PROFESION:</b>						
ING. CIVIL						
<b>REGISTRO CIP No:</b>						
57347						
<b>EMAIL:</b>						
echasaez@hotmail.com						
<b>TELEFONO:</b>						
984 652296						

  
 ING. LUIS OCTAVIO ECHARRI Saenz  
 CIP. 57347

**FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS**

PROYECTO: Estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, carretra Quebrada - Versalles, Cusco 2021

AUTOR: Quispe Ortega, Miguel Angel

						Experto
<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>						
UBICACIÓN:						
DISTRITO:	Yanatile	ALTITUD:	1124 m.s.n.m			
PROVINCIA:	Calca	LATITUD:	12° 40' 54.7" S			
REGION:	Cusco	LONGITUD:	72° 46' 39.5" O			
<b>II.- Viscosidad</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	0.8
0.1	poise	1.4	poise	2.2	poise	
<b>III.- Peso específico</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	0.9
1.5	gr/ml	1.8	gr/ml	2	gr/ml	
<b>IV.- Dosificación</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	0.95
3%-5%	%	5%-8%	%	8%-10%	%	
<b>V.- Maxima densidad Seca</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
>90%	%	90%-95%	%	95%-100%	%	
<b>VI.- Capacidad portante</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
CBR<6%	%	6%<CBR≥ 10%	%	6%<CBR≥ 15%	%	
<b>VII.- Modulo de Resiliencia</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
$Mr = 2555 \times CBR^{0.64}$	Mpa	$Mr = 2555 \times CBR^{0.64}$	Mpa	$Mr = 2555 \times CBR^{0.64}$	Mpa	
APELLIDOS Y NOMBRES:	ALONSO PALOMINO ERICK E.					
PROFESION:	INGENIERO CIVIL					
REGISTRO CIP No:	84205					
EMAIL:	ERIALPA@hotmail.com					
TELEFONO:	972641000					

**FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS**

PROYECTO: Estabilización de subrasantes blandas con adición de melaza de caña, carretra Quebrada - Versalles, Cusco 2021

AUTOR: Quispe Ortega, Miguel Angel

						Experto
<b>I.- INFORMACIÓN GENERAL:</b>						
UBICACIÓN:						
DISTRITO:	Yanatile	ALTITUD:	1124 m.s.n.m.			
PROVINCIA:	Calca	LATITUD:	12° 40' 54.7" S.			
REGION:	Cusco	LONGITUD:	72° 16' 39.5" O.			
<b>II.- Viscosidad</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	0.95
0.1	poise	1.4	poise	2.2	poise	
<b>III.- Peso específico</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
1.5	gr/ml	1.8	gr/ml	2	gr/ml	
<b>IV.- Dosificación</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
3%-5%	%	5%-8%	%	8%-10%	%	
<b>V.- Maxima densidad Seca</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
>90%	%	90%-95%	%	95%-100%	%	
<b>VI.- Capacidad portante</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
CBR<6%	%	6%<CBR≥ 10%	%	6%<CBR≥ 15%	%	
<b>VII.- Modulo de Resiliencia</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
Mr= 2555xCBR^0.64	Mpa	Mr= 2555xCBR^0.64	Mpa	Mr= 2555xCBR^0.64	Mpa	
APELLIDOS Y NOMBRES: TORIBIO SULLA ARREGUI						
PROFESION: INGENIERO CIVIL						
REGISTRO CIP No: CIP 39315						
EMAIL: toribio_sa@hotmail.com						
TELEFONO: 984380595						

# Anexo 4: Certificados de ensayos de laboratorio



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : **Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021**

SOLICITANTE : **Universidad César Vallejo**

UBICACION : **Cusco-Calca-Yanatile**

LUGAR : **Quebrada Honda**

FECHA : **16/09/2021**

N° CALICATA : **1**

PROFUNDIDAD : **1.5 m**

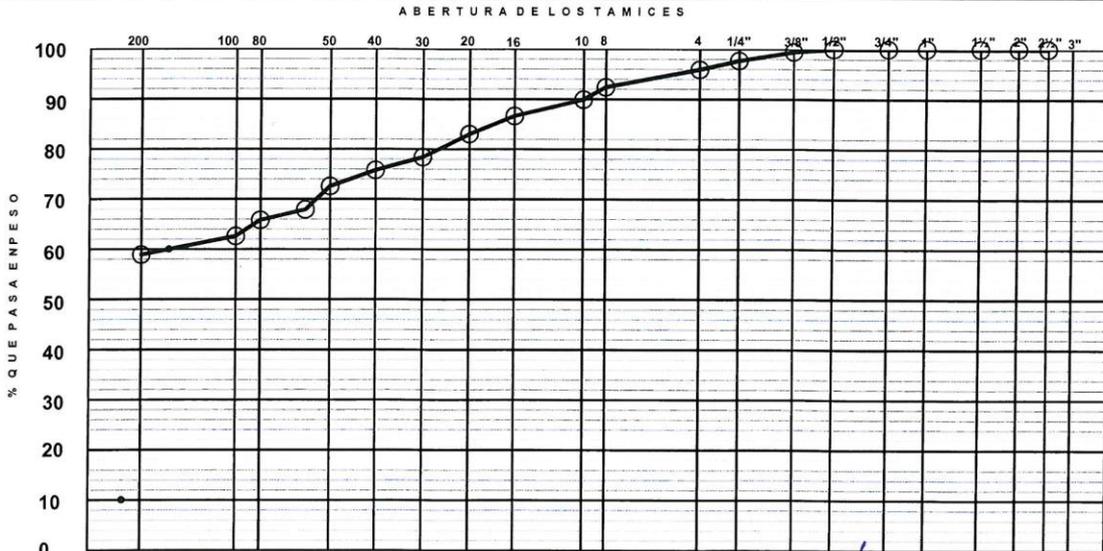
km : **11+200**

MUESTRA : **M 1**

**Muestra Patrón**

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 204

Tamiz		Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
AE		Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	máx. (%)	
Pulgada	mm.							
4"	100.00							Peso Inicial : 4,000.0 Porción de finos : % de Humedad : 8.4 % de Grava : 4.1 % de Arena : 37.0 Tamaño Máximo : <b>2 1/2"</b> % Pasante N° 200 : 58.9 Color : Gris marrón L. L. : 27.7 L.P. : 16.3 I.P. : 11.3 M.F. : CLASIFI. AASHTO : A-6 (5) CLASIFI. SUCS : CL OVER > 2" : Observaciones 6" % 5" % 4" % 3" % 2" %
3"	75.00				100.0			
2 1/2"	63.50				100.0			
2"	50.80				100.0			
1 1/2"	38.10				100.0			
1"	25.40				100.0			
3/4"	19.05				100.0			
1/2"	12.70				100.0			
3/8"	9.525	25.0	0.6	0.6	99.4			
1/4"	6.350	67.0	1.7	2.3	97.7			
N° 4	4.750	73.0	1.8	4.1	95.9			
N° 8	2.360	138.0	3.5	7.6	92.4			
N° 10	2.000	98.0	2.5	10.1	89.9			
N° 16	1.190	130.0	3.3	13.4	86.6			
N° 20	0.850	144.0	3.6	17.0	83.0			
N° 30	0.600	182.0	4.6	21.6	78.4			
N° 40	0.420	103.0	2.6	24.2	75.8			
N° 50	0.300	126.0	3.2	27.4	72.6			
N° 60	0.250	189.0	4.7	32.1	67.9			
N° 80	0.180	85.0	2.1	34.2	65.8			
N° 100	0.150	126.0	3.2	37.4	62.6			
N° 200	0.074	148.0	3.7	41.1	58.9			
Bandeja		2366.0	58.9	100.0				



**LUIS OCTAVIO ECHARRÍ SAENZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
Urbanización Vista Alegre G-8 Tel.984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : **Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021**

SOLICITANTE : **Universidad César Vallejo**

UBICACION : **Cusco-Calca-Yanatile** N° CALICATA : **1**  
**Quebrada Honda** PROFUNDIDAD : **1.5 m**  
**Carretera Quebrada - Versalles** km : **11+200**

FECHA : **16/09/2021** MUESTRA : **M1** **Muestra Patrón**

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108**

Numero recipiente	1	2		
Peso del suelo humedo + recipiente	82.8	155.2		
Peso del suelo seco + recipiente	79.5	146.1		
Peso del agua	3.3	9.1		
Peso del recipiente	39.5	40.2		
Peso del suelo seco	40.0	105.9		
% de humedad	<b>8.3</b>	<b>8.6</b>		
% de humedad (promedio)	<b>8.4</b>			

\* Se ha usado balanza de Precision Digital, por lo que no consideramos el peso del Recipiete

  
**LUIS OCTAVIO ECHARRIS ALV**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.P. 57347**



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel .984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco  
 2021  
 Universidad César Vallejo

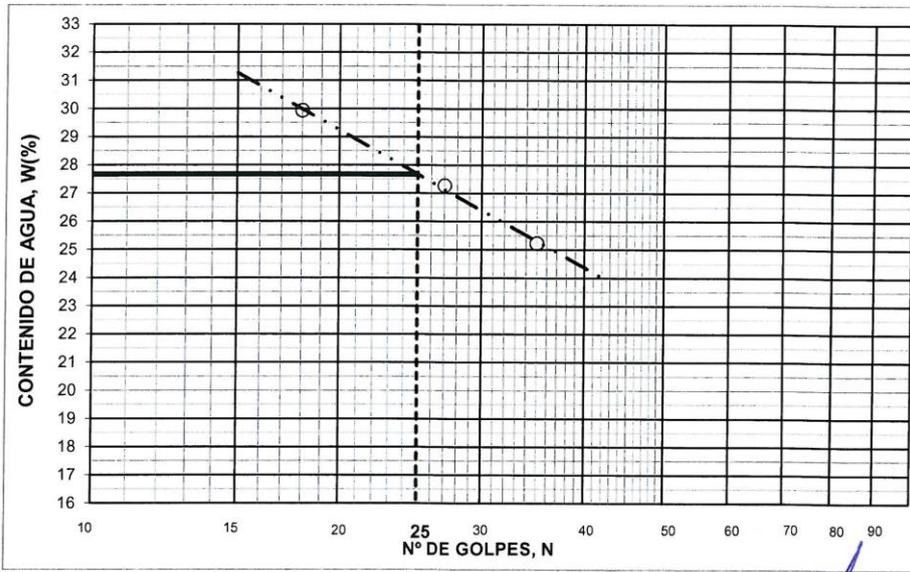
SOLICITANTE :  
 UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile N° CALICATA : 1  
 Quebrada Honda PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 Carretera Quebrada - Versalles km : 11+200  
 FECHA : 16/09/2021 MUESTRA : M 1 Muestra Patrón

**LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110**

Numero del deposito	19	20	21		
Peso del suelo húmedo + deposito	30.3	40.6	40.50		
Peso del suelo seco + deposito	27.6	36.7	36.40		
Peso del agua	2.70	3.90	4.10		
Peso del deposito	16.9	22.4	22.70		
Peso del suelo seco	10.70	14.30	13.70		
Contenido de agua (w%)	25.23	27.27	29.93		
Numero de golpes, n	35	27	18		

**LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111**

Numero del deposito	11	12	
Peso del suelo húmedo + deposito	23.0	20.3	
Peso del suelo seco + deposito	22.6	20.0	
Peso del agua	0.40	0.30	
Peso del deposito	20.1	18.2	
Peso del suelo seco	2.50	1.80	
Contenido de agua (w%)	16.00	16.67	
Promedio de %:	16.0	16.7	



L.L. =	<b>27.7</b>
L.P. =	<b>16.3</b>
I.P. =	<b>11.3</b>

OBSERVACIONES:

  
**LUIS OCAÑO ECHARRÍ SAENZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

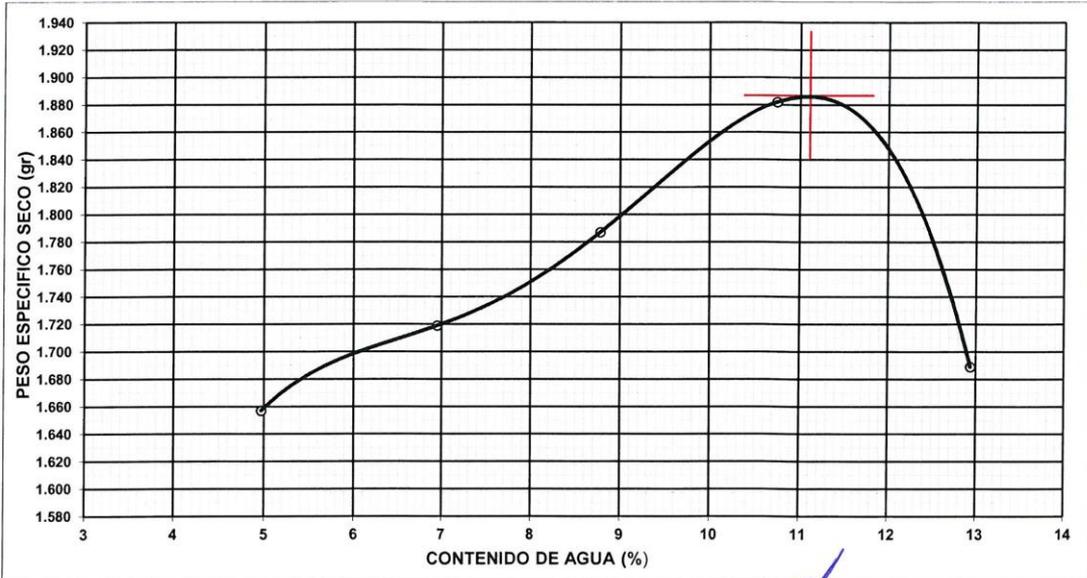
PROYECTO: Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021  
 SOLICITANTE: Universidad César Vallejo  
 UBICACION: Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR: Quebrada Honda  
 FECHA: 16/09/2021

N° CALICATA : 1  
 km : 11+200  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 MUESTRA : M 1 Muestra Patrón

**COMPACTACION MTC E 115**

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C		VOLUMEN DEL MOLDE :.... 2,124 cm <sup>3</sup>			MOLDE N°: .....1.....	
Ensayo		1	2	3	4	5
Peso molde + suelo	(gr)	10321	10535	10756	11054	10679
Peso molde	(gr)	6628	6628	6628	6628	6628
Peso suelo compactado	(gr)	3693	3907	4128	4426	4051
Densidad humeda	(gr)	1.739	1.839	1.944	2.084	1.907
Recipiente Numero		2	30	16	7	14
Peso suelo humedo + tara	(gr)	120.3	101.5	122.7	106.1	102.1
Peso suelo seco + tara	(gr)	114.6	94.9	112.8	95.8	90.4
Peso del agua	(gr)	5.7	6.6	9.9	10.3	11.7
Peso del recipiente	(gr)	37.2	38.6	36.1	38	37.4
Peso del suelo seco	(gr)	77.4	56.3	76.7	57.8	53.0
Contenido de agua	(%)	4.97	6.95	8.78	10.75	12.94
Humedad promedio	(%)	4.97	6.95	8.78	10.75	12.94
Peso especifico seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.657	1.719	1.787	1.882	1.689

MAXIMA DENSIDAD SECA **1.887** gr/cc      CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **11.10** %



  
**LUIS OCTAVIO ECHARRI SAEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
Urbanización Vista Alegre G-8 Tel :984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

SOLICITANTE : Universidad César Vallejo

UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile N° CALICATA : 1  
Quebrada Honda PROFUNDIDAD : 1.5 m  
Carretera Quebrada - Versalles km : 11+200

FECHA : 16/09/2021 MUESTRA : M 1 Muestra Patrón Anillo Nro. 1

### ENSAYO DE C.B.R. MTCE 132

Cond. de la muestra	7		9		10	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	7		9		10	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12556	12716	11592	12279	11943	12926
Peso de molde (gr)	8180	8180	7373	7373	8178	8178
Peso del suelo húmedo (gr)	4376	4536	4219	4906	3765	4748
Volumen del molde (cm3)	2088	2088	2088	2088	2088	2088
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.096	2.172	2.021	2.350	1.803	2.274
Humedad (%)	11.10	17.08	10.97	15.01	10.81	16.19
Densidad seca (gr/cm3)	1.887	1.855	1.821	2.043	1.627	1.957
Tarro N°	8	2	33	3	5	4
Tarro + Suelo húmedo (gr)	116.0	104.00	111.2	119.90	101.8	147.40
Tarro + Suelo seco (gr)	108.2	94.40	104.1	109.30	95.5	132.10
Peso del Agua (gr)	7.85	9.60	7.10	10.60	6.30	15.30
Peso del tarro (gr)	37.40	38.20	39.40	38.70	37.20	37.60
Peso del suelo seco (gr)	70.75	56.20	64.70	70.60	58.30	94.50
Humedad (%)	11.10	17.08	10.97	15.01	10.81	16.19
Promedio de Humedad (%)	11.10	17.08	10.97	15.01	10.81	16.19

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/08/2021	12:10	24	17.05	17.050	13.4	19.300	19.300	15.2	22.80	22.800	18.0
18/08/2021	11:50	48	17.79	17.790	14.0	20.870	20.870	16.4	23.56	23.560	18.6
19/08/2021	12:00	72	17.89	17.890	14.1	21.350	21.350	16.8	23.80	23.800	18.7
20/08/2021	11:55	96	18.03	18.030	14.2	21.800	21.800	17.2	24.40	24.400	19.2

### PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7				MOLDE N° 9				MOLDE N° 10			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.025		6	1.4			4	0.8			2	0.6		
0.050		11	2.5			8	1.7			5	1.1		
0.075		17	3.8			10	2.4			7	1.7		
0.100	70	21	4.9	5.0	7.1	14	3.3	3.50	5.0	9	2.0	2.00	2.9
0.150		32	7.3			22	5.0			12	2.9		
0.200	105	43	9.8	9.7	9.2	29	6.6	6.90	6.6	16	3.6	3.70	3.5
0.250		51	11.8			37	8.4			20	4.6		
0.300		62	14.4			45	10.3			24	5.6		
0.400		81	18.3			64	14.3			26	5.9		

LUIS OCTAVIO ECHARRI SÁENZ  
INGENIERO CIVIL  
C.R.P. 57347

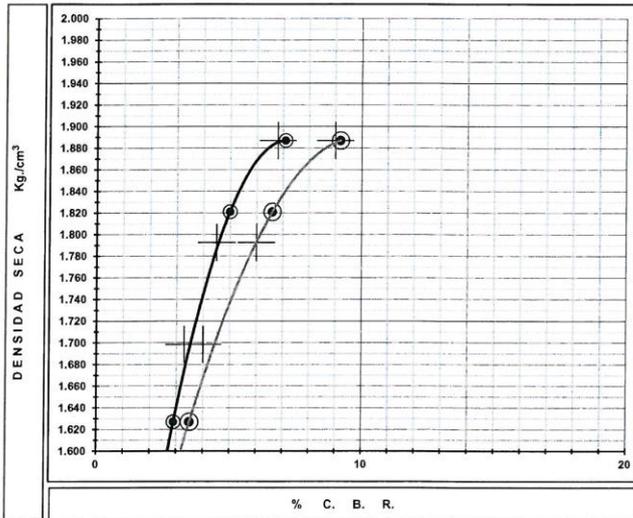


**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel .984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco  
 SOLICITANTE : Universidad César Vallejo  
 UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile  
 : Quebrada Honda  
 : Carretera Quebrada - Versalles  
 FECHA : 16/09/2021

N° CALICATA : 1  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 km : 11+200  
 MUESTRA : M 1 Muestra Patrón

**GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.**



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	6.8	9.0
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	4.5	6.0
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	3.3	4.0

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.887	gr./cm³
Óptimo Humedad	11.10	%

OBSERVACIONES:

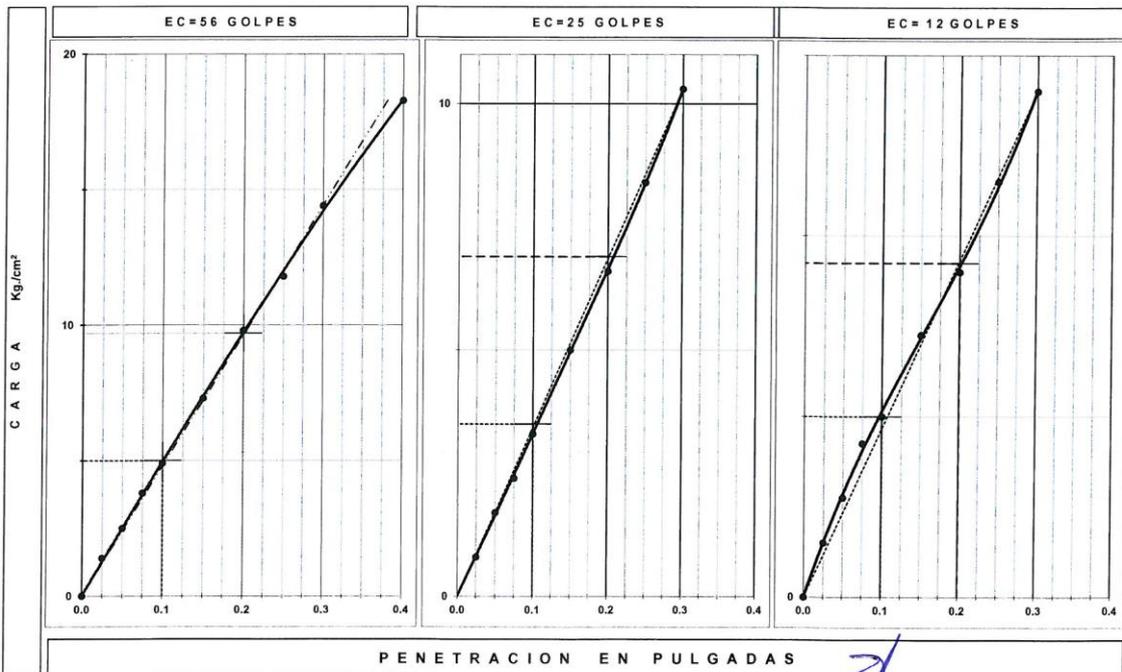
---



---



---



*[Signature]*  
**LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

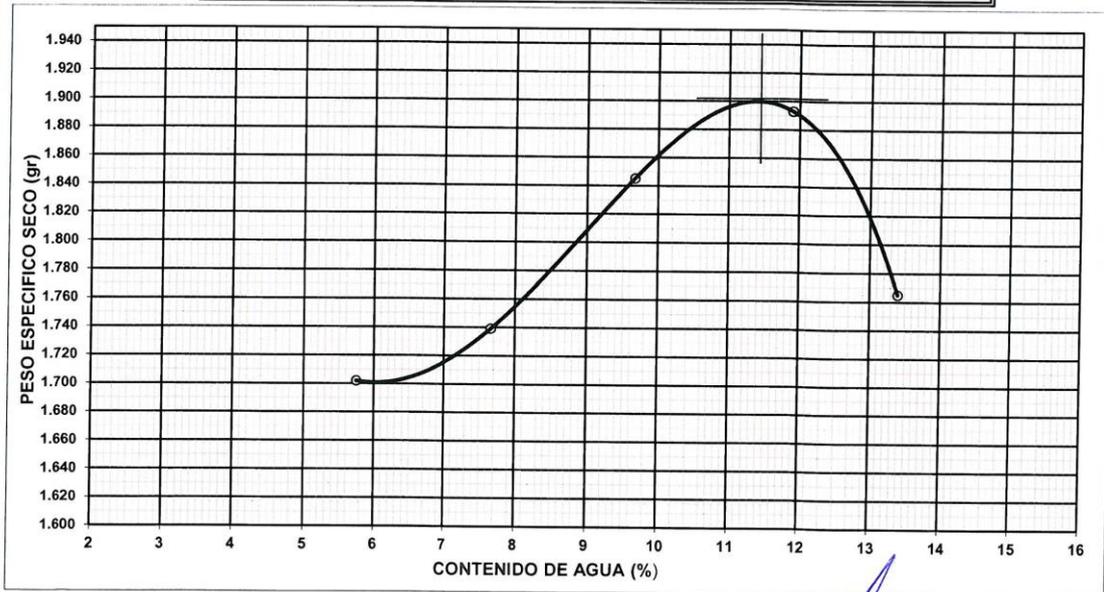
PROYECTO: Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021  
 SOLICITANTE: Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION: Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR: Quebrada Honda  
 FECHA: 16/09/2021

N° CALICATA: 1  
 km: 11+200  
 PROFUNDIDAD: 1.5 m  
 MUESTRA: M 2 3% melaza de caña

**COMPACTACION MTC E 115**

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C	VOLUMEN DEL MOLDE :.... 2,124 cm <sup>3</sup>	MOLDE N°: .....1.....				
Ensayo		1	2	3	4	5
Peso molde + suelo (gr)		10451	10604	10925	11129	10881
Peso molde (gr)		6628	6628	6628	6628	6628
Peso suelo compactado (gr)		3823	3976	4297	4501	4253
Densidad humeda (gr)		1.8	1.872	2.023	2.119	2.00
Recipiente Numero		1	2	3	4	5
Peso suelo humedo + tara (gr)		58.9	136.3	140.6	136.2	126.1
Peso suelo seco + tara (gr)		55.7	126.6	128.2	121.7	111.2
Peso del agua (gr)		3.2	9.7	12.4	14.5	14.9
Peso del recipiente (gr)		37.2	37.5	39.3	38	37.7
Peso del suelo seco (gr)		18.5	89.1	88.9	83.7	73.5
Contenido de agua (%)		5.75	7.66	9.67	11.91	13.4
Humedad promedio (%)		5.75	7.66	9.67	11.91	13.40
Peso especifico seco (gr/cm <sup>3</sup> )		1.702	1.739	1.845	1.893	1.765

MAXIMA DENSIDAD SECA **1.902** gr/cc      CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **11.45 %**



  
 LUIS OCTAVIO PACHARI SAENZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57397



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel .984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo

UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile N° CALICATA : 1  
 Quebrada Honda PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 Carretera Quebrada - Versalles km : 11+200

FECHA : 16/09/2021 MUESTRA : M 2  
 3% melaza de caña Anillo Nro. 1

**ENSAYO DE C.B.R. MTCE 132**

Molde N°	7		8		9	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12611	12816	11598	11779	12133	12326
Peso de molde (gr)	8180	8180	7373	7373	8178	8178
Peso del suelo húmedo (gr)	4431	4636	4225	4406	3955	4148
Volumen del molde (cm3)	2088	2088	2088	2088	2088	2088
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.122	2.220	2.023	2.110	1.894	1.987
Humedad (%)	11.48	17.08	11.45	9.70	11.16	16.19
Densidad seca (gr/cm3)	1.903	1.896	1.815	1.923	1.704	1.710
Tarro N°	8	6	33	7	5	9
Tarro + Suelo húmedo (gr)	106.9	104.00	98.7	119.90	114.3	147.40
Tarro + Suelo seco (gr)	100.0	94.40	92.4	109.30	106.6	132.10
Peso del Agua (gr)	6.95	9.60	6.30	10.60	7.75	15.30
Peso del tarro (gr)	39.40	38.20	37.40		37.10	37.60
Peso del suelo seco (gr)	60.55	56.20	55.00	109.30	69.45	94.50
Humedad (%)	11.48	17.08	11.45	9.70	11.16	16.19
Promedio de Humedad (%)	11.48	17.08	11.45	9.70	11.16	16.19

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/08/2021	12:10	24	16.79	16.790	13.2	19.300	19.300	15.2	22.80	22.800	18.0
18/08/2021	11:50	48	17.29	17.290	13.6	20.870	20.870	16.4	23.56	23.560	18.6
19/08/2021	12:00	72	17.78	17.780	14.0	21.350	21.350	16.8	23.80	23.800	18.7
20/08/2021	11:55	94	18.04	18.040	14.2	21.640	21.640	17.0	24.35	24.350	19.2

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.025		6	1.4			4	0.9			2	0.5		
0.050		10	2.2			8	1.9			7	1.5		
0.075		14	3.2			16	3.6			10	2.4		
0.100	70	23	5.3	8.0	11.4	19	4.5	5.10	7.3	14	3.3	3.70	5.3
0.150		41	9.4			33	7.6			22	5.1		
0.200	105	62	14.3	16.2	15.4	42	9.6	10.60	10.1	30	7.0	7.20	6.9
0.250		79	18.2			56	12.8			35	8.1		
0.300		97	22.2			66	15.1			42	9.6		
0.400		128	28.7			80	17.9			49	11.0		

*[Signature]*  
**LUIS OCTAVIO ECHARRI M.A.**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347

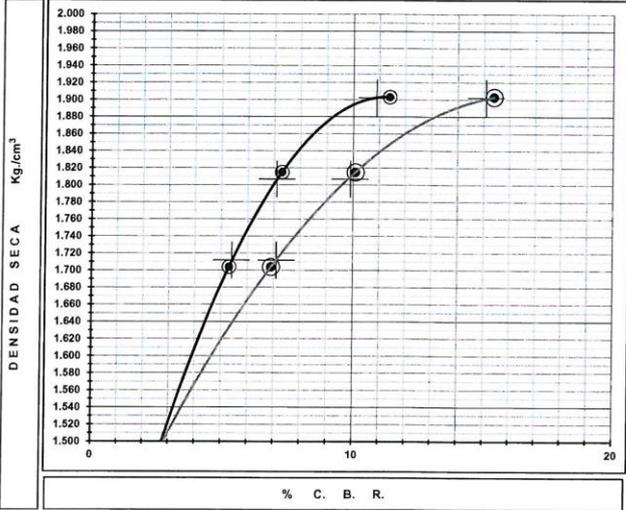


**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel.984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco  
 SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile  
 : Quebrada Honda  
 : Carretera Quebrada - Versalles  
 FECHA : 16/09/2021

N° CALICATA : 1  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 km : 11+200  
 MUESTRA : M 2  
 3% melaza de caña

**GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.**



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	10.9	15.1
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	7.1	9.9
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	5.4	7.1

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.902	gr./cm <sup>3</sup>
Optimo Humedad	11.45	%

OBSERVACIONES:

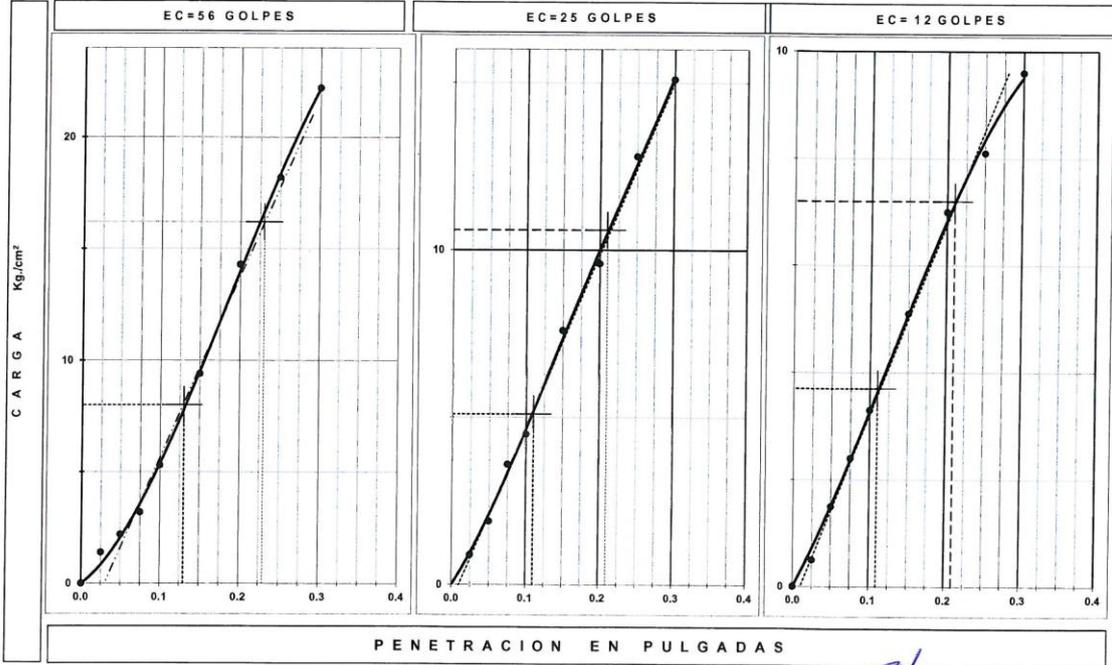
---



---



---



*[Signature]*  
**LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel .984652296 San Sebastián-Cusco.

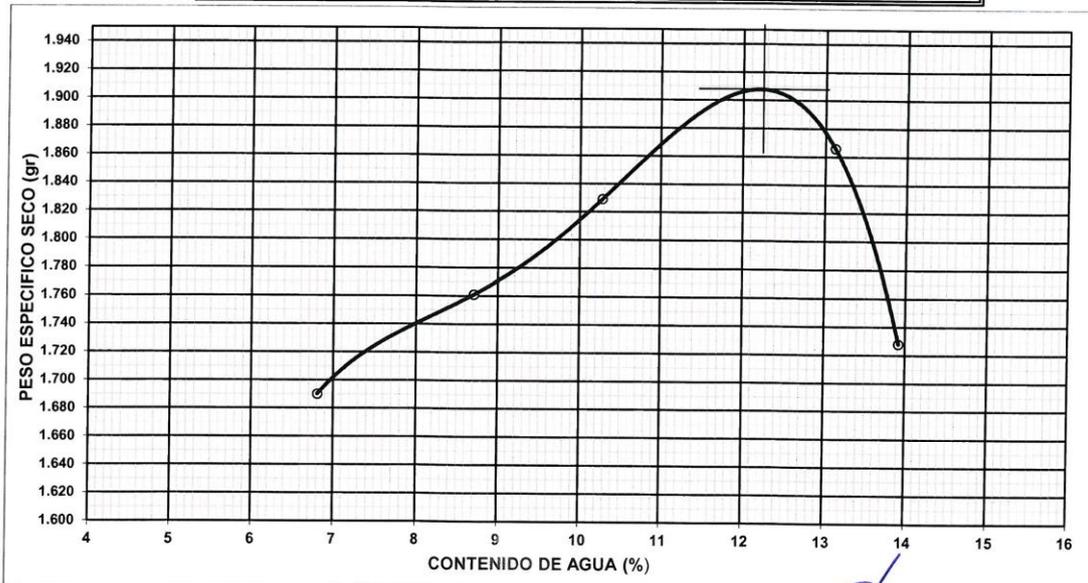
PROYECTO **Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021**  
 SOLICITANTE **Universidad Cesar Vallejo**  
 UBICACION **Cusco-Calca-Yanatile**  
 LUGAR **Quebrada Honda**  
 FECHA **16/09/2021**

N° CALICATA : 1  
 km : 11+200  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 MUESTRA : M 1 5% melaza de caña

**COMPACTACION MTC E 115**

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C		VOLUMEN DEL MOLDE :.... 2,124 cm <sup>3</sup>			MOLDE N°: .....1.....	
Ensayo		1	2	3	4	5
Peso molde + suelo	(gr)	10461	10694	10912	11112	10811
Peso molde	(gr)	6628	6628	6628	6628	6628
Peso suelo compactado	(gr)	3833	4066	4284	4484	4183
Densidad humeda	(gr)	1.805	1.914	2.017	2.111	1.969
Recipiente Numero		1	2	3	4	5
Peso suelo humedo + tara	(gr)	59.6	126.0	139.5	125.0	137.5
Peso suelo seco + tara	(gr)	55.8	115.9	126.5	110.5	120.7
Peso del agua	(gr)	3.8	10.1	13.0	14.5	16.8
Peso del recipiente	(gr)	37.2	37.5	39.3	38	37.7
Peso del suelo seco	(gr)	18.6	78.4	87.2	72.5	83.0
Contenido de agua	(%)	6.81	8.71	10.28	13.12	13.92
Humedad promedio	(%)	6.81	8.71	10.28	13.12	13.92
Peso especifico seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.690	1.761	1.829	1.866	1.728

MAXIMA DENSIDAD SECA **1.908** gr/cc      CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **12.25** %



  
**LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo

UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile

LUGAR : Quebrada Honda

FECHA : 16/09/2021

N° CALICATA : 1

PROFUNDIDAD : 1.5 m

km : 11+200

MUESTRA : M 3

5% melaza de caña Anillo Nro. 1

**ENSAYO DE C. B. R. MTCE 132**

Molde N°	7		8		9	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12654	12826	11677	11886	12311	12515
Peso de molde (gr)	8180	8180	7373	7373	8178	8178
Peso del suelo húmedo (gr)	4474	4646	4304	4513	4133	4337
Volumen del molde (cm3)	2088	2088	2088	2088	2088	2088
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.143	2.225	2.061	2.161	1.979	2.077
Humedad (%)	12.29	18.65	12.27	18.51	12.16	17.57
Densidad seca (gr/cm3)	1.908	1.875	1.836	1.823	1.764	1.767
Tarro N°	8	2	33	3	5	4
Tarro + Suelo húmedo (gr)	134.2	105.00	139.9	120.00	122.5	157.40
Tarro + Suelo seco (gr)	123.8	94.50	128.6	107.30	113.5	139.50
Peso del Agua (gr)	10.40	10.50	11.30	12.70	9.00	17.90
Peso del tarro (gr)	39.20	38.20	36.50	38.70	39.50	37.60
Peso del suelo seco (gr)	84.60	56.30	92.10	68.60	74.00	101.90
Humedad (%)	12.29	18.65	12.27	18.51	12.16	17.57
Promedio de Humedad (%)	12.29	18.65	12.27	18.51	12.16	17.57

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
23/08/2021	12:30	24	18.730	18.730	14.7	17.57	17.570	13.8	23.29	23.290	18.3
24/08/2021	12:30	48	17.840	17.840	14.0	17.61	17.610	13.9	23.45	23.450	18.5
25/08/2021	12:00	72	19.090	19.090	15.0	17.62	17.620	13.9	23.74	23.740	18.7
26/08/2021	12:30	94	19.340	19.340	15.2	17.88	17.880	14.1	23.90	23.900	18.8

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.025		4	0.8			3	0.6			2	0.5		
0.050		6	1.4			5	1.2			7	1.5		
0.075		13	2.9			10	2.3			12	2.9		
0.100	70	23	5.3	10.5	15.0	18	4.1	5.90	8.4	19	4.3	4.60	6.6
0.150		46	10.5			32	7.3			29	6.6		
0.200	105	71	16.4	21.9	20.9	43	9.9	11.90	11.3	39	8.9	9.30	8.9
0.250		95	21.9			57	13.1			46	10.7		
0.300		114	26.2			67	15.3			54	12.4		
0.400		125	28.1			86	19.3			67	15.0		

*LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.B. 5137

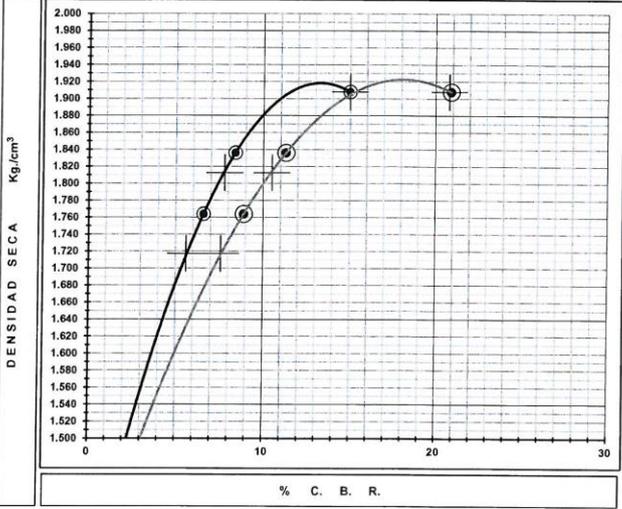


**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel.984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco  
 SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR : Quebrada Honda  
 FECHA : 16/09/2021

N° CALICATA : 1  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 km : 11+200  
 MUESTRA : M 3  
 5% melaza de caña

**GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.**



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	15.0	20.8
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	7.8	10.5
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	5.6	7.6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.908	gr./cm <sup>3</sup>
Optimo Humedad	12.25	%

OBSERVACIONES:

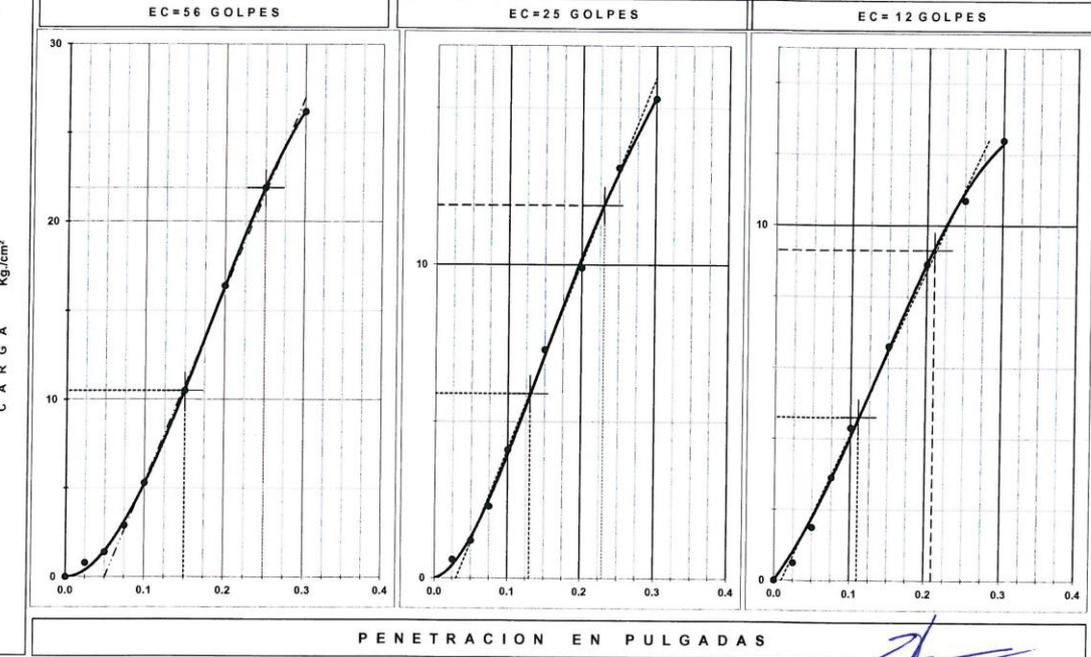
---



---



---



*[Signature]*  
 LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



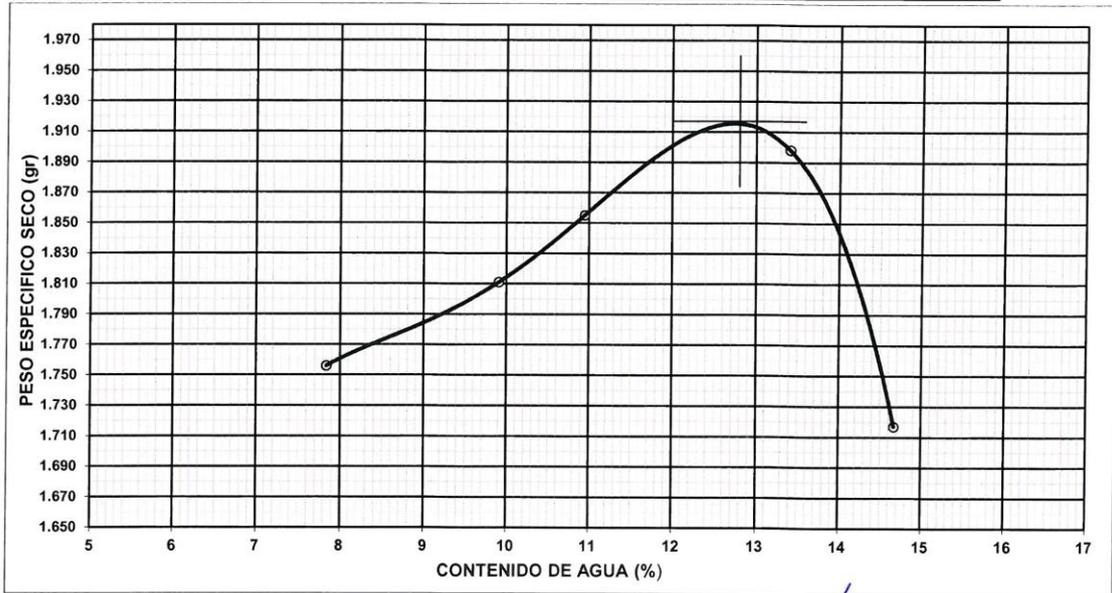
**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO: Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021  
 SOLICITANTE: Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION: Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR: Quebrada Honda  
 FECHA: 16/09/2021  
 N° CALICATA: 1  
 km: 11+200  
 PROFUNDIDAD: 1.5 m  
 MUESTRA: M 4  
 8% melaza de caña

**COMPACTACION MTC E 115**

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C		VOLUMEN DEL MOLDE :.... 2,124 cm <sup>3</sup>			MOLDE N°: .....1.....	
Ensayo		1	2	3	4	5
Peso molde + suelo	(gr)	10651	10854	10999	11199	10811
Peso molde	(gr)	6628	6628	6628	6628	6628
Peso suelo compactado	(gr)	4023	4226	4371	4571	4183
Densidad humeda	(gr)	1.894	1.99	2.058	2.152	1.969
Recipiente Numero		5	2	4	3	8
Peso suelo humedo + tara	(gr)	67.4	156.4	129.7	158.2	145.4
Peso suelo seco + tara	(gr)	62.5	142.3	116.9	139.5	126.8
Peso del agua	(gr)	4.9	14.1	12.8	18.7	18.6
Peso del recipiente	(gr)	37.7	37.5	38	39.3	37.2
Peso del suelo seco	(gr)	24.8	104.8	78.9	100.2	89.6
Contenido de agua	(%)	7.84	9.91	10.95	13.41	14.67
Humedad promedio	(%)	7.84	9.91	10.95	13.41	14.67
Peso especifico seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.756	1.811	1.855	1.898	1.717

MAXIMA DENSIDAD SECA	<b>1.917</b> gr/cc	CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD	<b>12.80</b> %
----------------------	--------------------	-----------------------------	----------------



LUIS OCIA MTCU 015114  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**

Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
Urbanización Vista Alegre G-8 T'el .984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo

UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile

LUGAR : Quebrada Honda

FECHA : 16/09/2021

N° CALICATA : 1

PROFUNDIDAD : 1.5 m

km : 11+200

MUESTRA : M 4

8% melaza de caña Anillo Nro. 1

**ENSAYO DE C.B.R. MTCE 132**

Molde N°	7		8		9	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12697	12901	11615	11918	12180	12426
Peso de molde (gr)	8180	8180	7373	7373	8178	8178
Peso del suelo húmedo (gr)	4517	4721	4242	4545	4002	4248
Volumen del molde (cm3)	2088	2088	2096	2088	2088	2088
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.163	2.261	2.024	2.177	1.917	2.034
Humedad (%)	12.72	18.62	12.73	17.99	12.78	17.08
Densidad seca (gr/cm3)	1.919	1.906	1.795	1.845	1.700	1.737
Tarro N°	7	5	2	6	14	7
Tarro + Suelo húmedo (gr)	119.4	105.00	104.9	120.00	117.1	157.40
Tarro + Suelo seco (gr)	110.0	94.50	97.3	107.30	108.0	139.50
Peso del Agua (gr)	9.40	10.50	7.60	12.70	9.10	17.90
Peso del tarro (gr)	36.10	38.10	37.60	36.70	36.80	34.70
Peso del suelo seco (gr)	73.90	56.40	59.70	70.60	71.20	104.80
Humedad (%)	12.72	18.62	12.73	17.99	12.78	17.08
Promedio de Humedad (%)	12.72	18.62	12.73	17.99	12.78	17.08

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/08/2021	12:30	24	15.860	15.860	12.5	19.22	19.220	15.1	22.86	22.860	18.0
28/08/2021	12:30	48	16.380	16.380	12.9	19.59	19.590	15.4	23.28	23.280	18.3
29/08/2021	12:00	72	16.560	16.560	13.0	19.86	19.860	15.6	23.48	23.480	18.5
30/08/2021	12:30	94	16.730	16.730	13.2	20.05	20.050	15.8	23.68	23.680	18.6

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.025		6	1.3			5	1.2			4	0.9		
0.050		9	2.1			12	2.7			10	2.2		
0.075		17	4.0			18	4.2			16	3.8		
0.100	70	31	7.2	12.9	18.4	25	5.8	8.00	11.4	23	5.2	5.60	8.0
0.150		56	13.0			45	10.4			35	8.1		
0.200	105	81	18.7	27.0	25.7	63	14.4	15.50	14.8	48	10.9	11.60	11.0
0.250		114	26.2			75	17.3			59	13.5		
0.300		141	32.5			91	21.0			68	15.7		
0.400		195	43.8			124	27.8			78	17.6		

*LUIS OCTAVIO CHARRIN M.*  
INGENIERO CIVIL  
C.R.P. 57347

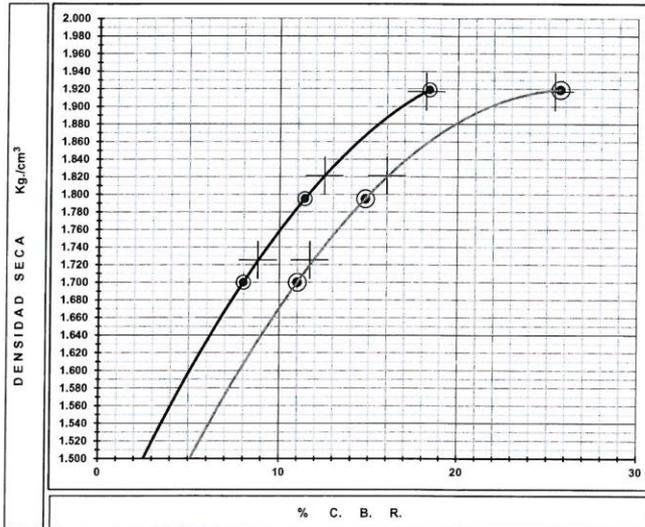


**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8. Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco  
 SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR : Quebrada Honda  
 Carretera Quebrada - Versalles  
 FECHA : 16/09/2021

N° CALICATA : 1  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 km : 11+200  
 MUESTRA : M 4  
 8% melaza de caña

**GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.**



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	18.2	25.4
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	12.5	16.0
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	8.8	11.7

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.917	gr./cm <sup>3</sup>
Optimo Humedad	12.80	%

OBSERVACIONES:

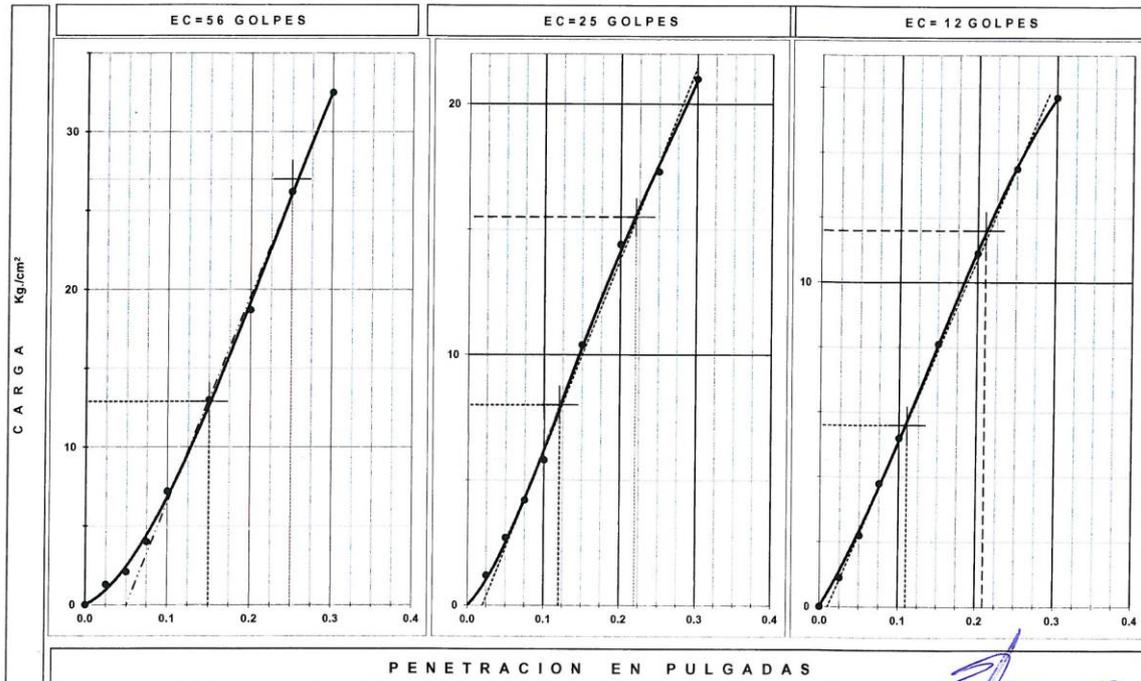
---



---



---



*(Signature)*  
**LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suclos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 T'el. 984652296 San Sebastián-Cusco.

**PROYECTO** : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

**SOLICITANTE** : Universidad Cesar Vallejo

**UBICACION** : Cusco-Calca-Yanatile

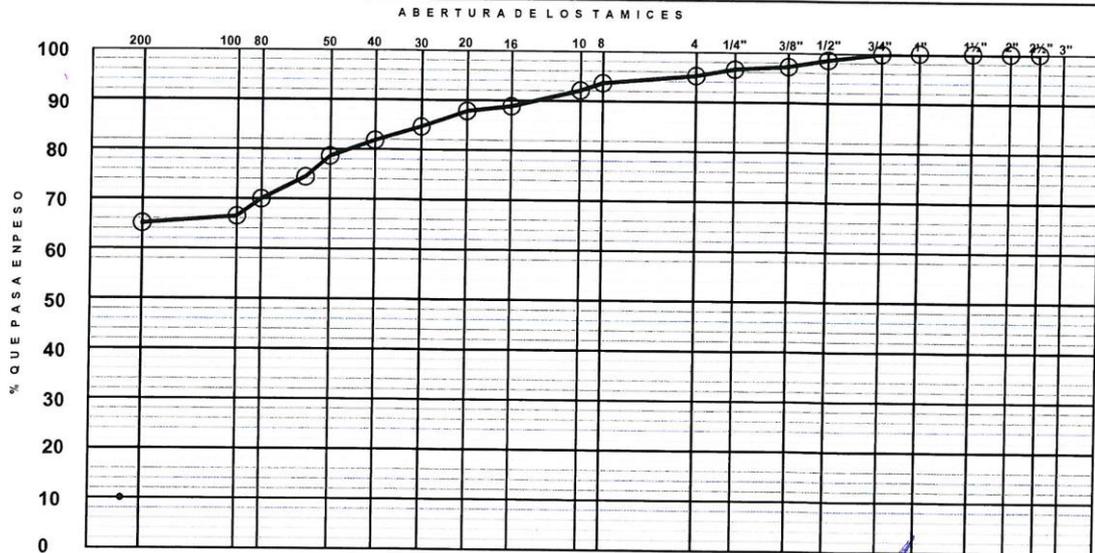
**LUGAR** : Quebrada Honda

**FECHA** : 16/09/2021

N° CALICATA : 2  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 km : 11+600  
 MUESTRA : M 1 Muestra Patrón

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 204**

Tamiz		Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
Pulgada	mm.	Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	máx. (%)	
4"	100.00							Peso Inicial : 4,000.0 Porción de finos : % de Humedad : 7.4 % de Grava : 4.8 % de Arena : 30.1 Tamaño Máximo : 2 1/2" % Pasante N° 200 : 65.1 Color : Gris marrón L. L. : 32.9 L.P. : 19.1 I.P. : 13.9 M.F. : CLASIFI. AASHTO : A-6 (8) CLASIFI. SUCS : CL OVER > 2" : Observaciones 6" % 5" % 4" % 3" % 2" %
3"	75.00				100.0			
2 1/2"	63.50				100.0			
2"	50.80				100.0			
1 1/2"	38.10				100.0			
1"	25.40				100.0			
3/4"	19.05	3.0	0.1	0.1	99.9			
1/2"	12.70	51.0	1.3	1.4	98.6			
3/8"	9.525	57.0	1.4	2.8	97.2			
1/4"	6.350	23.0	0.6	3.4	96.6			
N° 4	4.750	54.0	1.4	4.8	95.2			
N° 8	2.360	63.0	1.6	6.4	93.6			
N° 10	2.000	61.0	1.5	7.9	92.1			
N° 16	1.190	130.0	3.3	11.2	88.8			
N° 20	0.850	40.0	1.0	12.2	87.8			
N° 30	0.600	126.0	3.2	15.4	84.6			
N° 40	0.420	113.0	2.8	18.2	81.8			
N° 50	0.300	129.0	3.2	21.4	78.6			
N° 60	0.250	167.0	4.2	25.6	74.4			
N° 80	0.180	176.0	4.4	30.0	70.0			
N° 100	0.150	140.0	3.5	33.5	66.5			
N° 200	0.074	57.0	1.4	34.9	65.1			
Bandeja		2610.0	65.1	100.0				



LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
Urbanización Vista Alegre G-8 T'el .984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : **Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021**

SOLICITANTE : **Universidad Cesar Vallejo**

UBICACION : **Cusco-Calca-Yanatile** N° CALICATA : **2**

LUGAR : **Quebrada Honda** PROFUNDIDAD : **1.5 m**

FECHA : **16/09/2021** Carretera Quebrada - Versalles km : **11+600**

MUESTRA : **M1**

Muestra Patrón

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108**

Numero recipiente	1	2		
Peso del suelo humedo + recipiente	156.2	156.9		
Peso del suelo seco + recipiente	148.1	148.3		
Peso del agua	8.1	8.6		
Peso del recipiente	40.2	29.0		
Peso del suelo seco	107.9	119.3		
% de humedad	7.5	7.2		
% de humedad (promedio)	7.4			

\* Se ha usado balanza de Precision Digital, por lo que no consideramos el peso del Recipiente

  
LUIS OCTAVIO ECHARRÍ SAENZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel .984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco  
 2021  
 Universidad Cesar Vallejo

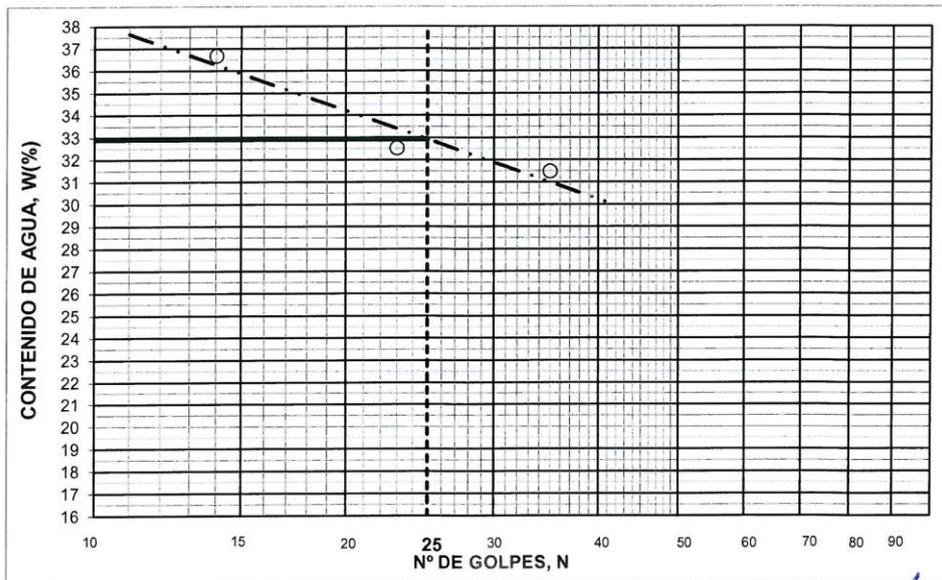
SOLICITANTE :  
 UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile N° CALICATA : 2  
 LUGAR : Quebrada Honda PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 Carretera Quebrada - Versalles km : 11+600  
 FECHA : 16/09/2021 MUESTRA : M 1 Muestra Patrón

**LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110**

Numero del deposito	19	20	21		
Peso del suelo húmedo + deposito	40.4	40.5	35.40		
Peso del suelo seco + deposito	34.9	35.1	32.00		
Peso del agua	5.50	5.40	3.40		
Peso del deposito	19.9	18.5	21.20		
Peso del suelo seco	15.00	16.60	10.80		
Contenido de agua (w%)	36.67	32.53	31.48		
Numero de golpes, n	14	23	35		

**LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111**

Numero del deposito	11	12	
Peso del suelo húmedo + deposito	23.7	23.6	
Peso del suelo seco + deposito	23.2	22.9	
Peso del agua	0.50	0.70	
Peso del deposito	20.6	19.2	
Peso del suelo seco	2.60	3.70	
Contenido de agua (w%)	19.23	18.92	
Promedio de %:	19.2	18.9	



L.L. =	<b>32.9</b>
L.P. =	<b>19.1</b>
I. P. =	<b>13.9</b>

OBSERVACIONES:

*[Signature]*  
**LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel .984652296 San Sebastián-Cusco.

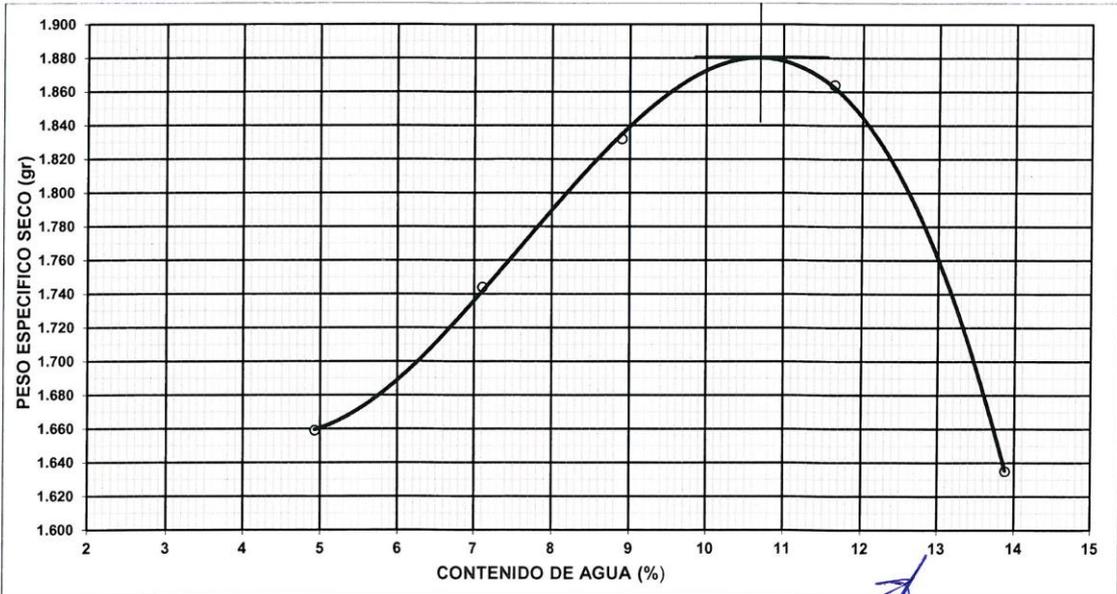
PROYECTO: Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021  
 SOLICITANTE: Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION: Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR: Quebrada Honda  
 FECHA: 16/09/2021

N° CALICATA : 2  
 km : 11+600  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 MUESTRA : M 1 Muestra Patrón

**COMPACTACION MTC E 115**

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C		VOLUMEN DEL MOLDE :.... 2,124 cm <sup>3</sup>			MOLDE N°: .....1.....	
Ensayo		1	2	3	4	5
Peso molde + suelo	(gr)	10325	10595	10865	11048	10582
Peso molde	(gr)	6628	6628	6628	6628	6628
Peso suelo compactado	(gr)	3697	3967	4237	4420	3954
Densidad humeda	(gr)	1.741	1.868	1.995	2.081	1.862
Recipiente Numero		2	29	30	33	5
Peso suelo humedo + tara	(gr)	121.4	111.5	124.8	116.1	114.9
Peso suelo seco + tara	(gr)	115.7	104.1	114.6	104.0	100.9
Peso del agua	(gr)	5.7	7.4	10.2	12.1	14.0
Peso del recipiente	(gr)	37.6	38.6	40.2	39.4	37.2
Peso del suelo seco	(gr)	78.1	65.5	74.4	64.6	63.7
Contenido de agua	(%)	4.93	7.11	8.9	11.63	13.88
Humedad promedio	(%)	4.93	7.11	8.90	11.63	13.88
Peso especifico seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.659	1.744	1.832	1.864	1.635

MAXIMA DENSIDAD SECA	<b>1.881</b> gr/cc	CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD	<b>10.70 %</b>
----------------------	--------------------	-----------------------------	----------------



  
**LUIS OCTAVIO ECHARRÍ SAENZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel .984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo

UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile

LUGAR : Quebrada Honda

Carretera Quebrada - Versalles

N° CALICATA : 2

PROFUNDIDAD : 1.5 m

km : 11+600

FECHA : 16/09/2021

MUESTRA : M 1

Muestra Patrón

Anillo Nro. 1

**ENSAYO DE C. B. R. MTCE 132**

Cond. de la muestra	7		8		9	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	7		8		9	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12538	12970	11568	11965	12163	12594
Peso de molde (gr)	8180	8180	7373	7373	8178	8178
Peso del suelo húmedo (gr)	4358	4790	4195	4592	3985	4416
Volumen del molde (cm3)	2088	2088	2088	2088	2088	2088
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.087	2.294	2.009	2.199	1.909	2.115
Humedad (%)	10.81	21.27	10.78	19.81	10.33	20.52
Densidad seca (gr/cm3)	1.883	1.892	1.814	1.835	1.730	1.755
Tarro N°	19	31	31	23	23	19
Tarro + Suelo húmedo (gr)	117.1	112.30	111.7	126.70	112.8	172.00
Tarro + Suelo seco (gr)	109.4	99.20	104.5	112.20	105.9	149.20
Peso del Agua (gr)	7.70	13.10	7.20	14.50	6.90	22.80
Peso del tarro (gr)	38.20	37.60	37.70	39.00	39.10	38.10
Peso del suelo seco (gr)	71.20	61.60	66.80	73.20	66.80	111.10
Humedad (%)	10.81	21.27	10.78	19.81	10.33	20.52
Promedio de Humedad (%)	10.81	21.27	10.78	19.81	10.33	20.52

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
02/09/2021	02:30	24	16.670	16.670	13.1	19.420	19.420	15.3	23.55	23.550	18.5
03/09/2021	02:35	48	16.310	16.310	12.8	19.890	19.890	15.7	23.91	23.910	18.8
04/09/2021	02:25	72	17.890	17.890	14.1	20.010	20.010	15.8	24.04	24.040	18.9
05/09/2021	02:28	94	18.090	18.090	14.2	20.550	20.550	16.2	24.90	24.900	19.6

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.025		4	1.0			2	0.5			2	0.4		
0.050		9	2.1			6	1.4			4	0.9		
0.075		15	3.4			10	2.2			5	1.2		
0.100	70	21	4.9	4.6	6.6	14	3.2	3.50	5.0	8	1.9	2.00	2.9
0.150		31	7.1			22	5.0			12	2.8		
0.200	105	41	9.5	9.6	9.1	29	6.8	7.00	6.7	17	4.0	4.10	3.9
0.250		50	11.5			35	8.0			21	4.9		
0.300		55	12.5			41	9.4			27	6.3		
0.400		63	14.2			47	10.6			34	7.5		

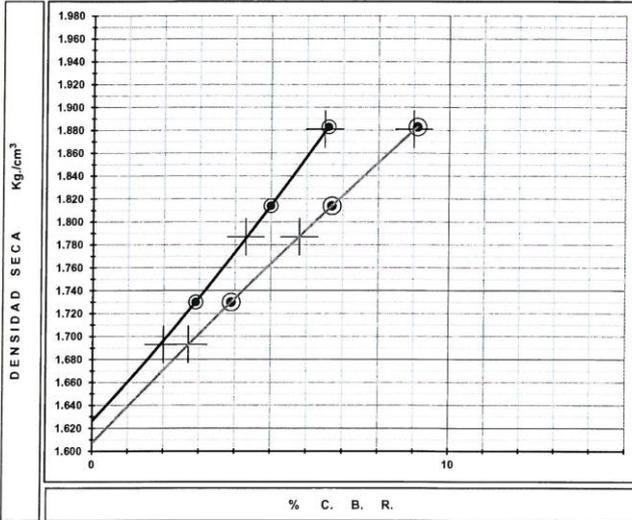
LUIS OCLAVIO ECHARRI M. V.  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel.984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco  
 SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile N° CALICATA : 2  
 : Quebrada Honda PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 : Carretera Quebrada - Versalles km : 11+600  
 FECHA : 16/09/2021 MUESTRA : M 1 Muestra Patrón

**GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.**



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	6.5	9.0
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	4.3	5.8
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	2.0	2.7

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.881	gr./cm <sup>3</sup>
Optimo Humedad	10.70	%

OBSERVACIONES:

---



---



---



*[Signature]*  
 LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

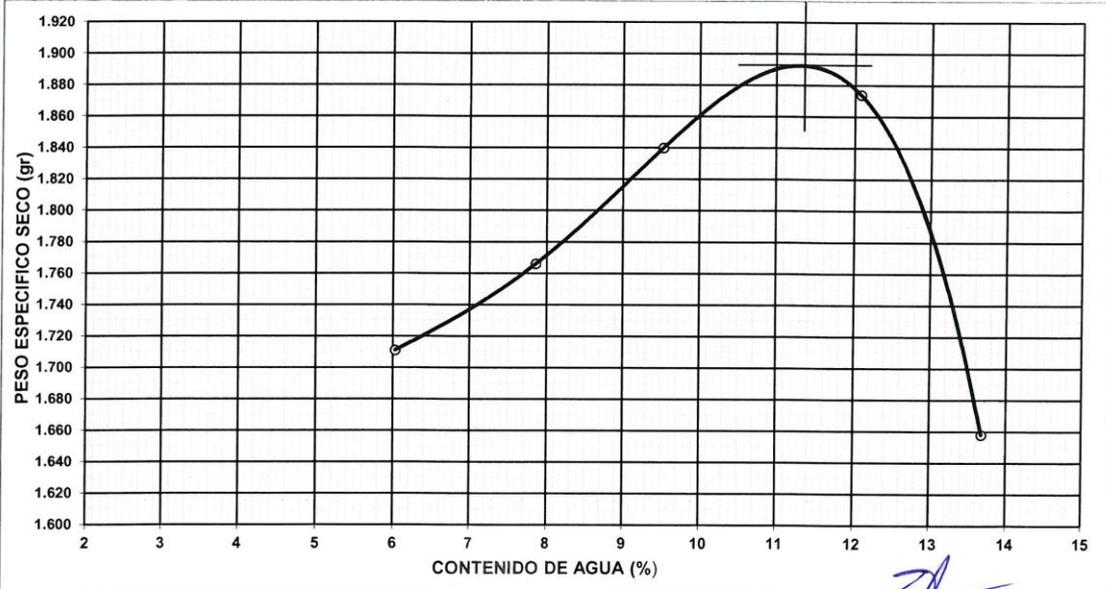
PROYECTO **Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021**  
 SOLICITANTE **Universidad Cesar Vallejo**  
 UBICACION **Cusco-Calca-Yanatile**  
 LUGAR **Quebrada Honda** N° CALICATA : **2**  
 FECHA **16/09/2021** Carretera Quebrada - Versalles km : **11+600**  
 PROFUNDIDAD : **1.5 m**  
 MUESTRA : **M 1**  
 3% melaza de caña

**COMPACTACION MTC E 115**

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C      VOLUMEN DEL MOLDE :.... 2,124 cm<sup>3</sup>      MOLDE N°: .....1.....

Ensayo		1	2	3	4	5
Peso molde + suelo	(gr)	10481	10674	10908	11088	10631
Peso molde	(gr)	6628	6628	6628	6628	6628
Peso suelo compactado	(gr)	3853	4046	4280	4460	4003
Densidad humeda	(gr)	1.814	1.905	2.015	2.1	1.885
Recipiente Numero		5	2	3	7	14
Peso suelo humedo + tara	(gr)	59.8	137.3	141.4	137.3	137.1
Peso suelo seco + tara	(gr)	56.4	127.3	129.1	122.5	120.6
Peso del agua	(gr)	3.4	10.0	12.3	14.8	16.5
Peso del recipiente	(gr)	37.7	37.2	39.3	38	37.4
Peso del suelo seco	(gr)	18.7	90.1	89.8	84.5	83.2
Contenido de agua	(%)	6.03	7.86	9.53	12.08	13.68
Humedad promedio	(%)	6.03	7.86	9.53	12.08	13.68
Peso especifico seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.711	1.766	1.840	1.874	1.658

MAXIMA DENSIDAD SECA **1.893** gr/cc      CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **11.35** %



*[Signature]*  
**LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
Urbanización Vista Alegre G-8 Tel .984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo

UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile

LUGAR : Quebrada Honda

FECHA : 16/09/2021

N° CALICATA : 2

PROFUNDIDAD : 1.5 m

km : 11+600

MUESTRA : M 1

3% melaza de caña Anillo Nro. 1

**ENSAYO DE C.B.R. MTCE 132**

Molde N°	7		8		9	
	5		5		5	
N° Capa	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12582	12906	11624	11864	12106	12492
Peso de molde (gr)	8180	8180	7373	7373	8178	8178
Peso del suelo húmedo (gr)	4402	4726	4251	4491	3928	4314
Volumen del molde (cm3)	2088	2088	2088	2088	2088	2088
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.108	2.263	2.036	2.151	1.881	2.066
Humedad (%)	11.29	17.20	11.16	19.00	11.23	20.99
Densidad seca (gr/cm3)	1.894	1.931	1.832	1.808	1.691	1.708
Tarro N°	5	36	36	3	3	5
Tarro + Suelo húmedo (gr)	106.3	128.90	117.0	135.40	111.0	142.80
Tarro + Suelo seco (gr)	99.3	115.90	109.3	119.80	103.6	124.50
Peso del Agua (gr)	7.00	13.00	7.70	15.60	7.40	18.30
Peso del tarro (gr)	37.30	40.30	40.30	37.70	37.70	37.30
Peso del suelo seco (gr)	62.00	75.60	69.00	82.10	65.90	87.20
Humedad (%)	11.29	17.20	11.16	19.00	11.23	20.99
Promedio de Humedad (%)	11.29	17.20	11.16	19.00	11.23	20.99

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
05/09/2021	04:01	24	15.67	15.670	12.3	18.240	18.240	14.4	23.55	23.550	18.5
06/09/2021	04:00	48	16.05	16.050	12.6	18.780	18.780	14.8	23.71	23.710	18.7
07/09/2021	03:25	72	16.58	16.580	13.1	19.060	19.060	15.0	24.12	24.120	19.0
08/09/2021	04:02	94	16.94	16.940	13.3	19.650	19.650	15.5	24.45	24.450	19.3

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.025		8	1.8			3	0.7			2	0.5		
0.050		14	3.2			6	1.4			4	1.0		
0.075		22	4.9			12	2.9			8	1.7		
0.100	70	30	6.9	6.9	9.9	19	4.3	5.20	7.4	12	2.8	3.00	4.3
0.150		44	10.1			29	6.7			19	4.4		
0.200	105	54	12.4	13.3	12.7	38	8.7	10.10	9.6	25	5.8	6.10	5.8
0.250		65	15.0			44	10.1			29	6.6		
0.300		75	17.3			49	11.3			34	7.8		
0.400		90	20.1			58	13.1			39	8.7		

LUIS OCTAVIO ECHARRI SAEZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57347

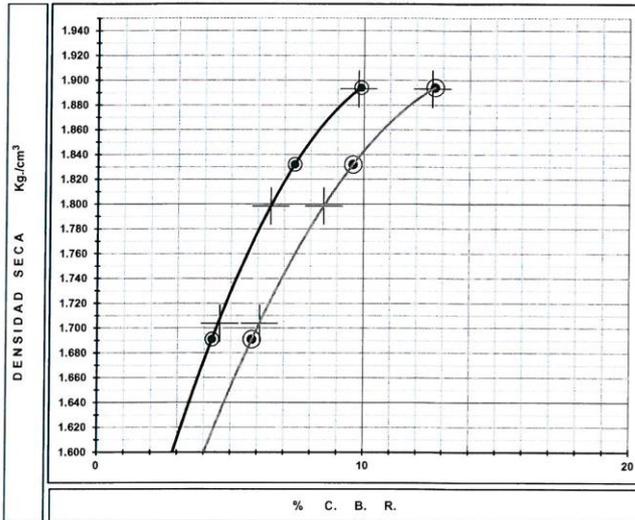


**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco  
 SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR : Quebrada Honda  
 Carretera Quebrada - Versalles  
 FECHA : 16/09/2021

N° CALICATA : 2  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 km : 11+600  
 MUESTRA : M 1  
 3% melaza de caña

**GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.**



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	9.8	12.6
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	6.5	8.5
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	4.6	6.1

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.893	gr./cm <sup>3</sup>
Optimo Humedad	11.35	%

OBSERVACIONES:

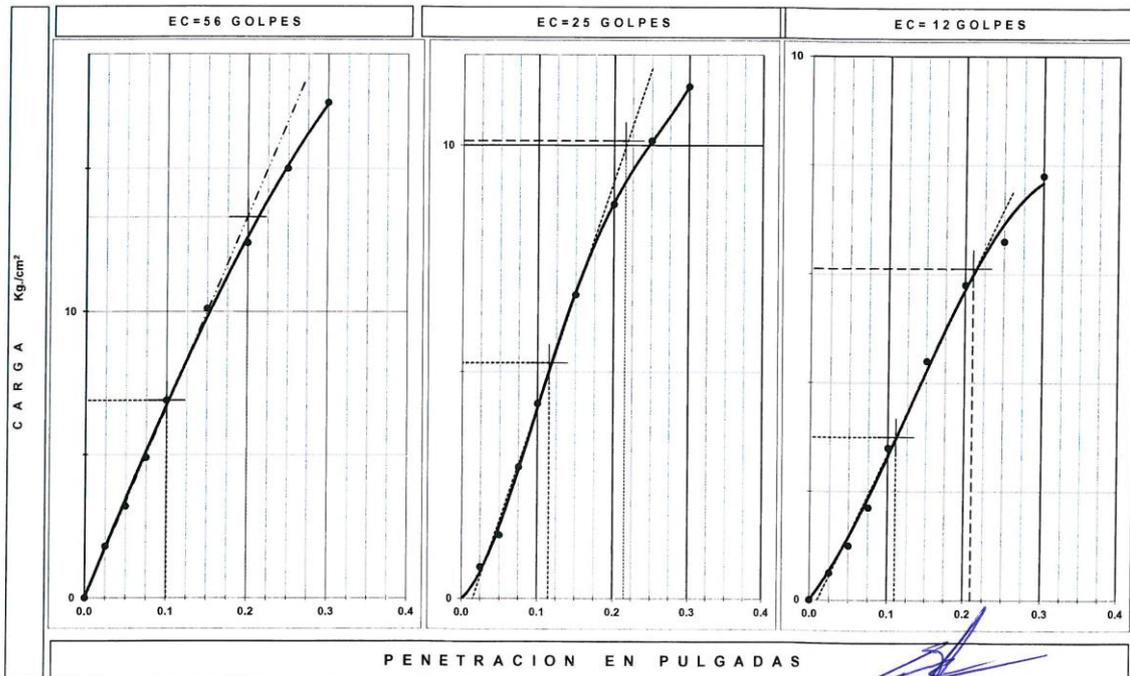
---



---



---



*(Signature)*  
 LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



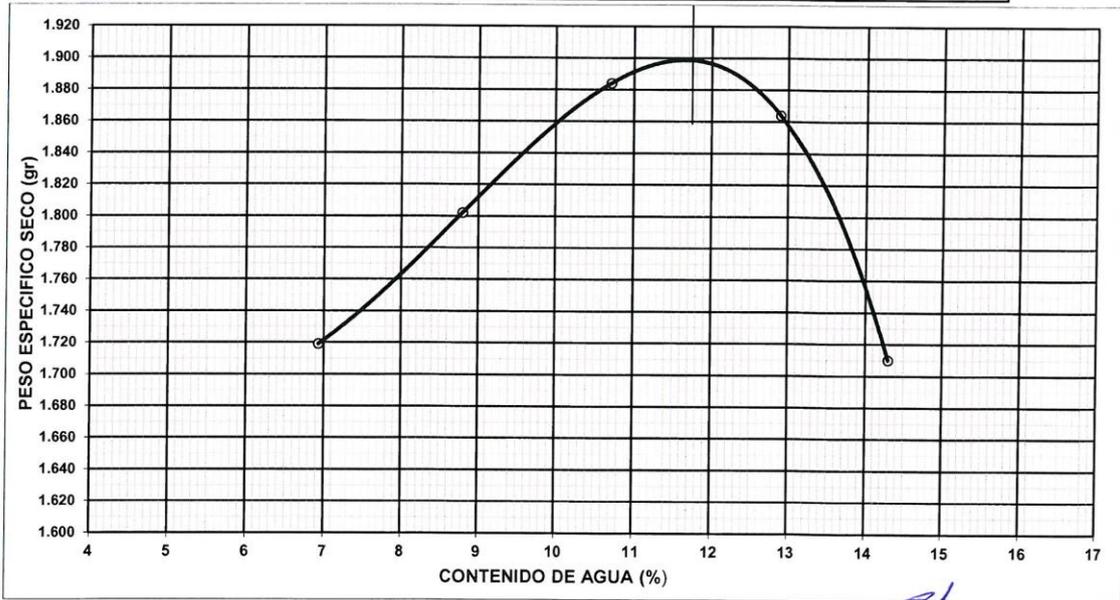
**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO: Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021  
SOLICITANTE: Universidad Cesar Vallejo  
UBICACION: Cusco-Calca-Yanatile  
LUGAR: Quebrada Honda  
FECHA: 16/09/2021  
N° CALICATA: 2  
km: 11+600  
PROFUNDIDAD: 1.5 m  
MUESTRA: M 1  
5% melaza de caña

**COMPACTACION MTC E 115**

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C	VOLUMEN DEL MOLDE :.... 2,124 cm <sup>3</sup>	MOLDE N°: .....1.....			
Ensayo	1	2	3	4	5
Peso molde + suelo (gr)	10531	10794	11058	11098	10781
Peso molde (gr)	6628	6628	6628	6628	6628
Peso suelo compactado (gr)	3903	4166	4430	4470	4153
Densidad humeda (gr)	1.838	1.961	2.086	2.105	1.955
Recipiente Numero	8	2	3	5	4
Peso suelo humedo + tara (gr)	169.8	127.4	154.0	148.8	127.1
Peso suelo seco + tara (gr)	158.8	117.1	139.1	131.8	111.2
Peso del agua (gr)	11.0	10.3	14.9	17.0	15.9
Peso del recipiente (gr)	37.2	37.2	39.3	37.7	38
Peso del suelo seco (gr)	121.6	79.9	99.8	94.1	73.2
Contenido de agua (%)	6.93	8.8	10.71	12.9	14.3
Humedad promedio (%)	6.93	8.80	10.71	12.90	14.30
Peso especifico seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.719	1.802	1.884	1.864	1.710

MAXIMA DENSIDAD SECA **1.900 gr/cc**      CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **11.75 %**



*(Signature)*  
**LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel .984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo

UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile N° CALICATA : 2

LUGAR : Quebrada Honda PROFUNDIDAD : 1.5 m

FECHA : 16/09/2021 Carretera Quebrada - Versalles km : 11+600

MUESTRA : M 1

5% melaza de caña Anillo Nro. 2

**ENSAYO DE C. B. R. MTCE 132**

Molde N°	7		8		9	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12615	12725	11545	11765	12065	12235
Peso de molde (gr)	8180	8180	7373	7373	8178	8178
Peso del suelo húmedo (gr)	4435	4545	4172	4392	3887	4057
Volumen del molde (cm3)	2087	2088	2096	2088	2088	2088
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.125	2.177	1.990	2.103	1.862	1.943
Humedad (%)	11.72	22.01	11.64	21.38	11.41	19.31
Densidad seca (gr/cm3)	1.902	1.784	1.783	1.733	1.671	1.629
Tarro N°	23	5	29	4	31	3
Tarro + Suelo húmedo (gr)	116.7	125.60	108.7	134.50	121.7	124.60
Tarro + Suelo seco (gr)	108.6	109.80	101.4	117.80	113.1	110.70
Peso del Agua (gr)	8.15	15.80	7.30	16.70	8.60	13.90
Peso del tarro (gr)	39.00	38.00	38.70	39.70	37.70	38.70
Peso del suelo seco (gr)	69.55	71.80	62.70	78.10	75.40	72.00
Humedad (%)	11.72	22.01	11.64	21.38	11.41	19.31
Promedio de Humedad (%)	11.72	22.01	11.64	21.38	11.41	19.31

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/09/2021	04:01	24	15.330	15.330	12.1	18.58	18.580	14.6	22.62	22.620	17.8
09/09/2021	04:00	48	16.520	16.520	13.0	19.10	19.100	15.0	23.22	23.220	18.3
10/09/2021	03:25	72	16.830	16.830	13.3	19.82	19.820	15.6	23.61	23.610	18.6
11/09/2021	04:02	94	16.910	16.910	13.3	19.95	19.950	15.7	23.84	23.840	18.8

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.025		22	2.8			7	0.9			6	0.8		
0.050		38	4.8			15	1.8			13	1.6		
0.075		59	7.5			30	3.8			22	2.8		
0.100	70	82	10.5	10.0	14.3	45	5.8	7.00	10.0	34	4.3	5.30	7.6
0.150		120	15.3			71	9.0			57	7.2		
0.200	105	157	20.0	20.0	19.0	99	12.6	14.00	13.3	74	9.5	11.00	10.5
0.250		191	24.3			125	15.9			89	11.3		
0.300		215	27.4			138	17.5			98	12.5		
0.400		244	31.1			141	17.3			114	12.5		

*Luis Octavio Echarri Saenz*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57237



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco

SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo

UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile

LUGAR : Quebrada Honda  
 Carretera Quebrada - Versalles

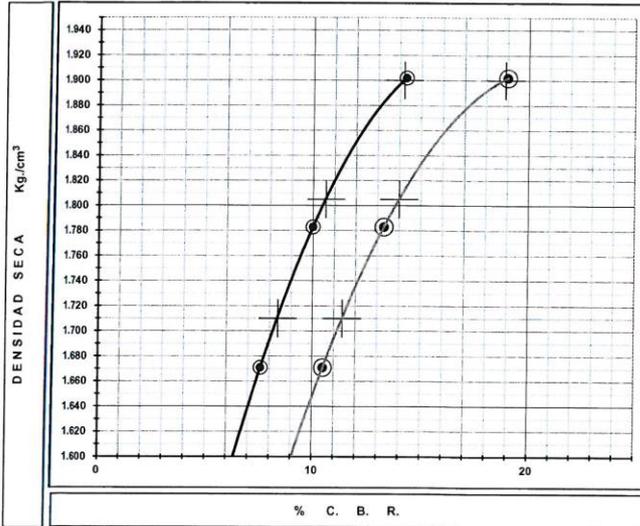
FECHA : 16/09/2021

N° CALICATA : 2

PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 km : 11+600

MUESTRA : M 1  
 5% melaza de caña

**GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.**



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	14.2	18.9
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	10.6	14.0
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	8.4	11.4

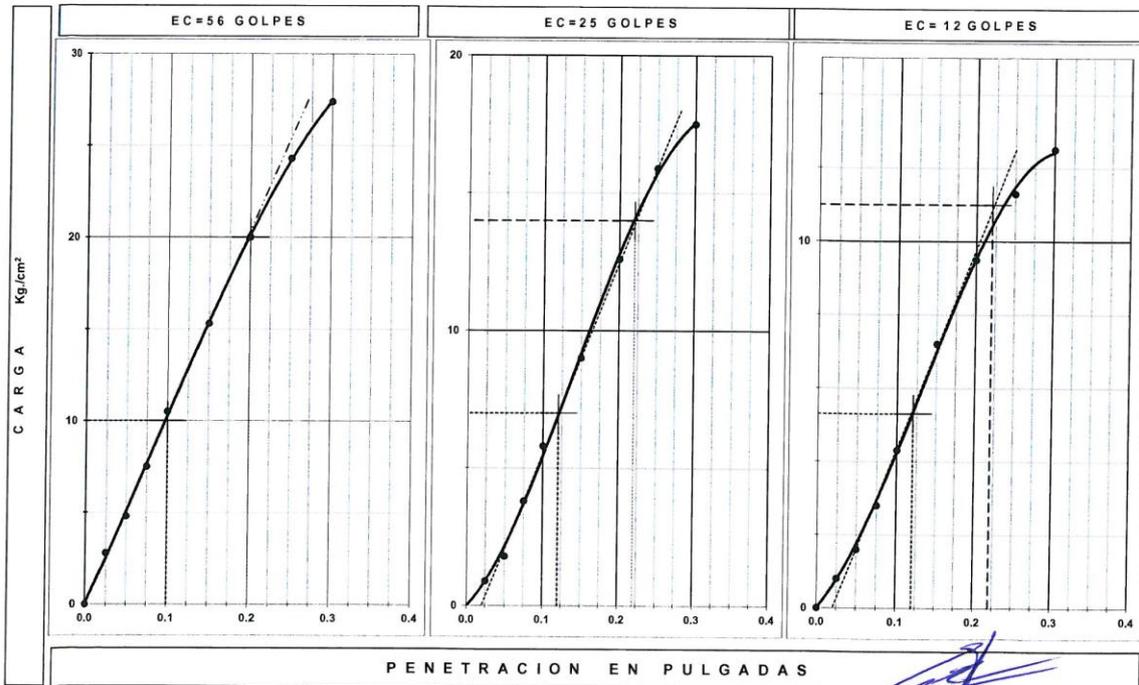
Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.900	gr./cm <sup>3</sup>
Optimo Humedad	11.75	%

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



*[Signature]*  
**LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



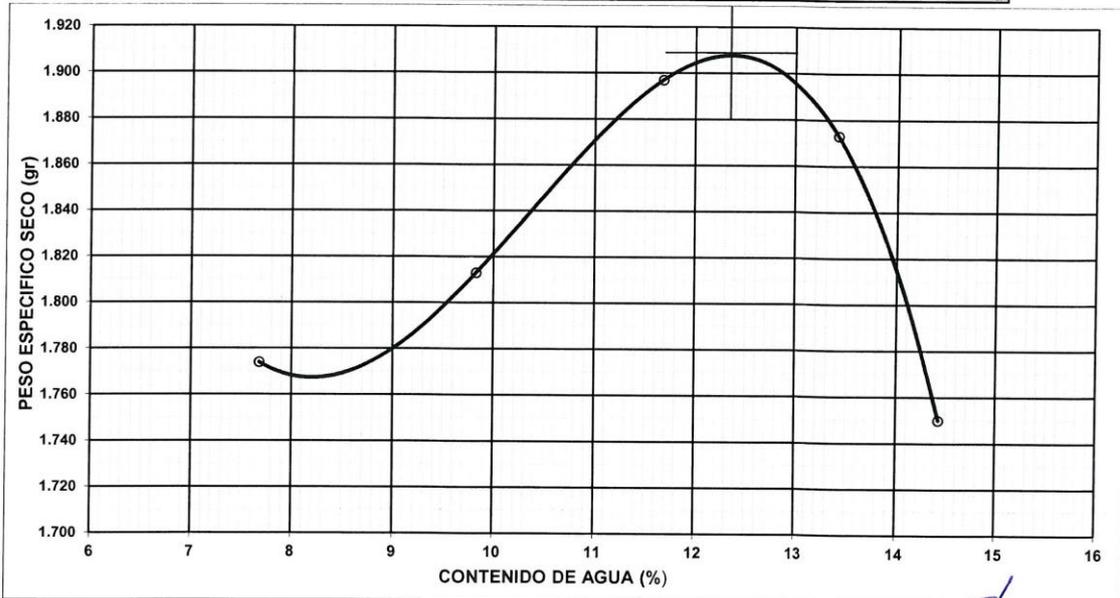
**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
Urbanización Vista Alegre G-8 Tel.984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO: Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021  
SOLICITANTE: Universidad Cesar Vallejo  
UBICACION: Cusco-Calca-Yanatile  
LUGAR: Quebrada Honda  
FECHA: 16/09/2021  
N° CALICATA: 2  
km: 11+600  
PROFUNDIDAD: 1.5 m  
MUESTRA: M 4  
8% melaza de caña

**COMPACTACION MTC E 115**

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C		VOLUMEN DEL MOLDE :.... 2,124 cm <sup>3</sup>			MOLDE N°: .....1.....	
Ensayo		1	2	3	4	5
Peso molde + suelo	(gr)	10684	10856	11128	11139	10881
Peso molde	(gr)	6628	6628	6628	6628	6628
Peso suelo compactado	(gr)	4056	4228	4500	4511	4253
Densidad humeda	(gr)	1.91	1.991	2.119	2.124	2.002
Recipiente Numero		2	5	7	3	30
Peso suelo humedo + tara	(gr)	58.9	136.3	140.6	136.2	126.1
Peso suelo seco + tara	(gr)	54.7	124.1	125.9	120.1	110.2
Peso del agua	(gr)	4.2	12.2	14.7	16.1	15.9
Peso del recipiente	(gr)	37.2	37.7	38	39.3	38.6
Peso del suelo seco	(gr)	17.5	86.4	87.9	80.8	71.6
Contenido de agua	(%)	7.68	9.83	11.68	13.41	14.43
Humedad promedio	(%)	7.68	9.83	11.68	13.41	14.43
Peso específico seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.774	1.813	1.897	1.873	1.750

MAXIMA DENSIDAD SECA **1.909** gr/cc      CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **12.35** %



*[Signature]*  
LUIS OCTAVO PECHARRI SAENZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo

UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile N° CALICATA : 2

LUGAR : Quebrada Honda PROFUNDIDAD : 1.5 m

Carretera Quebrada - Versalles km : 11+600

FECHA : 16/09/2021 MUESTRA : M 4

8% melaza de caña Anillo Nro. 2

**ENSAYO DE C.B.R. MTC E 132**

Cond. de la muestra	7		8		9	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	7		8		9	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12668	12914	11654	11865	12078	12289
Peso de molde (gr)	8180	8180	7373	7373	8178	8178
Peso del suelo húmedo (gr)	4488	4734	4281	4492	3900	4111
Volumen del molde (cm3)	2088	2088	2088	2088	2088	2088
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.149	2.267	2.050	2.151	1.868	1.969
Humedad (%)	12.40	20.10	12.31	21.07	12.14	21.08
Densidad seca (gr/cm3)	1.912	1.888	1.825	1.777	1.666	1.626
Tarro N°	15	33	16	5	17	8
Tarro + Suelo húmedo (gr)	127.8	135.40	117.4	125.30	128.4	124.90
Tarro + Suelo seco (gr)	117.7	118.70	108.6	109.90	118.4	109.70
Peso del Agua (gr)	10.13	16.70	8.80	15.40	10.00	15.20
Peso del tarro (gr)	36.00	35.60	37.10	36.80	36.00	37.60
Peso del suelo seco (gr)	81.67	83.10	71.50	73.10	82.40	72.10
Humedad (%)	12.40	20.10	12.31	21.07	12.14	21.08
Promedio de Humedad (%)	12.40	20.10	12.31	21.07	12.14	21.08

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/09/2021	04:01	24	14.670	14.670	11.6	19.420	19.420	15.3	23.55	23.550	18.5
12/09/2021	04:00	48	15.310	15.310	12.1	19.890	19.890	15.7	23.91	23.910	18.8
13/09/2021	03:25	72	15.890	15.890	12.5	20.010	20.010	15.8	24.04	24.040	18.9
14/09/2021	04:02	94	16.090	16.090	12.7	20.550	20.550	16.2	24.90	24.900	19.6

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.025		25	3.2			10	1.2			7	0.9		
0.050		44	5.6			19	2.4			15	2.0		
0.075		68	8.7			38	4.8			28	3.5		
0.100	70	96	12.2	12.1	17.3	55	7.0	8.80	12.6	42	5.4	6.00	8.6
0.150		140	17.8			88	11.2			68	8.7		
0.200	105	181	23.0	23.0	21.9	120	15.2	16.80	16.0	89	11.3	11.90	11.3
0.250		218	27.7			147	18.7			114	14.5		
0.300		259	33.0			169	21.5			125	15.9		
0.400		294	119.7			183	74.4			135	54.9		

LUIS OCTAVO ECHEVERRIA S.A.  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57347

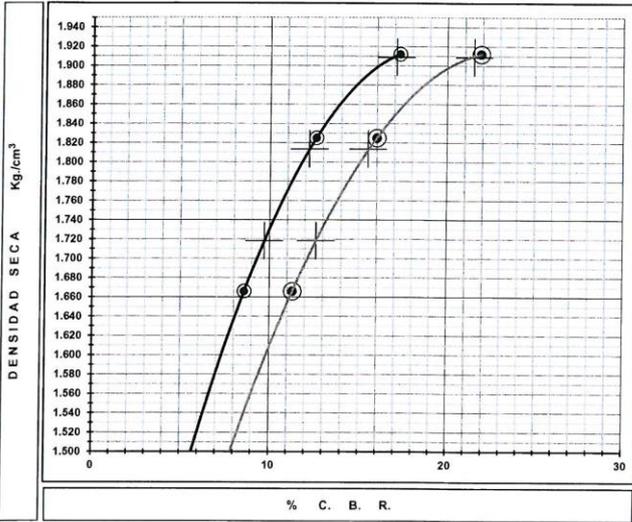


**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco  
 SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR : Quebrada Honda  
 Carretera Quebrada - Versalles  
 FECHA : 16/09/2021

N° CALICATA : 2  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 km : 11+600  
 MUESTRA : M 4  
 8% melaza de caña

**GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.**



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	17.1	21.5
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	12.2	15.5
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	9.7	12.6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.909	gr./cm <sup>3</sup>
Optimo Humedad	12.35	%

OBSERVACIONES:

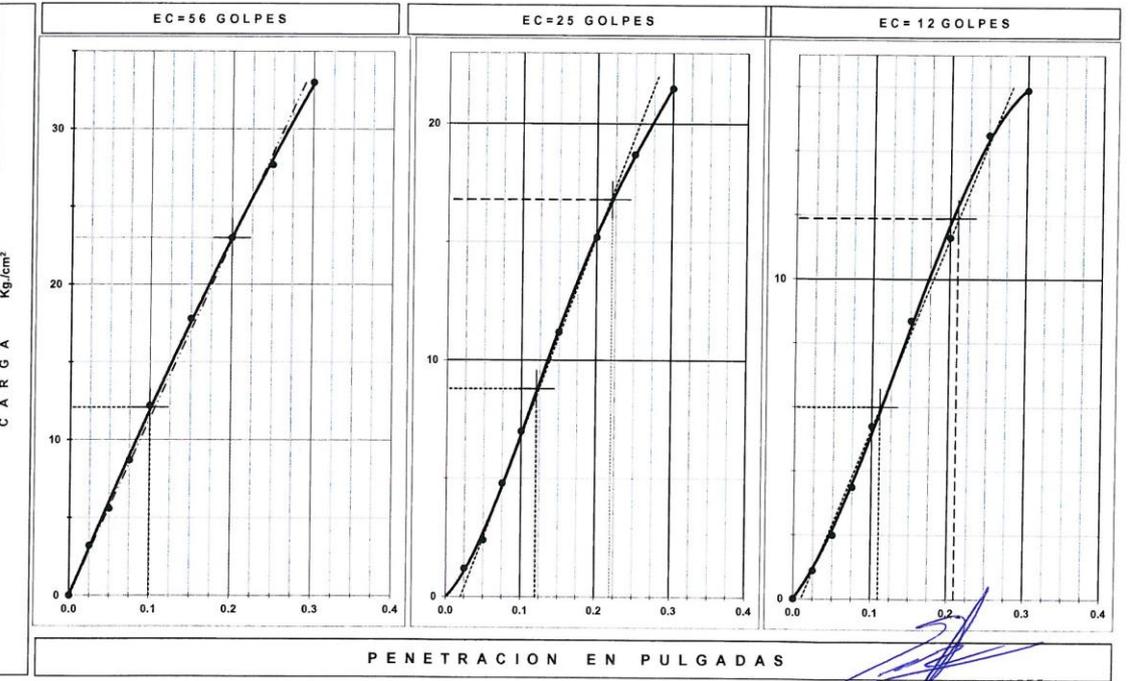
---



---



---



*Luis Octavio Echarrisaenz*  
 LUIS OCTAVIO ECHARRISAENZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

**PROYECTO** : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

**SOLICITANTE** : Universidad Cesar Vallejo

**UBICACION** : Cusco-Calca-Yanatile

**LUGAR** : Quebrada Honda

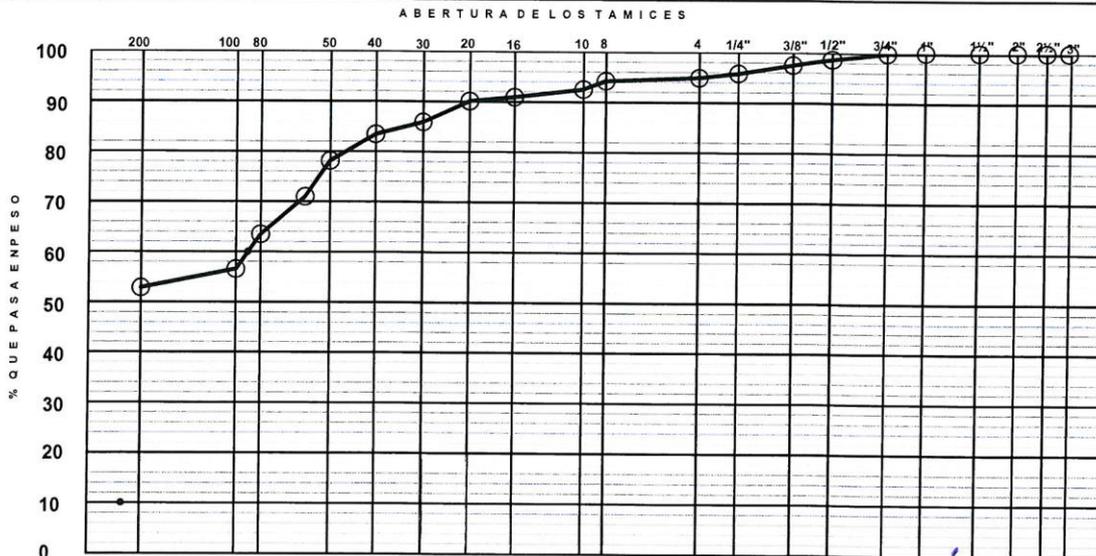
**FECHA** : 18/09/2021

N° CALICATA : 3  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 km : 12+100  
 MUESTRA : M 1

**Muestra Patrón**

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 204**

Tamiz		Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
Æ	mm.	Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	máx. (%)	
4"	100.00				100.0			Peso Inicial : 4,000.0 Porción de finos : % de Humedad : 7.8 % de Grava : 5.1 % de Arena : 42.0 Tamaño Máximo : 3" % Pasante N° 200 : 52.9 Color : Gris marrón L. L. : 31.6 L.P. : 19.1 I.P. : 12.5 M.F. : CLASIFI. AASHTO : A-6 (5) CLASIFI. SUCS : CL OVER > 2" : Observaciones 6" : % 5" : % 4" : % 3" : % 2" : %
3"	75.00				100.0			
2 1/2"	63.50				100.0			
2"	50.80				100.0			
1 1/2"	38.10				100.0			
1"	25.40				100.0			
3/4"	19.05	5.0	0.1	0.1	99.9			
1/2"	12.70	46.0	1.2	1.3	98.7			
3/8"	9.525	46.0	1.2	2.5	97.5			
1/4"	6.350	67.0	1.7	4.2	95.8			
N° 4	4.750	37.0	0.9	5.1	94.9			
N° 8	2.360	29.0	0.7	5.8	94.2			
N° 10	2.000	69.0	1.7	7.5	92.5			
N° 16	1.190	64.0	1.6	9.1	90.9			
N° 20	0.850	30.0	0.8	9.9	90.1			
N° 30	0.600	168.0	4.2	14.1	85.9			
N° 40	0.420	101.0	2.5	16.6	83.4			
N° 50	0.300	211.0	5.3	21.9	78.1			
N° 60	0.250	284.0	7.1	29.0	71.0			
N° 80	0.180	301.0	7.5	36.5	63.5			
N° 100	0.150	274.0	6.9	43.4	56.6			
N° 200	0.074	148.0	3.7	47.1	52.9			
Bandeja		2120.0	52.9	100.0				



**LUIS OCTAVIO ECHARRÍ SAENZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : **Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021**

SOLICITANTE : **Universidad Cesar Vallejo**

UBICACION : **Cusco-Calca-Yanatile** N° CALICATA : **3**  
: **Quebrada Honda** PROFUNDIDAD : **1.5 m**  
: **Carretera Quebrada Honda** km : **12+100**

FECHA : **18/09/2021** MUESTRA : **M1**

**Muestra Patrón**

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108**

	<b>1</b>	<b>2</b>		
Numero recipiente	1	2		
Peso del suelo humedo + recipiente	156.7	157.4		
Peso del suelo seco + recipiente	148.1	148.3		
Peso del agua	8.6	9.1		
Peso del recipiente	40.2	29.0		
Peso del suelo seco	107.9	119.3		
% de humedad	<b>8.0</b>	<b>7.6</b>		
% de humedad (promedio)	<b>7.8</b>			

\* Se ha usado balanza de Precision Digital, por lo que no consideramos el peso del Recipiete

  
**LUIS OCLAVIO ECHARRISALVA**  
INGENIERO CIVIL  
C.R.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

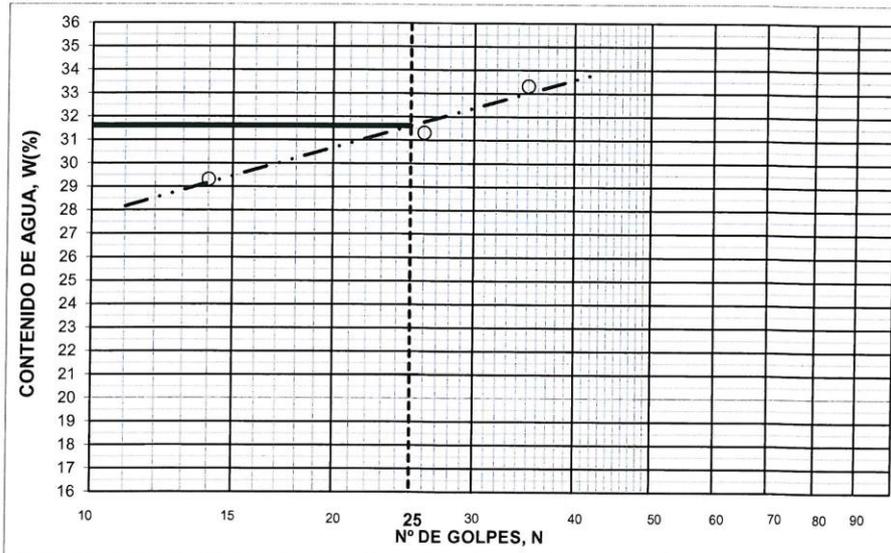
SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo

UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile N° CALICATA : 3  
 Quebrada Honda PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 Carretera Quebrada Honda km : 12+100

FECHA : 18/09/2021 MUESTRA : M 1 **Muestra Patrón**

LIMITE LIQUIDO (LL)		MTC E 110	
Numero del deposito	19	20	21
Peso del suelo húmedo + deposito	39.3	40.3	35.60
Peso del suelo seco + deposito	34.9	35.1	32.00
Peso del agua	4.40	5.20	3.60
Peso del deposito	19.9	18.5	21.20
Peso del suelo seco	15.00	16.60	10.80
Contenido de agua (w%)	29.33	31.33	33.33
Numero de golpes, n	14	26	35

LIMITE PLASTICO (LP)		MTC E 111	
Numero del deposito	11	12	
Peso del suelo húmedo + deposito	23.7	23.6	
Peso del suelo seco + deposito	23.2	22.9	
Peso del agua	0.50	0.70	
Peso del deposito	20.6	19.2	
Peso del suelo seco	2.60	3.70	
Contenido de agua (w%)	19.23	18.92	
Promedio de %:	19.2	18.9	



L.L. =	<b>31.6</b>
L.P. =	<b>19.1</b>
I. P. =	<b>12.5</b>

OBSERVACIONES:

*[Signature]*  
**LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 5734



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO: Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021  
 SOLICITANTE: Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION: Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR: Quebrada Honda  
 FECHA: 18/09/2021

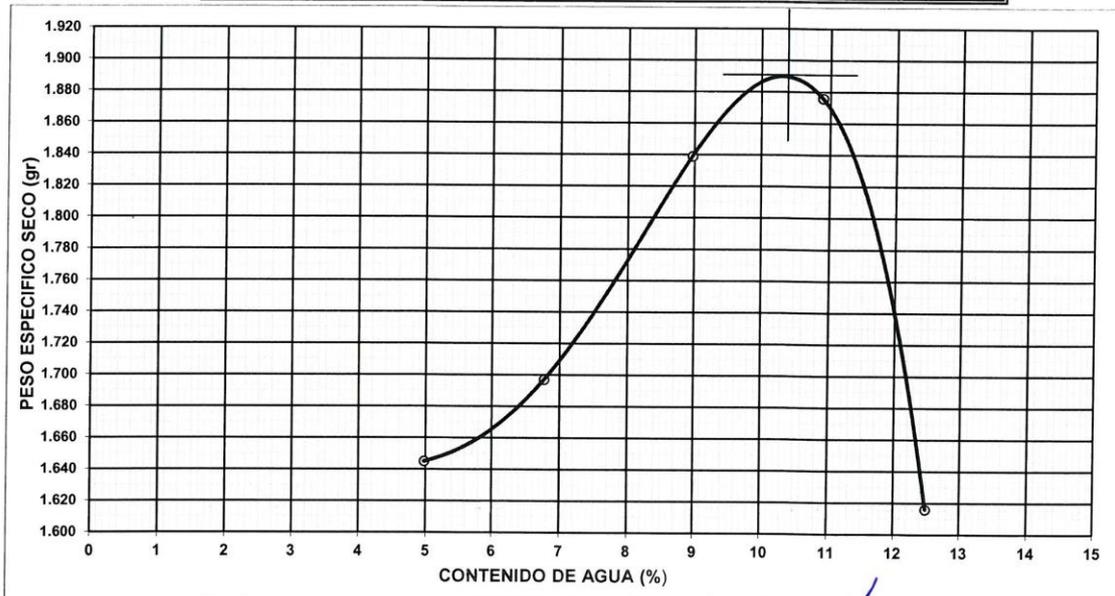
N° CALICATA: 3  
 km: 12+100  
 PROFUNDIDAD: 1.5 m  
 MUESTRA: M 1 **Muestra Patrón**

**COMPACTACION MTC E 115**

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C      VOLUMEN DEL MOLDE :.... 2,124 cm<sup>3</sup>      MOLDE N°: .....1.....

Ensayo		1	2	3	4	5
Peso molde + suelo	(gr)	10297	10477	10884	11045	10489
Peso molde	(gr)	6628	6628	6628	6628	6628
Peso suelo compactado	(gr)	3669	3849	4256	4417	3861
Densidad humeda	(gr)	1.727	1.812	2.004	2.08	1.818
Recipiente Numero		2	30	16	7	14
Peso suelo humedo + tara	(gr)	122.3	100.9	121.5	105.9	101.8
Peso suelo seco + tara	(gr)	116.5	94.5	111.5	95.5	90.5
Peso del agua	(gr)	5.8	6.4	10.0	10.4	11.3
Peso del recipiente	(gr)	37.2	38.6	36.1	38	37.4
Peso del suelo seco	(gr)	79.3	55.9	75.4	57.5	53.1
Contenido de agua	(%)	4.98	6.77	8.97	10.89	12.49
Humedad promedio	(%)	4.98	6.77	8.97	10.89	12.49
Peso especifico seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.645	1.697	1.839	1.876	1.616

MAXIMA DENSIDAD SECA **1.891 gr/cc**      CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **10.40 %**



  
 LUIS CLAUDIO ECHARRI SAENZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
Urbanización Vista Alegre G-8 Tel .984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo  
UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile  
Quebrada Honda

N° CALICATA : 3  
PROFUNDIDAD : 1.5 m  
km : 12+100  
MUESTRA : M 1

FECHA : 18/09/2021

Muestra Patrón  
Anillo Nro. 1

### ENSAYO DE C.B.R. MTCE 132

Molde N°	7		8		9	
	5		5		5	
N° Capa	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12538	12746	11568	11759	12197	12401
Peso de molde (gr)	8180	8180	7373	7373	8178	8178
Peso del suelo húmedo (gr)	4358	4566	4195	4386	4019	4223
Volumen del molde (cm3)	2087	2088	2088	2088	2088	2088
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.088	2.187	2.009	2.101	1.925	2.023
Humedad (%)	10.38	20.88	10.28	20.06	10.16	20.31
Densidad seca (gr/cm3)	1.892	1.809	1.822	1.750	1.747	1.681
Tarro N°	19	2	31	3	23	4
Tarro + Suelo húmedo (gr)	116.9	118.90	111.7	121.40	112.8	129.50
Tarro + Suelo seco (gr)	109.5	104.70	104.8	107.40	106.0	114.00
Peso del Agua (gr)	7.40	14.20	6.90	14.00	6.80	15.50
Peso del tarro (gr)	38.20	36.70	37.70	37.60	39.10	37.70
Peso del suelo seco (gr)	71.30	68.00	67.10	69.80	66.90	76.30
Humedad (%)	10.38	20.88	10.28	20.06	10.16	20.31
Promedio de Humedad (%)	10.38	20.88	10.28	20.06	10.16	20.31

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/09/2021	11:30	24	17.61	17.610	13.9	19.080	19.080	15.0	22.45	22.450	17.7
15/09/2021	11:25	48	18.11	18.110	14.3	19.840	19.840	15.6	23.45	23.450	18.5
16/09/2021	11:11	72	18.62	18.620	14.7	20.090	20.090	15.8	23.74	23.740	18.7
17/09/2021	11:30	94	18.88	18.880	14.9	20.340	20.340	16.0	23.90	23.900	18.8

### PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.025		4	0.9			3	0.6			1	0.3		
0.050		10	2.3			6	1.5			4	0.8		
0.075		14	3.2			9	2.1			5	1.2		
0.100	70	20	4.6	4.6	6.6	13	3.0	3.30	4.7	9	2.0	2.60	3.7
0.150		31	7.1			20	4.6			14	3.1		
0.200	105	38	8.8	9.0	8.6	27	6.1	6.60	6.3	20	4.6	5.50	5.2
0.250		47	10.8			34	7.9			26	6.0		
0.300		54	12.4			41	9.4			31	7.1		
0.400		62	13.9			54	12.1			38	8.6		

*LUIS OCTAVO ECHARRI SAENZ*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57347

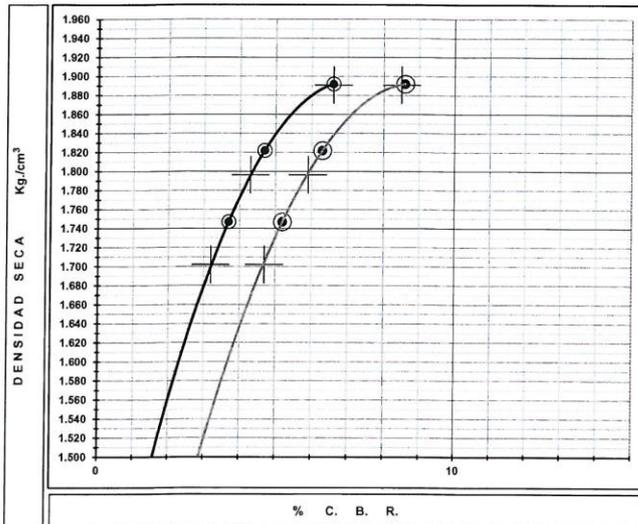


**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel .984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021  
 SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile  
 : Quebrada Honda  
 : Carretera Quebrada Honda  
 FECHA : 18/09/2021

N° CALICATA : 3  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 km : 12+100  
 MUESTRA : M 2 Muestra Patrón

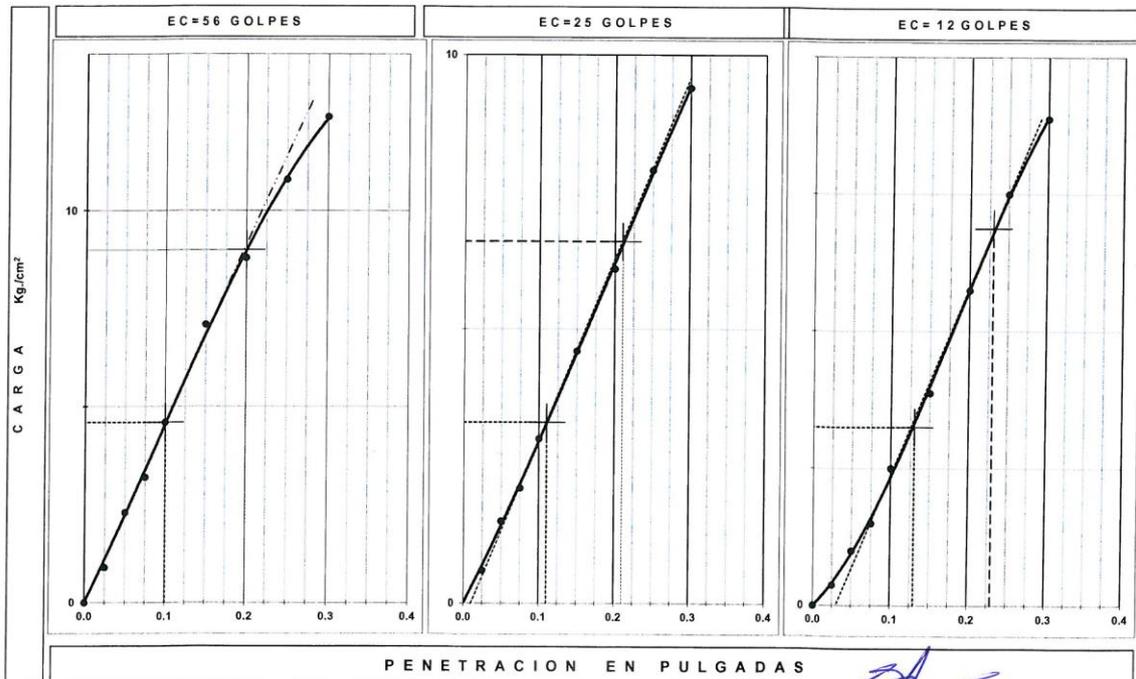
**GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.**



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	6.6	8.5
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	4.3	5.9
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	3.2	4.7

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.891	gr./cm <sup>3</sup>
Optimo Humedad	10.40	%

OBSERVACIONES:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



*[Handwritten Signature]*  
 LUIS OCTAVIO CHARRI SAENZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

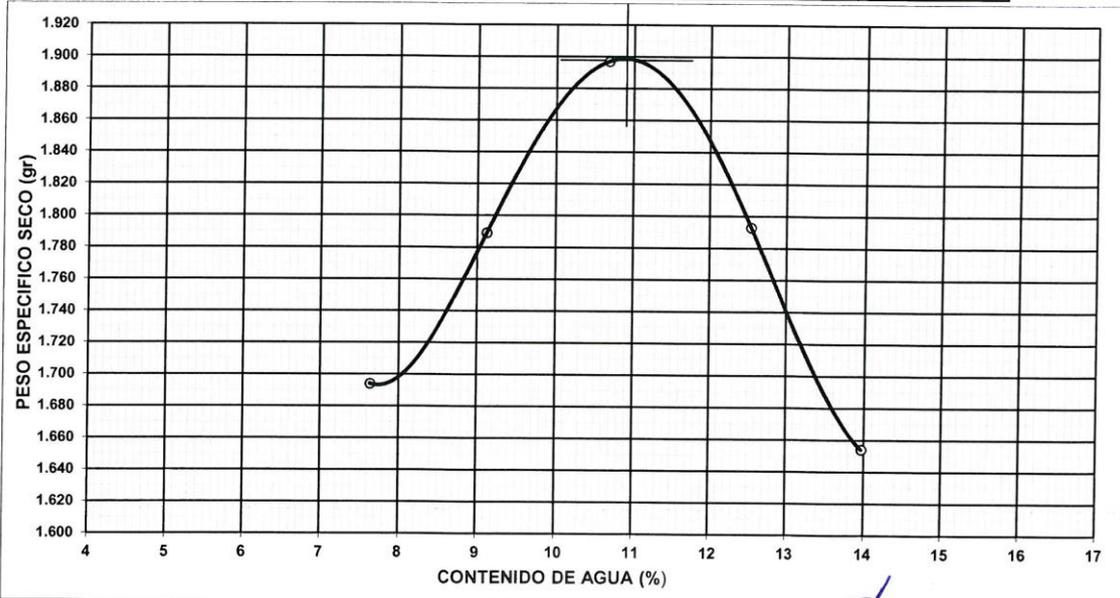
PROYECTO: Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021  
 SOLICITANTE: Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION: Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR: Quebrada Honda  
 FECHA: 21/09/2021

N° CALICATA: 3  
 km: 12+100  
 PROFUNDIDAD: 1.5 m  
 MUESTRA: M 2  
**3% melaza de caña**

**COMPACTACION MTC E 115**

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C	VOLUMEN DEL MOLDE :.... 2,124 cm <sup>3</sup>	MOLDE N°: .....1.....				
Ensayo	1	2	3	4	5	
Peso molde + suelo (gr)	10501	10774	11088	10914	10631	
Peso molde (gr)	6628	6628	6628	6628	6628	
Peso suelo compactado (gr)	3873	4146	4460	4286	4003	
Densidad humeda (gr)	1.823	1.952	2.1	2.018	1.885	
Recipiente Numero	1	2	3	4	5	
Peso suelo humedo + tara (gr)	101.5	154.4	153.4	138.2	128.1	
Peso suelo seco + tara (gr)	94.3	141.5	138.6	122.8	112.4	
Peso del agua (gr)	7.2	12.9	14.8	15.4	15.7	
Peso del recipiente (gr)	37.2	37.5	39.3	38	37.7	
Peso del suelo seco (gr)	57.1	104.0	99.3	84.8	74.7	
Contenido de agua (%)	7.64	9.12	10.68	12.54	13.97	
Humedad promedio (%)	7.64	9.12	10.68	12.54	13.97	
Peso especifico seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.694	1.789	1.897	1.793	1.654	

MAXIMA DENSIDAD SECA **1.898** gr/cc     
 CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **10.90** %



LUIS OCHOA ECHARRI SAENZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.P. 57357



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo

UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile

LUGAR : Quebrada Honda

FECHA : 21/09/2021

N° CALICATA : 3

PROFUNDIDAD : 1.5 m.

km : 12+100

MUESTRA : M 2

3% melaza de caña Anillo Nro. 1

**ENSAYO DE C.B.R. MTCE 132**

Molde N°	7		8		9	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12556	12904	11547	11811	12126	12405
Peso de molde (gr)	8180	8180	7373	7373	8178	8178
Peso del suelo húmedo (gr)	4376	4724	4174	4438	3948	4227
Volumen del molde (cm3)	2088	2088	2088	2088	2088	2088
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.096	2.262	1.999	2.125	1.891	2.024
Humedad (%)	10.38	20.69	10.28	20.54	10.16	19.47
Densidad seca (gr/cm3)	1.899	1.874	1.813	1.763	1.717	1.694
Tarro N°	19	5	31	4	23	24
Tarro + Suelo húmedo (gr)	116.9	134.10	111.7	117.40	112.8	145.40
Tarro + Suelo seco (gr)	109.5	117.40	104.8	103.80	106.0	127.90
Peso del Agua (gr)	7.40	16.70	6.90	13.60	6.80	17.50
Peso del tarro (gr)	38.20	36.70	37.70	37.60	39.10	38.00
Peso del suelo seco (gr)	71.30	80.70	67.10	66.20	66.90	89.90
Humedad (%)	10.38	20.69	10.28	20.54	10.16	19.47
Promedio de Humedad (%)	10.38	20.69	10.28	20.54	10.16	19.47

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/09/2021	12:10	24	16.52	16.520	13.0	18.840	18.840	14.8	22.34	22.340	17.6
18/09/2021	11:50	48	16.71	16.710	13.2	19.540	19.540	15.4	22.95	22.950	18.1
19/09/2021	12:00	72	17.06	17.060	13.4	19.970	19.970	15.7	23.54	23.540	18.5
20/09/2021	11:55	94	17.80	17.800	14.0	20.300	20.300	16.0	23.74	23.740	18.7

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.025		6	1.3			4	1.0			2	0.4		
0.050		15	3.5			10	2.3			5	1.2		
0.075		21	4.7			14	3.3			8	1.9		
0.100	70	30	6.9	7.0	10.0	20	4.6	5.00	7.1	13	3.0	4.00	5.7
0.150		46	10.6			31	7.1			20	4.6		
0.200	105	59	13.5	13.7	13.0	41	9.5	10.00	9.5	28	6.5	8.00	7.6
0.250		71	16.2			53	12.1			39	9.0		
0.300		81	18.7			63	14.6			46	10.6		
0.400		93	20.8			84	18.8			58	12.9		

LUIS UCLAVO ECHARRI SAENZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57347

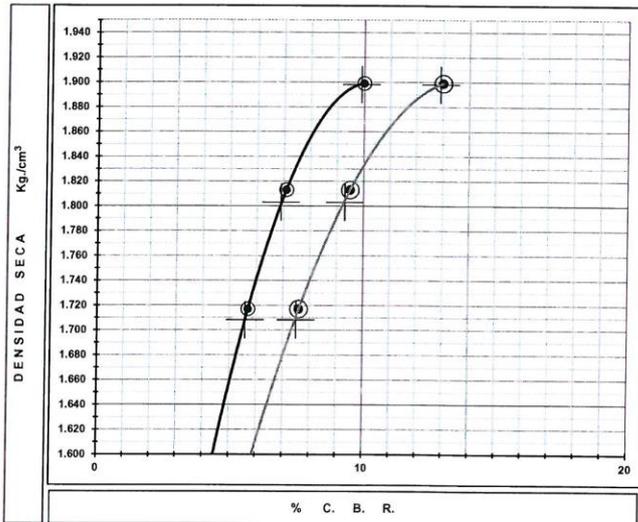


**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel.984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco  
 SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR : Quebrada Honda  
 Carretera Quebrada Honda  
 FECHA : 21/09/2021

N° CALICATA : 3  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 km : 12+100  
 MUESTRA : M 2  
 3% melaza de caña

**GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.**



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	9.9	12.9
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	6.9	9.3
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	5.6	7.5

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.898	gr./cm³
Optimo Humedad	10.90	%

OBSERVACIONES:

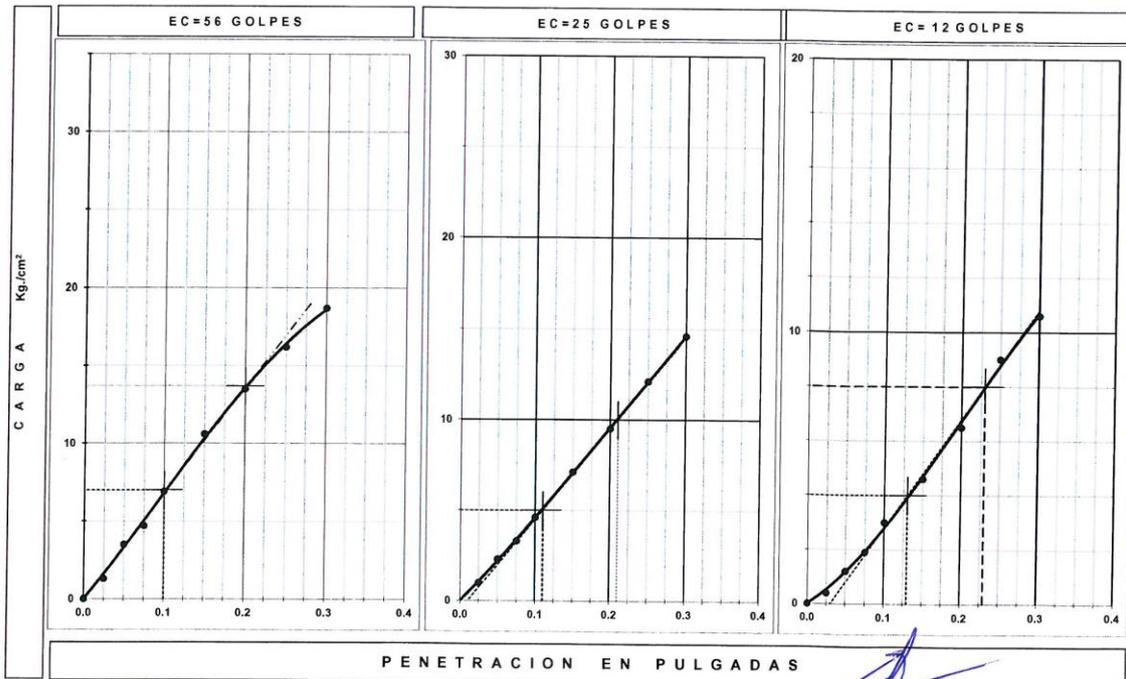
---



---



---



*Luis Octavio Echarris Saenz*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



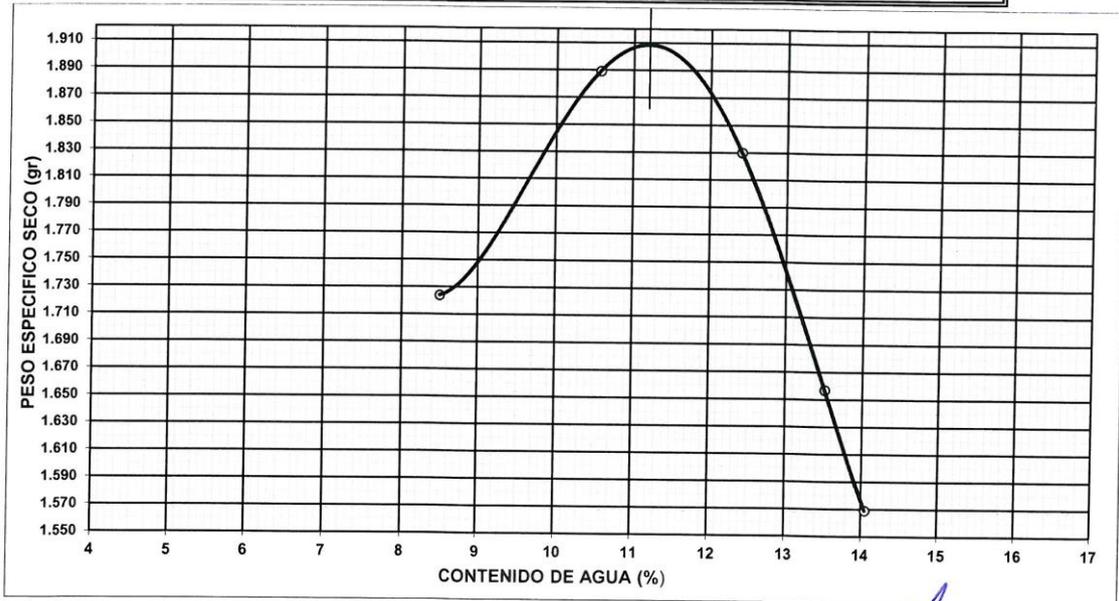
**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 T.el.984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO: Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021  
 SOLICITANTE: Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION: Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR: Quebrada Honda  
 FECHA: 24/09/2021  
 N° CALICATA: 3  
 km: 12+100  
 PROFUNDIDAD: 1.5 m  
 MUESTRA: M 3  
 5% melaza de caña

**COMPACTACION MTC E 115**

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C		VOLUMEN DEL MOLDE :.... 2,124 cm <sup>3</sup>			MOLDE N°: .....1.....	
Ensayo		1	2	3	4	5
Peso molde + suelo	(gr)	10601	11064	10998	10624	10431
Peso molde	(gr)	6628	6628	6628	6628	6628
Peso suelo compactado	(gr)	3973	4436	4370	3996	3803
Densidad humeda	(gr)	1.871	2.089	2.057	1.881	1.79
Recipiente Numero		2	29	30	33	5
Peso suelo humedo + tara	(gr)	102.1	155.8	154.9	139.5	129.1
Peso suelo seco + tara	(gr)	94.1	140.9	137.8	122.9	113.2
Peso del agua	(gr)	8.0	14.9	17.1	16.6	15.9
Peso del recipiente	(gr)	37.6	38.6	40.2	39.4	37.2
Peso del suelo seco	(gr)	56.5	102.3	97.6	83.5	76.0
Contenido de agua	(%)	8.5	10.57	12.41	13.51	14.05
Humedad promedio	(%)	8.50	10.57	12.41	13.51	14.05
Peso especifico seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.724	1.889	1.830	1.657	1.569

MAXIMA DENSIDAD SECA	<b>1.910</b> gr/cc	CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD	<b>11.20 %</b>
----------------------	--------------------	-----------------------------	----------------



INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
Urbanización Vista Alegre G-8 T'el. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo

UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile

LUGAR : Quebrada Honda

FECHA : 24/09/2021

N° CALICATA : 3

PROFUNDIDAD : 1.5 m

km : 12+100

MUESTRA : M 3

5% melaza de caña Anillo Nro. 1

### ENSAYO DE C. B. R. MTCE 132

Cond. de la muestra	7		8		9	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	7		8		9	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12612	12904	11568	11697	12156	12349
Peso de molde (gr)	8180	8180	7373	7373	8178	8178
Peso del suelo húmedo (gr)	4432	4724	4195	4324	3978	4171
Volumen del molde (cm3)	2087	2088	2088	2088	2088	2088
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.124	2.262	2.009	2.071	1.905	1.998
Humedad (%)	11.21	20.88	11.14	20.15	11.02	20.09
Densidad seca (gr/cm3)	1.910	1.871	1.808	1.724	1.716	1.664
Tarro N°	19	33	31	5	23	8
Tarro + Suelo húmedo (gr)	117.1	124.00	123.5	133.00	122.7	141.00
Tarro + Suelo seco (gr)	109.2	108.80	114.9	116.90	114.4	123.70
Peso del Agua (gr)	7.95	15.20	8.60	16.10	8.30	17.30
Peso del tarro (gr)	38.20	36.00	37.70	37.00	39.10	37.60
Peso del suelo seco (gr)	70.95	72.80	77.20	79.90	75.30	86.10
Humedad (%)	11.21	20.88	11.14	20.15	11.02	20.09
Promedio de Humedad (%)	11.21	20.88	11.14	20.15	11.02	20.09

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/09/2021	12:30	24	16.040	16.040	12.6	17.61	17.610	13.9	22.38	22.380	17.6
21/09/2021	12:30	48	16.120	16.120	12.7	18.61	18.610	14.7	23.56	23.560	18.6
22/09/2021	12:00	72	16.560	16.560	13.0	18.62	18.620	14.7	23.74	23.740	18.7
23/09/2021	12:30	94	17.250	17.250	13.6	19.09	19.090	15.0	24.10	24.100	19.0

### PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.025		9	2.0			6	1.4			3	0.7		
0.050		24	5.5			16	3.6			8	1.8		
0.075		32	7.3			22	5.1			12	2.7		
0.100	70	46	10.5	10.5	15.0	30	6.9	7.10	10.1	19	4.4	6.00	8.6
0.150		71	16.2			46	10.5			30	6.8		
0.200	105	88	20.3	20.5	19.5	61	14.1	14.20	13.5	44	10.1	12.00	11.4
0.250		108	24.8			79	18.1			58	13.2		
0.300		125	28.6			94	21.7			68	15.6		
0.400		142	31.9			124	27.9			84	19.0		

*LUIS OCTAVIO ECHARRI SAENZ*  
INGENIERO CIVIL  
R. 1 P. 473.17

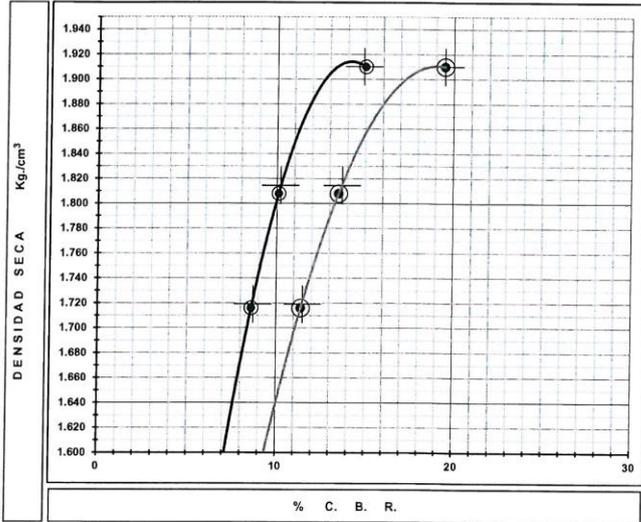


**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco  
 SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR : Quebrada Honda  
 Carretera Quebrada - Versalles  
 FECHA : 24/09/2021

N° CALICATA : 3  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 km : 12+100  
 MUESTRA : M 3  
 5% melaza de caña

**GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.**



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	14.9	19.5
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	10.2	13.7
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	8.7	11.5

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.910	gr./cm <sup>3</sup>
Optimo Humedad	11.20	%

OBSERVACIONES:

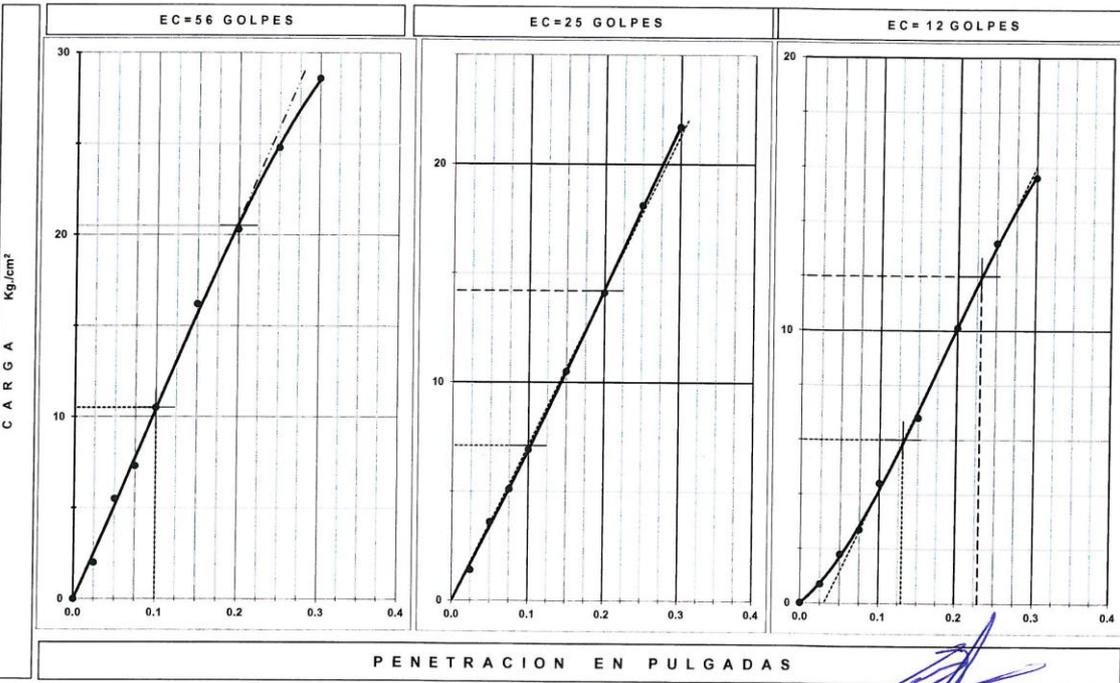
---



---



---



*LUIS OCTAVIO ECHARRISAENZ*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel.984652296 San Sebastián-Cusco.

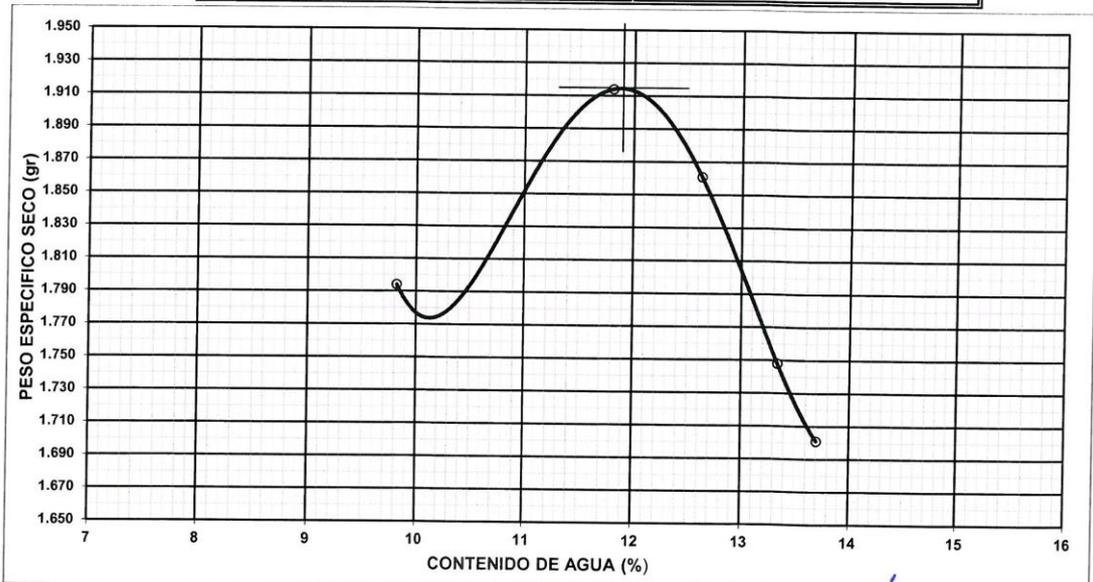
PROYECTO: Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021  
 SOLICITANTE: Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION: Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR: Quebrada Honda  
 FECHA: 27/09/2021

N° CALICATA: 3  
 km: 12+100  
 PROFUNDIDAD: 1.5 m  
 MUESTRA: M 4  
 8% melaza de caña

**COMPACTACION MTC E 115**

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C		VOLUMEN DEL MOLDE :... 2,124 cm <sup>3</sup>			MOLDE N°: .....1.....	
Ensayo		1	2	3	4	5
Peso molde + suelo	(gr)	10813	11173	11079	10835	10735
Peso molde	(gr)	6628	6628	6628	6628	6628
Peso suelo compactado	(gr)	4185	4545	4451	4207	4107
Densidad humeda	(gr)	1.97	2.14	2.096	1.981	1.934
Recipiente Numero		2	14	7	5	8
Peso suelo humedo + tara	(gr)	114.1	108.9	118.6	104.5	146.1
Peso suelo seco + tara	(gr)	103.9	97.4	105.3	92.2	128.5
Peso del agua	(gr)	10.2	11.5	13.3	12.3	17.6
Peso del recipiente	(gr)	37.6	36.8	36.1	40.2	37.7
Peso del suelo seco	(gr)	66.3	60.6	69.2	52.0	90.8
Contenido de agua	(%)	9.82	11.81	12.63	13.34	13.7
Humedad promedio	(%)	9.82	11.81	12.63	13.34	13.70
Peso especifico seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.794	1.914	1.861	1.748	1.701

MAXIMA DENSIDAD SECA **1.915** gr/cc      CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **11.90** %



LUIS OCTAVIO ECHARRÍ SAENZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57347



**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco 2021

SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo

UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile  
Quebrada Honda  
Carretera Quebrada - Versalles

FECHA : 27/09/2021

N° CALICATA : 3  
PROFUNDIDAD : 1.5 m  
km : 12+100  
MUESTRA : M 4  
8% melaza de caña

Anillo Nro. 1

**ENSAYO DE C.B.R. MTCE 132**

Molde N°	7		8		9			
	5		5		5			
N° Capa	56		25		12			
GoIpes por capa N°	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12657	12894	11627	11845	12189	12406		
Peso de molde (gr)	8180	8180	7373	7373	8178	8178		
Peso del suelo húmedo (gr)	4477	4714	4254	4472	4011	4228		
Volumen del molde (cm3)	2087	2088	2088	2088	2088	2088		
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.145	2.258	2.037	2.142	1.921	2.025		
Humedad (%)	11.90	21.07	11.78	21.05	11.52	19.22		
Densidad seca (gr/cm3)	1.917	1.865	1.822	1.770	1.723	1.699		
Tarro N°	19	33	31	5	23	6		
Tarro + Suelo húmedo (gr)	127.5	135.40	135.4	127.00	134.8	136.40		
Tarro + Suelo seco (gr)	118.0	118.10	125.1	111.30	124.8	120.70		
Peso del Agua (gr)	9.50	17.30	10.30	15.70	10.00	15.70		
Peso del tarro (gr)	38.20	36.00	37.70	36.70	38.00	39.00		
Peso del suelo seco (gr)	79.80	82.10	87.40	74.60	86.80	81.70		
Humedad (%)	11.90	21.07	11.78	21.05	11.52	19.22		
Promedio de Humedad (%)	11.90	21.07	11.78	21.05	11.52	19.22		

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
23/09/2021	12:30	24	15.860	15.860	12.5	17.61	17.610	13.9	22.45	22.450	17.7
24/09/2021	12:30	48	16.140	16.140	12.7	18.38	18.380	14.5	23.05	23.050	18.1
25/09/2021	12:00	72	16.580	16.580	13.1	18.50	18.500	14.6	23.42	23.420	18.4
26/09/2021	12:30	94	16.940	16.940	13.3	18.78	18.780	14.8	23.89	23.890	18.8

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.025		10	2.3			7	1.7			4	0.8		
0.050		27	6.2			17	4.0			10	2.2		
0.075		37	8.5			25	5.7			15	3.4		
0.100	70	54	12.4	13.0	18.6	35	8.0	9.00	12.9	24	5.4	7.20	10.3
0.150		81	18.7			54	12.3			36	8.4		
0.200	105	104	23.9	24.1	23.0	72	16.6	18.00	17.1	54	12.4	14.50	13.8
0.250		127	29.2			92	21.2			71	16.2		
0.300		146	33.6			111	25.5			83	19.2		
0.400		167	37.5			146	32.8			104	23.8		

LUIS OCTAVIO ECHARRISAEVZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57347

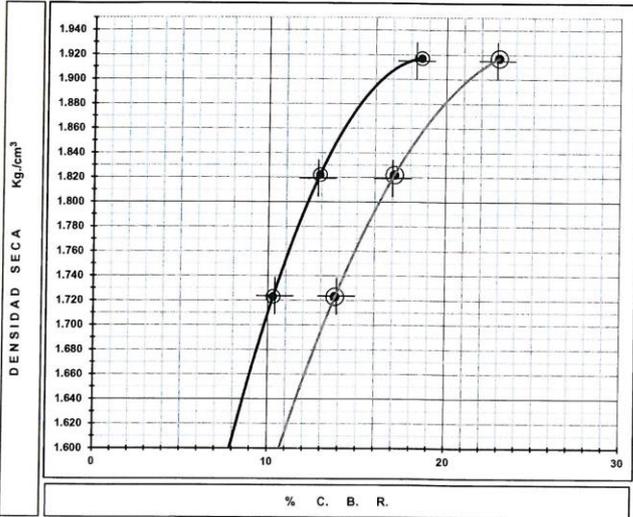


**ESTUDIO DE SUELOS Y LABORATORIO**  
 Suelos, Pavimentos, Concretos y Materiales  
 Urbanización Vista Alegre G-8 Tel. 984652296 San Sebastián-Cusco.

PROYECTO : Estabilización de Subrasantes Blandas con Adición de Melaza de Caña, Carretera Quebrada - Versalles, Cusco  
 SOLICITANTE : Universidad Cesar Vallejo  
 UBICACION : Cusco-Calca-Yanatile  
 LUGAR : Quebrada Honda  
 Carretera Quebrada - Versalles  
 FECHA : 27/09/2021

N° CALICATA : 3  
 PROFUNDIDAD : 1.5 m  
 km : 12+100  
 MUESTRA : M 4  
 8% melaza de caña

**GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.**



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	18.3	22.9
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	12.8	17.0
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	10.4	13.9

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.915	gr./cm <sup>3</sup>
Optimo Humedad	11.90	%

OBSERVACIONES:

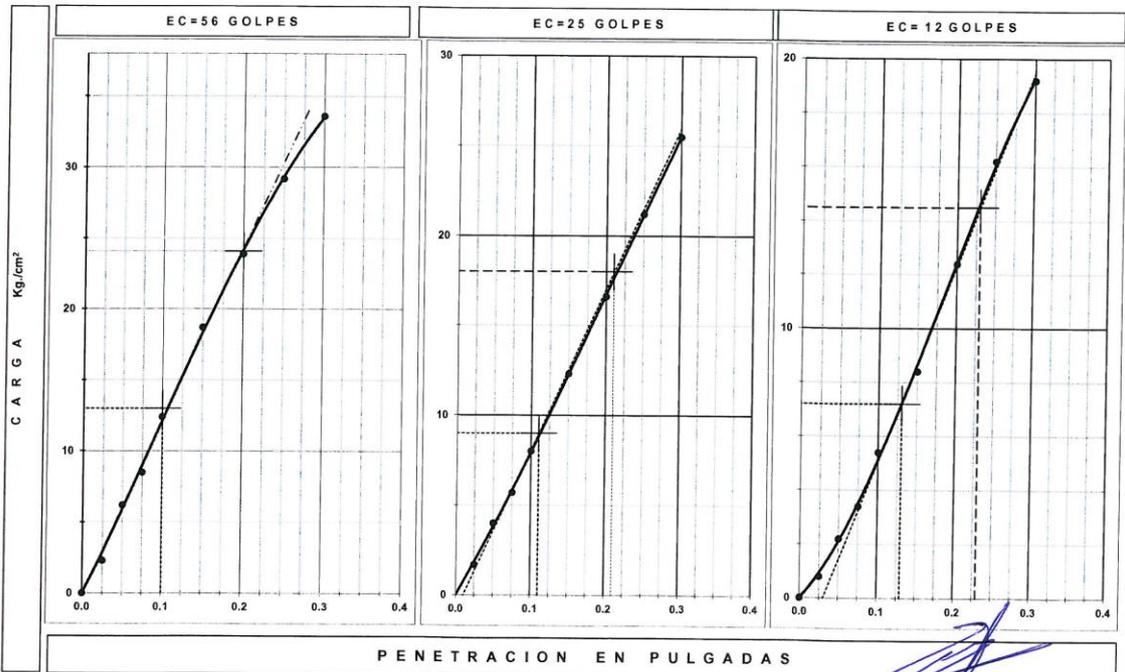
---



---



---



*Luis Octavio Echarri Salas*  
 LUIS OCTAVIO ECHARRI SALAS  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.N. 57347

## ANEXO Panel fotográfico



Figura 9.1 Proctor modificado para determinar la máxima densidad seca con adición del 8% melaza de caña C-03

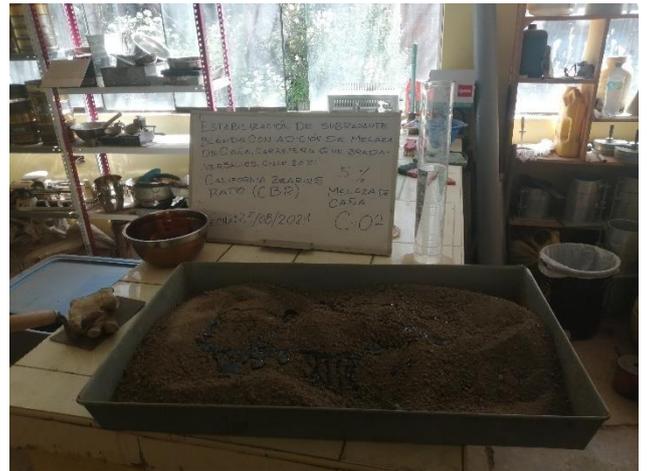


Figura 9.2 CBR del 5% melaza de caña C-02

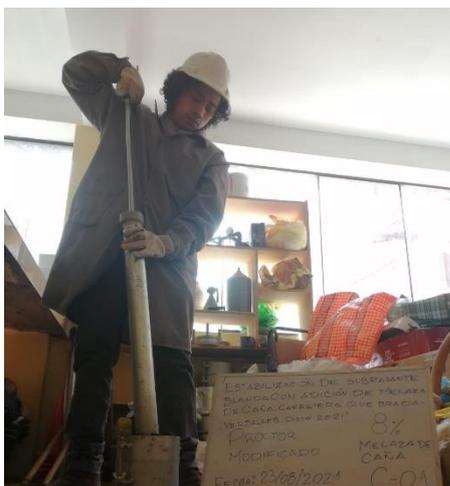


Figura 9.4 Proctor modificado para determinar la máxima densidad seca con adición del 8% melaza de caña C-01



Figura 9.3 Proctor modificado para determinar la máxima densidad seca con adición del 8% melaza de caña C-03



Figura 9.6 Ensayo California Bearing Ratio para determinar su resistencia potencial con adición de 8% melaza de caña C-01

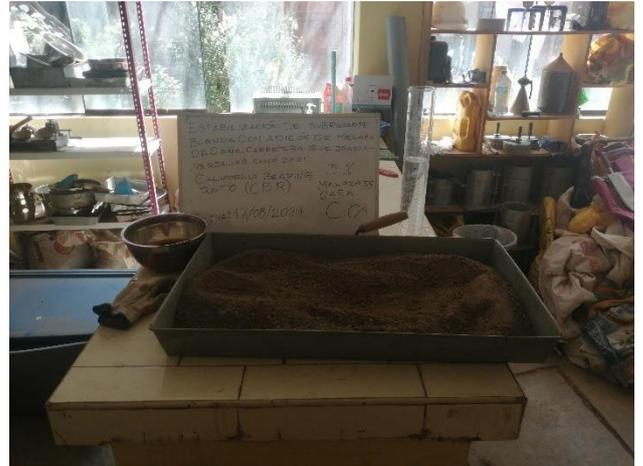


Figura 9.5 Ensayo California Bearing Ratio para determinar su resistencia potencial con adición de 3% melaza de caña C-01



Figura 9.8 Muestras sumergidas, ensayo California Bearing Ratio para determinar su resistencia potencial con adición de 8% melaza de caña C-01



Figura 9.7 Ensayo California Bearing Ratio para determinar su resistencia potencial con adición de 3% melaza de caña C-03