

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Estabilización de la subrasante en vías vecinales con melaza de caña y  
microsílice**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

**Maria del Rosario Mego Recalde**

**ASESOR**

**Ronald Esteban Villanueva Maguiña**

<https://orcid.org/0000-0002-3707-5503>

**Chiclayo, 2025**

**Estabilización de la subrasante en vías vecinales con melaza de caña  
y microsílíce**

PRESENTADA POR  
**Maria del Rosario Mego Recalde**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR

Lucas Ludeña Gutierrez  
PRESIDENTE

Angel Alberto Lorren Palomino  
SECRETARIO

Ronald Esteban Villanueva Maguiña  
VOCAL

## **Dedicatoria**

Esta tesis se la dedicó a todas las jóvenes mujeres que empiezan a estudiar Ingeniería Civil. A mí; en el año 2022 llorando estuve a punto de rendirme, si se pudo. Ser mujer en el mundo de la Ingeniería no es fácil, pero mientras más difícil es algo, se saborea mejor el triunfo. Se la dedico a mis padres Segundo Mego y Olga Recalde, y a mí madrina Rosario Mondragón.

Dedicado a todos y cada uno que me apoyó. La suerte quizás exista, pero siempre el que persevera alcanza.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por tener una familia unida, buenos amigos y salud para realizarme profesionalmente. A mí madrina Rosario Mondragón por el apoyo en la mayor parte de mi carrera, a mis Padres y hermano por darme aliento y ayuda cuando necesité, mí MamaLuz por orientarme y motivarme, a todos los docentes que me apoyaron; mi asesor Ing. Villanueva por la paciencia y guía. Ing. Merino por solventar mis dudas siempre. Por último, amigos que me apoyaron desde lo emocional para no rendirme, hasta el cuidar mis muestras de las lluvias;

L.Ramirez Nuñez, D.Oliden Rivera y K.Ampuero Torrejón.

## PORCENTAJE DE TURNITIN

### TURNITIN\_MARÍA MEGO.pdf

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

**23%**

INDICE DE SIMILITUD

**23%**

FUENTES DE INTERNET

**3%**

PUBLICACIONES

**5%**

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

**1**

[tesis.usat.edu.pe](http://tesis.usat.edu.pe)

Fuente de Internet

**12%**

**2**

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

**3%**

**3**

[repositorio.ucv.edu.pe](http://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

**1%**

**4**

[repositorio.uta.edu.ec](http://repositorio.uta.edu.ec)

Fuente de Internet

**1%**

**5**

[repositorio.uss.edu.pe](http://repositorio.uss.edu.pe)

Fuente de Internet

**1%**

**6**

[storage.googleapis.com](http://storage.googleapis.com)

Fuente de Internet

**1%**

**7**

[repositorioacademico.upc.edu.pe](http://repositorioacademico.upc.edu.pe)

Fuente de Internet

**<1%**

**8**

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

**<1%**

**9**

CESEL S A. "EIA del Proyecto de Embalse de Cinco Lagunas en la Cuenca del Corani para el

**<1%**

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>12</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>13</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>14</b>
<b>Revisión de literatura.....</b>	<b>17</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>17</b>
Antecedentes Internacionales .....	17
Antecedentes Nacionales. ....	20
<b>Bases legales.....</b>	<b>21</b>
Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos - MTC/14 .....	21
Manual de especificaciones técnicas generales para construcción (Eg-2013) .....	21
C.E 0.20 Estabilización de suelos y taludes .....	22
NTP 339.127 Contenido de humedad.....	22
NTP 339.128 Método de ensayo para análisis granulométricos .....	22
NTP 339.129.....	22
NTP 339.141.....	22
NTP 339.152 Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales en suelos de agua subterránea.....	22
E132/ASTM D 1883 California Bearing Ratio (CBR) .....	22
<b>Bases teóricas.....</b>	<b>23</b>
Límite Plástico (LP) .....	23
Límite Líquido (LL).....	23
Estabilización.....	23
Melaza De Caña .....	23
Microsílice .....	24
Arcilla .....	24
Ensayos de laboratorio .....	26
Clasificación Según AASHTO .....	32
Subrasante .....	36
Tipos De Estabilización.....	37

Melaza De Caña .....	38
<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>41</b>
<b>Nivel de investigación.....</b>	<b>41</b>
<b>Población, Muestra Y Muestreo De Estudio.....</b>	<b>42</b>
<b>Hipótesis y Operacionalización de Variables .....</b>	<b>43</b>
<b>Organización De Variables.....</b>	<b>44</b>
<b>Técnicas e Instrumento De Recolección De Datos .....</b>	<b>45</b>
<b>Procedimiento:.....</b>	<b>45</b>
Ejecución de calicatas .....	45
<b>Ensayos: .....</b>	<b>49</b>
Ensayo De Contenido De Humedad:.....	49
Ensayo de análisis granulométrico por tamizado .....	53
Método de ensayo para determinar el índice de plasticidad, límite plástico y límite líquido de suelo	54
E132/Astm D 1883 California Bearing Ratio (CBR) .....	57
Gravedad específica de los sólidos de suelo mediante picnómetro de agua .....	59
<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>60</b>
<b>Resultados:.....</b>	<b>60</b>
Caracterización de melaza de caña.....	60
Caracterización de microsílíce .....	62
Resultados del contenido de humedad .....	62
Análisis granulométrico de suelos por tamizado .....	63
Gravedad específica de los sólidos de suelo mediante picnómetro de agua.....	64
Clasificación del suelo haciendo uso de los sistemas de clasificación SUCS y AASHTO .....	64
Límites de consistencia - muestras naturales .....	65
Proctor modificado- Muestras naturales.....	66
Capacidad De Soporte (CBR) – Muestras Naturales .....	66
Límites De Consistencia - Muestras Experimentales C01-C02 Y C03.....	68
Proctor modificado - muestras experimentales C01-C02 y C03 .....	70

CBR - muestras experimentales C01-C02 y C03.....	77
Comparación de los cambios producidos entre la muestra natural y la adición en la subrasante arcillosa .....	78
Evaluación económica .....	82
Evaluación técnica.....	87
Evaluación ambiental.....	87
<b>Discusión: .....</b>	<b>88</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>91</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>94</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>95</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo 01: Caracterización de melaza de caña .....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo 02: Hoja de datos de la microsilíce - SIKA .....</b>	<b>100</b>
<b>Anexo 03: Cotización de venta SIKA .....</b>	<b>102</b>
<b>Anexo 04: Panel fotográfico .....</b>	<b>103</b>
<b>Anexo 05: Evaluación ambiental .....</b>	<b>117</b>
Matriz de Leopold .....	117
<b>Anexo 06: Ensayos Realizados .....</b>	<b>119</b>

## *Lista de Ilustraciones*

Ilustración 1 Componentes para realizar un CBR .....	32
Ilustración 2 Simbología y clasificación de suelos .....	33
Ilustración 3 Proceso de obtención de la Melaza de caña .....	38
Ilustración 4 Ubicación de las zonas .....	42
Ilustración 5 Procedimiento metodológico para demostración de la hipótesis .....	43
Ilustración 6 Calicata 1 - PJ. 4 de Noviembre.....	47
Ilustración 7 Calicata 1 - PJ. Santo Toribio de Mogrovejo.....	48
Ilustración 8 Calicata 3 - PJ. Luis Alberto Sánchez.....	49
Ilustración 9 C-01 ;Peso de tara, Muestra Húmeda y Muestra seca.....	50
Ilustración 10 C-02 ;Peso de tara, Muestra Húmeda y Muestra seca.....	51
Ilustración 11 C-03 ;Peso de tara, Muestra Húmeda y Muestra seca.....	52
Ilustración 12 Pesaje de muestra húmeda natural C1,C2 y C3 .....	53
Ilustración 13 Muestra al horno por 24 h y posterior pesaje.....	53
Ilustración 14 Muestra seca al horno.....	53
Ilustración 15 Extracción de cantidad considerable para saturar y lavar .....	54
Ilustración 16 Saturación y lavado por la malla #200 .....	54
Ilustración 17 Secado al horno para posterior lavado por tamizado .....	54
Ilustración 18 Procedimiento de Límites con Copa casa grande .....	55
Ilustración 19 Límite Plástico – Post 24hrs al horno .....	56
Ilustración 20 Saturación de muestra .....	56
Ilustración 21 Molde de compactación .....	57
Ilustración 22 Moldes con muestras saturando .....	58
Ilustración 23 Procedimiento Gravedad Específica .....	59
Ilustración 24 Peso de recipiente y del recipiente con melaza de caña.....	60
Ilustración 25 Uso de pHmetro .....	61

## *Lista de Tablas*

Tabla 1 Clasificación de suelos según Índices de Plasticidad.....	26
Tabla 2 Tamices y abertura en mm .....	27
Tabla 3 Factor K respecto número de golpes .....	29
Tabla 4 Simbología y clasificación de suelos .....	34
Tabla 5 Clasificación según SUCS .....	35
Tabla 6 Proceso de clasificación de suelos .....	36
Tabla 7 Categorías de Subrasante .....	37
Tabla 8 Categorías de Subrasante .....	37
Tabla 9 Muestreo según la NTP.CE . 010.....	43
Tabla 10 Tabla variable dependiente .....	44
Tabla 11 Tabla variable Independiente .....	44
Tabla 12 Tabla variable Interviniente .....	44
Tabla 13 Perfil Estratigráfico C-1 .....	46
Tabla 14 Perfil Estratigráfico C-2 .....	47
Tabla 15 Perfil Estratigráfico C-3 .....	48
Tabla 16 Contenido de humedad C-1.....	50
Tabla 17 Contenido de humedad C-2.....	51
Tabla 18 Contenido de humedad C-2.....	52
Tabla 19 Contenido de Humedad - Muestra natural .....	62
Tabla 20 Análisis granulométrico por tamizado .....	63
Tabla 21 Peso específico relativo de sólidos.....	64
Tabla 22 Clasificación de suelos por SUCS Y AASHTO .....	65
Tabla 23 Límites de muestra natural .....	65
Tabla 24 Resultados de Proctor Modificado C1,C2 y C3 .....	66
Tabla 25 Resultados de CBR C1, C2 y C3 .....	66
Tabla 26 Resultados de límites de consistencia con adiciones C1.....	68

Tabla 27 Resultados de límites de consistencia con adiciones C2.....	69
Tabla 28 Resultados de límites de consistencia con adiciones C3.....	70
Tabla 29 Resultados de Proctor modificado C-1 .....	71
Tabla 30 Resultados de Proctor modificado C-2 .....	73
Tabla 31 Resultados de Proctor modificado C-3 .....	75
Tabla 32 CBR C-01 95%-100% .....	77
Tabla 33 CBR C-02 95%-100% .....	77
Tabla 34 CBR C-03 95%-100% .....	77

### *Lista de Gráficas*

Gráfica N° 01 Porcentajes de contenido de Humedad - Muestra natural.....	63
Gráfica N° 02 Comparación de muestras por granulometría .....	64
Gráfica N° 03 Comparación de límites de consistencia.....	65
Gráfica N° 04 Comparación de CBR AL 95% Y 100% .....	67
Gráfica N° 05 Comparación de CBR AL 95% en C1, C2 y C3.....	67
Gráfica N° 06 Comparación de CBR AL 100% en C1,C2 y C3.....	67
Gráfica N° 07 Límites de consistencia en muestras experimentales C-01.....	68
Gráfica N° 08 Límites de consistencia en muestras experimentales C-02.....	69
Gráfica N° 09 Límites de consistencia en muestras experimentales C-03.....	70
Gráfica N° 10 Curva de compactación de muestra experimental C-01 – 4MC2MS .....	71
Gráfica N° 11 Curva de compactación de muestra experimental C-01 – 8MC2MS .....	72
Gráfica N° 12 Curva de compactación de muestra experimental C-01 – 12MC2MS .....	72
Gráfica N° 13 Curva de compactación de muestra experimental C-02 – 4MC2MS .....	73
Gráfica N° 14 Curva de compactación de muestra experimental C-02 – 8MC2MS .....	74
Gráfica N° 15 Curva de compactación de muestra experimental C-02 – 12MC2MS .....	74
Gráfica N° 16 Curva de compactación de muestra experimental C-03 – 4MC2MS .....	75
Gráfica N° 17 Curva de compactación de muestra experimental C-03 – 8MC2MS .....	76
Gráfica N° 18 Curva de compactación de muestra experimental C-03 – 12MC2MS .....	76
Gráfica N° 19 Comparación de Índice de Plasticidad C01 .....	78
Gráfica N° 20 Comparación de Índice de Plasticidad C02 .....	79
Gráfica N° 21 Comparación de Índice de Plasticidad C03 .....	79
Gráfica N° 22 Comparación de CBR C01 .....	80
Gráfica N° 23 Comparación de CBR C02 .....	81
Gráfica N° 24 Comparación de CBR C03 .....	81
Gráfica N° 25 CBR 95% -0.1" - Investigación de Tacca Huaracca.....	87

## Resumen

La investigación presentada a continuación se realizó partiendo de la calidad insuficiente de suelos arcillosos presentes en las calles de los pueblos jóvenes perimetrales a la universidad Santo Toribio de Mogrovejo, P.j 4 de noviembre; P.j Santo Toribio de Mogrovejo y P.j Luis Alberto Sánchez. Debido a que son un mal latente que evita sostener las vías vecinales en un estado óptimo y adecuado. Es por ello, que la investigación realizada tiene como principal objetivo evaluar la micro sílice y melaza, extraída de la producción de caña, en conjunto; como estabilizante para la subrasante de suelos arcillosos en caminos vecinales sin pavimentar en los pueblos jóvenes ya mencionados. En esta investigación, se caracterizaron y clasificaron las muestras naturales de suelo y las adiciones de melaza y microsíllice. Luego, se adicionó los porcentajes de melaza de caña (4% , 8% y 12%) con 2% de microsíllice. El desarrollo del estudio incluye la comparación de los resultados obtenidos entre los diferentes porcentajes respecto a cada muestra natural del suelo sin adición, en los ensayos de laboratorio tales como Límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, los cuáles se encuentran en el manual de Ensayo de Materiales. Los resultados obtenidos para el CBR muestran un aumento significativo en la combinación 8MC2MS, 8% de Melaza de caña y 2% de microsíllice, para las 3 muestras naturales, clasificando como Subrasante regular las 3 calicatas. Los resultados demostraron que el uso de estas sustancias puede cambiar y mejorar las propiedades del suelo, lo que ayuda a mejorar la red vial vecinal de los pueblos jóvenes 4 de noviembre, Santo Toribio de Mogrovejo y Luis Alberto Sánchez.

**Palabras clave:** Suelos Arcillosos, Mejoramiento de subrasante, Melaza de caña, microsíllice.

### **Abstract**

The research presented below was carried out based on the insufficient quality of clay soils present in the streets of the young towns surrounding the Santo Toribio University of Mogrovejo, P.j November 4; P.j Santo Toribio de Mogrovejo and P.j Luis Alberto Sánchez. Because they are a latent evil that prevents maintaining local roads in an optimal and adequate state. For this reason, the main objective of the research carried out is to evaluate micro silica and molasses, extracted from sugarcane production, together; as a stabilizer for the subgrade of clay soils on unpaved local roads in the young towns already mentioned. In this research, natural soil samples and molasses and microsilica additions were characterized and classified. Then, the percentages of cane molasses (4%, 8% and 12%) were added with 2% microsilica. The development of the study includes the comparison of the results obtained between the different percentages with respect to each natural soil sample without addition, in laboratory tests such as Atterberg Limits, modified Proctor and CBR, which are found in the Test manual. of materials. The results obtained for the CBR show a significant increase in the combination 8MC2MS, 8% cane molasses and 2% microsilica, for the 3 natural samples, classifying the 3 pits as Regular Subgrade. The results showed that the use of these substances can change and improve the properties of the soil, which helps to improve the neighborhood road network of the young towns of 4 deNovember, Santo Toribio de Mogrovejo and Luis Alberto Sánchez.

**Keywords:** Clay soils, Subgrade improvement, Cane molasses, Microsilica.