

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y  
CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES  
FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS  
PARA SUBRASANTE**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. CASACHAGUA RIVERA, FILOMENO ORLANDO.**

**Línea de Investigación Institucional:**

Transporte y Urbanismo.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2022**

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y  
CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES  
FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS  
PARA SUBRASANTE**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. CASACHAGUA RIVERA, FILOMENO ORLANDO.**

**Línea de Investigación Institucional:**

Transporte y Urbanismo.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2022**

Mg. Rando Porras Olarte.

**Asesor**

## **Dedicatoria**

- A mi familia por todo el apoyo brindado.

Bach. Filomeno Orlando Casachagua Rivera.

### **Agradecimientos**

- Al Mg. Rando Porras Olarte por su gran contribución para la mejora de esta investigación.

Bach. Filomeno Orlando Casachagua Rivera.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera.  
Presidente

---

Mg. Jesús Iden Cárdenas Capcha  
Jurado

---

Ing. Carlos Arturo Ancasi Rojas  
Jurado

---

Ing. Nataly Lucia Córdova Zorrilla  
Jurado

---

Ing. Leonel Untiveros Peñaloza.  
Secretario docente

## ÍNDICE

<b>Dedicatoria</b>	<b>iv</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xvi</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>18</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>18</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema</b>	<b>18</b>
<b>1.2. Formulación y sistematización del problema</b>	<b>19</b>
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problemas específicos	20
<b>1.3. Justificación</b>	<b>20</b>
1.3.1. Práctica	20
1.3.2. Metodológica	21
1.3.3. Teórica	21
<b>1.4. Delimitación</b>	<b>21</b>
1.4.1. Espacial	21
1.4.2. Temporal	21
1.4.3. Económica	21
<b>1.5. Limitaciones</b>	<b>21</b>
<b>1.6. Objetivos</b>	<b>22</b>
1.6.1. Objetivo general	22
1.6.2. Objetivos específicos	22
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>23</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>23</b>
<b>2.1. Antecedentes</b>	<b>23</b>
2.1.1. Nacionales	23
2.1.2. Internacionales	25
<b>2.2. Marco conceptual</b>	<b>27</b>
2.2.1. Estabilización química de suelos	27

2.2.2. Enzima orgánica como estabilizador de suelos	28
2.2.3. Cemento como estabilizador de suelos	29
2.2.4. Principales propiedades para la estabilización de los suelos	31
2.2.5. Sistema de clasificación SUCS	32
2.2.6. Sistema de clasificación AASHTO	32
2.2.7. Propiedades físicas de los suelos	33
2.2.8. Propiedades mecánicas de los suelos	34
<b>2.3. Definición de términos</b>	<b>36</b>
<b>2.4. Hipótesis</b>	<b>37</b>
2.4.1. Hipótesis general	37
2.4.2. Hipótesis específicas	37
<b>2.5. Variables</b>	<b>37</b>
2.5.1. Definición conceptual de las variables	37
2.5.2. Definición operacional de las variables	38
2.5.3. Operacionalización de las variables	38
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>39</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>39</b>
<b>3.1. Método de investigación</b>	<b>39</b>
<b>3.2. Tipo de investigación</b>	<b>39</b>
<b>3.3. Nivel de investigación</b>	<b>40</b>
<b>3.4. Diseño de la investigación</b>	<b>40</b>
<b>3.5. Población y muestra</b>	<b>40</b>
3.5.1. Población	40
3.5.2. Muestra	40
<b>3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>	<b>41</b>
3.6.1. Técnicas	41
3.6.2. Instrumentos	43
<b>3.7. Procesamiento de la información</b>	<b>43</b>
<b>3.8. Técnicas y análisis de datos</b>	<b>44</b>
3.8.1. Organización de los datos	44
3.8.2. Análisis de datos	44
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>46</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>46</b>



<b>4.1. Diferencia de usar enzima orgánica y cemento para modificar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos cohesivos para subrasante</b>	<b>46</b>
4.1.1. Límite líquido	46
4.1.2. Límite plástico	47
4.1.3. Índice de plasticidad	49
4.1.4. Prueba de hipótesis	50
<b>4.2. Diferencia de usar enzima orgánica y cemento para variar la densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad de suelos cohesivos para subrasante</b>	<b>53</b>
4.2.1. Densidad máxima seca	53
4.2.2. Contenido óptimo de humedad	54
4.2.3. Prueba de hipótesis	55
<b>4.3. Diferencia de usar enzima orgánica y cemento para la modificación de la capacidad de soporte y contracción de suelos cohesivos para subrasante</b>	<b>58</b>
4.3.1. Capacidad de soporte	58
4.3.2. Contracción	60
4.3.3. Prueba de hipótesis	61
<b>4.4. Diferencias de costos entre enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante</b>	<b>63</b>
4.4.1. Mejoramiento con enzima orgánica	63
4.4.2. Mejoramiento con cemento	63
4.4.3. Prueba de hipótesis	65
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>66</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>66</b>
<b>5.1. Diferencia de usar enzima orgánica y cemento para modificar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos cohesivos para subrasante</b>	<b>66</b>
<b>5.2. Diferencia de usar enzima orgánica y cemento para variar la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de suelos cohesivos para subrasante</b>	<b>66</b>
<b>5.3. Diferencia de usar enzima orgánica y cemento para la modificación de la capacidad de soporte y contracción de suelos cohesivos para subrasante</b>	<b>68</b>
<b>5.4. Diferencias de costos entre enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante</b>	<b>69</b>

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>70</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>71</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>75</b>
<b>Anexo N° 01: matriz de consistencia</b>	<b>76</b>
<b>Anexo N° 02: certificados de ensayos</b>	<b>78</b>
<b>Anexo N° 03: certificados de calibración de instrumentos</b>	<b>117</b>
<b>Anexo N° 04: análisis de costo unitarios</b>	<b>146</b>
<b>Anexo N° 05: ficha técnica de la enzima orgánica</b>	<b>148</b>
<b>Anexo N° 06: panel fotográfico</b>	<b>158</b>
<b>Anexo N° 07: ubicación de la zona de estudio</b>	<b>165</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades de la enzima orgánica.	29
Tabla 2. Rango de cemento requerido en estabilización de suelo – cemento	30
Tabla 3. Clasificación de suelos según índice de plasticidad	33
Tabla 4. Clasificación de suelos según tamaño de partículas.	34
Tabla 5. Especificaciones para la prueba Proctor modificado.	35
Tabla 6. Categorías de sub rasante.	36
Tabla 7. Operacionalización de las variables.	38
Tabla 8. Límites de consistencia del suelo en estado natural.	42
Tabla 9. Propiedades mecánicas del suelo en estado natural.	43
Tabla 10. Límite líquido de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.	46
Tabla 11. Límite plástico de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.	48
Tabla 12. Índice de plasticidad de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.	49
Tabla 13. Kruskal Wallis de un factor para la consistencia del suelo.	50
Tabla 14. Comparaciones múltiples entre grupos respecto a la consistencia del suelo.	52
Tabla 15. Densidad máxima seca de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.	53
Tabla 16. Contenido óptimo de humedad con adición de enzima orgánica y cemento.	54
Tabla 17. Kruskal Wallis para la compacidad del suelo.	55
Tabla 18. Comparaciones múltiples entre grupos respecto a la máxima densidad del suelo.	56
Tabla 19. Comparaciones múltiples entre grupos respecto al óptimo contenido de humedad del suelo.	57
Tabla 20. CBR de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.	58
Tabla 21. Contracción de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.	60
Tabla 22. Kruskal Wallis para la capacidad de soporte del suelo.	61
Tabla 23. Comparaciones múltiples entre grupos respecto al CBR al 100 % y contracción.	62
Tabla 24. Costo de mano de obra para el mejoramiento de suelo con enzima orgánica.	63

Tabla 25. Costo de materiales para el mejoramiento de suelo con enzima orgánica.	63
Tabla 26. Costo de equipos para el mejoramiento de suelo con enzima orgánica.	63
Tabla 27. Costo de mano de obra para el mejoramiento de suelo con cemento.	63
Tabla 28. Costo de materiales para el mejoramiento de suelo con cemento.	64
Tabla 29. Costo de equipos para el mejoramiento de suelo con cemento.	64
Tabla 30. Comparación de costos, entre enzima orgánica y cemento para el mejoramiento de suelos.	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación del límite líquido de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.	47
Figura 2. Comparación porcentual de la variación del límite líquido del suelo.	47
Figura 3. Comparación del límite plástico de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.	48
Figura 4. Comparación porcentual de la variación del límite plástico del suelo.	48
Figura 5. Comparación del índice de plasticidad de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.	49
Figura 6. Comparación porcentual de la variación del índice de plasticidad del suelo.	49
Figura 7. Comparación de la densidad máxima seca de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.	53
Figura 8. Comparación porcentual de densidad máxima seca del suelo.	54
Figura 9. Comparación del contenido óptimo de humedad de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.	54
Figura 10. Comparación porcentual del contenido óptimo de humedad del suelo.	55
Figura 11. Comparación del CBR al 95 % de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.	58
Figura 12. Comparación del CBR al 100 % de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.	59
Figura 13. Comparación porcentual del CBR al 95 % del suelo.	59
Figura 14. Comparación porcentual del CBR al 100 % del suelo.	59
Figura 15. Comparación de la contracción de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.	60
Figura 16. Comparación porcentual de la contracción del suelo.	60
Figura 17. Comparación de costos entre enzima orgánica y cemento.	65

## RESUMEN

El problema general fue: ¿Cuál es el resultado de comparar el uso de enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante?, como objetivo: Comparar el uso de enzima y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante e hipótesis fue: De comparar el uso de enzima y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante, resulta que la enzima presenta mejores resultados a comparación del cemento.

El método fue científico, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental. La población suelo cohesivo a nivel subrasante del Jirón la Esperanza ubicado en la urbanización Las Colinas – Palián, en Huancayo; la muestra suelo extraído de la calicata ubicada del Jirón La Esperanza, urbanización Las Colinas – Palián, en Huancayo.

La conclusión fue que 1.4 L/30m<sup>3</sup> de enzima orgánica presenta mejores resultados a comparación del cemento.

Palabras clave: enzima orgánica, cemento, subrasante, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

## **ABSTRACT**

The general problem was: What is the result of comparing the use of enzyme and cement to improve the physical and mechanical properties of cohesive soils for subgrade, the objective was: To compare the use of enzyme and cement to improve the physical and mechanical properties of cohesive soils for subgrade and the hypothesis was: From comparing the use of enzyme and cement to improve the physical and mechanical properties of cohesive soils for subgrade, it turns out that the enzyme presents better results compared to cement.

The method was scientific, applied type, explanatory level and experimental design. The cohesive soil population at the subgrade level of Jirón la Esperanza located in the Las Colinas – Palián urbanization, in Huancayo; the soil sample extracted from the pit located in Jirón La Esperanza, Las Colinas – Palián urbanization, in Huancayo.

The conclusion was that 1.4 L/30m<sup>3</sup> of organic enzyme presents better results compared to cement.

Keywords: organic enzyme, cement, subgrade, physical properties, mechanical properties.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: Comparación del uso de enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante; surge a partir de la necesidad de mejorar la condición de las vías construidas sobre suelos cohesivos, debido a que estos suelos generan fallas de fisuras, hundimientos, agrietamiento y baches. Generando estos problemas es su propiedad de variar su volumen cuando tienen contacto con el agua, haciendo evidente que se tienen que estabilizar mediante mecanismos adecuados; siendo así se planteó como objetivo comparar la enzima orgánica y cemento para la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante; para lo cual se utilizó dosificaciones de 1 L/30 m<sup>3</sup>, 1.4 L/m<sup>3</sup> y 1.8 L/m<sup>3</sup> en cuanto a la enzima orgánica y 7 %, 14 % y 20 % en cuanto a cemento para la estabilización del suelo cohesivo. Las propiedades físicas estudiadas fueron los límites de consistencia (límites líquido, plástico e índice de plasticidad), las propiedades mecánicas comprendieron al contenido óptimo de humedad, la densidad máxima seca, el CBR y contracción correspondientemente; además, de los costos de mejorar el suelo con ambos estabilizadores.

Es así que el desarrollo del estudio consiste de cinco capítulos, divididos como es descrito a continuación:

El Capítulo I: Problema de investigación, abarcando lo concerniente al problema de la investigación, planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, los límites de la investigación, la justificación, las limitaciones y también los objetivos.

El Capítulo II: Marco teórico, donde se presenta el marco teórico, los antecedentes, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables de la investigación.

El Capítulo III: Metodología, que contiene la metodología de la investigación, explicando el método y tipo de investigación, el nivel, el diseño, la población y muestra consideradas, las técnicas e instrumentos de recolección de información aplicados, el procesamiento de la información y por último las técnicas y análisis de datos.



El Capítulo IV: Resultados, donde a partir de los análisis realizados se presentan los resultados obtenidos y su descripción en concordancia con los problemas, objetivos y las hipótesis de la investigación.

El Capítulo V: Discusión de resultados, aquí se adjunta la discusión de los resultados obtenidos durante todo el proceso de la investigación de acuerdo con los antecedentes de la investigación.

Finalmente están expuestas las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos que incluyen la matriz de consistencia, certificados de ensayos y el panel fotográfico.

Bach. Casachagua Rivera, Filomeno Orlando.

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

En el contexto mundial, los suelos arcillosos expansivos generan problemas a las estructuras cimentadas sobre ellas, llegando incluso a condiciones de colapso. Investigaciones realizadas en la década del 90, demostraron que la estimación de los daños ocasionados por los suelos expansivos alcanzaba alrededor de los \$10.0 billones de dólares, principalmente en los estados de Texas, Colorado, Oklahoma, Dakota del Norte Y Montana (Palomino, 2016).

En Costa Rica al igual que en otros países del mundo, se generan problemas geotécnicos en proyectos viales, principalmente donde se presentan suelos compuestos por arcillas potencialmente expansivas, constituyendo un factor negativo para los constructores, si no se aplica una adecuada metodología de estabilización (Cordero, 2011).

A nivel nacional, Cordero (2011) determinó la presencia de materiales tales como arcillas expansivas, cuya variación de volumen de estos suelos, provocan una gran incidencia de problemas en los elementos de responsabilidad estructural. Las principales ciudades que presentan este tipo de suelo son: Piura, Chiclayo, Iquitos, Bagua, Chincha, Pisco e Ica.

Además, de acuerdo a Perú21 (2017), en el Perú sólo el 10.1 % de las carreteras de la red vial departamental se encuentran pavimentadas,

mientras que en la región Junín sólo el 8 % se encuentra en esta condición y a nivel vecinal sólo el 2 % se encuentra pavimentado.

A nivel regional, exactamente en el anexo de Palián – Huancayo, la inestabilidad de los suelos es uno de los principales problemas, ya que este lugar está compuesto por suelos arcillosos cohesivos. De la Cruz y Salcedo (2016), determinó el valor de CBR promedio del suelo del anexo de Palián, el cual fue de 5.90 %, evidenciando que el suelo es inadecuado para conformar una subrasante, ya que según MTC (2013), los suelos con CBR menores 6 % son inestables.

La urbanización Las Colinas – Palian perteneciente al distrito de Huancayo, presenta suelos inestables, suelos susceptibles a cambios volumétricos y de baja capacidad de soporte que no cumplen con las características mínimas que requiere un suelo de fundación a nivel subrasante, siendo este un problema surge la necesidad de plantear soluciones para el mejoramiento y estabilización de estos, soluciones que sean técnicamente y económicamente viables y así reducir los daños y costos ocasionados en las construcciones viales futuras, los materiales como el cemento y las enzimas orgánicas podrían ayudar a lograr este objetivo, comparando los cambios que producen estos agentes en las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos ya estabilizados podemos elegir la mejor alternativa entre estos dos agentes basados en los resultados, costo y beneficio que puede conllevar estabilizar este tipo de suelos.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el resultado de comparar el uso de enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuál es la diferencia de usar enzima orgánica y cemento para modificar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos cohesivos para subrasante?
- b) ¿Qué diferencia existe de usar enzima orgánica y cemento para variar la densidad máxima seca y el contenido óptimo de humedad de suelos cohesivos para subrasante?
- c) ¿Cuál es la diferencia de usar enzima orgánica y cemento para la modificación de la capacidad de soporte y contracción de suelos cohesivos para subrasante?
- d) ¿Cuál es la diferencia de costos entre la enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Práctica**

Considerando lo expuesto por Arias (2006) esta justificación es necesaria debido a que la investigación estará enfocada en la resolución de un problema o mínimamente, propone métodos u otros productos que facilitarán su resolución; es así que de acuerdo con lo mencionado, la presente investigación contribuirá a la resolución de un problema de nuestra realidad que tiene que ver con la estabilización de suelos cohesivos a nivel subrasante mediante el uso de la enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físico mecánicas del suelo cohesivo además que podemos elegir la mejor alternativa entre estos dos agentes estabilizantes basados en los resultados, costo y beneficio que puede conllevar estabilizar este tipo de suelos. Contribuyendo así a la mejora de los pavimentos.

### **1.3.2. Metodológica**

Esta investigación se justifica en una metodología para la utilización de las enzimas orgánicas en la estabilización de los suelos cohesivos a nivel de la subrasante, la misma que podrá ser utilizada en investigaciones similares.

### **1.3.3. Teórica**

De acuerdo al tipo de investigación que se consideró (aplicada), esta investigación no cuenta con justificación teórica.

## **1.4. Delimitación**

### **1.4.1. Espacial**

La investigación se realizó en el Jirón La Esperanza, progresiva Km 0 + 000 – Km 0 + 150, ubicado en la urbanización Las Colinas – Palián, del distrito y provincia de Huancayo, departamento Junín. Tal como se puede observar en el Anexo N° 07: ubicación de la zona de estudio.

### **1.4.2. Temporal**

Esta investigación se realizó entre los meses de mayo del 2021 a agosto del mismo año.

### **1.4.3. Económica**

La totalidad de la presente investigación fue asumida con los recursos de investigador, no fueron recibidos ningún tipo de aporte económico.

## **1.5. Limitaciones**

No fueron encontradas limitaciones en cuanto a la accesibilidad para el desarrollo de los ensayos, pues el laboratorio de mecánica de suelos contó con los equipos necesarios.

No obstante, en términos económicos existieron límites que negaron la posibilidad de realizar más calicatas para estudios de mecánica de suelos en la zona de estudio.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Comparar el uso de enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar la diferencia de usar enzima orgánica y cemento para modificar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos cohesivos para subrasante.
- b) Analizar la diferencia de usar enzima orgánica y cemento para variar la densidad máxima seca y el contenido óptimo de humedad de suelos cohesivos para subrasante.
- c) Determinar la diferencia de usar enzima orgánica y cemento para la modificación de la capacidad de soporte y contracción de suelos cohesivos para subrasante.
- d) Comparar los costos entre la enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Nacionales**

Pezo (2018) en su tesis: “Mejoramiento y rehabilitación de la carretera vecinal Juan Guerra-Bello Horizonte con estabilización de suelo cemento del terreno de fundación y capa de afirmado, distrito de Juan Guerra, provincia de San Martín, Región San Martín”, consideró el objetivo de reconocer la influencia de la aplicación de suelo-cemento haciendo un análisis preliminar de canteras, en subrasante y la capa del afirmado a fin de mejorar la carretera vecinal Juan Guerra-Bello Horizonte, durante su metodología hizo un estudio de tráfico donde determinó el índice medio diario de 48 vehículos por día, para la estabilización suelo-cemento la dosificación que utilizó fue de 9 %, 10 %, 11 %, 12 %, 13 %, 14 %, 15 % y 16 % del peso de suelo seco; los ensayos que realizó fueron límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y CBR. En sus resultados determinó que la dosificación óptima para todo el tramo fue el 10 % de cemento para la estabilización del terreno de fundación y el valor de CBR se incrementó de 4.69 % a 21.57 % consiguiendo una subrasante muy buena. Finalmente concluyó que la adición de cemento influye positivamente en las propiedades del suelo, como el límite líquido,

limite plástico, índice de plasticidad y el CBR. El espesor de afirmado considerando los valores de CBR resultaron: sin adición de cemento y CBR de 4.69 % fue de 37.00 cm y con la adición del estabilizador cemento cuyo CBR fue superior al 20 % fue de 15 cm.

Salas (2017) realizó el trabajo de investigación: “Estabilización de suelos con Adición de cemento y Aditivo Terrasil para el mejoramiento de la Base del Km 11+000 al Km 9+000 de la Carretera Puno - Tiquillaca - Mañazo”, teniendo como objetivo principal la ejecución de la estabilización de suelos de la cantera del Km 11.3 con cemento y aditivo Terrasil para el mejoramiento de la base de los kilómetros 9 al 11 de la carretera Puno – Mañazo, de este modo, en su metodología aplicó dos agentes estabilizadores: el cemento y el aditivo Terrasil, a los analizó a través de los siguientes ensayos: límites de consistencia, proctor modificado y CBR, las dosificaciones que utilizó fueron 2 % y 4 % de cemento, mientras que para el aditivo Terrasil fue de 5 gr y 10 gr. En sus resultados obtuvieron que la dosificación óptima fue de 4 % en el caso del cemento, presentando un incremento de CBR de 39.58 % a 65.87 % y la dosificación óptima de 10 gr para el aditivo Terrasil, el cual presentó el incremento del valor de CBR al 100 % de 39.59 % a 31.67 %. Concluyendo que, el estabilizador Terrasil, es una solución eficaz al problema de suelos de baja o regular capacidad de soporte, debido a que es un producto orgánico no tóxico y biodegradable, que sirve de catalizador para la degradación del material orgánico presente en el suelo, con gran rendimiento y es compatible con el medio ambiente.

Yucra y Camala (2017), desarrollaron un trabajo de investigación titulado: “Análisis del uso de aditivos Perma-Zyme y cloruro cálcico en la estabilización de la base de la carretera no pavimentada (desvío Huancané – Chupa) - Puno”, planteó el objetivo principal de reconocer las propiedades físico-mecánicas de suelos estabilizados mediante el uso de aditivos de la marca Perma-Zyme con cloruro de calcio que conformar la estructura de base de la vía no pavimentada Dv.



Huancané – Chupa, en su metodología utilizó como dosificación para el aditivo Perma-Zyme: 1 litro de aditivo para 30 m<sup>3</sup> de material haciendo una variación de 1.5 y 2 L para 30 m<sup>3</sup> de material, la dosificación para el cloruro de calcio fue de 1 %, 2 % y 3 % respecto al suelo suelto; para su análisis realizó los siguientes ensayos: límites de consistencia, análisis granulométrico, límites de Atterberg, proctor modificado y CBR. En sus resultados, obtuvo que el contenido de humedad óptimo fue de 6.22 % para la muestra sin aditivo, mientras que para las mezclas con aditivo fueron de 6.20 %, 6.17 % y 6.16 % con 1, 1.5 y 2 L respectivamente, a partir de estos resultados determinó el CBR al 100 %, obteniendo los valores de 38.9 % para la muestra sin aditivo, mientras que para las mezclas con aditivo fueron de 47.36 %, 48.13 % y 48.44 % con 1, 1.5 y 2 litros respectivamente. Concluyendo que la estabilización con el aditivo Perma-Zyme genera una disminución del índice de plasticidad hasta en un 11 %, un incremento de la máxima densidad seca hasta en 0.89 % y un incremento de valor de CBR hasta un 24 %. La estabilización con cloruro de calcio tuvo una disminución del índice de plasticidad hasta en un 34 %, un aumento la máxima densidad seca del proctor modificado hasta en 0.89 % y un incremento de valor de CBR hasta un 26 %.

### **2.1.2. Internacionales**

Quevedo-Pesántez et al. (2021), en el artículo científico “Análisis de costos entre estabilización suelo cemento y el mantenimiento periódico de vías rurales en la provincia del Cañar” consideraron el objetivo de reconocer los costos de estabilizar el suelo con cemento que suelen ser empleados en los mantenimientos rutinarios. En esa línea, consideró el material existente en la zona de estudio procediendo a estabilizarlo con 4, 5 y 6 % de cemento, evidenciando que el mejor porcentaje es el 6 % pues incrementa la resistencia mecánica del suelo como la compresión, ahuellamiento y flexotracción. Como conclusión llegaron a que el emplear el cemento

como mantenimiento periódico en un largo plazo eleva el costo en 80 %, no obstante se asegura el buen comportamiento de la vía.

García (2019), en la investigación “Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de Caolín” consideró como objetivo el análisis del comportamiento mecánico y físico de mezclar el suelo con cemento. Por ende, en primer lugar caracterizó el suelo granulométricamente, con la gravedad específica, los límites de Atterberg, la compactación con Próctor normal, ensayos de compresión confinada y tracción indirecta. Como resultados encontré que al emplear 4, 8, 10 y 12 % de cemento, se reduce el índice de plasticidad, se incrementa la resistencia confinada y la resistencia a tracción. Como conclusión llegó a que el mejor contenido de cemento para la estabilización de suelos finos corresponde al 12 % mejorando la resistencia.

Santander y Yávar (2018), realizaron la investigación: “Análisis comparativo entre método de estabilización de subrasante mediante el uso de enzimas orgánicas y mezclas con cal, en la Urbanización Tanya Marlene ubicada en la ciudad de Milagro, provincia del Guayas”, establecieron como objetivo principal establecer la metodología en la estabilización de suelos a través del uso de 2 agentes de estabilización: enzimas orgánicas, con Permazyme 11x y cal, sobre un suelo arcilloso a nivel de subrasante. Su metodología consistió en la obtención de datos a partir de la excavación de una calicata a una profundidad de 1.50 m para tomar muestras, las cuales fueron llevados al laboratorio para realizar los siguientes ensayos: análisis granulométrico, límites de consistencia y proctor modificado: método “C”. Para la estabilización del suelo a nivel subrasante utilizaron diferentes porcentajes de enzimas orgánicas (0.003 %, 0.00075 %, 0.0015 %, 0.006 % y 0.009 %) y de cal (3 %, 4.5 % y 6 %) respecto al peso del suelo seco. Dentro de sus resultados, determinaron que la dosificación óptima suelo-enzima orgánica

Permazyme 11x es de 0.003 % y dosificación óptima de suelo-cal fue de 4.5 %, sin embargo, el aditivo Permazyme 11x no mejoró los límites de consistencia, pero, sí incrementó los de valores de CBR de 4.12 % a 4.65 % con una dosificación de 0.003 % respecto al peso del suelo seco. Asimismo, el uso de la cal resultó ser más eficiente al reducir la plasticidad del suelo y elevar la capacidad de soporte al 43 %. Finalmente concluyeron que utilizar el estabilizador Permazyme 11x resulta ser menos costoso, además de no generar un impacto negativo al medio ambiente, por otro lado, la estabilización con cal genera un ahorro del 35 % con respecto al presupuesto sin estabilizar subrasante, lo negativo es la explotación de canteras por ser un material natural, lo que perjudica al medio ambiente.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Estabilización química de suelos**

De acuerdo a lo establecido por Quispe (2015), es el proceso químico generado por la unión de las partículas de un suelo con un agente cementante. Actualmente existen una gran variedad de aditivos químicos que se utilizan a fin de mejorar las propiedades mecánicas del suelo, por lo que están logrando bastante difusión y experimentación, debido a su efectividad en la estabilización de suelos.

Estos estabilizadores químicos suelen diferenciarse en tres categorías de aplicación: el primero es cubrir e impermeabilizar los las partículas del suelo o generar de fuerza cohesiva, el segundo consiste en la conformación de una unión cementante con los componentes del suelo y entre ellos proporcionando fuerza y aumentando su durabilidad y por último distorsionar la naturaleza del sistema de agua y arcilla en suelos finos tipo arcilla.

Según Salas (2017), menciona que la estabilización química, consiste en el intercambio de iones metálicos e intercambios en la constitución de los elementos del suelo involucrado. Los

estabilizadores más comunes para el suelo se mencionan a continuación:

- Cal: Ayuda a disminuir la plasticidad de los suelos arcillosos de forma relativamente barata.
- Cemento Portland: Incrementa la resistencia de los suelos principalmente conformados por arenas o gravas finas.
- Productos asfálticos: Por lo general es utilizado en materiales triturados que no presentan cohesión.
- Cloruro de sodio: Ayuda a impermeabilizar reduciendo los materiales más finos del suelo.
- Cloruro de calcio: Funciona igual que el cloruro de sodio.
- Polímeros: Su uso es común en carpetas asfálticas obteniendo mayores resistencias, impermeabilidad y aumento de vida útil.
- Hule de neumáticos: Con uso similar a los polímeros.

### **2.2.2. Enzima orgánica como estabilizador de suelos**

Según Ravines (2010), pueden considerarse como moléculas de naturaleza proteica y catalizadores de reacciones químicas haciéndolas prácticamente. Asimismo, menciona que, en la ingeniería de carreteras, pueden usarse para la estabilización de vías generalmente a forma de aglutinantes, ayuda a mejorar las propiedades mecánicas y físicas de las capas estructurales de los pavimentos, mediante los siguientes efectos:

- Funcionan mejor en suelos arcillosos de alta plasticidad y no tanto en suelos limosos, arenas o gravas
- Incrementan la densidad de compactación.
- Mejoran la capacidad portante.
- Alargan la vida útil para las vías y carreteras.

- Aumentan la capacidad de tráfico de la vía.
- Reduce costos.

Asimismo, de acuerdo a la empresa Biotika (2022) menciona que, la enzima orgánica denominada Permazyme es capaz de actuar como cementante en las partículas del suelo, esto con una dosificación óptima. Para lo cual, el suelo debe cumplir con los siguientes requerimientos mínimos:

- Una granulometría donde el pasante de la malla N° 200 debe encontrarse entre 18 a 30 %.
- El índice de plasticidad debe estar entre 5 y 15.
- El pH del suelo entre 4.5 a 8.5.

La aplicación en el suelo debe cumplir con ciertos requerimientos físicos como la fuerza de presión que haga que se comprima y estabilice el suelo (Biotika, 2022).

En cuanto a las propiedades de la enzima orgánica se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1. Propiedades de la enzima orgánica.

Propiedades	Valor
Contenido de nitrógeno (%)	0.193
Densidad a 22 °C (g/ml)	1.08
Viscosidad 25 °C (cPo)	114.4
pH	4.3
Solubilidad	Total
Longitud máxima	278.5
Absorvancia 0.5 (ml/100 ml)	2.21
Color	Oscuro marrón
Olor	Ligero olor dulce
Inflamable	No
Corrosivo	No corrosivo
Gravedad específica	14.146

Fuente: Biotika (2022).

### 2.2.3. Cemento como estabilizador de suelos

Según el MTC (2014), la unión de suelo con cemento es dada por la mezcla del suelo suelto y cemento más agua, esta unión se produce mediante una compactación inicial, seguido de un curado

para lograr un material más duro y mucho más resistente; además, para lograr la cantidad óptima de agua se tiene que realizar el ensayo estandarizado Proctor modificado. Las propiedades de la mezcla dependen de las siguientes condiciones: las proporciones de suelo, de cemento y agua, el procedimiento y el tipo de curado.

En suelos granulares de clasificación A - 1, A - 2 y A - 3, con límites menores a 40 e índices de plasticidad menores a 18, obtienen mejores resultados en la estabilización con cemento. La Tabla 2 muestra rangos de cemento requerido en función al tipo de suelo MTC (2014).

Tabla 2. Rango de cemento requerido en estabilización de suelo – cemento

Clasificación de suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido según porcentaje del peso de los suelos
A - 1 - a	3.0 - 5.0
A - 1 - b	5.0 - 8.0
A - 2	5.0 - 9.0
A - 3	7.0 - 11.0
A - 4	7.0 - 12.0
A - 5	8.0 - 13.0
A - 6	9.0 - 15.0
A - 7	10.0 - 16.0

Fuente: MTC (2014).

Ccora y Montenegro (2011), define la acción química de la mezcla suelo – cemento, mediante dos etapas: la primera consta de la mezcla entre los silicatos de calcio del cemento con el agua y la segunda es la acción de compactar la mezcla de suelo – cemento, también nos dice que el porcentaje de materia orgánica dentro del suelo influye en las reacciones que se generan en la mezcla, por lo que recomienda que el porcentaje de materia orgánica no debe sobrepasar el 1 a 2 % en peso.

Según Ccora y Montenegro (2011), las ventajas de la estabilización del suelo con cemento son:

- El aprovechamiento de los bancos de materiales (canteras).
- Permiten reducir espesores de las estructuras de un pavimento.

- Con el paso del tiempo adquieren mayor resistencia.

Mientras que las desventajas de la estabilización del suelo con cemento son:

- Aumento de costos en obra.
- Requiere contar con personal especializado.
- Produce mayores agrietamientos en los pavimentos.

#### **2.2.4. Principales propiedades para la estabilización de los suelos**

Las propiedades que requieren mayor atención son los siguientes: la estabilidad volumétrica, permeabilidad, resistencia, durabilidad y comprensibilidad, además de considerar otros factores como de tipo de suelo, clima, proceso constructivo y el factor económico (Quispe, 2015).

##### **Estabilidad volumétrica**

Es una característica de los suelos finos cohesivos, los cuales son susceptibles a cambios volumétricos al tener contacto con el agua, ocasionando daños severos a las estructuras que son asentadas sobre este tipo de suelo, por lo que es necesario buscar alternativas de solución como la estabilización con agentes químicos o el uso de membranas impermeables (Quispe, 2015).

##### **Resistencia al corte**

Para determinar la resistencia que ofrece un suelo al corte es necesario un ensayo de corte directo, es el valor que una masa de suelo se rompe cuando esta resistencia es superada (Quispe, 2015).

##### **Permeabilidad**

Es una propiedad en la que los suelos presenta poros y espacios vacíos entre sus partículas, por los que cualquier fluido puede atravesar con menor o mayor dificultad entre ellas (Quispe, 2015).

## **Compresibilidad**

Se puede cuantificar esta propiedad, sometiendo una carga a un suelo generando que su volumen inicial de la masa fue alterado, esta propiedad está relacionada a la permeabilidad, ya que a mayor grado de carga menor serán los espacios vacíos que hay entre las partículas del suelo (Quispe, 2015).

### **2.2.5. Sistema de clasificación SUCS**

Este sistema tiene como base para su clasificación la carta de plasticidad, la característica principal de esta carta es que relaciona los valores de los límites de consistencia (Quispe, 2015).

- Suelos gruesos: Son las partículas separadas por la malla estandarizada del N°4, perteneciendo al grupo genérico G si es que se tiene más del 50 % de su fracción gruesa (retenida en el tamiz N° 200) no pasa la malla N° 4, de lo contrario será del grupo genérico S.
- Este tipo de suelos se subdividen en cuatro tipos: bien graduados y con pocos finos GW – SW, mal graduados GP – SP, limosos GM – SM, arcillosos GC – SC.
- Suelos finos: Clasifica a los suelos de manera similar que los suelos gruesos, presenta las siguientes divisiones: limos inorgánicos (M), arcillas inorgánicas (C) y limos y arcillas orgánicas (O).
- Este tipo de suelos se subdividen en cuatro tipos: arcillas inorgánicas CL – CH, limos inorgánicas ML – MH, limos orgánicos OL – OH, suelos turbosos Pt.

### **2.2.6. Sistema de clasificación AASHTO**

Este sistema de clasificación consta de 8 grupos que van del del A-1 al A-8, de este modo, los suelos inorgánicos son clasificados en 7



grupos que van del A-1 al A-7. De esta forma, aquellos suelos con una alta tasa de materia orgánica son considerado A-8.

- Suelos granulares: Corresponde a los que tienen el 35 % o menos de material fino pasante por la malla N° 200. Conformando los grupos A-1, A-2 y A-3.
- Suelos finos limo arcillosos: Comprende a aquellos donde más del 35 % de material fino es pasante del tamiz N° 200. Comprendiendo los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7.

### 2.2.7. Propiedades físicas de los suelos

#### Límites de Atterberg

Determinan la sensibilidad del comportamiento del suelo con el contenido de humedad, comprendiendo tres estados de consistencia: líquido, plástico o sólido. De esta forma valoran la cohesión que tiene el suelo mediante los ensayos: límite líquido (MTC EM 110), límite plástico (MTC EM 111) y de contracción (MTC EM 112). Además, una característica adicional es el índice de plasticidad IP (MTC EM 111) que se define mediante la siguiente expresión:

$$IP = LL - LP \tag{1}$$

Un IP con un valor alto involucra un suelo muy arcilloso; mientras que, un IP pequeño caracteriza a un suelo poco arcilloso. La Tabla 3 muestra el grado de plasticidad de cada tipo de suelo en relación a su índice de plasticidad (MTC, 2014).

Tabla 3. Clasificación de suelos según índice de plasticidad

Índice de plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	Suelos arcillosos
IP > 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP < 7	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla
IP = 0		

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014).

## Granulometría

Según MTC (2014), representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante un tamizado, como lo indica la norma. Este ensayo busca establecer la proporción de los elementos de acuerdo con su tamaño.

Tabla 4. Clasificación de suelos según tamaño de partículas.

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Material grueso	Grava	75 mm - 4.5 mm
	Arena	Arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
		Arena fina: 0.425 mm - 0.075mm
Material fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014).

Este ensayo busca determinar el volumen de cada tamaño de partícula presente en el suelo estudiado a partir del secado de las muestras extraídas del propio suelo, pesando las cantidades retenidas entre las mallas de tamices estandarizados. De esta forma analizan la proporción de las partículas y la influencia de estas en el comportamiento del suelo y las interacciones que puede tener con otros elementos (Salas, 2017).

### 2.2.8. Propiedades mecánicas de los suelos

#### Proctor modificado

Tiene como finalidad la determinación de la relación del contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos (MTC, 2016).

Para desarrollar el ensayo de Proctor modificada se usa una especie de molde de 101.6 o 152.4 mm (4 o 6 pulg) de diámetro, y volumen estándar de 943.3 cm<sup>3</sup>, el material estudiado es compactado en cinco capas por un pisón que pesa 44.5 N desde una altura de 457.2 mm con 25 por capa. La Tabla 5 muestra las especificaciones y métodos de compactación para el ensayo de Proctor modificado (Salas, 2017).

Tabla 5. Especificaciones para la prueba Proctor modificado.

Concepto	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	101.6 mm
Volumen del molde	943.3 cm <sup>3</sup>	943.3 cm <sup>3</sup>	943.3 cm <sup>3</sup>
Peso del pisón	44.5 N	44.5 N	44.5 N
Altura de caída del pisón	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm
Numero de golpes del pisón por capa de suelo	25	25	56
Numero de capas de compactación	5	5	5
Energía de compactación y material de suelo por usarse	2696 KN-m/m <sup>3</sup> porción que pasa la malla N° 4 (4.57 mm) se usa si el 20 % o menos por peso de material retenido en la malla N° 4.	2696 KN-m/m <sup>3</sup> porción que pasa la malla 9.5 mm. se usa si el retenido DN la porción que es más de 20 % y 20 % o menos por peso es retenido en la malla de 9.5 mm.	2696 KN-m/m <sup>3</sup> porción que pasa la mallas de 19 mm. Se usa si más de 20 % por peso del material es retenido en la malla de 9.5 mm, y menos de 30 % por peso es retenido en la malla de 19 mm.

Fuente: Manual de ensayo de materiales (MTC, 2016).

### CBR (California Bearing Ratio)

El objetivo principal por el cual se desarrolla este método es el establecer la resistencia del suelo que sometiéndolo a esfuerzos cortantes, y así analizar la calidad relativa de los suelos para su uso como subrasante, subbase y base de pavimentos, en todo tipo de condiciones, sean por ejemplo de humedad. El valor de CBR de un suelo será la carga unitaria propia de 0.1 o 0.2 pulgadas de penetración, referido al 95 % de la MDS (máxima densidad seca), el cual será expresado en porcentaje. Por medio de este ensayo también se determina lo siguiente:

- Densidad y humedad.
- Capacidad y propiedades expansivas del material.
- Resistencia a la penetración.

Es necesario considerar que si los CBR para 0.1” y 0.2” presentan similitud, es recomendable usar en los cálculos, el CBR correspondiente a 0.2” (Ravines, 2010).

Tabla 6. Categorías de sub rasante.

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante inadecuada	CBR < 3 %
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3 % a CBR < 6 %
S <sub>2</sub> : Sub rasante regular	De CBR ≥ 6 % a CBR < 10 %
S <sub>3</sub> : Sub rasante buena	De CBR ≥ 10 % a CBR < 20 %
S <sub>4</sub> : Sub rasante muy buena	De CBR ≥ 20 % a CBR < 30 %
S <sub>5</sub> : Sub rasante muy buena	De CBR ≥ 30 %

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014).

### 2.3. Definición de términos

**Cemento.** – Producto comercial, que al mezclarse con agua adquiere una forma de masa que se va endureciendo con el paso del tiempo y a medida que van reaccionando cada una de sus partículas. Básicamente es un clinker, producto de la cocción a altísimas temperaturas, de materiales compuestos por cal, alúmina, fierro y sílice en ciertas proporciones (Castillo, n.d.).

**Enzima orgánica.** – Son moléculas orgánicas compuestas básicamente por proteínas extraídas de microorganismos presentes en las plantas y los animales como lo son las termitas y las hormigas, que a través de compuestos que pueden reconocerse como su saliva logran construir estructuras en el suelo de gran resistencia a los cambios en el clima (Santander y Yávar, 2018).

**Subrasante.** – Es la capa superior del terraplén que soportará de manera directa la estructura del pavimento, está compuesto por materiales con características aceptables y compactados por capas de manera que tenga un comportamiento adecuado frente a la carga ocasionada del tránsito (MTC, 2014).

**Suelo cohesivo.** – Son los suelos compuestos por partículas de granos muy finos y minerales arcillosos, con diámetros menores a 0.075 mm y con un índice de plasticidad mayor a diez, y una masa se vuelve plástica al ser mezclada con agua (Salas, 2017).

**Estabilización de suelos.** – Procedimiento mecánico que se logra con la incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos, con los que se mejora las propiedades físicas y mecánicas de los suelos (MTC, 2014).

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general

De comparar el uso de enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante, resulta que la enzima presenta mejores resultados a comparación del cemento.

### 2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La enzima orgánica modifica en mayor cuantía el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos cohesivos para subrasante en comparación del cemento.
- b) La enzima orgánica incrementa en mayor cuantía la máxima densidad seca y reduce el óptimo contenido de humedad de suelos cohesivos para subrasante en comparación del cemento.
- c) La enzima orgánica acentúa más la capacidad de soporte y contracción de suelos cohesivos para subrasante en comparación del cemento.
- d) El costo para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante con enzima orgánica es menor con referencia uso del cemento.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de las variables

**Variable independiente (X): Enzima orgánica y cemento.** – La enzima orgánica corresponde a moléculas de naturaleza proteica que producen reacciones químicas prácticamente instantáneas, que actúan de forma exclusiva en sustancias que presenten una

configuración precisa (Yucra y Camala, 2017) y el cemento, material que reacciona al contacto con el agua, adquiriendo lentamente una consistencia endurecida, se compone básicamente por clinker, compuesto por cal, alúmina, fierro y sílice (Castillo, n.d.).

**Variable dependiente (Y): Propiedades físicas y mecánicas del suelo.** – Según el MTC (2013) establece las propiedades físicas del suelo para que actúe como subrasante, siendo esta la consistencia determinada por la diferencia entre los límites líquido y plástico, mientras que las propiedades mecánicas del suelo son la compacidad, capacidad de soporte y contracción.

### 2.5.2. Definición operacional de las variables

**Variable independiente (X): Enzima orgánica y cemento.** – Se utilizó dosificaciones de enzima orgánica por cada 30 m<sup>3</sup> de muestra, que fueron 1, 1.4 y 1.8 L, esto a fin de determinar el porcentaje óptimo, mientras que para el cemento se utilizó 7, 14 y 20 % en peso del suelo.

**Variable dependiente (Y): Propiedades físicas y mecánicas del suelo.** – Su evaluación fue a partir de sus propiedades físicas (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) y mecánicas (compacidad, capacidad de soporte y contracción).

### 2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 7. Operacionalización de las variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable independiente (X):</b> Enzima orgánica y cemento	Enzima orgánica	Volumen de enzima por cada 30 m <sup>3</sup> de suelo.
	Cemento	Porcentaje de cemento por peso de suelo.
<b>Variable dependiente (Y):</b> Propiedades físicas y mecánicas del suelo	Consistencia	Límite líquido Límite plástico Índice de plasticidad
	Compacidad	Máxima densidad seca Óptimo contenido de humedad
	Capacidad de soporte y contracción	CBR
		Porcentaje de contracción

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Método de investigación**

La investigación utilizó el método científico, basado en la observación sistemática, medición, experimentación, formulación, análisis y modificación de hipótesis (Del Cid, Sandoval y Sandoval, 2007). En tal sentido, se pudo notar el proceso sistematizado durante la ejecución de los ensayos realizados en laboratorio, bajo las normas peruanas establecidas.

### **3.2. Tipo de investigación**

La presente investigación es del tipo aplicada, en la cual el problema está establecido y es conocido por el investigador y tiene como objetivo predecir un comportamiento específico en una situación definida, además de dar solución a un problema real en mediante la aplicación de conocimiento existente (Del Cid, Sandoval y Sandoval, 2007). En efecto, durante la investigación se aplicaron conceptos sobre suelos, establecidos por autores tanto nacionales como internacionales, además de utilizar los manuales establecidos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), esto a fin de dar solución al deficiente comportamiento del suelo cohesivo con la utilización de enzimas orgánicas y cemento, además de comparar y obtener cuál de estos es el más recomendable.

### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación fue explicativo - comparativo, ya que se tuvo como finalidad el establecer las causas y consecuencias del fenómeno concreto, es decir, no solo el qué sino el porqué de las cosas, y cómo han llegado al estado en cuestión (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Por tal, en la investigación se buscó la relación entre las propiedades físicas y mecánicas de los suelos con los porcentajes de cemento y enzimas orgánicas, con el fin de determinar la cantidad más óptima para una mejor estabilización de los suelos cohesivos.

### **3.4. Diseño de la investigación**

En concordancia con Hernández, Fernández y Baptista (2014), la presente investigación siguió un diseño experimental, debido a que se manipuló las variables independientes (enzima orgánica y cemento) y se observó los efectos en la variable dependiente (propiedades de la subrasante) de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas; de este modo, en esta investigación se controló las variables independientes con las siguientes dosificaciones: 1.0 L, 1.4 L y 1.8 L para la enzima orgánica cada 30 m<sup>3</sup> de suelo cohesivo; y 7 %, 14 % y 20 % en peso del suelo para el cemento.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Fue considerada como población el suelo cohesivo a nivel subrasante del Jirón la Esperanza progresiva Km 0 + 000 – Km 0 + 150 ubicado en la urbanización Las Colinas – Palián, del distrito y provincia de Huancayo en el departamento de Junín.

#### **3.5.2. Muestra**

De acuerdo con el tipo de muestreo no probabilístico intencional, la muestra comprendió al suelo extraído de la calicata ubicada en la



progresiva 0+075m. del Jirón La Esperanza, ubicado en la urbanización Las Colinas – Palián, del distrito y provincia de Huancayo en el departamento de Junín, para la realización de la estabilización por medio de la incorporación de enzima orgánica y cemento.

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

#### **3.6.1. Técnicas**

##### **Observación directa**

En la investigación fue empleada la técnica de observación directa, la cual se aplicó en la fase de planificación, durante las visitas previas para la recolección de enzima orgánica, cemento y la muestra de suelo cohesivo para subrasante en el área de estudio correspondientemente.

##### **Análisis de documentos**

En la misma línea, fue considerada la técnica de análisis documentario para la recopilación de la bibliografía digital y física, con la cual fue posible establecer una metodología para determinar cómo afecta las propiedades físicas y mecánicas del suelo cohesivo para subrasante con la adición de enzima orgánica y cemento. Así mismo, fueron seguidas las directrices proveídas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

##### **Trabajo en campo**

Otra técnica importante que se utilizó fue el trabajo en campo, mediante esta técnica se logró el cumplimiento del proyecto en campo como en laboratorio, para realizar los trabajos en campo se usó instrumentos de laboratorio especializados con los que se midió las principales características del suelo cohesivo en estado natural y con

adición de enzima orgánica y cemento. Se siguió la siguiente secuencia:

- Toma de muestras de suelo cohesivo, extraída de la calicata C - 01, que tuvo una profundidad de 1.5 m de profundidad, ubicado el Jr. La Esperanza, distrito y provincia de Huancayo, progresiva Km 0 + 075 con coordenadas 8669715.00 N 479545.00 E, en esta se observó que la calicata presenta un estrato único en su composición
- Análisis granulométrico del suelo cohesivo según lo establecido en por el MTC E - 107 y ASTM D 421.
- De acuerdo al análisis granulométrico se realizó la clasificación según el sistema SUCS del suelo, resultando este como un CL (arcilla de baja plasticidad).
- Además, se consideró el sistema de clasificación AASHTO del suelo, resultando este como un A – 6 (10), correspondiendo un suelo arcilloso regular a malo.
- Se determinó del contenido de humedad, de acuerdo al MTC E – 108 y ASTM D 2216, siendo esta en promedio de 16.24 %.
- Determinación de límites de Atterberg del suelo cohesivo en estado natural según la ASTM 4318 - 84, siendo el límite líquido de 34.60 %, el límite plástico de 17.64 % y el índice de plasticidad de 16.86 %, tal y como se adjunta en la siguiente tabla:

Tabla 8. Límites de consistencia del suelo en estado natural.

Propiedades físicas	Suelo natural sin aditivo
Límite líquido	34.60%
Límite plástico	17.64%
Índice de plasticidad	16.86%

- Realización del ensayo Proctor modificado según la ASTM D 1557 del suelo sin adición de ningún aditivo, a fin de reconocer el contenido óptimo de humedad y densidad

máxima seca, donde este primero resultó 16.80 % y el segundo 1830 kg/m<sup>3</sup>.

- Determinación del CBR del suelo cohesivo en estado natural, a partir de los valores obtenidos en el ensayo Proctor modificado, siendo este al 95 % de 4.60 % y al 100 % de 8.20 %, según lo especificado en la siguiente tabla:

Tabla 9. Propiedades mecánicas del suelo en estado natural.

Propiedades mecánicas	Suelo natural sin aditivo	
Contenido óptimo de humedad	16.80%	
Densidad máxima seca (kg/m <sup>3</sup> )	1830	
CBR	95%	4.60%
	100%	8.20%

- Adición en cantidades de 1.0 L/30m<sup>3</sup>, 1.2 L/30m<sup>3</sup> y 1.4 L/30m<sup>3</sup> de enzima orgánica al suelo cohesivo.
- Medición de los límites de consistencia (ASTM 4318 - 84), realización de Proctor modificado (ASTM D 1557), cálculo CBR y contracción del suelo con la enzima orgánica, para determinar la dosificación óptima.
- Adición de 7 %, 14 % y 20 % de cemento al suelo cohesivo.
- Medición de los límites de consistencia (ASTM 4318 - 84), realización de Proctor modificado (ASTM D 1557), cálculo CBR y contracción del suelo con adición de cemento, para determinar la dosificación óptima.

### 3.6.2. Instrumentos

Durante el desarrollo de la presente investigación los instrumentos usados se constituyeron por aquellos normalizados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones para los ensayos granulométricos, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR.

### 3.7. Procesamiento de la información

El procesamiento de la información obtenida tanto en laboratorio se realizó mediante la creación de tablas y figuras en la aplicación de Microsoft

Excel. Este software permitió una adecuada distribución gráfica de los resultados obtenidos, el cálculo de las ecuaciones de los ensayos y las tabulaciones para los resultados finales.

Así también, en todo momento se tomó en cuenta lo establecido y normado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de:

- Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (sección suelos y pavimentos) (MTC, 2014).
- Manual de ensayos de materiales (MTC, 2016).
- Norma técnica CE0.10 (RNE, 2010).

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

Para el registro y análisis de los datos fue considerado lo siguiente:

#### **3.8.1. Organización de los datos**

Para esto se utilizó matrices de tabulación típica, elaboradas en Microsoft Excel, donde se separó cada una de los indicadores fijadas para el estudio de las variables independientes (enzima orgánica y cemento) y la variable dependiente (estabilización de suelo cohesivo).

#### **3.8.2. Análisis de datos**

El análisis de los datos consideró la técnica establecida para datos cuantitativos, basada en la estadística, a fin de realizar la descripción, elaboración de las figuras, el análisis, la comparación, el establecimiento de relaciones y principalmente probar la hipótesis de la investigación.

Para lo cual se tiene los siguientes:

##### **Descripción de la variable**

Para la descripción de las variables se utilizó el promedio, el porcentaje y gráficos de barras; en concordancia con la estadística descriptiva.

## **Prueba de hipótesis de la investigación**

De acuerdo a los valores obtenidos según los indicadores de las variables independientes (contenido de enzima orgánica por cada 30 m<sup>3</sup> de suelo y porcentaje de cemento respecto al peso del suelo) y los indicadores de la variable dependiente (límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, densidad máxima seca, contenido óptimo de humedad, CBR tanto al 95 y 100 % de la máxima densidad seca y la contracción); se procedió a procesarlos en el programa SPSS por medio de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis y determinar con ello las diferencias entre los diferentes grupos considerados.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

Para comparar el uso de la enzima orgánica y cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante, se procedió a considerar cada una de las propiedades del suelo, tales como el límite líquido, líquido plástico, índice de plasticidad, densidad máxima seca, densidad máxima seca, óptimo contenido de humedad, CBR tanto al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca y contracción, de aquellos suelos donde se utilizó 1 L, 1.4 L y 1.8 L de enzima orgánica por cada 30 m<sup>3</sup> de suelo, además de 7 %, 14 % y 20 % de cemento.

#### **4.1. Diferencia de usar enzima orgánica y cemento para modificar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos cohesivos para subrasante**

##### **4.1.1. Límite líquido**

En la Tabla 10 se compara los resultados del límite líquido del suelo natural, del suelo con adición de enzima orgánica y cemento.

Tabla 10. Límite líquido de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.

Muestra	Límite líquido (%)	Muestra	Límite líquido (%)
Suelo patrón	34.60	Suelo patrón	34.60
Suelo + 1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O.	32.80	Suelo + 7 % de cemento	34.20
Suelo + 1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O.	31.40	Suelo + 14 % de cemento	33.00
Suelo + 1.8 L/30m <sup>3</sup> de E.O.	31.61	Suelo + 20 % de cemento	31.65

La Figura 1 representa los cambios del límite líquido del suelo tanto con enzima orgánica y cemento.

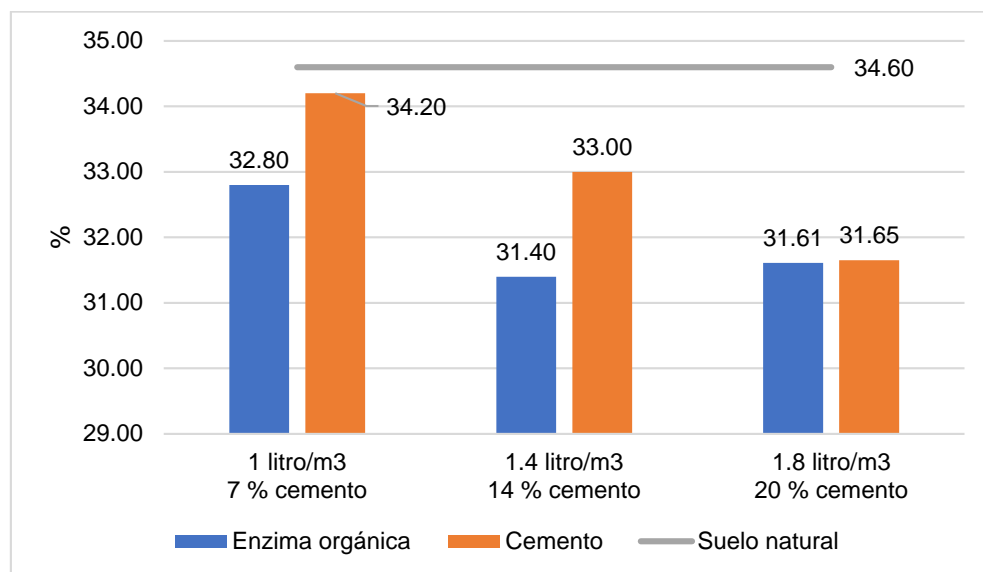


Figura 1. Comparación del límite líquido de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.

De acuerdo a la Figura 2 se tiene las variaciones porcentuales del límite líquido en relación del suelo patrón.

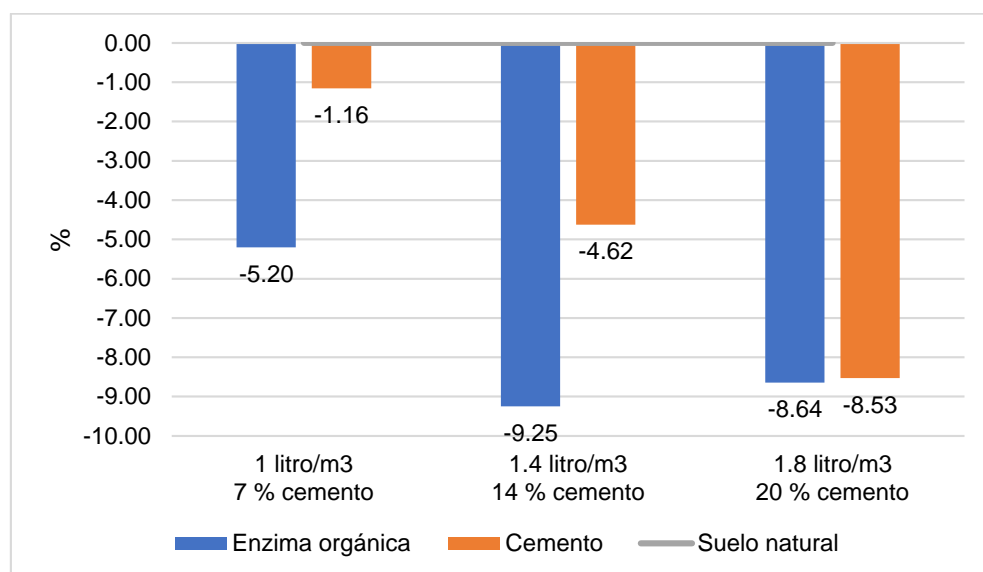


Figura 2. Comparación porcentual de la variación del límite líquido del suelo.

#### 4.1.2. Límite plástico

La Tabla 11 detalla los resultados del ensayo de límite plástico del suelo patrón (natural) y del suelo donde se adicionó enzima orgánica y cemento.

Tabla 11. Límite plástico de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.

Muestra	Límite plástico (%)	Muestra	Límite plástico (%)
Suelo patrón	17.74	Suelo patrón	17.74
Suelo + 1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O.	18.72	Suelo + 7 % de cemento	17.91
Suelo + 1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O.	21.35	Suelo + 14 % de cemento	19.53
Suelo + 1.8 L/30m <sup>3</sup> de E.O.	21.04	Suelo + 20 % de cemento	20.02

Del mismo modo, en la Figura 3 y Figura 4 se representa el límite plástico de los suelos estabilizados con enzima orgánica y cemento.

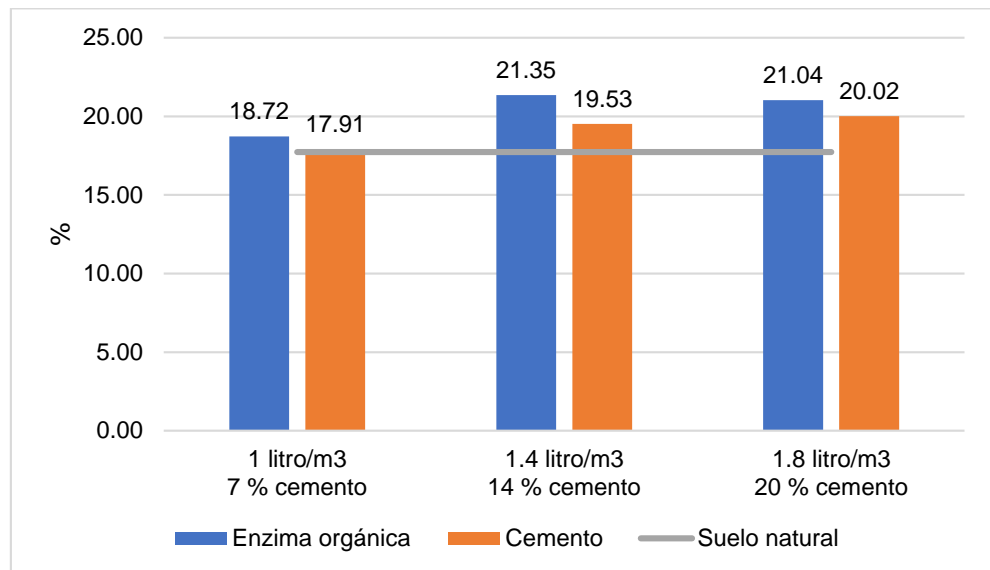


Figura 3. Comparación del límite plástico de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.

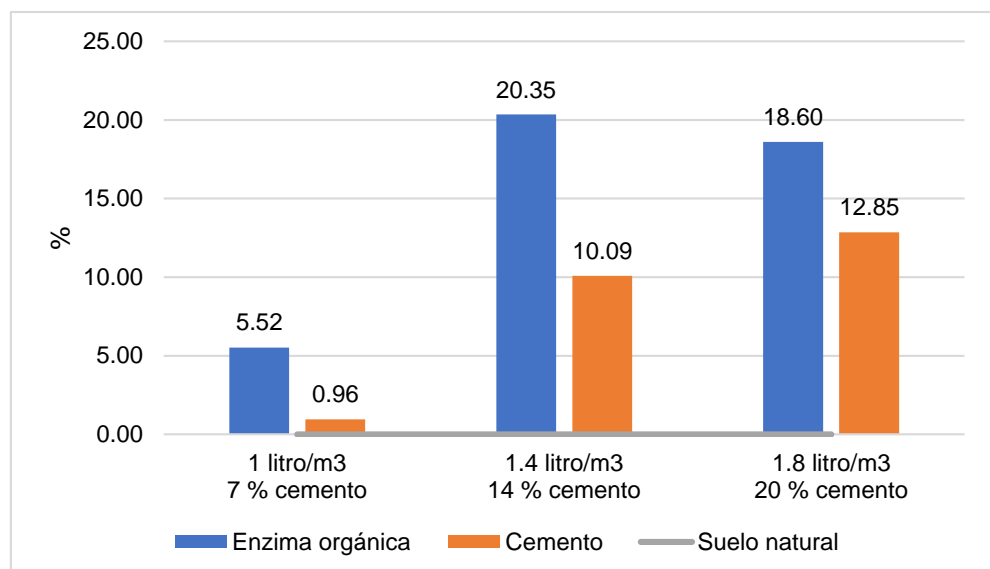


Figura 4. Comparación porcentual de la variación del límite plástico del suelo.



### 4.1.3. Índice de plasticidad

La Tabla 12 compara los resultados del índice de plasticidad del suelo natural, del suelo con adición de enzima orgánica y cemento.

Tabla 12. Índice de plasticidad de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.

Muestra	Índice de plasticidad (%)	Muestra	Índice de plasticidad (%)
Suelo patrón	16.86	Suelo patrón	16.86
Suelo + 1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O.	14.08	Suelo + 7 % de cemento	16.29
Suelo + 1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O.	10.05	Suelo + 14 % de cemento	13.47
Suelo + 1.8 L/30m <sup>3</sup> de E.O.	10.57	Suelo + 20 % de cemento	11.63

La Figura 5 y Figura 6 se representa el índice de plasticidad y la variación porcentual del mismo.

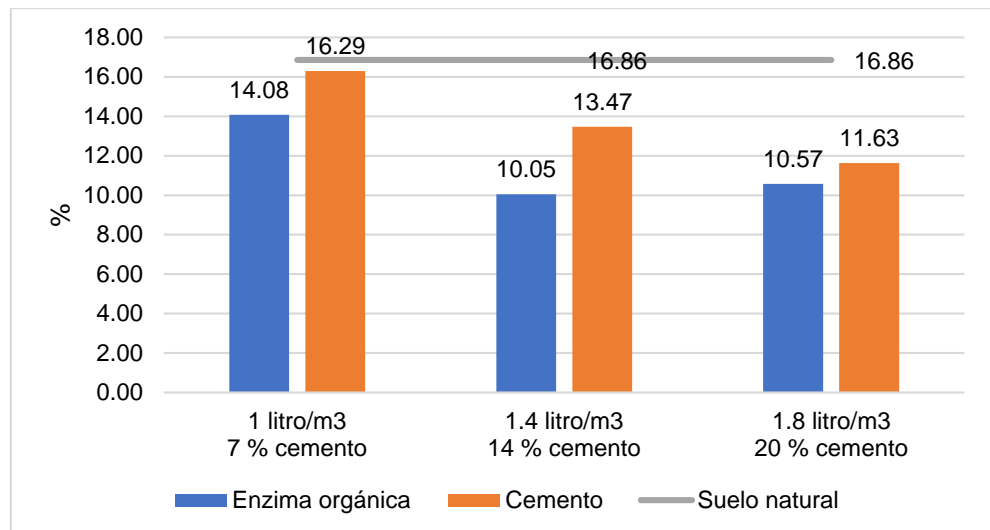


Figura 5. Comparación del índice de plasticidad de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.

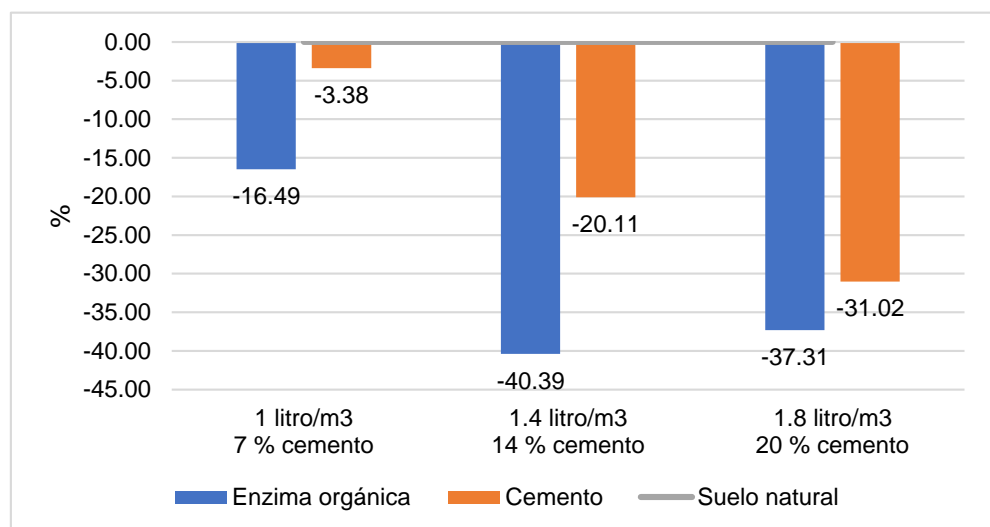


Figura 6. Comparación porcentual de la variación del índice de plasticidad del suelo.

#### 4.1.4. Prueba de hipótesis

En base a las siguientes hipótesis para el objetivo específico “a” se presenta:

Hi: La enzima orgánica modifica en mayor cantidad el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos cohesivos para subrasante en comparación del cemento.

H0: La enzima orgánica no modifica en mayor cantidad el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos cohesivos para subrasante en comparación del cemento.

En consecuencia, se realizó la prueba Kruskal Wallis para determinar si la enzima orgánica y el cemento modifica la consistencia del suelo, es así que, en la Tabla 13 se denota que estos compuestos, sí modifican el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad, en resultado de una significancia menor a 0.05.

Tabla 13. Kruskal Wallis de un factor para la consistencia del suelo.

Propiedad	N	Estadístico de contraste	Grados de libertad	Significación asintótica (prueba bilateral)
Límite líquido	21	20	6	0.03
Límite plástico	21	20	6	0.03
Índice de plasticidad	21	20	6	0.03

A fin de determinar en qué combinación se da los cambios significativos se realizó las comparaciones múltiples, cuyos resultados se muestran en la Tabla 14, llegando a las siguientes apreciaciones:

- El límite líquido de suelo se reduce significativamente con la adición de enzima orgánica en 1.4 L/30 m<sup>3</sup>.
- El límite plástico del suelo se incrementa significativamente con el uso de enzima orgánica en 1.4 L/30 m<sup>3</sup>.
- El índice de plasticidad del suelo se reduce significativamente con la adición de enzima orgánica en 1.4 L/30 m<sup>3</sup>.

Por lo tanto, se concluye que la enzima orgánica en concentraciones de 1.4 L/30 m<sup>3</sup> modifica significativamente el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, aceptándose así la hipótesis de la investigación.

Tabla 14. Comparaciones múltiples entre grupos respecto a la consistencia del suelo.

Grupos		Estadístico de prueba	Error estándar	Desviación estadística de prueba	Significancia	Significancia ajustada	
Límite líquido	Suelo + 1.4 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	Suelo patrón	18.00	5.02	3.59	0.00	0.01
	Suelo + 1.8 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	Suelo patrón	15.00	5.02	2.99	0.00	0.06
	Suelo + 20 % de cemento	Suelo patrón	12.00	5.02	2.39	0.02	0.35
	Suelo + 1 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	Suelo patrón	9.00	5.02	1.79	0.07	1.00
	Suelo + 14 % de cemento	Suelo patrón	6.00	5.02	1.20	0.23	1.00
	Suelo + 7 % de cemento	Suelo patrón	3.00	5.02	0.60	0.55	1.00
Límite plástico	Suelo patrón	Suelo + 7 % de cemento	-3.00	5.02	-0.60	0.55	1.00
	Suelo patrón	Suelo + 1 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	-6.00	5.02	-1.20	0.23	1.00
	Suelo patrón	Suelo + 14 % de cemento	-9.00	5.02	-1.79	0.07	1.00
	Suelo patrón	Suelo + 20 % de cemento	-12.00	5.02	-2.39	0.02	0.35
	Suelo patrón	Suelo + 1.8 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	-15.00	5.02	-2.99	0.00	0.06
	Suelo patrón	Suelo + 1.4 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	-18.00	5.02	-3.59	0.00	0.01
Índice de plasticidad	Suelo + 1.4 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	Suelo patrón	18.00	5.02	3.59	0.00	0.01
	Suelo + 1.8 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	Suelo patrón	15.00	5.02	2.99	0.00	0.06
	Suelo + 20 % de cemento	Suelo patrón	12.00	5.02	2.39	0.02	0.35
	Suelo + 14 % de cemento	Suelo patrón	9.00	5.02	1.79	0.07	1.00
	Suelo + 1 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	Suelo patrón	6.00	5.02	1.20	0.23	1.00
	Suelo + 7 % de cemento	Suelo patrón	3.00	5.02	0.60	0.55	1.00

## 4.2. Diferencia de usar enzima orgánica y cemento para variar la densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad de suelos cohesivos para subrasante

### 4.2.1. Densidad máxima seca

La Tabla 15 están adjuntos los resultados de la densidad máxima seca de los suelos estabilizados.

Tabla 15. Densidad máxima seca de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.

Muestra	D.M.S. (kg/m <sup>3</sup> )	Muestra	D.M.S. (kg/m <sup>3</sup> )
Suelo patrón	1830.00	Suelo patrón	1830.00
Suelo + 1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O.	1857.00	Suelo + 7 % de cemento	1821.00
Suelo + 1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O.	1871.00	Suelo + 14 % de cemento	1805.00
Suelo + 1.8 L/30m <sup>3</sup> de E.O.	1868.00	Suelo + 20 % de cemento	1782.00

Asimismo, en las siguientes figuras se representa gráficamente los cambios en la máxima densidad seca de los suelos estabilizados con enzima orgánica y cemento:

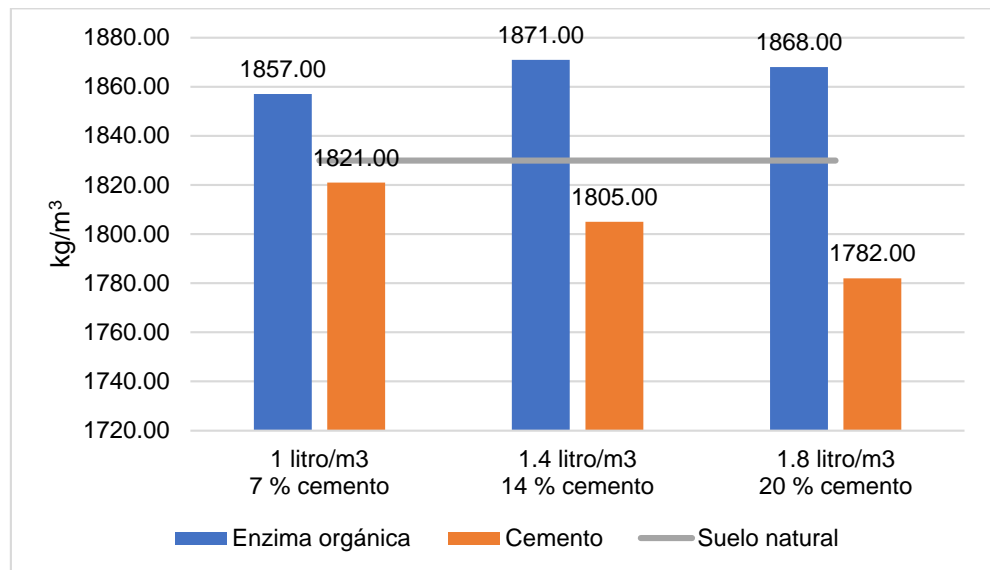


Figura 7. Comparación de la densidad máxima seca de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.

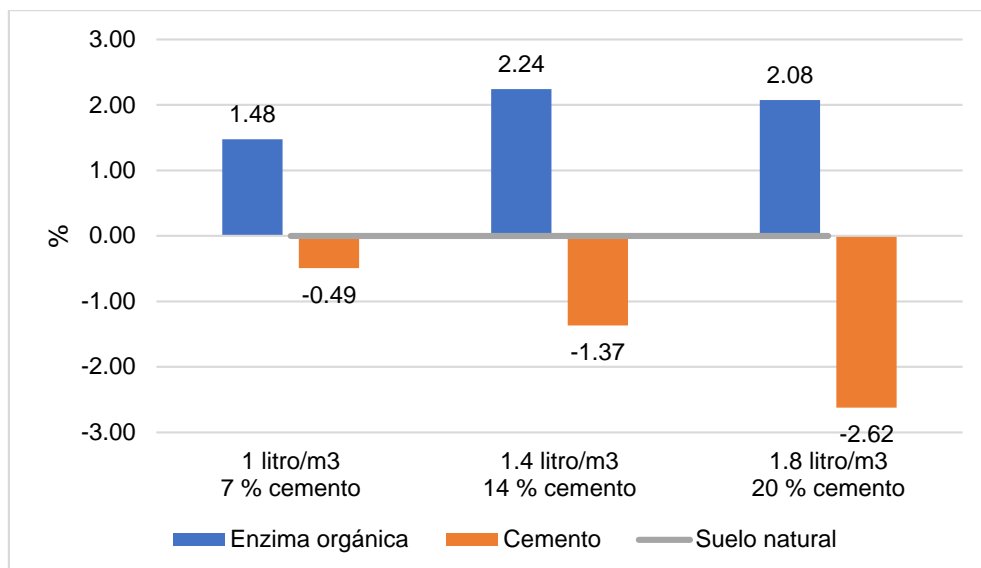


Figura 8. Comparación porcentual de densidad máxima seca del suelo.

#### 4.2.2. Contenido óptimo de humedad

En la misma línea, la Tabla 16 muestra el óptimo de humedad con la adición de enzima orgánica y con cemento; del mismo modo, su representación gráfica en la Figura 9.

Tabla 16. Contenido óptimo de humedad con adición de enzima orgánica y cemento.

Muestra	Contenido óptimo de humedad (%)	Muestra	Contenido óptimo de humedad (%)
Suelo patrón	16.80	Suelo patrón	16.80
Suelo + 1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O.	15.50	Suelo + 7 % de cemento	17.20
Suelo + 1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O.	14.45	Suelo + 14 % de cemento	18.02
Suelo + 1.8 L/30m <sup>3</sup> de E.O.	14.91	Suelo + 20 % de cemento	18.95

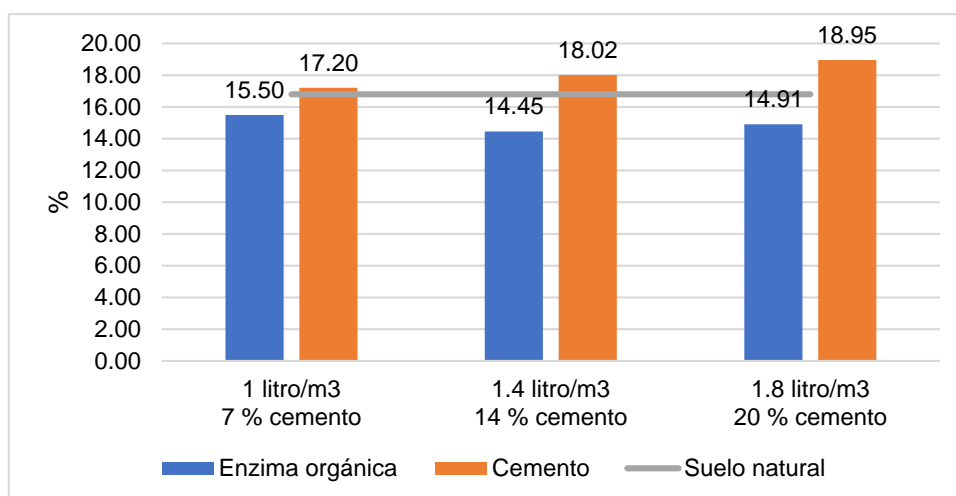


Figura 9. Comparación del contenido óptimo de humedad de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.

Mientras que, en la siguiente figura se tiene los cambios porcentuales en el óptimo contenido de humedad.

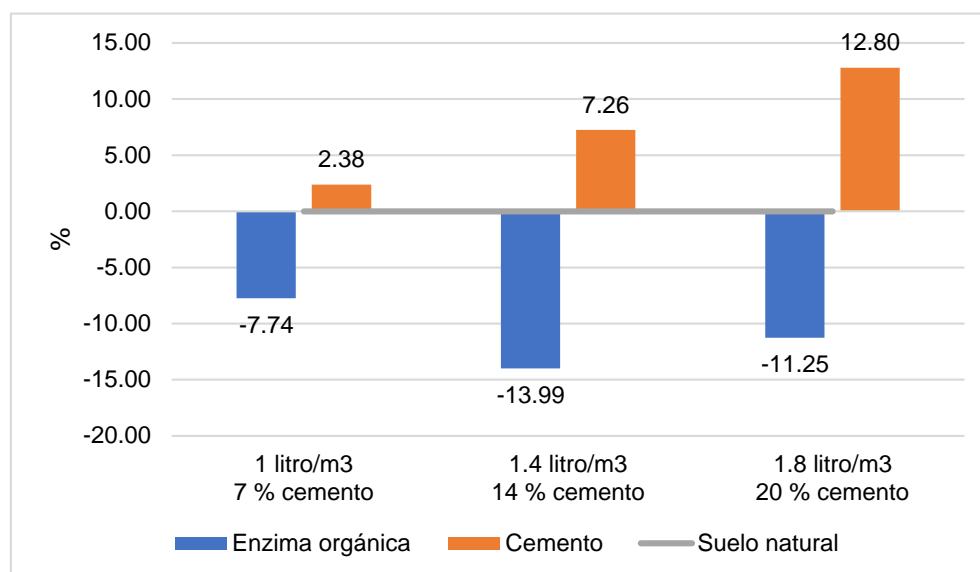


Figura 10. Comparación porcentual del contenido óptimo de humedad del suelo.

#### 4.2.3. Prueba de hipótesis

Planteada las siguientes hipótesis:

Hi: La enzima orgánica incrementa la máxima densidad seca y reduce el óptimo contenido de humedad de suelos cohesivos para subrasante en comparación del cemento.

H0: La enzima orgánica no incrementa la máxima densidad seca ni reduce el óptimo contenido de humedad de suelos cohesivos para subrasante en comparación del cemento.

En consecuencia, se realizó la prueba Kruskal Wallis para determinar si la enzima orgánica y el cemento modifican la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, es así que, en la Tabla 17 está expuesto que estos compuestos sí modifican tales propiedades, con significancia menor a 0.05.

Tabla 17. Kruskal Wallis para la compacidad del suelo.

Propiedad	N	Estadístico de contraste	Grados de libertad	Significación asintótica (prueba bilateral)
Densidad máxima seca	21	20	6	0.03
Óptimo contenido de humedad	21	20	6	0.03

Asimismo, se tiene la siguiente tabla donde se compara los grupos considerados en relación al suelo patrón (natural), denotándose que no se encontró diferencias significativas con éste, solo entre 1.4 L/30 m<sup>3</sup> de enzima orgánica y 20 % de cemento.

Tabla 18. Comparaciones múltiples entre grupos respecto a la máxima densidad del suelo.

Muestra 1 - muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. <sup>a</sup>
1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-1.8 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	-3.00	5.02	-0.60	0.55	1.00
1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	6.00	5.02	1.20	0.23	1.00
1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-Patrón	9.00	5.02	1.79	0.07	1.00
1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-7 % de cemento	-12.00	5.02	-2.39	0.02	0.35
1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-14 % de cemento	-15.00	5.02	-2.99	0.00	0.06
1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-20 % de cemento	-18.00	5.02	-3.59	0.00	0.01
1.8 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	3.00	5.02	0.60	0.55	1.00
1.8 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-Patrón	6.00	5.02	1.20	0.23	1.00
1.8 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-7 % de cemento	-9.00	5.02	-1.79	0.07	1.00
1.8 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-14 % de cemento	-12.00	5.02	-2.39	0.02	0.35
1.8 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-20 % de cemento	-15.00	5.02	-2.99	0.00	0.06
1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-Patrón	3.00	5.02	0.60	0.55	1.00
1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-7 % de cemento	-6.00	5.02	-1.20	0.23	1.00
1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-14 % de cemento	-9.00	5.02	-1.79	0.07	1.00
1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O-20 % de cemento	-12.00	5.02	-2.39	0.02	0.35
Patrón - 7 % de cemento	-3.00	5.02	-0.60	0.55	1.00
Patrón - 14 % de cemento	-6.00	5.02	-1.20	0.23	1.00
Patrón - 20 % de cemento	-9.00	5.02	-1.79	0.07	1.00
7 % de cemento - 14 % de cemento	-3.00	5.02	-0.60	0.55	1.00
7 % de cemento - 20 % de cemento	-6.00	5.02	-1.20	0.23	1.00
14 % de cemento - 20 % de cemento	-3.00	5.02	-0.60	0.55	1.00

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.



Tabla 19. Comparaciones múltiples entre grupos respecto al óptimo contenido de humedad del suelo.

Muestra 1 - muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. <sup>a</sup>
20 % de cemento - 14 % de cemento	3.00	5.02	0.60	0.55	1.00
20 % de cemento - 7 % de cemento	6.00	5.02	1.20	0.23	1.00
20 % de cemento - Patrón	9.00	5.02	1.79	0.07	1.00
20 % de cemento - 1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	12.00	5.02	2.39	0.02	0.35
20 % de cemento - 1.8 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	15.00	5.02	2.99	0.00	0.06
20 % de cemento - 1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	18.00	5.02	3.59	0.00	0.01
14 % de cemento - 7 % de cemento	3.00	5.02	0.60	0.55	1.00
14 % de cemento - Patrón	6.00	5.02	1.20	0.23	1.00
14 % de cemento - 1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	9.00	5.02	1.79	0.07	1.00
14 % de cemento - 1.8 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	12.00	5.02	2.39	0.02	0.35
14 % de cemento - 1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	15.00	5.02	2.99	0.00	0.06
7 % de cemento - Patrón	3.00	5.02	0.60	0.55	1.00
7 % de cemento - 1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	6.00	5.02	1.20	0.23	1.00
7 % de cemento - 1.8 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	9.00	5.02	1.79	0.07	1.00
7 % de cemento - 1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	12.00	5.02	2.39	0.02	0.35
Patrón - 1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	-3.00	5.02	-0.60	0.55	1.00
Patrón - 1.8 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	-6.00	5.02	-1.20	0.23	1.00
Patrón - 1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	-9.00	5.02	-1.79	0.07	1.00
1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O - 1.8 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	-3.00	5.02	-0.60	0.55	1.00
1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O - 1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	-6.00	5.02	-1.20	0.23	1.00
1.8 L/30 m <sup>3</sup> de E.O - 1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O	3.00	5.02	0.60	0.55	1.00

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Por lo tanto, se concluye que la enzima orgánica sí incrementa la densidad máxima seca y reduce el óptimo contenido de humedad, no obstante, no fueron relevante en relación del suelo patrón.

### 4.3. Diferencia de usar enzima orgánica y cemento para la modificación de la capacidad de soporte y contracción de suelos cohesivos para subrasante

#### 4.3.1. Capacidad de soporte

De acuerdo a la Tabla 20 donde se muestra los CBR al 95 y 100 % del suelo.

Tabla 20. CBR de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.

Muestra	CBR al 95 %	CBR al 100 %	Muestra	CBR al 95 %	CBR al 100 %
Suelo patrón	4.60	8.20	Suelo patrón	4.60	8.20
Suelo + 1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O.	8.75	15.77	Suelo + 7 % de cemento	6.20	10.22
Suelo + 1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O.	11.10	19.80	Suelo + 14 % de cemento	9.70	16.85
Suelo + 1.8 L/30m <sup>3</sup> de E.O.	10.90	19.11	Suelo + 20 % de cemento	10.84	18.98

En esa línea la Figura 11 y Figura 12 representan la variación del CBR al 95 % y al 100 % del suelo natural, de los suelos con adición de enzima orgánica y con cemento.

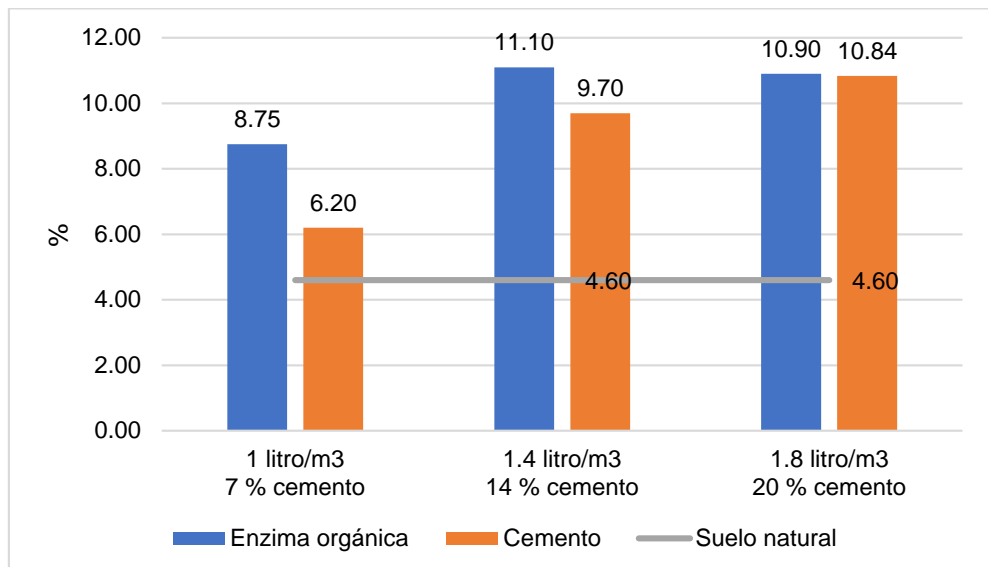


Figura 11. Comparación del CBR al 95 % de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.

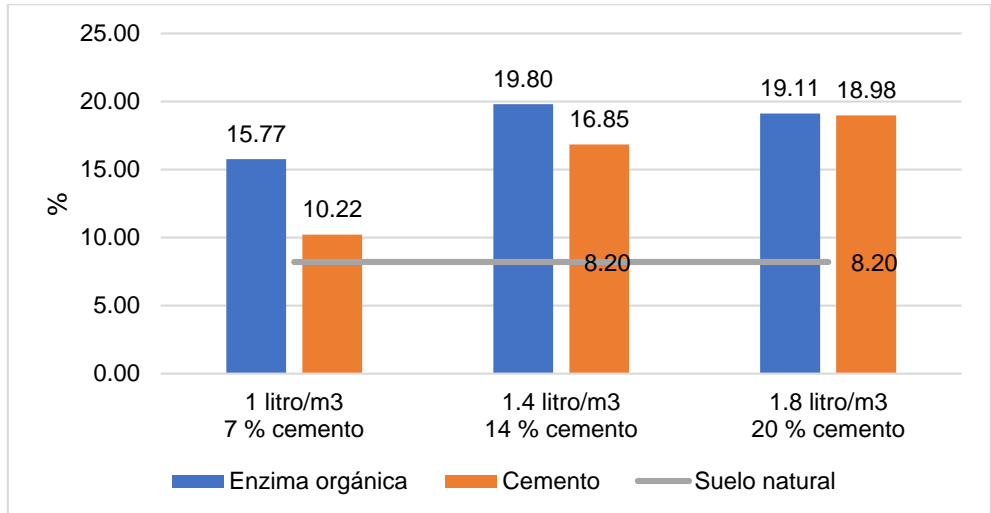


Figura 12. Comparación del CBR al 100 % de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.

En la Figura 13 y Figura 14 están adjuntos los cambios porcentuales presentados en el CBR de los suelos estabilizados.

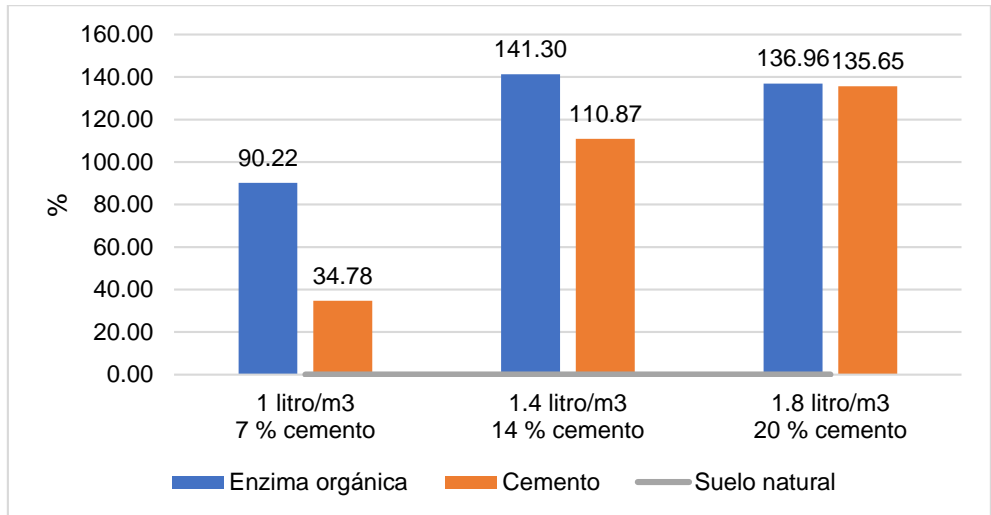


Figura 13. Comparación porcentual del CBR al 95 % del suelo.

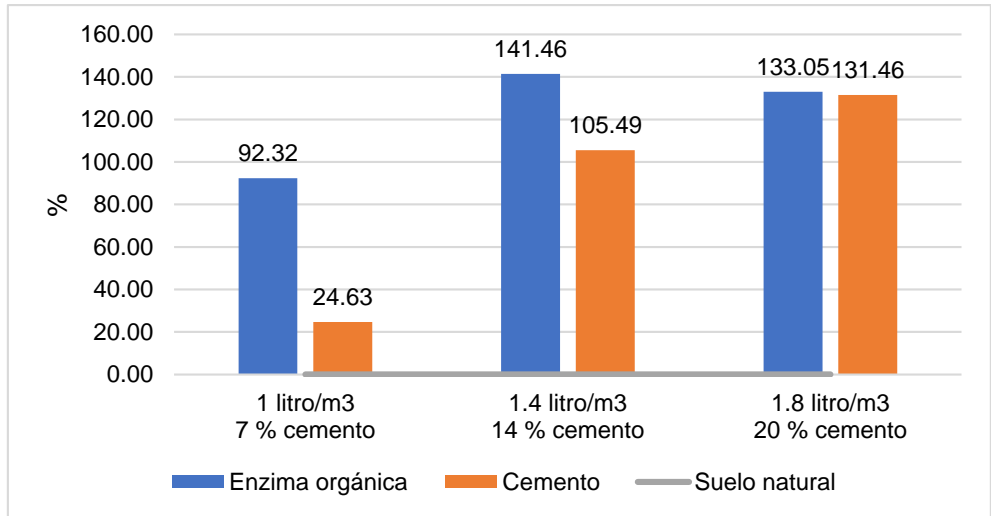


Figura 14. Comparación porcentual del CBR al 100 % del suelo.

### 4.3.2. Contracción

En la tabla a continuación, se especifica los resultados de la contracción del suelo:

Tabla 21. Contracción de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.

Muestra	Contracción (%)	Muestra	Contracción (%)
Suelo patrón	13.29	Suelo patrón	13.29
Suelo + 1 L/30 m <sup>3</sup> de E.O.	14.56	Suelo + 7 % de cemento	13.30
Suelo + 1.4 L/30 m <sup>3</sup> de E.O.	16.20	Suelo + 14 % de cemento	14.06
Suelo + 1.8 L/30m <sup>3</sup> de E.O.	16.10	Suelo + 20 % de cemento	16.08

Del mismo modo, en las siguientes figuras se tiene las diferencias en cuanto a la contracción del suelo con enzima orgánica y cemento.

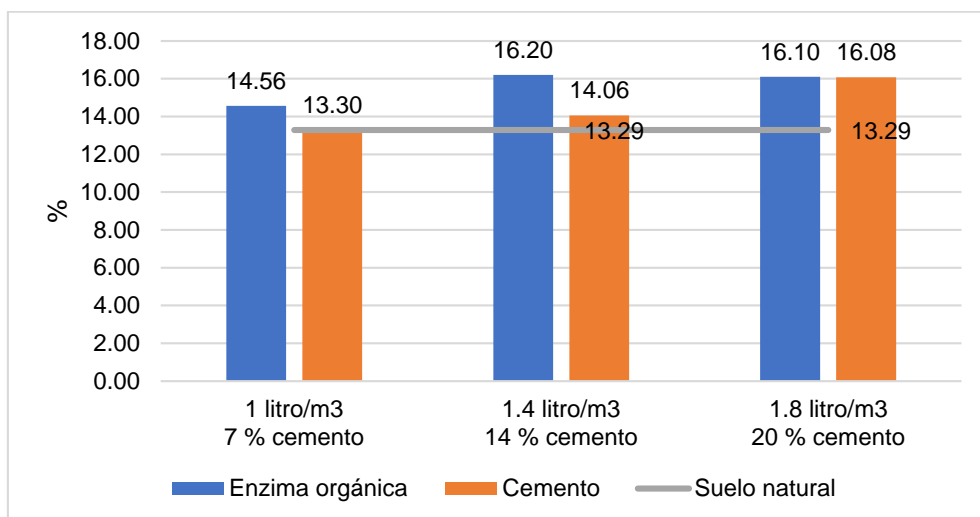


Figura 15. Comparación de la contracción de suelos con adición de enzima orgánica y cemento.

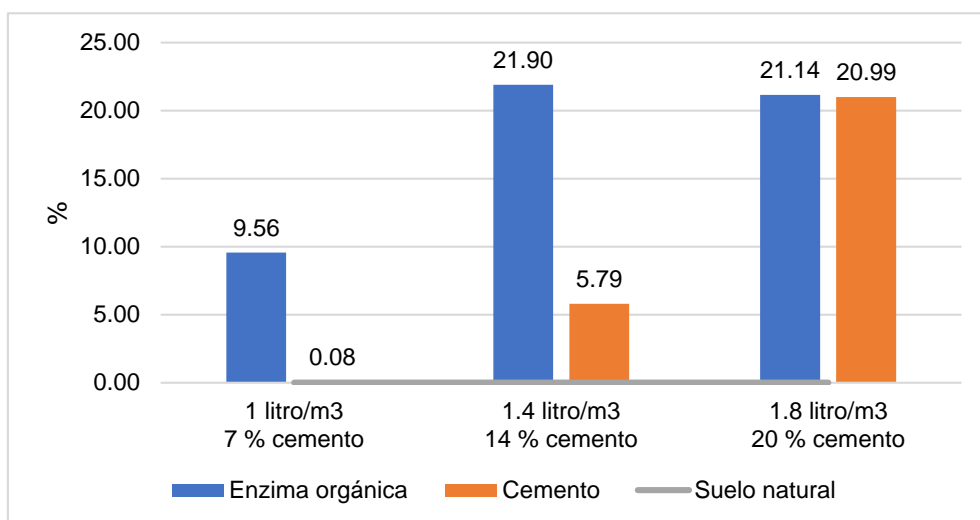


Figura 16. Comparación porcentual de la contracción del suelo.

### 4.3.3. Prueba de hipótesis

Hi: La enzima orgánica acentúa más la capacidad de soporte de suelos cohesivos para subrasante en comparación del cemento.

H0: La enzima orgánica no acentúa más la capacidad de soporte de suelos cohesivos para subrasante en comparación del cemento.

En consecuencia, se realizó la prueba Kruskal Wallis para determinar si la enzima orgánica y el cemento interviene en la modificación en la capacidad de soporte y contracción del suelo, es así que, en la Tabla 22 se denota que estos modifican, en resultado de una significancia menor a 0.05.

Tabla 22. Kruskal Wallis para la capacidad de soporte del suelo.

Propiedad	N	Estadístico de contraste	Grados de libertad	Significación asintótica (prueba bilateral)
CBR al 100 % de la MDS	21	20	6	0.03
Contracción	21	20	6	0.03

A fin de determinar en qué combinan se da la mayor modificación, por ello se realizó las comparaciones múltiples mediante la prueba post hoc de Tukey, cuyos resultados se muestran en la Tabla 23, llegando a las siguientes apreciaciones:

- El CBR al 100 % de la MDS del suelo se incrementa significativamente con 1.4 L y 1.8 L/30 m<sup>3</sup> y cemento en 20 %.
- La contracción del suelo se incrementa significativamente con la adición de 1.4 L y 1.8 L/30 m<sup>3</sup> y cemento en 20 %.

Por lo tanto, se concluye que la enzima orgánica acentúa más la capacidad de soporte y contracción de suelos cohesivos para subrasante en comparación del cemento, aceptándose así la hipótesis de la investigación.

Tabla 23. Comparaciones múltiples entre grupos respecto al CBR al 100 % y contracción.

Grupos		Estadístico de prueba	Error estándar	Desviación estadística de prueba	Significancia	Significancia ajustada
CBR al 100 % de la MDS	Suelo patrón Suelo + 7 % de cemento	-3.00	5.02	-0.60	0.55	1.00
	Suelo patrón Suelo + 1 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	-6.00	5.02	-1.20	0.23	1.00
	Suelo patrón Suelo + 14 % de cemento	-9.00	5.02	-1.79	0.07	1.00
	Suelo patrón Suelo + 20 % de cemento	-12.00	5.02	-2.39	0.02	0.35
	Suelo patrón Suelo + 1.8 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	-15.00	5.02	-2.99	0.00	0.06
	Suelo patrón Suelo + 1.4 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	-18.00	5.02	-3.59	0.00	0.01
Contracción	Suelo patrón Suelo + 7 % de cemento	-3.00	5.02	-0.60	0.55	1.00
	Suelo patrón Suelo + 14 % de cemento	-6.00	5.02	-1.20	0.23	1.00
	Suelo patrón Suelo + 1 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	-9.00	5.02	-1.79	0.07	1.00
	Suelo patrón Suelo + 20 % de cemento	-12.00	5.02	-2.39	0.02	0.35
	Suelo patrón Suelo + 1.8 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	-15.00	5.02	-2.99	0.00	0.06
	Suelo patrón Suelo + 1.4 L en 30 m <sup>3</sup> de E.O	-18.00	5.02	-3.59	0.00	0.01

#### 4.4. Diferencias de costos entre enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante

##### 4.4.1. Mejoramiento con enzima orgánica

En las siguientes tablas se muestra los resultados del análisis de costo tanto en mano de obra, materiales y equipos para el mejoramiento de 1 m<sup>2</sup> de suelo con 1.4 L/30 m<sup>3</sup> de enzima orgánica.

Tabla 24. Costo de mano de obra para el mejoramiento de suelo con enzima orgánica.

Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Operario	hh	1.0000	0.0089	23.44	0.21
Peón	hh	3.0000	0.0267	16.76	0.45
				Total S/.	0.66

Tabla 25. Costo de materiales para el mejoramiento de suelo con enzima orgánica.

Materiales	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Agua puesta en obra	m <sup>3</sup>		0.0100	5.00	0.05
Enzima orgánica	L		0.0071	425.50	3.02
				Total S/.	3.07

Tabla 26. Costo de equipos para el mejoramiento de suelo con enzima orgánica.

Equipos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%mo		3.0000	1.10	0.03
Rodillo liso vibratorio autopropulsado 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0089	190.00	1.69
Camión cisterna 4x2 agua 2000 gl.	hm	1.0000	0.0089	180.00	1.60
Motoniveladora CAT 120B	hm	1.0000	0.0089	250.00	2.23
				Total S/.	5.54

##### 4.4.2. Mejoramiento con cemento

De este modo se adjuntan el resultado del análisis de costos tanto en mano de obra, materiales y equipos para el mejoramiento de 1 m<sup>2</sup> de suelo con 14 % de cemento.

Tabla 27. Costo de mano de obra para el mejoramiento de suelo con cemento.

Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Operario	hh	1.0000	0.0089	23.44	0.21
Peón	hh	4.0000	0.0356	16.76	0.60
				Total S/.	0.81

Tabla 28. Costo de materiales para el mejoramiento de suelo con cemento.

Materiales	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Agua puesta en obra	m <sup>3</sup>		0.0100	5.00	0.05
Cemento Portland tipo I (42.5 kg)	bol		0.8560	26.00	22.26
				Total S/.	22.31

Tabla 29. Costo de equipos para el mejoramiento de suelo con cemento.

Equipos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%mo		3.0000	1.10	0.03
Rodillo liso vibratorio autopropulsado 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0089	190.00	1.69
Camión cisterna 4x2 agua 2000 gl	hm	1.0000	0.0089	180.00	1.60
Motoniveladora CAT 120B	hm	1.0000	0.0089	250.00	2.23
				Total S/.	5.54

Consecuentemente, en la siguiente tabla se muestra la comparación de ambos costos para el mejoramiento del suelo, donde el emplear cemento resulta en materiales 7.26 veces más en comparación de la enzima orgánica, mientras que total resulta mejorar 1 m<sup>2</sup> de suelo con cemento 3.09 veces % más.

Tabla 30. Comparación de costos, entre enzima orgánica y cemento para el mejoramiento de suelos.

Componentes	Enzima orgánica (1.4 L/30m <sup>3</sup> )	Cemento (7%)	Variación (%)
Mano de obra	0.66	0.81	0.00
Materiales	3.07	22.31	726.71
Equipos	5.54	5.54	0.00
Total	9.27	28.66	309.16

Finalmente, en la siguiente figura se tiene la representación gráfica de la variación de costos en el mejoramiento de suelos con enzima orgánica y cemento:



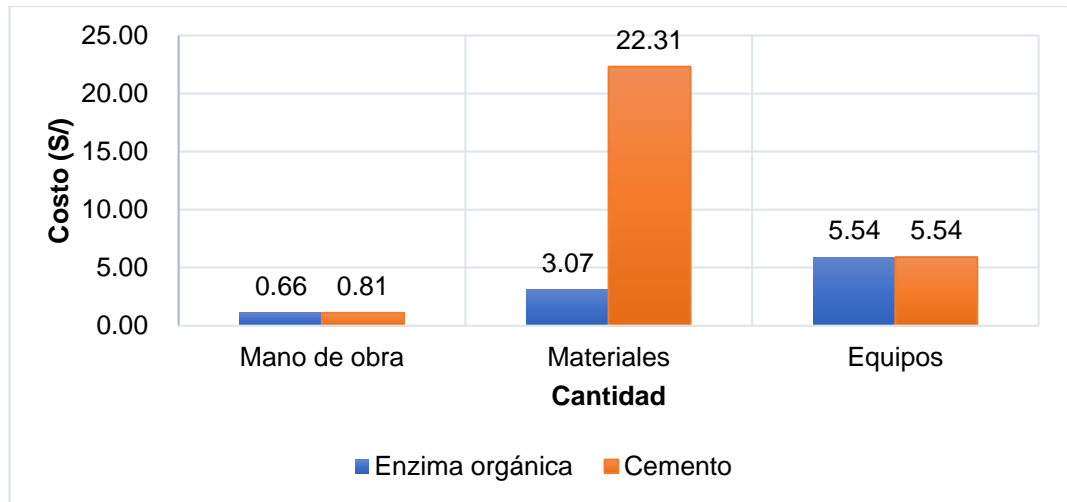


Figura 17. Comparación de costos entre enzima orgánica y cemento.

#### 4.4.3. Prueba de hipótesis

Hi: El costo para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante con enzima orgánica es menor al cemento.

H0: El costo para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante con enzima orgánica es mayor al cemento.

De acuerdo a la Tabla 30 muestra la comparación de ambos costos para el mejoramiento del suelo, donde el emplear cemento resulta en materiales 7.26 veces más en comparación de la enzima orgánica, mientras que total resulta mejorar 1 m<sup>2</sup> de suelo con cemento 3.09 veces más; entonces, se acepta la hipótesis de la investigación planteada respecto a que, el costo para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante con enzima orgánica es menor al cemento.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. Diferencia de usar enzima orgánica y cemento para modificar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos cohesivos para subrasante**

De acuerdo a la Figura 2 se tiene que, con la adición de la enzima orgánica en el suelo se da una reducción mayor del límite líquido del suelo con 8.64 % a comparación del suelo con adición de cemento que se logra reducir en 8.53 %.

Asimismo, se tiene la Figura 4 donde se muestra que, con la adición de cemento en el suelo se incrementa el límite plástico del suelo en 12.85 % a comparación del suelo con adición de enzima orgánica que fue 18.60 %.

La Figura 6 muestra que, con la adición de la enzima orgánica en el suelo se da una reducción mayor del índice de plasticidad del suelo con 37.31 % a comparación del suelo con adición de cemento en 31.02 %. Esto es dable, pues según MTC (2014) el suelo analizado se encuentra dentro de la clasificación de suelo arcilloso con una plasticidad media, ya que los valores del índice de plasticidad se encuentran entre los 7 % y 20 %, resultando valores aceptables para su uso en proyectos viales.

De acuerdo a la prueba de hipótesis estadística, se tiene en la Tabla 13 que la enzima orgánica y cemento modifican el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad, en resultado de una significancia menor a

0.05. Del mismo modo, según la Tabla 14, se deduce que el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelo se modifica con la adición de enzima orgánica y cemento, pues se denotó cambios significativos con 1.4 L/m<sup>3</sup>.

En cuanto a los antecedentes, se encontró que García (2019) al emplear cemento en el mejoramiento de suelos de caolín se disminuyó el índice de plasticidad al emplear 12 % de cemento, lo cual al igual de lo observado en esta investigación es coherente. Sin embargo, se difiere con lo obtenido por Santander y Yávar (2018) pues al emplear enzima orgánica los límites de consistencia no sufrieron variación.

Por lo tanto, se concluye que la enzima orgánica en concentraciones de 1.4 L en 30 m<sup>3</sup> modifica significativamente el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, aceptándose así la hipótesis de la investigación.

## **5.2. Diferencia de usar enzima orgánica y cemento para variar la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de suelos cohesivos para subrasante**

En cuanto a las propiedades mecánica en la

Figura 8 se tiene que, con la adición de la enzima orgánica en el suelo se da un incremento de la densidad máxima del suelo en 2.08 % más en contraste del suelo con adición de cemento que se reduce la densidad máxima seca del suelo en 2.62 % respecto al suelo patrón.

Se tiene la Figura 10 donde, la adición de la enzima orgánica en el suelo da una reducción del contenido óptimo de humedad del suelo en 11.25 % en contraste del suelo con adición de cemento que se incrementó el contenido óptimo de humedad en 12.80 %. Entonces la adición de enzima orgánica es beneficioso para el suelo, pues según el MTC (2014) cuando el valor del contenido óptimo de humedad es menor permite reducir el volumen de agua necesaria para lograr la humedad óptima, y así garantizar el uso de menor energía en la compactación de estos suelos.

En cuanto a la prueba de hipótesis estadística se tiene que, que la enzima orgánica incrementa significativamente la densidad máxima seca reduciendo el óptimo contenido de humedad, más estos no fueron relevantes respecto al suelo patrón.

### **5.3. Diferencia de usar enzima orgánica y cemento para la modificación de la capacidad de soporte y contracción de suelos cohesivos para subrasante**

Según la Figura 13 se tiene que, la adición de la enzima orgánica da un incremento del CBR al 95 % en 136.96 % en contraste del suelo con adición de cemento que se incrementa en 135.65 %; asimismo, de acuerdo a la Figura 14 se tiene que, la adición de la enzima orgánica da un incremento del CBR al 100 % en 133.05 % en contraste del suelo con adición de cemento que se incrementa en 131.46 %. Entonces, se tiene que, el CBR debe superar el valor de 10 % para obtener una subrasante de categoría “buena” según el MTC (2014); siendo, la dosificaciones óptima de 1.4 L y 1.8 L en 30 m<sup>3</sup> pues lograron superar este parámetro, con 11.1 % y 10.9 % respectivamente, con la densidad máxima seca al 95 %.

En cuanto a la contracción y de acuerdo a la Figura 16 se tiene que al emplear enzima orgánica es dable incrementar esta propiedad en 21.90 %, mientras que, con cemento en 20.99 %.

De acuerdo a la prueba de hipótesis estadística se tiene según la prueba tal como se muestra en la Tabla 22 que, la enzima orgánica y cemento sí modifican el CBR y contracción del suelo, en resultado de una significancia menor a 0.05.

De acuerdo a los antecedentes se tiene a Pezo (2018) donde al emplear cemento en el suelo de subrasante también encontró incrementos relevantes del CBR con 10 % en relación del peso del suelo. Mientras que, Salas (2017) señala que al emplear un agente compuesto por organosilanos encontró un mayor incremento del CBR en comparación del cemento. Del mismo modo, García (2019) considera que el emplear un valor superior al 8 % de cemento trae consigo la estabilización del suelo.

No obstante, se concuerda con Santander y Yávar (2018) quienes al emplear enzima orgánica lograron incrementar el CBR del suelo, a pesar de no cumplir con los requerimientos de hinchamientos que solicita la normativa de Ecuador.

Por lo tanto, se concluye que la enzima orgánica acentúa más la capacidad de soporte y contracción de suelos cohesivos para subrasante en comparación del cemento, aceptándose así la hipótesis de la investigación.

#### **5.4. Diferencias de costos entre enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante**

De acuerdo a la Tabla 30 se tiene que el costo de mano de obra con 1.4 L/30 m<sup>3</sup> de enzima orgánica en 1 m<sup>2</sup> de suelo presenta diferencias mínimas al emplear 14 % de cemento, al igual que en los equipos; sin embargo, respecto a los materiales sí se encontró diferencias, pues con 14 % de cemento resultó 6.26 veces más en comparación de la enzima orgánica. Lo cual muestra un total de diferencia de costos de 2.09 veces más entre el cemento y la enzima orgánica para el mejoramiento de 1 m<sup>2</sup> de suelo.

Asimismo, se tiene lo señalado por García (2019) quien señala que el empleo de cemento en grandes cantidades para el mejoramiento de suelos puede verse reflejado en elevados gastos innecesarios. En cambio Santander y Yávar (2018) al comparar el empleo de enzima orgánica y cal, encontraron que este primero resulta ser hasta 21 % menor en comparación de no estabilizar el suelo de subrasante.

Con lo cual, se acepta la hipótesis de la investigación planteada respecto a que, el costo para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante con enzima orgánica es menor al cemento.

## CONCLUSIONES

Con la incorporación de la enzima orgánica y el cemento sobre el suelo cohesivo, la enzima orgánica obtuvo mejores resultados en las propiedades físicas y mecánicas del suelo con una dosificación de 1.4 litros de enzima orgánica para 30 m<sup>3</sup> de suelo.

- a) Con la adición de la enzima orgánica en dosificaciones de 1.4 litros en 30 m<sup>3</sup> de suelo, se obtuvo una reducción del límite líquido en 9.25 %, el incremento del límite plástico en 20.35 % y la reducción del índice de plasticidad en 40.39 % con referencia al suelo natural sin aditivo, además de presentar cambios significativos en comparación del uso del cemento como estabilizante.
- b) Con la adición de la enzima orgánica en cantidades de 1.4 litros para 30 m<sup>3</sup> de suelo, se obtuvo un incremento de la densidad máxima seca en un 2.24 % y la reducción del óptimo contenido de humedad en un 13.99 % con referencia al suelo natural sin aditivo, tales cambios fueron significativos en comparación del uso del cemento.
- c) Con la adición de la enzima orgánica en cantidades de 1.4 litros para 30 m<sup>3</sup> de suelo removido se obtuvo un incremento del CBR al 95 % de la MDS en 141.30 %, CBR al 100 % de la MDS en 141.46 % y contracción en 21.90 % respecto al suelo natural sin estabilizar; además que, tales cambios fueron significativos en comparación del uso del cemento.
- d) El costo para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un 1 m<sup>2</sup> de suelo con 14 % de cemento (S/ 28.66 soles) resulta 3.09 veces más en comparación de 1.4 Litros de enzima orgánica (S/ 9.27 soles).

## RECOMENDACIONES

Al presentar mejores resultados tanto en las propiedades físicas y mecánicas en comparación del cemento se recomienda estabilizar los suelos del tipo A – 6 (10) con la adición de 1.4 litros de enzima orgánica para 30 m<sup>3</sup> de suelo removido.

- a) Para reducir el límite líquido e índice de plasticidad, además de incrementar el límite plástico, se recomienda emplear la enzima orgánica para estabilizar los suelos del tipo A – 6 (10) con dosificación de 1.4 litros de enzima orgánica para 30 m<sup>3</sup> de suelo removido.
- b) A fin de incrementar la densidad máxima seca y por ende acentuar el CBR es recomendable el empleo de enzima orgánica en una dosificación de 1.4 litros de enzima orgánica para 30 m<sup>3</sup> de suelo removido, con lo cual también se reduce el óptimo contenido de humedad en los suelos.
- c) Para incrementar el CBR del suelo tipo A – 6 (10) para ser empleado en subrasante, se recomienda la adición de 1.4 litros de enzima orgánica para 30 m<sup>3</sup> de suelo removido, pues presenta mejores resultados en comparación del uso del cemento como estabilizante.
- d) De acuerdo al análisis de costos se recomienda emplear enzima orgánica para el mejoramiento de un suelo tipo A – 6 (10) pues resulta hasta 67.65 % menos, en comparación del cemento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Biotika. (2022). *Ficha técnica del estabilizador de suelos Permazyme*. <https://biotika.pe/>
2. Castillo, F. (n.d.). *Tecnología del concreto* (S. Marcos (ed.)).
3. Ccora, J., & Montenegro, H. (2011). *Estudio comparativo del mejoramiento de la base aplicando estabilizadores: Emulsión asfáltica, cal y cemento - carretera Cañete - Chupaca: Tramo Km. 152+000 - 158+000*. Universidad Nacional de Ingeniería.
4. Cordero, D. (2011). *Importancia de la Geotecnia vial* (p. 3). Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional.
5. De la Cruz, L., & Salcedo, K. (2016). *Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivo (Eco road 2000) para pavimentación en Palian - Huancayo - Junin*. Universidad Peruana Los Andes.
6. Del Cid, A., Mendez, R., & Sandoval, F. (2007). *Investigación. Fundamentos y metodología* (H. Rivera (ed.); Primera). Pearson Educación.
7. García, J. (2019). *Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de Caolín* [Universidad Católica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/23731>
8. Google Earth. (2021). *Google Earth Pro*. <https://www.google.es/earth/download/gep/agree.html>
9. Hidalgo, D. (2016). *Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo - cemento, aplicado a suelos arcillosos de sub-rasante* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24610>
10. MTC. (2013a). *Manual de carreteras*.
11. MTC. (2013b). *Manual de carreteras - Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013) (Tomo I)*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual de Carreteras - Especificaciones Tecnicas Generales para Construcción - EG-2013 - \(Versión Revisada - JULIO 2013\).pdf](https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual de Carreteras - Especificaciones Tecnicas Generales para Construcción - EG-2013 - (Versión Revisada - JULIO 2013).pdf)
12. MTC. (2014). *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y*



- pavimentos* (p. 355). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
13. MTC. (2016). *Manual de ensayos de materiales*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
  14. Palomino, K. (2016). *Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador maxxeal 100*. Universidad Privada del Norte.
  15. Perú21. (2017, July 4). *El 89.9% de las carreteras no están pavimentadas a nivel departamental*. <https://peru21.pe/economia/89-9-carreteras-pavimentadas-nivel-departamental-85563>
  16. Pezo, F. (2018). *Mejoramiento y rehabilitación de la carretera vecinal Juan Guerra-Bello Horizonte con estabilización de suelo cemento del terreno de fundación y capa de afirmado, distrito de Juan Guerra, provincia de San Martín, Región San Martín*. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.
  17. Quevedo-Pesántez, F., Ávila-Calle, M., & Calle-Castro, C. (2021). Análisis de costos entre estabilización suelo cemento y el mantenimiento periódico de vías rurales en la provincia del Cañar. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 7, 804–821. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i1.1678>
  18. Quispe, A. (2015). *Incidencia de la adición de aditivo Perma-Zyme 22x en suelos con alto contenido de finos para la construcción de carreteras de tipo Afirmado*. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
  19. Ravines, M. (2010). *Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelos para carretera*. Universidad de Piura.
  20. Roberto Hernández Sampieri, M. B. L. (2010). *Metodología de la Investigación* (J. Mares (ed.); Sexta). McGRAW-HILL.
  21. Salas, D. (2017). *Estabilización de suelos con Adición de cemento y Aditivo Terrasil para el mejoramiento de la Base del Km 11+000 al Km 9+000 de la Carretera Puno - Tiquillaca - Mañazo*. Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez.
  22. Santander, M., & Yávar, J. (2018). *Análisis Comparativo entre Método de Estabilización de Subrasante mediante el uso de Enzimas Orgánicas y Mezclas con Cal, en la Urbanización Tanya Marlene ubicada en la Ciudad de Milagro, Provincia del Guayas*. Universidad de Guayaquil.
  23. Yucra, A., & Camala, E. (2017). *Análisis del uso de aditivos Perma-Zyme y*

*cloruro cálcio en la estabilización de la base de la carretera no pavimentada  
(desvío Huancané – Chupa) - Puno. Universidad Nacional del Altiplano.*

## **ANEXOS**

**Anexo N° 01: matriz de consistencia**

**Tesis: “Comparación del uso de enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante”**

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es el resultado de comparar el uso de enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> a) ¿Cuál es la diferencia de usar enzima orgánica y cemento para modificar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos cohesivos para subrasante? b) ¿Qué diferencia existe de usar enzima orgánica y cemento para variar la densidad máxima seca y el contenido óptimo de humedad de suelos cohesivos para subrasante? c) ¿Cuál es la diferencia de usar enzima orgánica y cemento para la modificación de la capacidad de soporte y contracción de suelos cohesivos para subrasante? d) ¿Cuál es la diferencia de costos entre la enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Comparar el uso de enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> a) Determinar la diferencia de usar enzima orgánica y cemento para modificar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos cohesivos para subrasante. b) Analizar la diferencia de usar enzima orgánica y cemento para variar la densidad máxima seca y el contenido óptimo de humedad de suelos cohesivos para subrasante. c) Determinar la diferencia de usar enzima orgánica y cemento para la modificación de la capacidad de soporte y contracción de suelos cohesivos para subrasante. d) Comparar los costos entre la enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> De comparar el uso de enzima orgánica y cemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante, resulta que la enzima presenta mejores resultados a comparación del cemento.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> a) La enzima orgánica modifica en mayor cuantía el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos cohesivos para subrasante en comparación del cemento. b) La enzima orgánica incrementa en mayor cuantía la máxima densidad seca y reduce el óptimo contenido de humedad de suelos cohesivos para subrasante en comparación del cemento. c) La enzima orgánica acentúa más la capacidad de soporte y contracción de suelos cohesivos para subrasante en comparación del cemento. d) El costo para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos cohesivos para subrasante con enzima orgánica es menor con referencia uso del cemento.</p>	<p><b>Variable independiente 1 (X):</b> enzima orgánica y cemento.</p> <p><b>Variable dependiente (Y):</b> propiedades físicas y mecánicas del suelo.</p>	<p>- Enzima orgánica.</p> <p>- Cemento.</p> <p>- Consistencia.</p> <p>- Compacidad.</p> <p>- Capacidad de soporte y contracción.</p>	<p><b>Método de investigación:</b> científico.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> aplicada.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> explicativo – comparativo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> experimental.</p> <p><b>Población:</b> La población fue el suelo cohesivo a nivel subrasante del Jirón la Esperanza progresiva Km 0 + 000 – Km 0 + 150, ubicado en la urbanización Las Colinas – Palián, del distrito y provincia de Huancayo en el departamento de Junín.</p> <p><b>Muestra:</b> Según el tipo de muestreo no probabilístico intencional, la muestra correspondió al suelo extraído de la calicata ubicada en la progresiva 0+075m. del Jirón La Esperanza, ubicado en la urbanización Las Colinas – Palián, del distrito y provincia de Huancayo en el departamento de Junín, para la realización de la estabilización por medio de la incorporación de enzima orgánica y cemento.</p>

**Anexo N° 02: certificados de ensayos**



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."



**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E-108 /ASTM D 2216**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"

**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA

**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN

**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO

**MUESTRA :** SUELO NATUTAL - SIN ADITIVO

**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO

**FECHA :** 30 DE AGOSTO DEL 2021

DESCRIPCION	MUESTRA PROPORCIONADA				
	MUESTRA				
No. Recipiente	5		4		5
Peso s. Hum+Recip.	282.40		254.36		290.22
Peso s. seco + Recip	246.21		221.5		254.77
Agua	36.19		32.86		35.45
Peso de Recipiente	26.86		25.36		25.78
Peso suelo seco	219.35		196.14		228.99
% de Humedad	16.50		16.75		15.48
% de Humedad Promedio	16.24				

  
**DAVID RAMOS PINÁS**  
ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

Ingeniero Responsable

  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES

Tecnico Laboratorista



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490



" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."

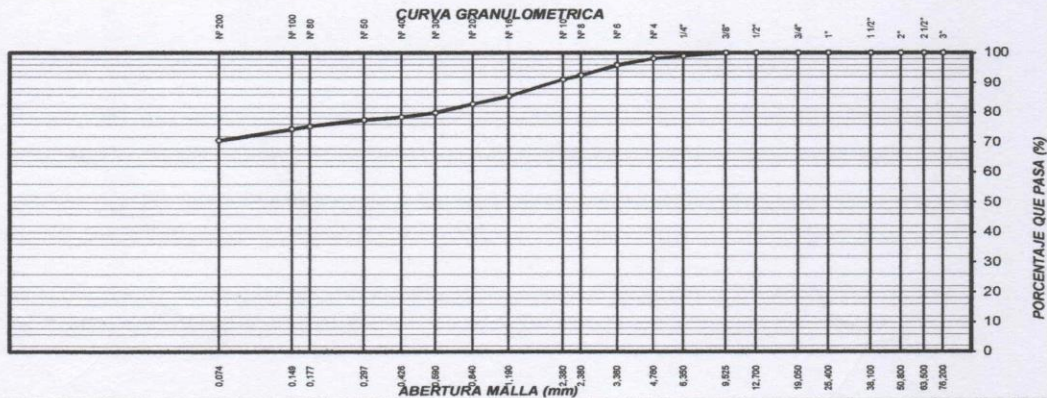
**ANALISIS GRANULOMETRICO**  
 ASTM D 421 MTC E 107

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N° - 01 / ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATUTAL - SIN ADITIVO  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 30 DE AGOSTO DEL 2021

Pag. 1 de 1

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO				DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
	ABERTURA (mm)	Pesos Reteridos	RET (%)	PASA (%)		
3"	76.200	0.00	0.00	100.00	Boloneria > 3"	0.0
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00	Grava 3" - N° 4 :	1.98
2"	50.800	0.00	0.00	100.00	Arena N°4 - N° 200 :	27.4
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00	Finos < N° 200 :	70.7
1"	25.400	0.00	0.00	100.00	Fraccion (SUMA N°8:N°200)	124.3
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350	5.07	1.03	98.97		
N° 4	4.750	4.65	0.95	98.02		
N° 6	3.360	10.34	2.10	95.92		
N° 8	2.380	16.72	3.40	92.52	<b>DATOS DE LIMITES DE ATTERBERG</b>	
N° 10	2.000	6.71	1.36	91.16	LIMITE LIQUIDO	34.60
N°16	1.190	27.96	5.68	85.48	LIMITE PLASTICO	17.74
N° 20	0.840	13.35	2.71	82.76	INDICE PLASTICIDAD	16.86
N° 30	0.590	13.89	2.82	79.94		
N° 40	0.426	7.39	1.50	78.44	<b>CLASIFICACION</b>	
N° 50	0.297	4.72	0.96	77.48	SUCS	AASHTO
N° 80	0.177	10.32	2.10	75.38	CL	A-6 ( 10 )
N° 100	0.149	4.85	0.99	74.40		
N° 200	0.074	18.42	3.74	70.65	<b>CALICATA</b>	
-200		347.61	70.65	-	N° 01	ESTRATO Unico
					PROFUNDIDAD (m)	1.50

Peso Inicial: **492.00** 100.00



**Comentario :** La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante, salvo recomendaciones adjuntas

FIRMAS AUTORIZADAS

*David Ramos Pinas*  
**DAVID RAMOS PINAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES

*Cesar A. Bravo Huatuco*  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y MATERIALES





**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

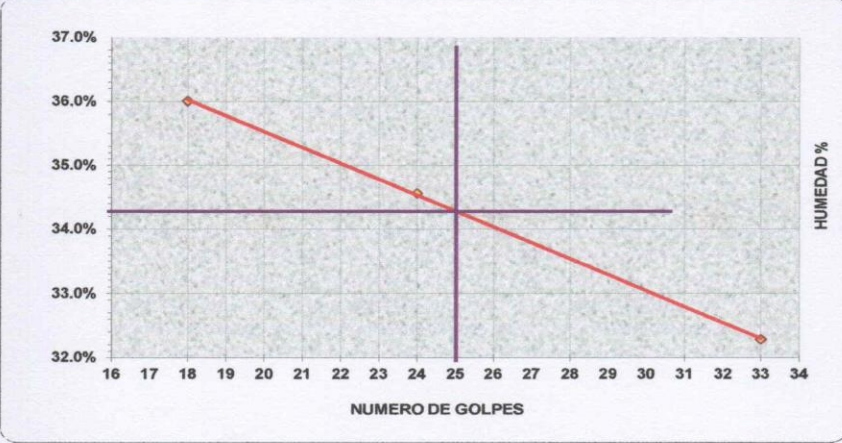


**METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**ASTM 4318-84**

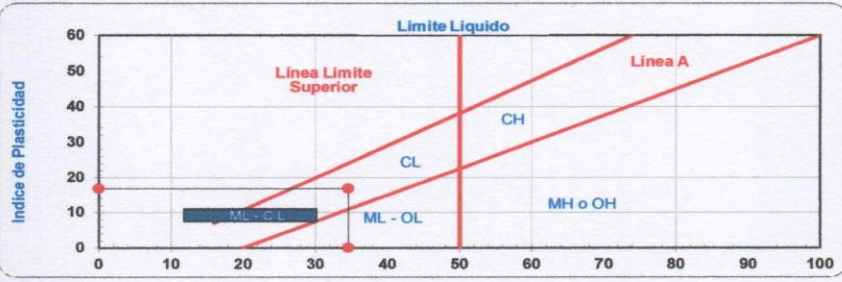
**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATUTAL - SIN ADITIVO  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 30 DE AGOSTO DEL 2021

N° de Golpes	Cápsula N°	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum.	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
33	010	26.94	44.15	39.95	4.20	13.01	32.28%
24	007	26.92	44.75	40.17	4.58	13.25	34.57%
18	011	27.36	47.00	41.80	5.20	14.44	36.01%
L.P.	023	7.91	11.64	11.08	0.56	3.17	17.67%
L.P.	022	7.84	11.61	11.04	0.57	3.20	17.81%



$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 $W_n =$  Contenido de humedad a numero de golpes  
 $N =$  N° de golpes  
 $IP = LL - LP$   
 $LL =$  Limite liquido  
 $LP =$  Limite plástico  
 $I_c =$  Indice de Consistencia

<b>LL =</b>	<b>34.60%</b>
<b>LP =</b>	<b>17.74%</b>
<b>IP =</b>	<b>16.86%</b>



**Comentario :** La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

*David Ramos Piñas*  
**DAVID RAMOS PIÑAS**  
 ING. CIP-158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES  
 Ingeniero Responsable

*Cesar A. Bravo Huatuco*  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y MATERIALES  
 Tecnico Laboratorista



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."



**METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD**

**PROCTOR MODIFICADO**

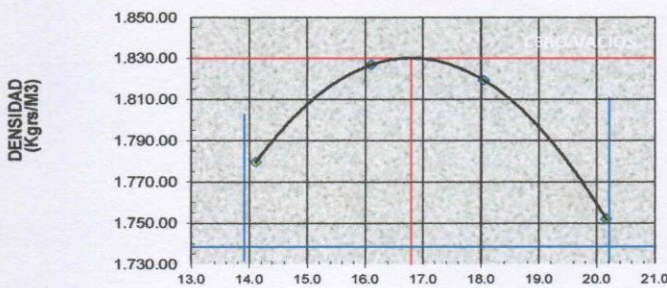
**ASTM D 1557**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N° - 01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATURAL - SIN ADITIVO  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 31 DE AGOSTO DEL 2021

**Datos del Molde**

No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1		Diámetro 2		Diámetro 3		(V) Volumen	
1	1758.00								941.55	
DESCRIPCION	Ensayo N°									
	Punto. 1			Punto. 2		Punto. 3		Punto. 4		
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	4%			6%		8%		10%		
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	3.670.00			3.755.00		3.780.00		3.740.00		
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.), (2-a)	1,912.00			1,997.00		2,022.00		1,982.00		
4 - Recipiente N°.	002	005	019	026	016	011	029	007		
5 - Peso del recipiente (Gr.)	21.52	26.52	15.74	16.47	15.36	24.00	16.01	26.89		
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	60.20	65.62	59.54	51.70	68.16	70.51	62.85	78.79		
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	55.40	60.80	53.47	46.81	60.10	63.39	55.02	70.05		
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	4.80	4.82	6.07	4.89	8.06	7.12	7.83	8.74		
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	33.88	34.28	37.73	30.34	44.74	39.39	39.01	43.16		
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	14.17	14.06	16.09	16.12	18.02	18.08	20.07	20.25		
10.1 - % Humedad al horno promedio	14.11			16.10		18.05		20.16		
10.2 - % Humedad Speedy										
11 - Densidad Húmeda (Kg/m <sup>3</sup> ), (3 x Fa)	2.030.69			2.120.97		2.147.52		2.105.04		
12 - Densidad seca al horno (11 / (10.1+100))	1.779.53			1.826.81		1.819.23		1.761.85		

**Densidad Vs. Contenido de Agua**



Maximum Dry Density	95% Maximum Dry Density	Optimum moisture
1830.00	1,738.50	16.80%

Humidity Range for 95%		
Minimum	Rango	Máximo
14.2%	6.0%	20.16%

Tipo de Ensayo ..... **Modificado (B)** ..... Energía compact. 

56,396	ft.x lb./ft.3
--------	---------------

  
 Peso del Mart. (lbs) ..... 10.0 ..... Vol. cm<sup>3</sup>: 941.55  
 Altura de caída (in) ..... 18.0 ..... Vol. ft<sup>3</sup>: 0.033246822  
 No. de golpes ..... 25 .....  
 Mat. tamizado por ..... 3/8 pulg. ..... Fa : 0.001062078  
 No. de capas ..... 5 .....

Coments : \_\_\_\_\_

FIRMAS AUTORIZADAS

*David Ramos Pinás*  
**DAVID RAMOS PINÁS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES

*Cesar A. Bravo Huatuco*  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y MATERIALES



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."



**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATURAL - SIN ADITIVO

METODO DE COMPACTACION	B
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.83
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.8
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	8.20
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	4.60

**ENSAYO CBR**

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada
Peso Molde - - suelo húmedo	9514		9446		9214	
Peso del Molde gr.	4753		4903		4764	
Peso del Suelo húmedo gr.	4761		4543		4450	
Volumen del suelo cc.	2225.74		2211.56		2262.09	
Densidad humedad gr/cc	2.139		2.054		1.967	
% humedad	16.9%		16.8%		16.9%	
Densidad seco gr/cc	1.830		1.758		1.683	
Tarro N°	02	05	07	08	09	10
Tarro - - suelo húmedo gr.	89.53	88.87	90.25	115.25	115.25	119.75
Tarro - - suelo seco gr.	80.54	79.9	81.1	100.88	100.86	104.79
Agua	8.99	8.97	9.15	14.37	14.39	14.96
Peso del Tarro gr.	27.16	26.76	26.81	15.26	15.36	16.35
Peso del suelo seco gr.	53.38	53.14	54.29	85.62	85.50	88.44
% de humedad	16.84%	16.88%	16.85%	16.78%	16.83%	16.92%
Promedio de humedad %	16.86%		16.82%		16.88%	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
31/08/2021	15:20	0 horas	0.000	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
01/09/2021	15:20	24 horas	0.41	0.410	0.350	0.33	0.328	0.280	0.302	0.302	0.258
02/09/2021	15:20	48 horas	0.86	0.860	0.735	0.69	0.688	0.588	0.633	0.633	0.541
03/09/2021	15:20	72 horas	1.05	1.050	0.897	0.84	0.840	0.718	0.773	0.773	0.661
04/09/2021	15:20	96 horas	1.35	1.350	1.154	1.08	1.080	0.923	0.994	0.994	0.849

**PENETRACION**

PENETRACION mm	MOLDE N° 1C				MOLDE N° 1B				MOLDE N° 1A			
	Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION				
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2			
0.64	14	37.34		12	20.17		6	12.74				
1.27	35	63.78		22	40.03		21	26.09				
1.91	53	85.30		38	63.31		38	41.25				
2.54	72	112.66		55	77.11		54	47.67				
3.81	119	150.50		87	102.41		87	66.73				
5.08	179	172.09		124	121.03		126	78.87				
6.35	231	200.79		156	136.94		161	89.24				
7.62	276	230.85		193	157.44		199	102.59				
10.16	353	258.01		280	175.97		270	114.67				
12.70	392	280.15		342	191.07		328	124.51				

*David Ramos Pinás*  
**DAVID RAMOS PINÁS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
 ESTUDIOS ESPECIALES

*Cesar A. Bravo Huatuco*  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y  
 MATERIALES



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

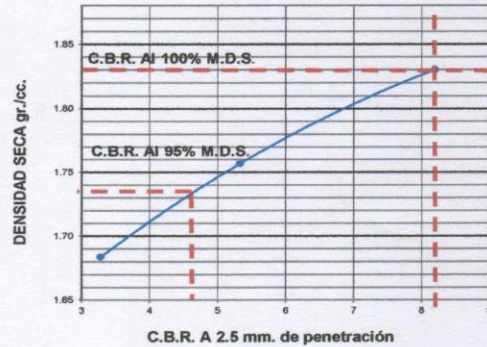
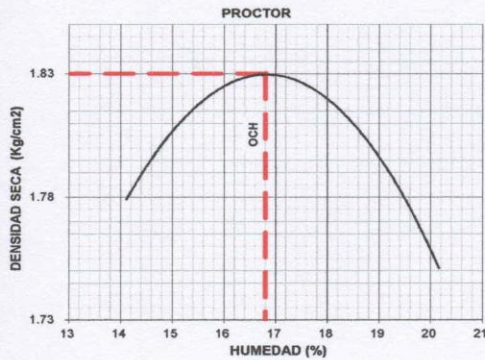
Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490



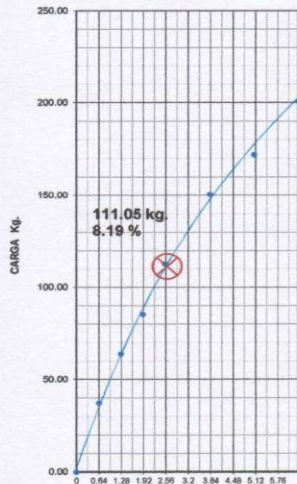
**REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATUTAL - SIN ADITIVO

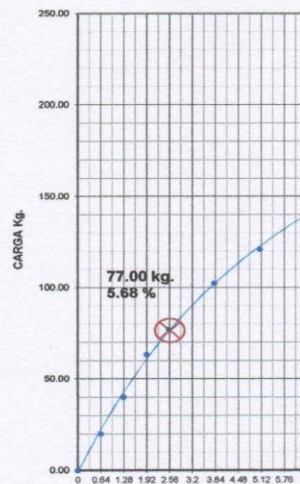
METODO DE COMPACTACION	B
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.830
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.80
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	8.20
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	4.60



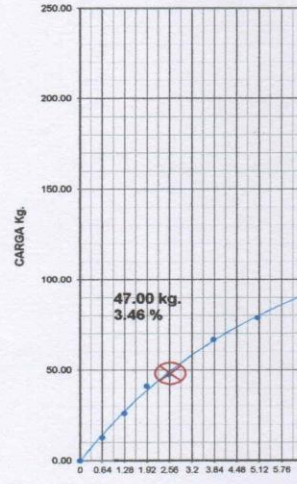
C.B.R. = 8.19 % M.D.S. = 1.830 grs./cm<sup>3</sup>.  
 56 golpes



C.B.R. = 5.68 % M.D.S. = 1.756 grs./cm<sup>3</sup>.  
 25 golpes



C.B.R. = 3.46 % M.D.S. = 1.683 grs./cm<sup>3</sup>.  
 12 golpes



**PENETRACION (m.m.)**

OBSERVACIONES: La extracción, identificación y transporte de materiales a nuestro laboratorio, fueron realizados por el solicitante.

*David Ramos Pinás*  
**DAVID RAMOS PINÁS**  
 ING. CIP-158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
 ESTUDIOS ESPECIALES

*Cesar A. Bravo Huatucco*  
**Cesar A. Bravo Huatucco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y  
 MATERIALES



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."



**METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

**LÍMITES DE CONTRACCIÓN  
ASTM D - 427**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATURAL - SIN ADITIVO  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 30 DE AGOSTO DEL 2021

**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

001	NÚMERO DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	#	2
002	PESO CÁPSULA DE CONTRACCIÓN + PESO SUELO HUMEDO	gr	42.45
003	PESO DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN + PESO SUELO SECO	gr	36.63
004	PESO AGUA CONTENIDA	gr	5.82
005	PESO CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	gr	20.00
006	PESO DE SUELO SECO	gr	16.63
007	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	35.00
008	VOLUMEN DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	cm <sup>3</sup>	20.20
009	VOLUMEN DEL SUELO SECO	cm <sup>3</sup>	16.69
010	DIFERENCIA DE VOLUMEN	cm <sup>3</sup>	3.61
011	LIMITE DE CONTRACCIÓN	%	13.29

**Comentario :**

La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

  
**DAVID RAMOS PINAS**  
ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES  
Ingeniero Responsable

  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES  
Tecnico Laboratorista



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."



**PESO VOLUMETRICO DE SUELO COHESIVO  
NTP 339.139**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACIÓN LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO REGION JUNÍN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATURAL  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 30 DE AGOSTO 2021

PESO VOLUMETRICO					
Nº	IDENTIFICACION	unidad	M-1		M-2
A	Masa del suelo	(g)	70.89		71.94
B	Masa del suelo + Parafina	(g)	73.71		73.98
C	Masa de la parafina (B-A)	(g)	2.82		2.04
D	Volumen del suelo + Parafina	(cm <sup>3</sup> )	44		44
E	Densidad de la parafina	(g/cm <sup>3</sup> )	0.87		0.87
F	Volumen de la parafina (C/E)	(cm <sup>3</sup> )	3.241		2.345
G	Volumen de masa del suelo (D-F)	(cm <sup>3</sup> )	40.759		41.655
H	Peso volumetrico de masa (A/G)	(g/cm <sup>3</sup> )	1.739		1.727
<b>Peso volumetrico</b>					<b>1.733</b>

OBSERVACIONES: Los agregados fueron proporcionados y llevados al laboratorio por el interesado

Firmas autorizadas

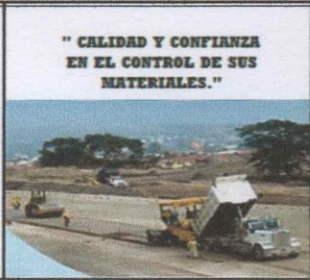
*David Ramos Pinas*  
**DAVID RAMOS PINAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECANICA DE SUELOS Y  
 ESTUDIOS ESPECIALES

*Cesar A. Bravo Huatuco*  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y  
 MATERIALES



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490



" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."

**METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**ASTM 4318-84**

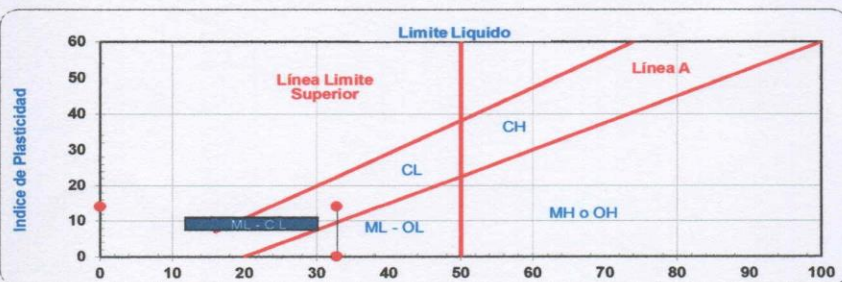
**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO + ENZIMA ORGANICA: 1 LITRO EN 30 m3  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 01 DE SETIEMBRE DEL 2021

N° de Golpes	Cápsula N°	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum.	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
33	017	20.41	45.87	39.95	5.92	19.54	30.30%
26	008	22.75	46.78	40.95	5.83	18.20	32.02%
17	061	20.90	49.52	42.15	7.37	21.25	34.68%
L.P.	022	9.42	16.66	15.50	1.16	6.08	19.08%
L.P.	010	9.37	18.65	17.21	1.44	7.84	18.37%



$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 $W_n =$  Contenido de humedad a numero de golpes  
 $N =$  N° de golpes  
 $IP = LL - LP$   
 $LL =$  Limite líquido  
 $LP =$  Limite plástico  
 $Ic =$  Indice de Consistencia

<b>LL =</b>	<b>32.80%</b>
<b>LP =</b>	<b>18.72%</b>
<b>IP =</b>	<b>14.08%</b>



**Comentario :** La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS  
  
**DAVID RAMOS PINAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES  
 Ingeniero Responsable

**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y MATERIALES  
 Tecnico Laboratorista



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."

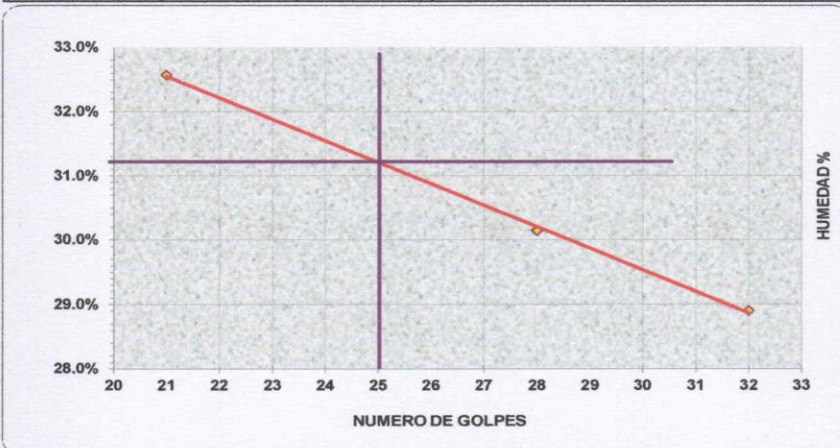


**METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**ASTM 4318-84**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO + ENZIMA ORGANICA: 1.4 LITROS EN 30 m3  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 02 DE SETIEMBRE DEL 2021

N° de Golpes	Cápsula N°	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum.	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
32	021	25.62	47.25	42.40	4.85	16.78	28.90%
28	032	24.88	46.08	41.17	4.91	16.29	30.14%
21	008	26.78	51.20	45.20	6.00	18.42	32.57%
L.P.	032	7.1	16.85	15.17	1.68	8.07	20.82%
L.P.	054	7.68	15.48	14.08	1.40	6.40	21.88%



$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$

$W_n$  = Contenido de humedad a numero de golpes

$N$  = N° de golpes

$IP = LL - LP$

$LL$  = Límite líquido

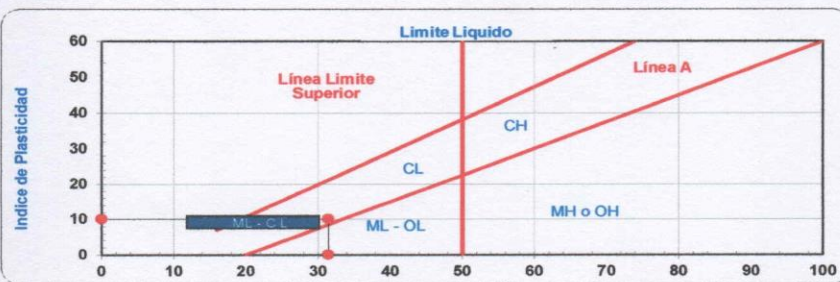
$LP$  = Limite plástico

$Ic$  = Índice de Consistencia

$LL = 31.40\%$

$LP = 21.35\%$

$IP = 10.05\%$



**Comentario :** La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

**DAVID RAMOS PIÑAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECANICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES  
 Ingeniero Responsable

**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y MATERIALES  
 Tecnico Laboratorista





**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."

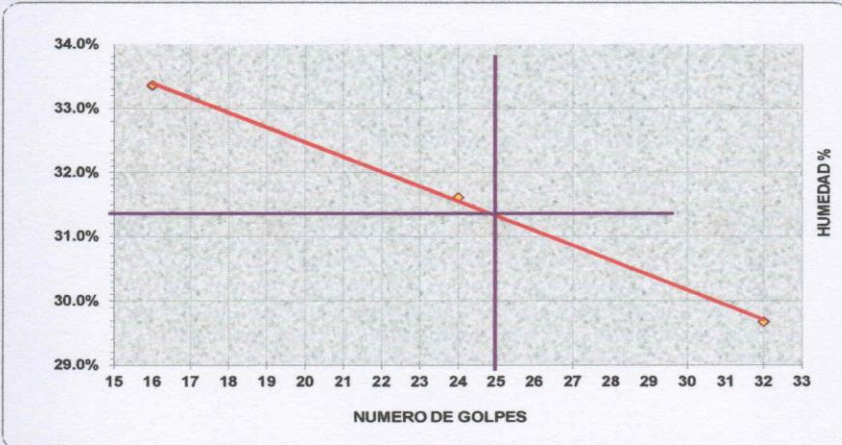


**METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**ASTM 4318-84**

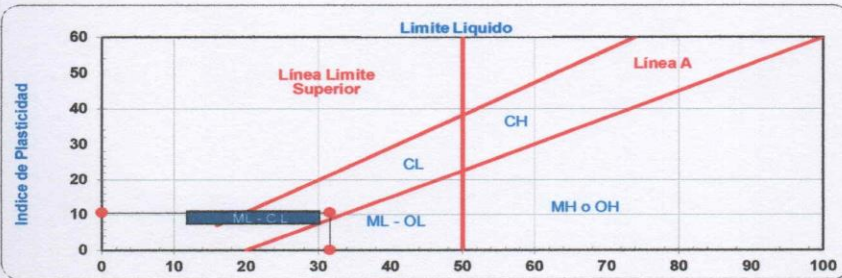
**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO + ENZIMA ORGANICA: 1.8 LITROS EN 30 m3  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 03 DE SETIEMBRE DEL 2021

N° de Golpes	Cápsula N°	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum.	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
32	010	26.00	46.10	41.50	4.60	15.50	29.68%
24	032	25.66	48.14	42.74	5.40	17.08	31.62%
16	064	28.67	42.74	39.22	3.52	10.55	33.36%
L.P.	065	8.71	14.75	13.68	1.07	4.97	21.53%
L.P.	015	8.67	14.22	13.27	0.95	4.60	20.55%



$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 $W_n =$  Contenido de humedad a numero de golpes  
 $N =$  N° de golpes  
 $IP = LL - LP$   
 $LL =$  Limite líquido  
 $LP =$  Limite plástico  
 $Ic =$  Indice de Consistencia

<b>LL =</b>	<b>31.61%</b>
<b>LP =</b>	<b>21.04%</b>
<b>IP =</b>	<b>10.57%</b>



**Comentario :** La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

**DAVID RAMOS PINAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES  
 Ingeniero Responsable

**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y MATERIALES  
 Tecnico Laboratorista



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

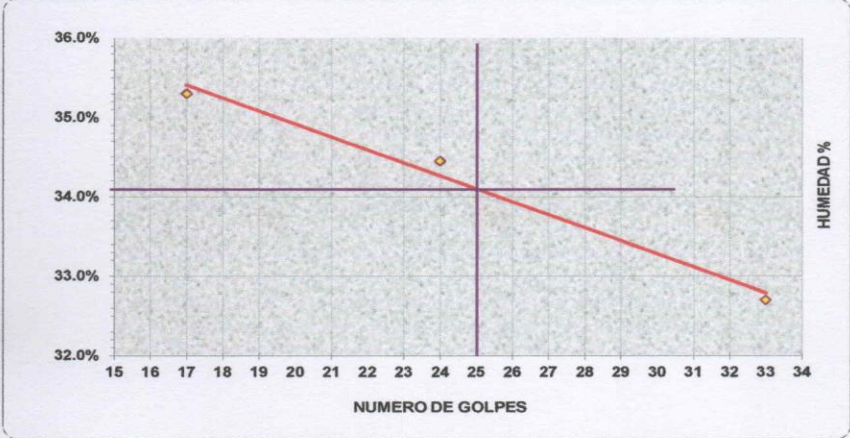


**METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**ASTM 4318-84**

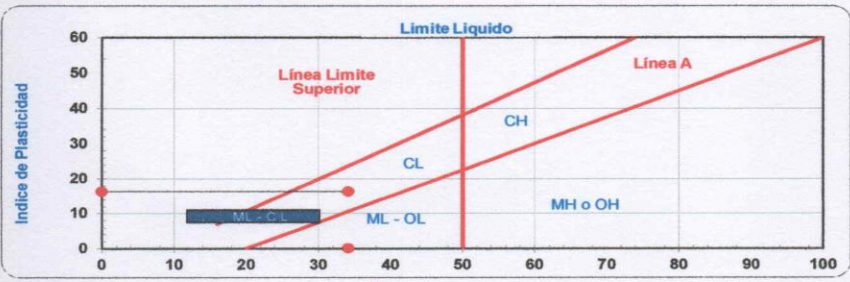
**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACIÓN LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO + 7% DE CEMENTO  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 08 DE SETIEMBRE DEL 2021

N° de Golpes	Cápsula N°	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum.	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
33	046	25.87	39.91	36.45	3.46	10.58	32.70%
24	001	26.66	40.71	37.11	3.60	10.45	34.45%
17	006	25.01	37.85	34.50	3.35	9.49	35.30%
L.P.	007	7.47	15.74	14.48	1.26	7.01	17.97%
L.P.	011	7.50	16.22	14.90	1.32	7.40	17.84%



$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 $W_n =$  Contenido de humedad a numero de golpes  
 $N =$  N° de golpes  
 $IP = LL - LP$   
 $LL =$  Limite líquido  
 $LP =$  Limite plástico  
 $Ic =$  Indice de Consistencia

<b>LL =</b>	<b>34.20%</b>
<b>LP =</b>	<b>17.91%</b>
<b>IP =</b>	<b>16.29%</b>



**Comentario :** La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS  
  
**DAVID RAMOS PINÁS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES  
 Ingeniero Responsable

**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y MATERIALES  
 Tecnico Laboratorista



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."

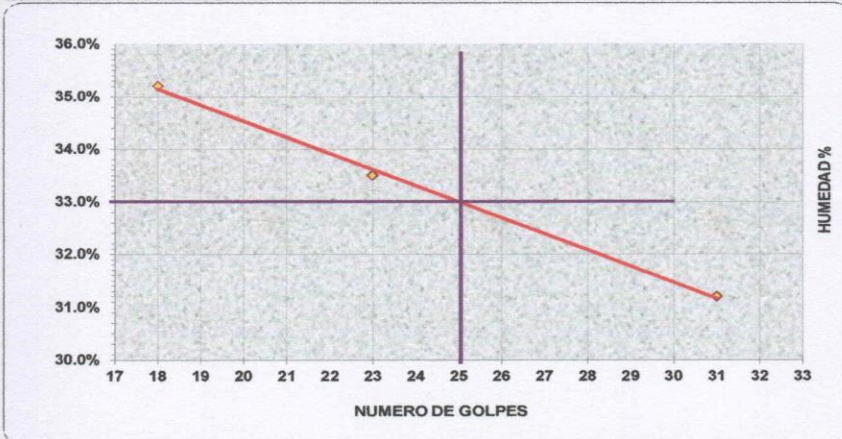


**METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**ASTM 4318-84**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO + 14 % DE CEMENTO  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 09 DE SETIEMBRE DEL 2021

N° de Golpes	Cápsula N°	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum.	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
31	007	27.00	42.22	38.60	3.62	11.60	31.21%
23	008	26.74	39.85	36.56	3.29	9.82	33.50%
18	009	26.96	43.78	39.40	4.38	12.44	35.21%
L.P.	050	7.04	15.55	14.15	1.40	7.11	19.69%
L.P.	017	6.89	16.07	14.58	1.49	7.69	19.38%



$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$

$W_n$  = Contenido de humedad a numero de golpes

$N$  = N° de golpes

$IP = LL - LP$

LL = Limite liquido

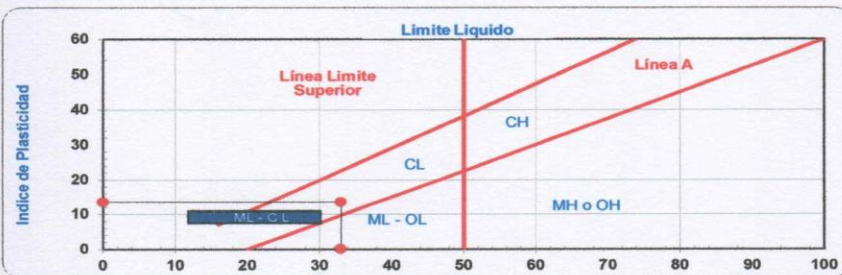
LP = Limite plástico

Ic = Indice de Consistencia

$LL = 33.00\%$

$LP = 19.53\%$

$IP = 13.47\%$



**Comentario :** La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

**DAVID RAMOS PINAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
 ESTUDIOS ESPECIALES  
 Ingeniero Responsable

**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y  
 MATERIALES  
 Tecnico Laboratorista



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."

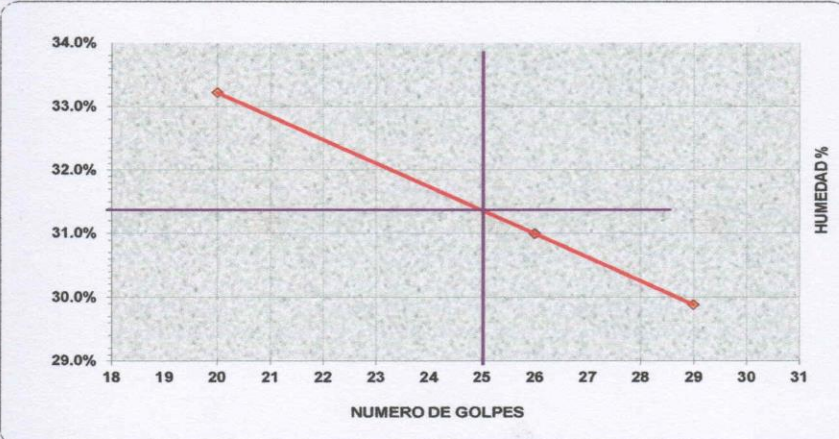


**METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**ASTM 4318-84**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO + 20 % DE CEMENTO  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 10 DE SETIEMBRE DEL 2021

N° de Golpes	Cápsula N°	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum.	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
29	011	20.11	42.19	37.11	5.08	17.00	29.88%
26	015	23.74	41.11	37.00	4.11	13.26	31.00%
20	012	22.82	42.55	37.63	4.92	14.81	33.22%
L.P.	017	7.44	16.47	14.93	1.54	7.49	20.56%
L.P.	011	6.97	14.76	13.49	1.27	6.52	19.48%



$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$

$W_n$  = Contenido de humedad a numero de golpes

$N$  = N° de golpes

$IP = LL - LP$

LL = Limite líquido

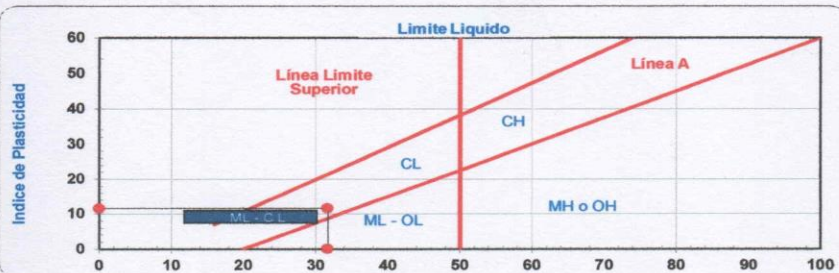
LP = Limite plástico

Ic = Indice de Consistencia

$LL = 31.65\%$

$LP = 20.02\%$

$IP = 11.63\%$



**Comentario :** La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

**DAVID RAMOS PIÑAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES

Ingeniero Responsable

**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y MATERIALES

Tecnico Laboratorista



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."



**METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD**

**PROCTOR MODIFICADO**

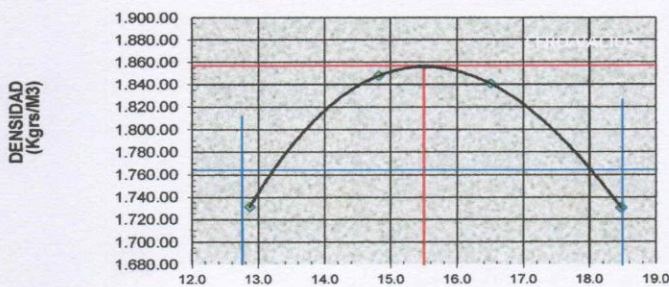
ASTM D 1557

<b>PROYECTO :</b>	TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"
<b>SOLICITA :</b>	Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA
<b>UBICACIÓN :</b>	URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN
<b>CALICATA :</b>	N° - 01 - ESTRATO UNICO
<b>MUESTRA :</b>	SUELO + ENZIMA ORGANICA: 1 LITRO EN 30 m3
<b>TECNICO :</b>	CESAR A. BRAVO HUATUCO
<b>FECHA :</b>	01 DE SETIEMBRE DEL 2021

**Datos del Molde**

No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1		Diámetro 2		Diámetro 3		(V) Volumen
1	1760.00								941.55
DESCRIPCION	Ensayo N°								
	Punto. 1			Punto. 2		Punto. 3		Punto. 4	
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	3%			5%		7%		9%	
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	3.600.00			3.758.00		3.779.00		3.690.00	
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.), (2-a)	1.840.00			1.998.00		2.019.00		1.930.00	
4 - Recipiente N°.	062	002	066	002	009	005	011	017	
5 - Peso del recipiente (Gr.)	27.14	26.85	25.31	24.44	22.22	28.15	24.44	23.30	
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	85.14	81.62	78.88	75.51	80.00	73.34	77.41	70.35	
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	78.50	75.40	71.91	68.97	71.86	66.90	69.11	63.05	
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	6.64	6.22	6.97	6.54	8.14	6.44	8.30	7.30	
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	51.36	48.55	46.60	44.53	49.64	38.75	44.67	39.75	
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	12.93	12.81	14.96	14.69	16.40	16.62	18.58	18.36	
10.1 - % Humedad al horno promedio	12.87			14.82		16.51		18.47	
10.2 - % Humedad Speedy									
11 - Densidad Húmeda (Kg/m3), (3 x Fa)	1.954.22			2.122.03		2.144.34		2.049.81	
12 - Densidad seca al horno (11 / (10.1+100))	1.731.39			1.848.11		1.840.49		1.730.20	

**Densidad Vs. Contenido de Agua**



Maximum Dry Density	95% Máximum Dry Density	Optimum moisture
1857.00	1,764.15	15.50%

Humidity Range for 95%		
Minimum	Rango	Máximum
12.87%	5.6%	18.47%

Tipo de Ensayo	Modificado (B)	Energía compact.
Peso del Mart. (lbs)	10.0	56,396 ft.x lb./ft.3
Altura de caída (in.)	18.0	Vol. cm3: 941.55
No. de golpes	25	Vol. ft3: 0.033246822
Mat. tamizado por	3/8 pulg.	Fa : 0.001062078
No. de capas	5	

Coments : \_\_\_\_\_

FIRMAS AUTORIZADAS

**DAVID RAMOS PINAS**  
ING. OIP 158409 ESPECIALISTA  
EN MECANICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

**Cesar A. Bravo Huatuco**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."



**METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD**

**PROCTOR MODIFICADO**

ASTM D 1557

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"

**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA

**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN

**CALICATA :** N° - 01 - ESTRATO UNICO

**MUESTRA :** SUELO + ENZIMA ORGANICA: 1.4 LITROS EN 30 m3

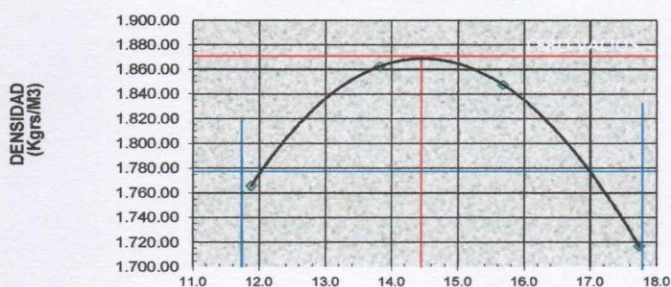
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO

**FECHA :** 02 DE SETIEMBRE DEL 2021

**Datos del Molde**

No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1		Diámetro 2		Diámetro 3		(V) Volumen
7	1768.00								941.53
DESCRIPCION	Ensayo N°								
	Punto. 1		Punto. 2		Punto. 3		Punto. 4		
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	2%		4%		6%		8%		
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	3.628.00		3.764.00		3.780.00		3.671.00		
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.), (2-a)	1,860.00		1,996.00		2,012.00		1,903.00		
4 - Recipiente N°.	022	037	011	076	020	018	014	091	
5 - Peso del recipiente (Gr.)	21.41	23.54	25.91	24.70	28.86	26.05	22.01	21.42	
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	68.25	67.13	65.15	70.22	62.50	64.00	68.81	66.07	
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	63.28	62.50	60.38	64.70	57.90	58.90	61.70	59.40	
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	4.97	4.63	4.77	5.52	4.60	5.10	7.11	6.67	
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	41.87	38.96	34.47	40.00	29.04	32.85	39.69	37.98	
10 - % Humedad al homo (100 x 8/9)	11.87	11.88	13.84	13.80	15.84	15.53	17.91	17.56	
10.1 - % Humedad al homo promedio	11.88		13.82		15.68		17.74		
10.2 - % Humedad Speedy									
11 - Densidad Húmeda (Kgr/m3), (3 x Fa)	1.975.51		2.119.95		2.136.95		2.021.18		
12 - Densidad seca al homo (11 / (10.1+100))	1.765.79		1.862.56		1.847.25		1.716.68		

**Densidad Vs. Contenido de Agua**



Maximun Dry Density	95% Maximum Dry Density	Optimum moisture
1871.00	1,777.45	14.45%

Humidity Range for 95%		
Minimum	Rango	Máximo
11.08%	6.7%	17.74%

Tipo de Ensayo ..... **Modificado (B)** ..... Energía compact. ....

Peso del Mart. (lbs) ..... 10.0 ..... 56,398 ft.x lb./ft.3

Altura de caída (in) ..... 18.0 ..... Vol. cm3: 941.53

No. de golpes ..... 25 ..... Vol. ft3: 0.033246116

Mat. tamizado por ..... 3/8 pulg. ..... Fa : 0.001062101

No. de capas ..... 5

Coments : \_\_\_\_\_

FIRMAS AUTORIZADAS

**DAVID RAMOS PIÑAS**  
ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

**Cesar A. Bravo Huatuco**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."



**METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD**

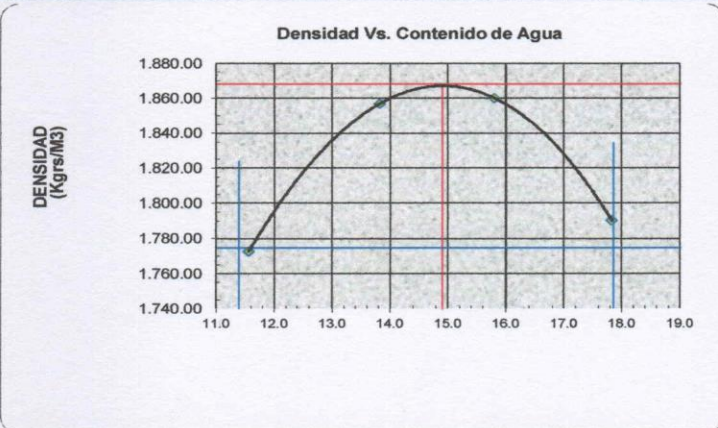
**PROCTOR MODIFICADO**

**ASTM D 1557**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N° - 01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO + ENZIMA ORGANICA: 1.8 LITROS EN 30 m3  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 03 DE SEPTIEMBRE DEL 2021

**Datos del Molde**

No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1		Diámetro 2		Diámetro 3		(V) Volumen	
7	1758.00								941.53	
DESCRIPCION	Ensayo N°									
	Punto. 1			Punto. 2		Punto. 3		Punto. 4		
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	2%			4%		6%		8%		
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	3.620.00			3.748.00		3.786.00		3.744.00		
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.), (2-a)	1.862.00			1.990.00		2.028.00		1.986.00		
4 - Recipiente N°.	008	015	011	074	006	002	001	011		
5 - Peso del recipiente (Gr.)	25.41	24.04	25.85	22.75	20.11	23.85	23.44	21.08		
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	85.00	68.71	72.15	78.98	78.88	75.55	83.15	82.65		
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	78.80	64.10	66.57	72.10	70.80	68.55	74.10	73.35		
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	6.20	4.61	5.58	6.88	8.08	7.00	9.05	9.30		
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	53.39	40.06	40.72	49.35	50.69	44.70	50.66	52.27		
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	11.61	11.51	13.70	13.94	15.94	15.66	17.86	17.79		
10.1 - % Humedad al horno promedio	11.56			13.82		15.80		17.83		
10.2 - % Humedad Speedy										
11 - Densidad Húmeda (Kgr/m3), (3 x Fa)	1.977.63			2.113.58		2.153.94		2.109.33		
12 - Densidad seca al horno (11 / (10.1+100))	1.772.70			1.856.91		1.860.05		1.790.18		



Maximun Dry Density	95% Máximum Dry Density	Optimum moisture
1868.00	1,774.60	14.91%

Humidity Rage for 95%		
Minimum	Rango	Máximum
11.56%	6.3%	17.83%

Tipo de Ensayo ..... **Modificado (B)** ..... Energía compact.  
 Peso del Mart. (lbs) ..... 10.0 ..... 56,396 ft.x lb./ft.3  
 Altura de caída (in)..... 18.0 ..... Vol. cm3: 941.53  
 No. de golpes ..... 25 ..... Vol. ft3: 0.033246116  
 Mat. tamizado por ..... 3/8 pulg. ..... Fa : 0.001062101  
 No. de capas ..... 5

Coments : \_\_\_\_\_

FIRMAS AUTORIZADAS

*David Ramos Piñas*  
**DAVID RAMOS PIÑAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES

*Cesar A. Bravo Huatuco*  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y MATERIALES



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."



**METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD**

**PROCTOR MODIFICADO**

ASTM D 1557

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"

**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA

**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN

**CALICATA :** N° - 01 - ESTRATO UNICO

**MUESTRA :** SUELO + 7% DE CEMENTO

**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO

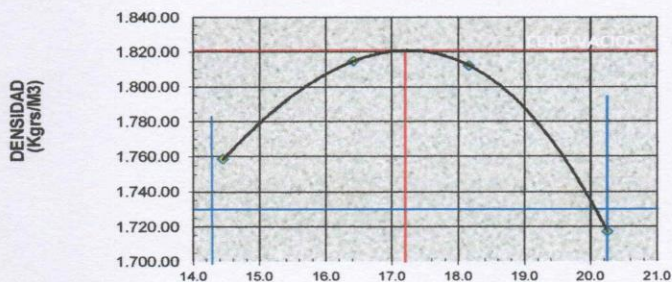
**FECHA :** 08 DE SETIEMBRE DEL 2021

**Datos del Molde**

No. de Molde	(a) Peso (Gr..)	Altura (Cm)	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	(V) Volumen
3	1755.00					941.50

DESCRIPCION	Ensayo N°							
	Punto. 1		Punto. 2		Punto. 3		Punto. 4	
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	2%		4%		6%		8%	
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	3.650.00		3.744.00		3.771.00		3.699.00	
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.), (2-a)	1,895.00		1,989.00		2,016.00		1,944.00	
4 - Recipiente N°.	055	035	077	059	080	015	008	043
5 - Peso del recipiente (Gr.)	21.22	26.85	22.45	25.80	25.47	26.02	20.52	21.73
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	75.60	70.15	68.78	76.44	66.47	64.19	76.66	71.11
7 - Peso seco + recipiente (Gr..)	68.74	64.68	62.20	69.35	60.14	58.35	67.20	62.80
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	6.86	5.47	6.58	7.09	6.33	5.84	9.46	8.31
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	47.52	37.83	39.75	43.55	34.67	32.33	46.68	41.07
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	14.44	14.46	16.55	16.28	18.26	18.06	20.27	20.23
10.1 - % Humedad al horno promedio	14.45		16.42		18.16		20.25	
10.2 - % Humedad Speedy								
11 - Densidad Húmeda (Kgr/m3), (3 x Fa)	2.012.75		2.112.59		2.141.26		2.064.79	
12 - Densidad seca al horno (11 / (10.1+100))	1.758.66		1.814.67		1.812.16		1.717.09	

**Densidad Vs. Contenido de Agua**



Maximum Dry Density	95% Maximum Dry Density	Optimum moisture
1821.00	1,729.95	17.20%

Humidity Range for 95%		
Minimum	Rango	Máximo
14.45%	5.8%	20.25%

Tipo de Ensayo ..... **Modificado (B)** ..... Energía compact. 

56,399	ft.x lb./ft.3
--------	---------------

Peso del Mart. (lbs) ..... 10.0 ..... Vol. cm3: 941.50

Altura de caída (in) ..... 18.0 ..... Vol. ft3: 0.033245056

No. de golpes ..... 25

Mat. tamizado por ..... 3/8 pulg. ..... Fa : 0.001062135

No. de capas ..... 5

Coments : \_\_\_\_\_

FIRMAS AUTORIZADAS

*David Ramos Piñas*  
**DAVID RAMOS PIÑAS**  
ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
EN MECANICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

*Cesar A. Bravo Huatuco*  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES

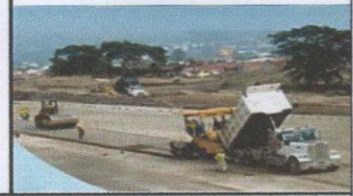




**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."



**METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD**

**PROCTOR MODIFICADO**

**ASTM D 1557**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"

**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA

**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN

**CALICATA :** N° - 01 - ESTRATO UNICO

**MUESTRA :** SUELO + 14 % DE CEMENTO

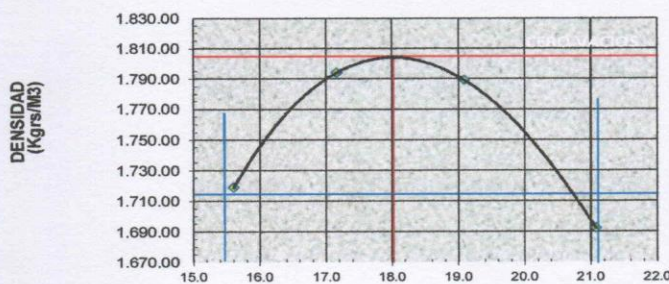
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO

**FECHA :** 09 DE SETIEMBRE DEL 2021

**Datos del Molde**

No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1		Diámetro 2		Diámetro 3		(V) Volumen	
2	1751.00								941.53	
DESCRIPCION	Ensayo N°									
	Punto. 1			Punto. 2		Punto. 3		Punto. 4		
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	2%			4%		6%		8%		
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	3.622.00			3.730.00		3.757.00		3.680.00		
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.), (2-a)	1,871.00			1,979.00		2,006.00		1,929.00		
4 - Recipiente N°.	015	037	085	021	065	045	019	011		
5 - Peso del recipiente (Gr.)	23.55	24.15	20.50	24.77	23.33	22.18	25.78	26.10		
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	65.14	62.74	60.11	62.58	72.15	75.14	74.68	73.33		
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	59.67	57.40	54.30	57.05	64.30	66.68	66.18	65.10		
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	5.47	5.34	5.81	5.53	7.85	8.46	8.50	8.23		
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	36.12	33.25	33.80	32.28	40.97	44.50	40.40	39.00		
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	15.14	16.06	17.19	17.13	19.16	19.01	21.04	21.10		
10.1 - % Humedad al horno promedio	15.60			17.16		19.09		21.07		
10.2 - % Humedad Speedy										
11 - Densidad Húmeda (Kgr/m3), (3 x Fa)	1.987.19			2.101.90		2.130.57		2.048.79		
12 - Densidad seca al horno (11 / ((10.1+100)))	1.718.99			1.794.04		1.789.11		1.692.22		

**Densidad Vs. Contenido de Agua**



Maximum Dry Density	95% Maximum Dry Density	Optimum moisture
1805.00	1,714.75	18.02%

Humidity Range for 95%		
Minimum	Rango	Máximo
15.60%	5.5%	21.07%

Tipo de Ensayo	Modificado (B)	Energía compact.
Peso del Mart. (lbs)	10.0	56,398 ft.x lb./ft.3
Altura de caída (in)	18.0	Vol. cm3: 941.53
No. de golpes	25	Vol. ft3: 0.033246116
Mat. tamizado por	3/8 pulg.	Fa : 0.001062101
No. de capas	5	

**Coments :** \_\_\_\_\_

FIRMAS AUTORIZADAS

**DAVID RAMOS-PINAS**  
ING. CIP-158409 ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

**Cesar A. Bravo Huatuco**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."



**METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD**

**PROCTOR MODIFICADO**

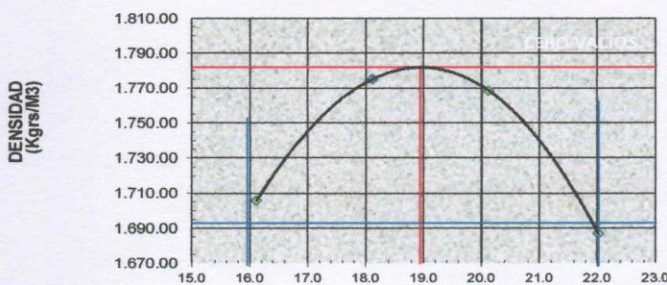
**ASTM D 1557**

PROYECTO : TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
 SOLICITA : Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
 UBICACIÓN : URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 CALICATA : N° - 01 - ESTRATO UNICO  
 MUESTRA : SUELO + 20 % DE CEMENTO  
 TECNICO : CESAR A. BRAVO HUATUCO  
 FECHA : 10 DE SETIEMBRE DEL 2021

**Datos del Molde**

No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	(V) Volumen				
4	1750.00					941.54				
DESCRIPCION	Ensayo N°									
	Punto. 1		Punto. 2		Punto. 3		Punto. 4			
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	2%		4%		6%		8%			
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	3.615.00		3.724.00		3.750.00		3.688.00			
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.). (2-a)	1.865.00		1.974.00		2.000.00		1.938.00			
4 - Recipiente N°.	064	022	049	037	028	017	088	001		
5 - Peso del recipiente (Gr.)	25.14	26.81	25.00	24.78	25.82	24.18	25.08	26.34		
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	65.14	62.74	60.11	62.58	72.15	75.14	74.68	73.33		
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	59.59	57.75	54.70	56.81	64.40	66.59	65.70	64.88		
8 - Peso del agua (Gr.). (6-7)	5.55	4.99	5.41	5.77	7.75	8.55	8.98	8.45		
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	34.45	30.94	29.70	32.03	38.58	42.41	40.62	38.54		
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	16.11	16.13	18.22	18.01	20.09	20.16	22.11	21.93		
10.1 - % Humedad al horno promedio	16.12		18.11		20.12		22.02			
10.2 - % Humedad Speedy										
11 - Densidad Húmeda (Kgr/m3), (3 x Fa)	1.980.80		2.096.57		2.124.18		2.058.33			
12 - Densidad seca al horno (11 / (10.1+100))	1.705.83		1.775.02		1.768.32		1.686.93			

**Densidad Vs. Contenido de Agua**



Maximum Dry Density	95% Maximum Dry Density	Optimum moisture
1782.00	1,692.90	18.95%

Humidity Range for 95%		
Minimum	Rango	Maximum
16.12%	5.9%	22.02%

Tipo de Ensayo ..... **Modificado (B)** ..... Energía compact.  
 Peso del Mart. (lbs) ..... 10.0 ..... 56,397 ft.x lb./ft.3  
 Altura de caída (in)..... 18.0 ..... Vol. cm3: 941.54  
 No. de golpes ..... 25 ..... Vol. ft3: 0.033246469  
 Mat. tamizado por ..... 3/8 pulg. ..... Fa : 0.00106209  
 No. de capas ..... 5

Coments : \_\_\_\_\_

FIRMAS AUTORIZADAS

**DAVID RAMOS PINAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES

**Cesar A. Bravo Huatucó**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y MATERIALES



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490



" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATURAL + ENZIMA ORGANICA 1 LITRO EN 30 m3

METODO DE COMPACTACION	B
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.857
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.5
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	15.77
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	8.75

**ENSAYO CBR**

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada
Peso Molde + suelo húmedo	9527		9458		9226	
Peso del Molde gr.	4753		4903		4764	
Peso del Suelo húmedo gr.	4774		4555		4462	
Volumen del suelo cc.	2225.74		2211.56		2262.09	
Densidad humedad gr/cc	2.145		2.060		1.973	
% humedad	15.5%		15.5%		15.5%	
Densidad seco gr/cc	1.857		1.783		1.708	
Tarro N°	41	84	35	06	88	7
Tarro + suelo húmedo gr.	86.66	84.74	75.84	80.14	73.33	79.14
Tarro + suelo seco gr.	78.5	77.01	69.22	71.49	65.64	70.72
Agua	8.16	7.73	6.62	8.65	7.69	8.42
Peso del Tarro gr.	25.99	27.16	26.81	15.48	16.08	16.36
Peso del suelo seco gr.	52.51	49.85	42.41	56.01	49.56	54.36
% de humedad	15.54%	15.51%	15.61%	15.44%	15.52%	15.49%
Promedio de humedad %	15.52%		15.53%		15.51%	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
01/09/2021	13:37	0 horas	0.000	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02/09/2021	13:37	24 horas	0.36	0.360	0.308	0.29	0.288	0.246	0.265	0.265	0.226
03/09/2021	13:37	48 horas	0.82	0.820	0.701	0.66	0.656	0.561	0.604	0.604	0.516
04/09/2021	13:37	72 horas	1.00	1.000	0.855	0.8	0.800	0.684	0.736	0.736	0.629
05/09/2021	13:37	96 horas	1.29	1.290	1.103	1.032	1.032	0.882	0.949	0.949	0.811

**PENETRACION**

PENETRACION mm	MOLDE N° 1C				MOLDE N° 1B				MOLDE N° 1A			
	Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION				
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2			
0.64	14	64.65		12	36.89		6	21.91				
1.27	35	107.83		22	66.14		21	44.08				
1.91	53	161.51		38	103.39		38	67.82				
2.54	72	213.75		55	131.53		54	85.60				
3.81	119	286.02		87	168.67		87	111.91				
5.08	179	346.66		124	204.95		126	132.79				
6.35	231	393.64		156	242.27		161	148.42				
7.62	276	463.88		193	280.52		199	163.02				
10.16	353	520.90		280	321.26		270	180.30				
12.70	392	572.65		342	357.21		328	192.96				

**DAVID RAMOS PINÁS**  
ING. CIP. 158409 ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

**Cesar A. Bravo Huatucc**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

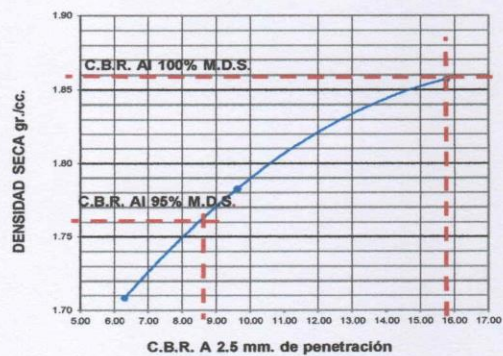
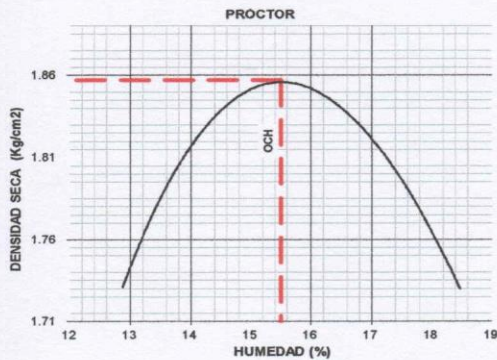


" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."

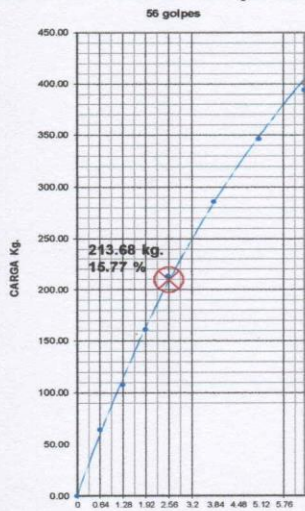
**REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATURAL + ENZIMA ORGANICA 1 LITRO EN 30 m3

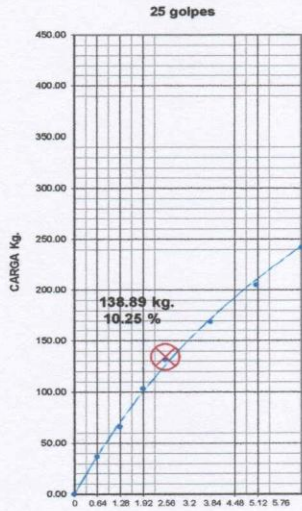
METODO DE COMPACTACION	B
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.857
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.50
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	15.77
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	8.75



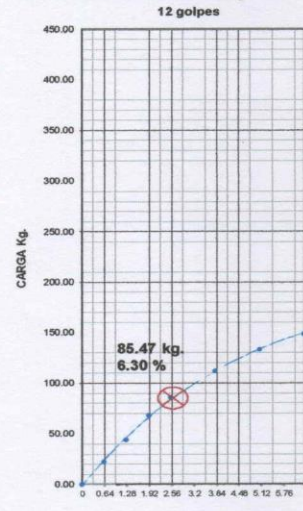
C.B.R. = 15.77 % M.D.S. = 1.857 grs./cm3.



C.B.R. = 10.25 % M.D.S. = 1.783 grs./cm3.



C.B.R. = 6.30 % M.D.S. = 1.708 grs./cm3.



**PENETRACION (m.m.)**

OBSERVACIONES: La extracción, identificación y transporte de materiales a nuestro laboratorio, fueron realizados por el solicitante.

*David Ramos Pinas*  
**DAVID RAMOS PINAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
 ESTUDIOS ESPECIALES

*Cesar A. Bravo Rivas*  
**Cesar A. Bravo Rivas**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y  
 MATERIALES



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490



**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATURAL + ENZIMA ORGANICA 1.4 LITROS EN 30 m3

METODO DE COMPACTACION	B
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.871
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.45
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	19.80
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	11.10

**ENSAYO CBR**

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada
Peso Molde + suelo húmedo	9520		9476		9222	
Peso del Molde gr.	4753		4903		4764	
Peso del Suelo húmedo gr.	4767		4573		4458	
Volumen del suelo cc.	2225.74		2211.56		2262.09	
Densidad humedad gr/cc	2.142		2.068		1.971	
% humedad	14.5%		14.5%		14.5%	
Densidad seco gr/cc	1.871		1.806		1.721	
Tarro N°	19	37	02	76	22	14
Tarro + suelo húmedo gr.	84.44	78.25	81.15	83.05	74.46	71.11
Tarro + suelo seco gr.	77.1	71.69	74.33	74.54	67.08	64.03
Agua	7.34	6.56	6.82	8.51	7.38	7.08
Peso del Tarro gr.	26.38	26.32	27.32	15.84	16.35	15.26
Peso del suelo seco gr.	50.72	45.37	47.01	58.70	50.73	48.77
% de humedad	14.47%	14.46%	14.51%	14.50%	14.55%	14.52%
Promedio de humedad %	14.47%		14.51%		14.54%	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
02/09/2021	16:05	0 horas	0.000	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
03/09/2021	16:05	24 horas	0.32	0.320	0.274	0.26	0.256	0.219	0.236	0.236	0.201
04/09/2021	16:05	48 horas	0.75	0.750	0.641	0.60	0.600	0.513	0.552	0.552	0.472
05/09/2021	16:05	72 horas	1.98	1.980	1.692	1.584	1.584	1.354	1.457	1.457	1.246
06/09/2021	16:05	96 horas	1.24	1.240	1.060	0.992	0.992	0.848	0.913	0.913	0.780

**PENETRACION**

PENETRACION mm	MOLDE N° 1C			MOLDE N° 1B			MOLDE N° 1A		
	Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION	
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2
0.64	14	51.96		12	48.00		6	21.36	
1.27	35	115.20		22	93.00		21	57.85	
1.91	53	205.68		38	133.48		38	87.22	
2.54	72	268.46		55	174.22		54	111.25	
3.81	119	375.84		87	232.00		87	151.57	
5.08	179	458.98		124	282.00		126	181.56	
6.35	231	519.60		156	320.00		161	204.26	
7.62	276	541.25		193	351.25		199	211.82	
10.16	353	649.50		280	421.50		270	222.50	
12.70	392	866.00		342	570.00		328	222.50	

*David Ramos Pinás*  
**DAVID RAMOS PINAS**  
ING. CIP-158409 ESPECIALISTA  
EN MECANICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

*Cesar A. Bravo Huatuco*  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

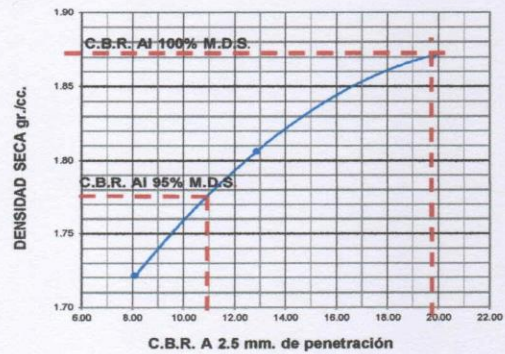
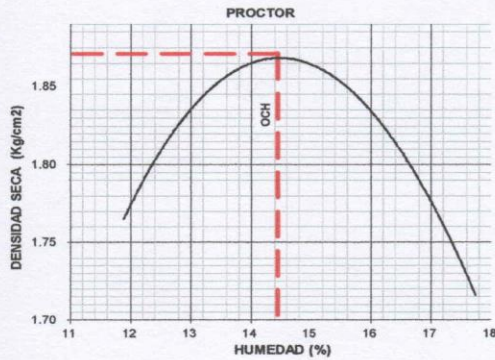
Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490



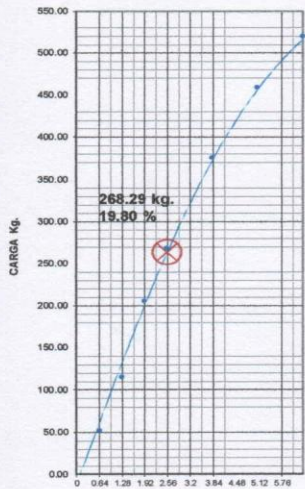
**REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALIGATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATURAL + ENZIMA ORGANICA 1.4 LITROS EN 30 m3

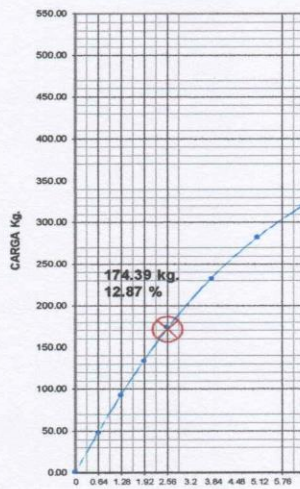
METODO DE COMPACTACION	B
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.871
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.45
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	19.80
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	11.10



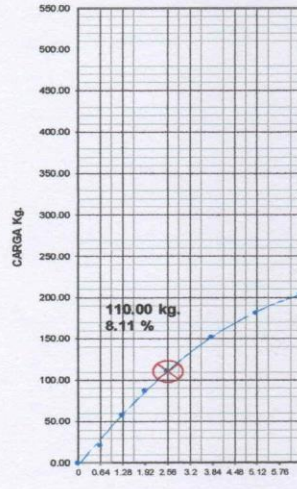
C.B.R. = 19.80 % M.D.S. = 1.871 grs./cm3.  
 56 golpes



C.B.R. = 12.87 % M.D.S. = 1.806 grs./cm3.  
 25 golpes



C.B.R. = 8.11 % M.D.S. = 1.721 grs./cm3.  
 12 golpes



**PENETRACION (m.m.)**

OBSERVACIONES: La extracción, identificación y transporte de materiales a nuestro laboratorio, fueron realizados por el solicitante.

*David Ramos Pinás*  
**DAVID RAMOS PINÁS**  
 ING.-CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
 ESTUDIOS ESPECIALES

*Cesar A. Bravo Huatucu*  
**Cesar A. Bravo Huatucu**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y  
 MATERIALES



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."



**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATURAL + ENZIMA ORGANICA 1.8 LITROS EN 30 m3

METODO DE COMPACTACION	B
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.868
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.91
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	19.11
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	10.90

**ENSAYO CBR**

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada
Peso Molde -  suelo húmedo	9530		9458		9232	
Peso del Molde gr.	4753		4903		4764	
Peso del Suelo húmedo gr.	4777		4555		4468	
Volumen del suelo cc.	2225.74		2211.56		2262.09	
Densidad humedad gr/cc	2.146		2.060		1.975	
% humedad	14.9%		14.9%		14.9%	
Densidad seco gr/cc	1.868		1.793		1.718	
Tarro N°	11	08	18	75	12	17
Tarro -  suelo húmedo gr.	71.11	72.52	80.14	79.05	76.67	80.44
Tarro -  suelo seco gr.	65.3	66.46	73.22	70.83	68.80	72.09
Agua	5.81	6.06	6.92	8.22	7.87	8.35
Peso del Tarro gr.	26.36	25.78	26.76	15.84	16.21	16.08
Peso del suelo seco gr.	38.94	40.68	46.46	54.99	52.59	56.01
% de humedad	14.92%	14.90%	14.89%	14.95%	14.96%	14.91%
Promedio de humedad %	14.91%		14.92%		14.94%	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
03/09/2021	12:50	0 horas	0.000	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
04/09/2021	12:50	24 horas	0.3	0.300	0.256	0.24	0.240	0.205	0.223	0.223	0.191
05/09/2021	12:50	48 horas	0.72	0.720	0.615	0.58	0.576	0.492	0.536	0.536	0.458
06/09/2021	12:50	72 horas	1.93	1.930	1.650	1.544	1.544	1.320	1.436	1.436	1.227
07/09/2021	12:50	96 horas	1.15	1.150	0.983	0.92	0.920	0.786	0.856	0.856	0.731

**PENETRACION**

PENETRACION mm	MOLDE N° 1C				MOLDE N° 1B				MOLDE N° 1A			
	Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION				
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2			
0.64	14	76.28		12	49.72		6	32.00				
1.27	35	140.00		22	89.27		21	50.54				
1.91	53	210.00		38	137.86		38	80.00				
2.54	72	252.00		55	169.50		54	99.00				
3.81	119	335.00		87	231.65		87	130.00				
5.08	179	395.61		124	279.11		126	154.00				
6.35	231	440.55		156	324.42		161	174.00				
7.62	276	491.87		193	362.21		199	192.33				
10.16	353	567.14		280	417.65		270	221.76				
12.70	392	616.12		342	453.71		328	240.91				

**DAVID RAMOS PIÑAS**  
 ING/ CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
 ESTUDIOS ESPECIALES

**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y  
 MATERIALES



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

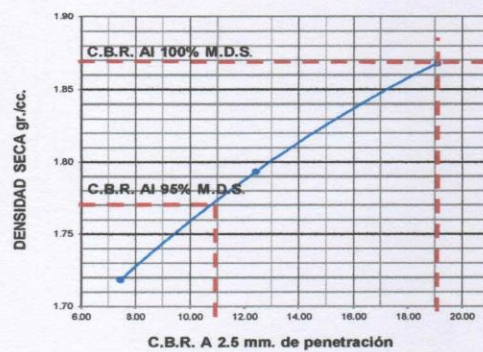
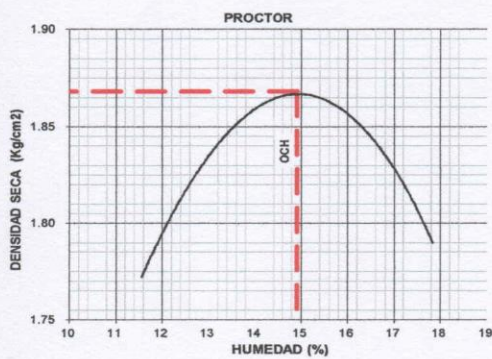
" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."



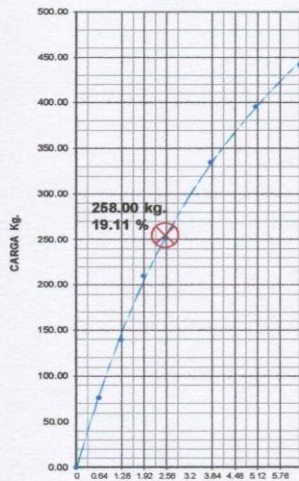
**REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATURAL + ENZIMA ORGANICA 1.8 LITROS EN 30 m3

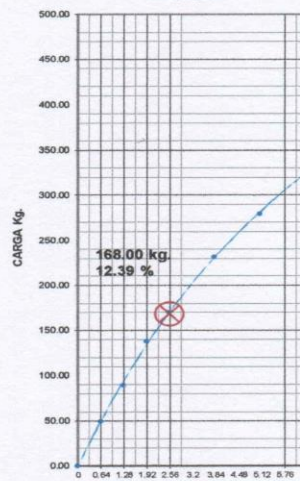
METODO DE COMPACTACION	B
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.868
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.91
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	19.11
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	10.90



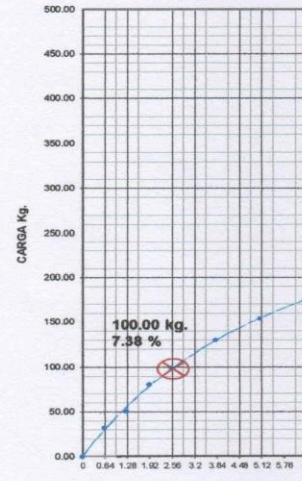
C.B.R. = 19.11 % M.D.S. = 1.868 grs./cm3.  
 56 golpes



C.B.R. = 12.39 % M.D.S. = 1.793 grs./cm3.  
 25 golpes



C.B.R. = 7.38 % M.D.S. = 1.718 grs./cm3.  
 12 golpes



PENETRACION (m.m.)

OBSERVACIONES: La extraccion, identificación y transporte de materiales a nuestro laboratorio, fueron realizados por el solicitante.

**DAVID RAMOS PIÑAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES

**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y MATERIALES





**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490



**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATURAL + 7% DE CEMENTO

METODO DE COMPACTACION	B
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.821
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.2
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	10.22
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	6.20

**ENSAYO CBR**

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada
Peso Molde - - suelo húmedo	9505		9432		9205	
Peso del Molde gr.	4753		4903		4764	
Peso del Suelo húmedo gr.	4752		4529		4441	
Volumen del suelo cc.	2225.74		2211.56		2262.09	
Densidad humedad gr/cc	2.135		2.048		1.963	
% humedad	17.2%		17.2%		17.2%	
Densidad seco gr/cc	1.821		1.748		1.675	
Tarro N°	68	48	17	52	88	19
Tarro - - suelo húmedo gr.	90.14	86.66	87.15	80.74	78.95	85.55
Tarro - - suelo seco gr.	80.7	77.86	78.23	71.15	69.72	75.26
Agua	9.44	8.8	8.92	9.59	9.23	10.29
Peso del Tarro gr.	25.78	26.81	26.36	15.36	16.08	15.48
Peso del suelo seco gr.	54.92	51.05	51.87	55.79	53.64	59.78
% de humedad	17.19%	17.24%	17.20%	17.19%	17.21%	17.21%
Promedio de humedad %	17.21%		17.20%		17.21%	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
08/09/2021	10:10	0 horas	0.000	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
09/09/2021	10:10	24 horas	0.40	0.400	0.342	0.32	0.320	0.274	0.294	0.294	0.252
10/09/2021	10:10	48 horas	0.84	0.840	0.718	0.67	0.672	0.574	0.618	0.618	0.528
11/09/2021	10:10	72 horas	1.00	1.000	0.855	0.8	0.800	0.684	0.736	0.736	0.629
12/09/2021	10:10	96 horas	1.32	1.320	1.128	1.056	1.056	0.903	0.972	0.972	0.830

**PENETRACION**

PENETRACION mm	MOLDE N° 1C				MOLDE N° 1B				MOLDE N° 1A			
	Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION				
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2			
0.64	14	35.99		12	24.19		6	18.89				
1.27	35	65.97		22	51.39		21	34.76				
1.91	53	95.96		38	71.48		38	49.12				
2.54	72	137.94		55	90.47		54	59.70				
3.81	119	199.92		87	127.49		87	83.13				
5.08	179	245.90		124	159.24		126	102.02				
6.35	231	287.88		156	188.19		161	113.35				
7.62	276	321.99		193	217.15		199	128.47				
10.16	353	359.87		280	253.34		270	151.14				
12.70	392	390.75		342	352.86		328	188.92				

**DAVID RAMOS PIÑAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES

**Cesar A. Bravo**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y MATERIALES



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

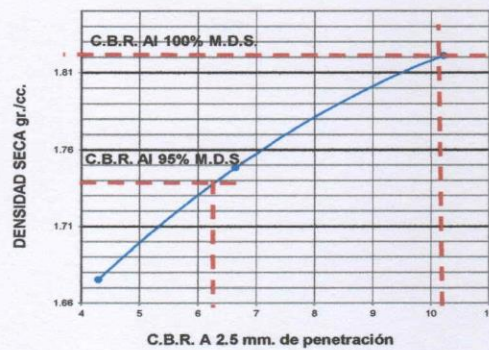
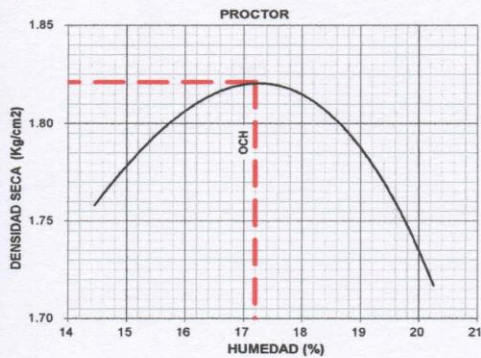
" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."



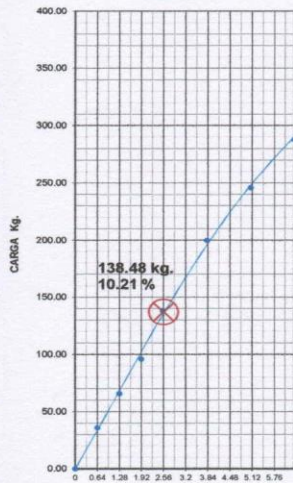
**REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATURAL + 7% DE CEMENTO

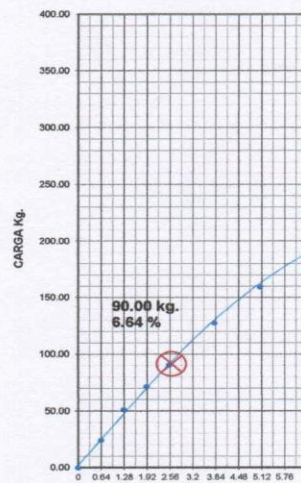
METODO DE COMPACTACION	B
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.821
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.20
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	10.22
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	6.20



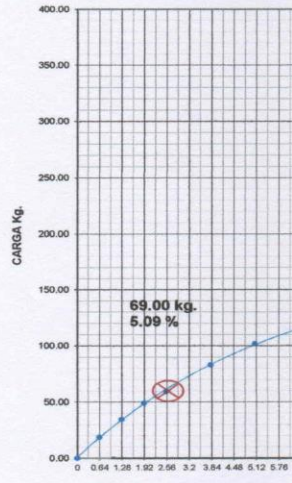
C.B.R. = 10.21 % M.D.S. = 1.821 grs./cm3.  
56 golpes



C.B.R. = 6.64 % M.D.S. = 1.748 grs./cm3.  
25 golpes



C.B.R. = 5.09 % M.D.S. = 1.675 grs./cm3.  
12 golpes



**PENETRACION (m.m.)**

OBSERVACIONES: La extracción, identificación y transporte de materiales a nuestro laboratorio, fueron realizados por el solicitante.

*David Ramos Piñas*  
**DAVID RAMOS PIÑAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECANICA DE SUELOS Y  
 ESTUDIOS ESPECIALES

*Cesar A. Bravo Huatuco*  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y  
 MATERIALES



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 854461847 y Cel. 964914490



" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES "

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATUTAL + 14 % DE CEMENTO

METODO DE COMPACTACION	B
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.805
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.02
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	16.85
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	9.70

**ENSAYO CBR**

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada
Peso Molde - - suelo húmedo	9496		9423		9195	
Peso del Molde gr.	4753		4903		4764	
Peso del Suelo húmedo gr.	4743		4520		4431	
Volumen del suelo cc.	2225.74		2211.56		2262.09	
Densidad humedad gr/cc	2.131		2.044		1.959	
% humedad	18.1%		18.0%		18.0%	
Densidad seco gr/cc	1.805		1.732		1.660	
Tarro N°	88	01	08	17	11	2
Tarro - - suelo húmedo gr.	85.41	86.77	87.42	64.22	65.47	73.89
Tarro - - suelo seco gr.	76.45	77.43	78.2	56.90	57.93	65.1
Agua	8.96	9.34	9.22	7.32	7.54	8.79
Peso del Tarro gr.	26.76	25.78	27.09	16.16	16.08	16.36
Peso del suelo seco gr.	49.69	51.65	51.11	40.74	41.85	48.74
% de humedad	18.03%	18.08%	18.04%	17.97%	18.02%	18.03%
Promedio de humedad %	18.06%		18.01%		18.03%	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
09/09/2021	14:48	0 horas	0.000	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10/09/2021	14:48	24 horas	0.38	0.380	0.325	0.30	0.304	0.260	0.280	0.280	0.239
11/09/2021	14:48	48 horas	0.77	0.770	0.658	0.62	0.616	0.526	0.567	0.567	0.484
12/09/2021	14:48	72 horas	0.96	0.960	0.821	0.768	0.768	0.656	0.707	0.707	0.604
13/09/2021	14:48	96 horas	1.27	1.270	1.085	1.016	1.016	0.868	0.935	0.935	0.799

**PENETRACION**

PENETRACION mm	MOLDE N° 1C				MOLDE N° 1B				MOLDE N° 1A			
	Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION				
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2			
0.64	14	50.00		12	32.00		6	20.70				
1.27	35	125.00		22	80.96		21	45.16				
1.91	53	180.00		38	108.00		38	65.86				
2.54	72	229.00		55	142.52		54	93.62				
3.81	119	330.00		87	207.00		87	141.12				
5.08	179	405.00		124	255.00		126	183.46				
6.35	231	471.83		156	296.46		161	216.38				
7.62	276	540.00		193	342.07		199	225.79				
10.16	353	635.16		280	399.08		270	250.00				
12.70	392	884.68		342	555.86		328	376.32				

*David Ramos Pinas*  
**DAVID RAMOS PINAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES

*Cesar A. Bravo Huatucco*  
**Cesar A. Bravo Huatucco**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y MATERIALES



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

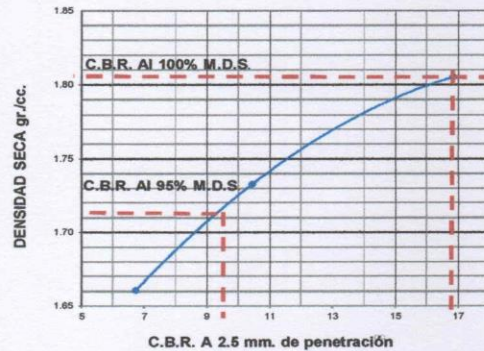
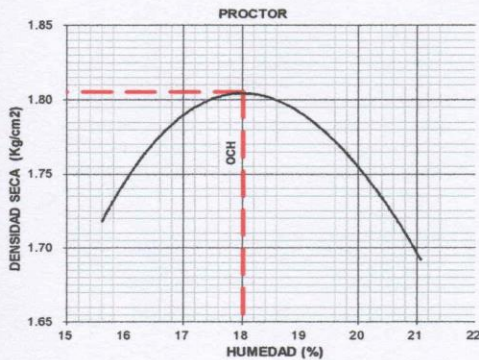
Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
 Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490



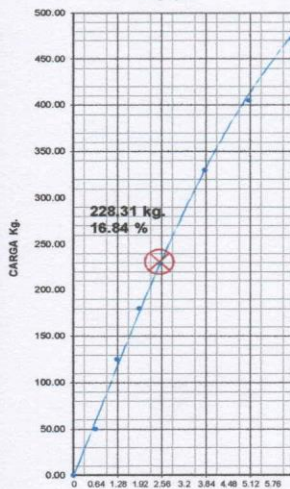
**REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATUTAL + 14 % DE CEMENTO

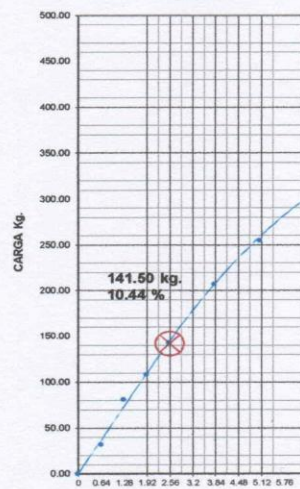
METODO DE COMPACTACION	B
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.805
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.02
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	16.85
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	9.70



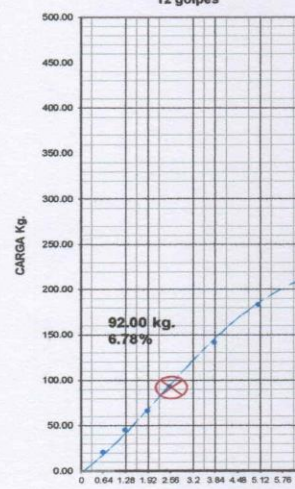
C.B.R. = 16.84 % M.D.S. = 1.805 grs./cm3.  
 56 golpes



C.B.R. = 10.44 % M.D.S. = 1.732 ars./cm3.  
 25 golpes



C.B.R. = 6.78 % M.D.S. = 1.660 grs./cm3.  
 12 golpes



PENETRACION (m.m.)

OBSERVACIONES: La extracción, identificación y transporte de materiales a nuestro laboratorio, fueron realizados por el solicitante.

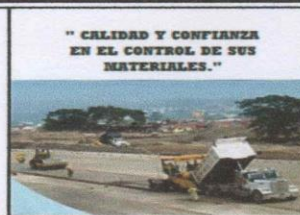
*David Ramos Piñas*  
**DAVID RAMOS PIÑAS**  
 ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
 ESTUDIOS ESPECIALES

*Cesar A. Bravo Huatuc*  
**Cesar A. Bravo Huatuc**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y  
 MATERIALES



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490



**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO NATURAL + 20% DE CEMENTO

METODO DE COMPACTACION	B
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.782
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.95
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	18.98
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	10.84

**ENSAYO CBR**

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada
Peso Molde + suelo húmedo	9471		9403		9175	
Peso del Molde gr.	4753		4903		4764	
Peso del Suelo húmedo gr.	4718		4500		4411	
Volumen del suelo cc.	2225.74		2211.56		2262.09	
Densidad humedad gr/cc	2.120		2.035		1.950	
% humedad	19.0%		19.0%		19.0%	
Densidad seco gr/cc	1.782		1.71		1.639	
Tarro N°	66	05	10	08	11	2
Tarro + suelo húmedo gr.	76.85	78.8	75.55	85.15	82.5	73.01
Tarro + suelo seco gr.	68.8	70.51	67.6	74.00	71.90	64
Agua	8.05	8.29	7.95	11.15	10.60	9.01
Peso del Tarro gr.	26.36	26.76	25.78	15.26	16.08	16.36
Peso del suelo seco gr.	42.44	43.75	41.82	58.74	55.82	47.64
% de humedad	18.97%	18.95%	19.01%	18.98%	18.99%	18.91%
Promedio de humedad %	18.96%		19.00%		18.95%	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
10/09/2021	18:05	0 horas	0.000	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11/09/2021	18:05	24 horas	0.33	0.330	0.282	0.26	0.264	0.226	0.243	0.243	0.208
12/09/2021	18:05	48 horas	0.68	0.680	0.581	0.54	0.544	0.465	0.500	0.500	0.428
13/09/2021	18:05	72 horas	0.89	0.890	0.761	0.712	0.712	0.609	0.655	0.655	0.560
14/09/2021	18:05	96 horas	1.21	1.210	1.034	0.968	0.968	0.827	0.891	0.891	0.761

**PENETRACION**

PENETRACION mm	MOLDE N° 1C				MOLDE N° 1B				MOLDE N° 1A			
	Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION				
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2			
0.64	14	68.52		12	43.81		6	27.60				
1.27	35	145.59		22	90.00		21	58.64				
1.91	53	202.49		38	145.00		38	81.56				
2.54	72	256.31		55	163.87		54	103.24				
3.81	119	361.16		87	225.00		87	145.47				
5.08	179	451.12		124	288.42		126	181.71				
6.35	231	533.14		156	340.86		161	214.74				
7.62	276	615.16		193	393.31		199	247.78				
10.16	353	717.69		280	458.86		270	289.08				
12.70	392	999.64		342	639.12		328	402.65				

*David Ramos Piñas*  
**DAVID RAMOS-PIÑAS**  
ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
EN MECANICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

*Cesar A. Bravo Huatuco*  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490



" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."

### REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"

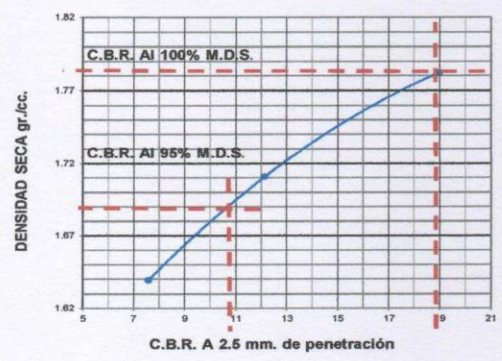
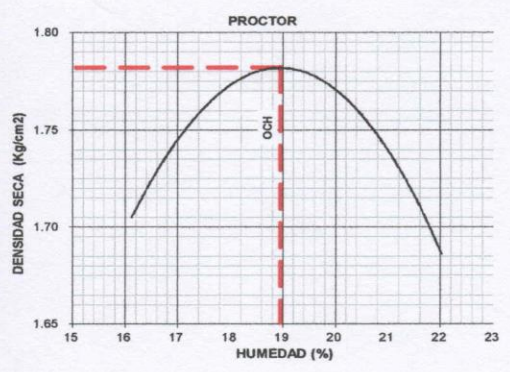
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA

**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN

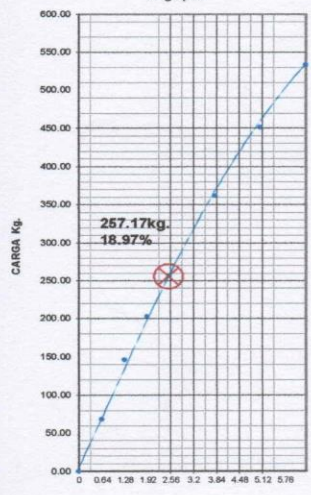
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO

**MUESTRA :** SUELO NATURAL + 20% DE CEMENTO

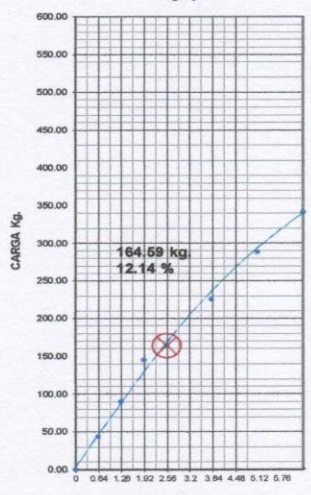
METODO DE COMPACTACION	B
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.782
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.95
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	18.98
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	10.84



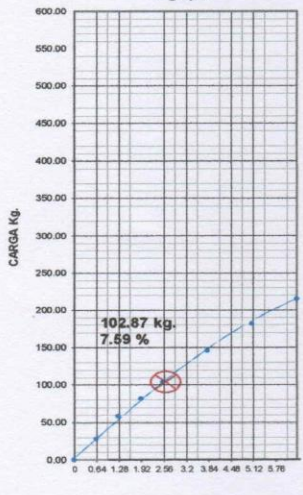
C.B.R. = 18.97 % M.D.S. = 1.782 grs./cm<sup>3</sup>.  
56 golpes



C.B.R. = 12.14 % M.D.S. = 1.710 grs./cm<sup>3</sup>.  
25 golpes




C.B.R. = 7.59 % M.D.S. = 1.639 grs./cm<sup>3</sup>.  
12 golpes




PENETRACION (m.m.)

OBSERVACIONES: La extracción, identificación y transporte de materiales a nuestro laboratorio, fueron realizados por el solicitante.



**DAVID RAMOS PINÁS**  
ING. CIP-158409 ESPECIALISTA  
EN MECANICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES



**Cesar A. Bravo Huatuco**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."



METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**LÍMITES DE CONTRACCIÓN  
ASTM D - 427**

PROYECTO : TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
SOLICITA : Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
UBICACIÓN : URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
CALICATA : N°01 - ESTRATO UNICO  
MUESTRA : SUELO + ENZIMA ORGANICA: 1 LITRO EN 30 m3  
TECNICO : CESAR A. BRAVO HUATUCO  
FECHA : 01 DE SETIEMBRE DEL 2021


**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

001	NÚMERO DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	#	14
002	PESO CÁPSULA DE CONTRACCIÓN + PESO SUELO HUMEDO	gr	42.47
003	PESO DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN + PESO SUELO SECO	gr	36.94
004	PESO AGUA CONTENIDA	gr	5.53
005	PESO CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	gr	20.05
006	PESO DE SUELO SECO	gr	16.89
007	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	32.74
008	VOLUMEN DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	cm <sup>3</sup>	20.21
009	VOLUMEN DEL SUELO SECO	cm <sup>3</sup>	17.14
010	DIFERENCIA DE VOLUMEN	cm <sup>3</sup>	3.07
011	LIMITE DE CONTRACCIÓN	%	14.56

**Comentario :**

La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

  
**DAVID RAMOS PINAS**  
ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

Ingeniero Responsable

  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES

Tecnico Laboratorista



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."



METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**LÍMITES DE CONTRACCIÓN  
ASTM D - 427**

PROYECTO : TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
SOLICITA : Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
UBICACIÓN : URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
CALICATA : N°01 - ESTRATO UNICO  
MUESTRA : SUELO + ENZIMA ORGANICA: 1.4 LITROS EN 30 m3  
TECNICO : CESAR A. BRAVO HUATUCO  
FECHA : 02 DE SETIEMBRE DEL 2021

**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

001	NÚMERO DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	#	2
002	PESO CÁPSULA DE CONTRACCIÓN + PESO SUELO HUMEDO	gr	42.62
003	PESO DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN + PESO SUELO SECO	gr	37.16
004	PESO AGUA CONTENIDA	gr	5.46
005	PESO CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	gr	20.00
006	PESO DE SUELO SECO	gr	17.16
007	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	31.82
008	VOLUMEN DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	cm <sup>3</sup>	20.20
009	VOLUMEN DEL SUELO SECO	cm <sup>3</sup>	17.52
010	DIFERENCIA DE VOLUMEN	cm <sup>3</sup>	2.68
011	LIMITE DE CONTRACCIÓN	%	16.20

**Comentario :**

La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

  
**DAVID RAMOS PINAS**  
ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES  
Ingeniero Responsable

  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES  
Tecnico Laboratorista





**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."



METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**LÍMITES DE CONTRACCIÓN  
ASTM D - 427**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACIÓN LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALIGATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO + ENZIMA ORGANICA: 1.8 LITROS EN 30 m3  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 03 DE SETIEMBRE DEL 2021


**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

001	NÚMERO DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	#	14
002	PESO CÁPSULA DE CONTRACCIÓN + PESO SUELO HUMEDO	gr	42.60
003	PESO DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN + PESO SUELO SECO	gr	37.13
004	PESO AGUA CONTENIDA	gr	5.47
005	PESO CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	gr	20.05
006	PESO DE SUELO SECO	gr	17.08
007	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	32.03
008	VOLUMEN DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	cm <sup>3</sup>	20.21
009	VOLUMEN DEL SUELO SECO	cm <sup>3</sup>	17.49
010	DIFERENCIA DE VOLUMEN	cm <sup>3</sup>	2.72
011	LIMITE DE CONTRACCIÓN	%	16.10

**Comentario :**

La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

  
**DAVID RAMOS PINÁS**  
ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

Ingeniero Responsable

  
**César A. Bravo Huatuco**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES

Tecnico Laboratorista



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS**  
**MULTIPROYECTOS**  
**FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."



METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**LÍMITES DE CONTRACCIÓN**  
**ASTM D - 427**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO + 7% DE CEMENTO  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 08 DE SETIEMBRE DEL 2021


**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

001	NÚMERO DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	#	14
002	PESO CÁPSULA DE CONTRACCIÓN + PESO SUELO HUMEDO	gr	42.51
003	PESO DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN + PESO SUELO SECO	gr	36.78
004	PESO AGUA CONTENIDA	gr	5.73
005	PESO CÁPSULA DE CONTRACCION	gr	20.05
006	PESO DE SUELO SECO	gr	16.73
007	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	34.25
008	VOLUMEN DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	cm <sup>3</sup>	20.21
009	VOLUMEN DEL SUELO SECO	cm <sup>3</sup>	16.71
010	DIFERENCIA DE VOLUMEN	cm <sup>3</sup>	3.50
011	LIMITE DE CONTRACCIÓN	%	13.33

**Comentario :**

La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

  
**DAVID RAMOS PINÁS**  
ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES  
Ingeniero Responsable

  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES  
Tecnico Laboratorista



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."



METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**LÍMITES DE CONTRACCIÓN  
ASTM D - 427**

PROYECTO : TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
SOLICITA : Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
UBICACIÓN : URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
CALICATA : N°01 - ESTRATO UNICO  
MUESTRA : SUELO + 14% DE CEMENTO  
TECNICO : CESAR A. BRAVO HUATUCO  
FECHA : 09 DE SETIEMBRE DEL 2021

**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

001	NÚMERO DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	#	2
002	PESO CÁPSULA DE CONTRACCIÓN + PESO SUELO HUMEDO	gr	42.43
003	PESO DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN + PESO SUELO SECO	gr	36.78
004	PESO AGUA CONTENIDA	gr	5.65
005	PESO CÁPSULA DE CONTRACCION	gr	20.00
006	PESO DE SUELO SECO	gr	16.78
007	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	33.67
008	VOLUMEN DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	cm <sup>3</sup>	20.20
009	VOLUMEN DEL SUELO SECO	cm <sup>3</sup>	16.91
010	DIFERENCIA DE VOLUMEN	cm <sup>3</sup>	3.29
011	LIMITE DE CONTRACCIÓN	%	14.06

**Comentario :**

La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

  
**DAVID RAMOS PINAS**  
ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES  
Ingeniero Responsable

  
Cesar A. Bravo Huatuco  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES  
Tecnico Laboratorista



**LABORATORIO DE  
SUELOS, CONCRETOS Y  
ASFALTOS  
MULTIPROYECTOS  
FULL CALIDAD E.I.R.L.**

Jr. Huascar N° 230 - El Tambo  
Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490

" CALIDAD Y CONFIANZA  
EN EL CONTROL DE SUS  
MATERIALES."



METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**LÍMITES DE CONTRACCIÓN  
ASTM D - 427**

**PROYECTO :** TESIS "COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE"  
**SOLICITA :** Bach. Ing. Civil - ORLANDO CASACHAGUA RIVERA  
**UBICACIÓN :** URBANIZACION LAS COLINAS - PALIAN DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**CALICATA :** N°01 - ESTRATO UNICO  
**MUESTRA :** SUELO + 20% DE CEMENTO  
**TECNICO :** CESAR A. BRAVO HUATUCO  
**FECHA :** 10 DE SETIEMBRE DEL 2021


**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

001	NÚMERO DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	#	14
002	PESO CÁPSULA DE CONTRACCIÓN + PESO SUELO HUMEDO	gr	42.58
003	PESO DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN + PESO SUELO SECO	gr	37.15
004	PESO AGUA CONTENIDA	gr	5.43
005	PESO CÁPSULA DE CONTRACCION	gr	20.05
006	PESO DE SUELO SECO	gr	17.10
007	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	31.75
008	VOLUMEN DE CÁPSULA DE CONTRACCIÓN	cm <sup>3</sup>	20.21
009	VOLUMEN DEL SUELO SECO	cm <sup>3</sup>	17.53
010	DIFERENCIA DE VOLUMEN	cm <sup>3</sup>	2.68
011	LIMITE DE CONTRACCIÓN	%	16.08

**Comentario :**

La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

  
**DAVID RAMOS PINAS**  
ING. CIP 158409 ESPECIALISTA  
EN MECÁNICA DE SUELOS Y  
ESTUDIOS ESPECIALES

Ingeniero Responsable

  
**Cesar A. Bravo Huatuco**  
LABORATORISTA DE SUELOS Y  
MATERIALES

Tecnico Laboratorista

**Anexo N° 03: certificados de calibración de instrumentos**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA**  
Calibration Certificate – Laboratory of Force

<b>OBJETO DE PRUEBA:</b> <i>Instrument</i>	<b>MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN</b>	
<b>Rangos</b> <i>Measurement range</i>	5 000 kgf	Pág. 1 de 3
<b>FABRICANTE</b> <i>Manufacturer</i>	<b>TAMIEQUIPOS</b>	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PCP038	
<b>Serie</b> <i>Identification number</i>	501	
<b>Ubicación de la máquina</b> <i>Location of the machine</i>	LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE RAMOS PIÑAS DAVID	
<b>Norma de referencia</b> <i>Norm of used reference</i>	NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )	
<b>Intervalo calibrado</b> <i>Calibrated interval</i>	Del 10% al 100% del Rango	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	<b>RAMOS PIÑAS DAVID</b>	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUANCAYO	
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b> <i>Measurement standard</i>		
<b>Tipo / Modelo</b> <i>Type / Model</i>	T71P / DEF – A	
<b>Rangos</b> <i>Measurement range</i>	5 tn	
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	OHAUS / KELI	
<b>No. serie</b> <i>Identification number</i>	B504530209 / AGB8505	
<b>Certificado de calibración</b> <i>Calibration certification</i>	N° 301 – 2019 GLF	
<b>Incertidumbre de medida</b> <i>Uncertainty of measurement</i>	0.062 %	
<b>Método de calibración</b> <i>Method of calibration</i>	Comparación Directa	
<b>Unidades de medida</b> <i>Units of measurement</i>	Sistema Internacional de Unidades ( SI )	
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b> <i>Date of calibration</i>	2022 – 03 – 07	
<b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b> <i>Date of issue</i>	2022 – 03 – 14	

**NÚMERO DE PAGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**  
*Number of pages of this certificate and documents attached*

3

**FIRMA AUTORIZADA**  
*Authorized Signature*

Téc. Gimel A. Huamán Poquioma  
Responsable Laboratorio de Metrología





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**NÚMERO 302-2022 GLF**

Pág. 2 de 3

**Método de Calibración:** FUERZA INDICADA CONSTANTE  
**Tipo de Instrumento:** MÁQUINA MANUAL PARA ENSAYOS CBR CON INDICADOR DIGITAL

**DATOS DE LA CALIBRACIÓN**

**Dirección de la Carga:** COMPRESIÓN **Resolución:** 0.02 kgf

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
%	kgf	1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
		kgf	kgf	No Aplica	kgf	No Aplica
10	500.0	500.2	500.4		500.0	
20	1000.0	1001.6	1001.8		1001.4	
30	1500.0	1501.4	1501.2		1501.6	
40	2000.0	2001.8	2001.6		2001.8	
50	2500.0	2502.4	2502.4	No Aplica	2502.6	No Aplica
60	3000.0	3003.4	3003.6		3003.7	
70	3500.0	3504.6	3504.8		3505.0	
80	4000.0	4005.8	4006.2		4006.4	
90	4500.0	4503.4	4502.6		4502.4	
100	5000.0	5006.7	5007.4		5007.6	
Indicación después de Carga:		0.0	0.0		0.0	No Aplica

**RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN**

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución	Incertidumbre
%	kgf	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	Relativa a (%)	Relativa U± (%) k=2
10	500.0	-0.04	0.08			0.004	0.108
20	1000.0	-0.16	0.04			0.002	0.101
30	1500.0	-0.09	0.03			0.001	0.099
40	2000.0	-0.09	0.01			0.001	0.098
50	2500.0	-0.10	0.01	No Aplica	No Aplica	0.001	0.098
60	3000.0	-0.12	0.01			0.001	0.098
70	3500.0	-0.14	0.01			0.001	0.098
80	4000.0	-0.15	0.01			0.001	0.098
90	4500.0	-0.06	0.02			0.000	0.099
100	5000.0	-0.14	0.02			0.000	0.098
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

**CONDICIONES AMBIENTALES**

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: **21.8 °C**  
 Temperatura Máxima: **21.8 °C**

Humedad Mínima: **35.0 %Hr**  
 Humedad Máxima: **35.0 %Hr**





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 302-2022 GLF

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución al(%) en el 20%
0,16	0,04	No Aplica	No Aplica	0,00	0,002

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 0.5 Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga tipo "S", #Serie: B504530209 / AGB8505, Patrón utilizado Celda de carga de 5 t. con incertidumbre del orden de 0,062 % con CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 301 – 2019 GLF.

OBSERVACIONES .

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta como PATRÓN usado la estampilla de calibración No. 302-2020 GLF

FIRMAS AUTORIZADAS

  
SUPERVISOR  
  
LABORATORIO  
Téc. ~~Glenn~~ Huamán Poquioma  
Responsable Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: [servicios@qyllaboratorio.com](mailto:servicios@qyllaboratorio.com) / [laboratorio.qyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.qyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°305-2022 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2022-03-14

1. SOLICITANTE : RAMOS PIÑAS DAVID

DIRECCIÓN : JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO -  
HUANCAYO

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELÉCTRICO

MARCA : PINZUAR LTDA.

MODELO : PG-190

NÚMERO DE SERIE : 332

PROCEDENCIA : COLOMBIA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

UBICACIÓN : LABORATORIO

### Descripción del Termómetro del Equipo

Tipo : Digital  
Alcance de Indicación : 0 °C a 200 °C  
División de Escala : 0.1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2022-03-07

La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE RAMOS PIÑAS DAVID

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009; del SNM-INDECOPI - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	25.6	25.6
Humedad Relativa %HR	29	29

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TOTAL WEIGHT	Termómetro de indicación digital de 10 termocuplas	CC - 2505 - 2021

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C, no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Técnico: A. Huamán Rogatoma  
Responsable del Laboratorio de Metrología

G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: [servicios@gylaboratorio.com](mailto:servicios@gylaboratorio.com) / [laboratorio.gylaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gylaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



**7. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110°C ± 10 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110	111	110	110	109	112	111	112	110	110	110.6	3.3
02	110.0	110	111	110	110	109	113	111	112	110	111	110.7	4.0
04	110.0	110	111	110	110	109	113	111	112	111	111	110.8	4
06	110.0	110	111	110	111	109	113	111	112	110	111	110.8	4.0
08	110.0	110	112	110	111	110	113	112	111	110	111	111.0	3
10	110.0	111	112	110	111	110	113	112	111	110	111	111.1	3
12	110.0	110	112	111	112	110	112	112	112	110	111	111.2	2
14	110.0	110	111	110	111	110	112	113	112	110	111	111.0	3
16	110.1	110	111	110	111	110	113	112	112	110	111	111.0	3
18	110.0	110	112	110	112	110	113	112	112	110	112	111.3	3
20	110.0	110	111	110	111	110	113	111	112	110	112	111.0	3
22	110.0	110	111	110	111	110	112	111	112	111	112	111.0	2
24	110.0	110	112	110	111	110	112	111	112	110	112	111.0	2
26	110.0	110	112	110	112	110	112	111	111	110	112	111.0	2.0
28	110.0	110	112	110	111	109	113	111	112	110	112	111.0	4
30	110.1	110	112	111	111	109	112	111	112	110	112	111.1	3.3
32	110.0	110	112	111	111	110	112	111	112	110	112	111.2	2.3
34	110.0	110	112	111	111	110	112	111	112	110	111	111.1	2.4
36	110.0	110	111	111	111	110	112	111	112	110	112	111.1	2.4
38	110.0	110	111	111	112	109	112	112	112	110	112	111.2	3.4
40	110.0	110	111	110	111	110	112	112	112	110	112	111.0	2
42	110.0	110	111	110	111	110	112	112	111	110	112	110.9	2
44	110.0	110	112	110	112	110	113	112	112	110	112	111.3	3
46	110.0	110	112	110	112	110	112	112	112	110	112	111.2	2
48	110.0	110	112	111	112	110	112	112	112	110	112	111.4	2.4
50	110.0	110	112	111	111	110	112	112	111	110	112	111.1	2.0
52	110.0	110	112	111	111	110	112	111	112	110	112	111.1	2.0
54	110.1	110	111	110	111	110	112	111	112	110	111	110.8	2
56	110.1	110	111	110	111	110	113	111	112	111	112	111.1	3
58	110.0	110	111	110	111	110	112	112	111	111	111	110.8	2
60	110.0	111	111	110	111	111	112	112	111	110	111	111.0	2
<b>T. PROM.</b>	110.0	110	111	110	111	110	112	111	112	110	111	111.0	
<b>T. MAX</b>	110.1	111	112	111	112	111	113	113	112	111	112		
<b>T. MIN</b>	110.0	110	111	110	110	109	112	111	111	110	110		
<b>DTT</b>	0.1	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	1.4	1.0	2.0		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.0	0.3
Mínima Temperatura Medida	109.0	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	2.5	0.3
Estabilidad Medida (±)	1	0.04
Uniformidad Medida	4	0.3



Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración  
 Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.  
 Temperatura máxima.  
 Temperatura mínima.  
 Desviación de temperatura en el tiempo.





**8. OBSERVACIONES**

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termocuplas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

Para la temperatura de 110°C

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

**NOTA:**

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO SAC. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

Una copia de este documento será mantenido en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.



**G&L LABORATORIO S.A.C**

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

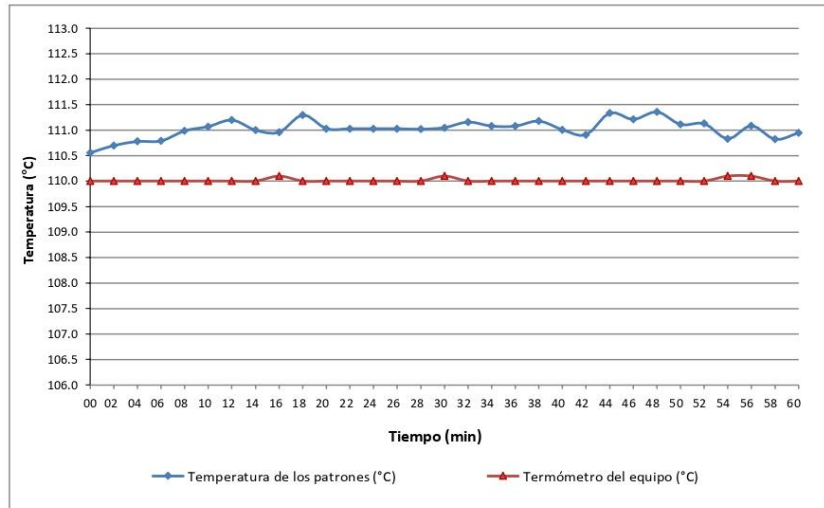
Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE G&L LABORATORIO S.A.C**

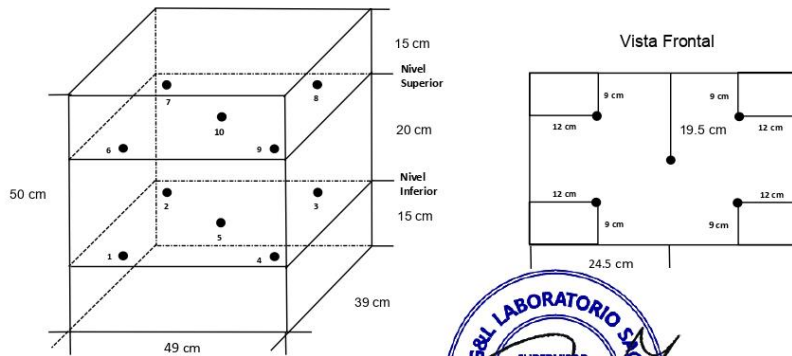


**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO**

**TEMPERATURA DE TRABAJO 110°C**



**UBICACIÓN DE LOS SENSORES**



Los sensores se colocaron a 5 cm de altura sobre sus respectivos niveles.





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 306-2022 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-14

1. SOLICITANTE : RAMOS PIÑAS DAVID

DIRECCIÓN : JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : TAJ602

NÚMERO DE SERIE : 7128380333

ALCANCE DE INDICACIÓN : 600 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.01 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e ) : 0.1 g

PROCEDENCIA : U.S.A

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-03-07

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4° - ABRIL, 2010.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE RAMOS PIÑAS DAVID  
JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO

  
SUPERVISOR  
LABORATORIO  
Gilmer Antonio Huaman Poquioma  
Responsable del Laboratorio de Metrología





**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	25.6 °C	25.6 °C
Humedad Relativa	29 %	29 %

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de <b>DM - INACAL</b>	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 076 - 2021

**7. OBSERVACIONES**

Para 600 g la balanza indicó 539.32 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

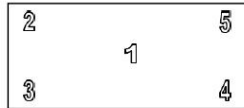
**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= I(g)	Temp. (°C)			Carga L2= I(g)	Δ L (mg)	E (mg)
		Inicial	Final				
		300.00	g	25.6	25.6		
1	300.00	6		-1	600.00	6	-1
2	300.00	5		0	600.01	8	7
3	300.00	5		0	600.01	6	9
4	300.01	6		9	600.01	7	8
5	300.01	7		8	600.01	7	8
6	300.00	6		-1	600.01	7	8
7	300.00	6		-1	600.00	7	-2
8	300.00	6		-1	600.00	6	-1
9	300.00	6		-1	600.01	7	8
10	300.01	5		10	600.01	6	9
				11			11
Diferencia Máxima							
Error Máximo permitido ±		100 mg		±		200 mg	





Vista Frontal

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	I(g)	Δ L (mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga L (g)	I(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	0.10	0.10	5	0	200.00	200.00	7	-2	-2
2		0.10	4	1		199.99	5	-10	-11
3		0.10	5	0		200.01	6	9	9
4		0.10	6	-1		200.01	8	7	8
5		0.10	5	0		200.00	6	-1	-1

Temp. (°C) Inicial: 25.6 Final: 25.6

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 100 mg

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	I(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	I(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
0.10	0.10	5	0						100
0.20	0.20	6	-1	-1	0.20	5	0	0	100
1.00	1.00	5	0	0	1.00	4	1	1	100
10.00	10.00	3	2	2	10.00	5	0	0	100
50.00	50.00	3	2	2	50.00	4	1	1	100
100.00	100.00	5	0	0	99.99	6	-11	-11	100
200.00	200.00	6	-1	-1	200.00	6	-1	-1	100
300.00	300.00	7	-2	-2	300.01	7	8	8	100
400.00	400.01	7	8	8	400.01	7	8	8	100
500.00	500.01	7	8	8	500.01	7	8	8	100
600.00	600.01	8	7	7	600.01	8	7	7	200

Temp. (°C) Inicial: 25.6 Final: 25.6

(\*\*) error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,190E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{4,915E-08 \text{ g}^2 + 276E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>-xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)



**G&L LABORATORIO S.A.C**

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: [servicios@gylaboratorio.com](mailto:servicios@gylaboratorio.com) / [laboratorio.gylaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gylaboratorio@gmail.com)

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C**



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 307-2022 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-14

1. SOLICITANTE : RAMOS PIÑAS DAVID

DIRECCIÓN : JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : VALTOX

MODELO : LDC30N2

NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA

ALCANCE DE INDICACIÓN : 30 kg

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.001 kg

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e ) : 0.001 kg

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : MFC-01

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-03-14

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE RAMOS PIÑAS DAVID  
JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO

  
Gilmer Antonio Huaman Pochioma  
Responsable del Laboratorio de Metrología





**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	25.6 °C	25.7 °C
Humedad Relativa	29 %	29 %

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de <b>DM - INACAL</b> <b>TOTAL WEIGHT</b>	Pesas (exactitud E2 / M2)	LM - C - 076 - 2020 CC - 2502 - 2019 CC - 2503 - 2019 CC - 2504 - 2019

**7. OBSERVACIONES**

Para 30 g. la balanza indicó 29.901 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

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

(\*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C.

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición Nº	Carga L1= 15.000 kg			Carga L2= 30.000 kg		
	I(kg)	ΔL(g)	E(g)	I(kg)	ΔL(g)	E(g)
1	15.000	0.5	0.0	30.000	0.5	0.0
2	15.000	0.5	0.0	30.000	0.6	-0.1
3	15.000	0.5	0.0	30.000	0.6	-0.1
4	15.000	0.6	-0.1	30.000	0.7	-0.2
5	15.000	0.5	0.0	30.000	0.6	-0.1
6	15.000	0.5	0.0	30.000	0.6	-0.1
7	15.000	0.5	0.0	30.000	0.5	0.0
8	15.000	0.6	-0.1	30.000	0.6	-0.1
9	15.000	0.6	-0.1	30.000	0.5	0.0
10	15.000	0.5	0.0	30.000	0.6	-0.1
Diferencia Máxima			0.1			
Error máximo permitido ±			3 g	± 3 g		



**G&L LABORATORIO S.A.C**

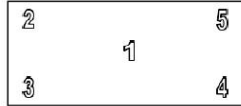
Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Vista Frontal

Temp. (°C) 

Inicial	Final
25.6	25.6

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>c</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	l(kg)	ΔL(g)	E <sub>c</sub> (g)	Carga (kg)	l(kg)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0.010	0.010	0.5	0.0	10.000	10.000	0.6	-0.1	-0.1
2		0.010	0.5	0.0		10.001	0.6	0.9	0.9
3		0.010	0.5	0.0		9.999	0.5	-1.0	-1.0
4		0.010	0.5	0.0		10.001	0.6	0.9	0.9
5		0.010	0.5	0.0		10.000	0.6	-0.1	-0.1

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 3 g

**ENSAYO DE PESAJE**

Temp. (°C) 

Inicial	Final
25.6	25.7

Carga L(kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(kg)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	l(kg)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	
0.010	0.010	0.5	0.0						1
0.020	0.020	0.5	0.0	0.0	0.020	0.5	0.0	0.0	1
0.100	0.100	0.5	0.0	0.0	0.100	0.6	-0.1	-0.1	1
0.500	0.500	0.5	0.0	0.0	0.500	0.6	-0.1	-0.1	1
1.000	1.000	0.5	0.0	0.0	1.000	0.6	-0.1	-0.1	2
5.000	5.000	0.6	-0.1	-0.1	5.000	0.6	-0.1	-0.1	3
10.000	10.000	0.5	0.0	0.0	10.000	0.5	0.0	0.0	3
15.000	15.000	0.6	-0.1	-0.1	15.000	0.5	0.0	0.0	3
20.000	20.000	0.6	-0.1	-0.1	20.000	0.6	-0.1	-0.1	3
25.000	25.000	0.6	-0.1	-0.1	25.001	0.6	0.9	0.9	3
30.000	30.001	0.6	0.9	0.9	30.001	0.6	0.9	0.9	3

(\*\*) error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 293E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{2,540E-04 \text{ g}^2 + 1,037E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>c</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: [servicios@gylaboratorio.com](mailto:servicios@gylaboratorio.com) / [laboratorio.qylaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.qylaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO DE METROLOGÍA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 309-2022 GLW

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-14

1. SOLICITANTE : RAMOS PIÑAS DAVID

DIRECCIÓN : JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE MANUAL

MARCA : TAMIEQUIPOS PROCEDENCIA : COLOMBIANA  
MODELO : TCP005 IDENTIFICACIÓN : NO INDICA  
NÚMERO DE SERIE : 504 TIPO : ANÁLOGA  
ALCANCE DE : 0 a 999 VUELTAS UBICACIÓN : LABORATORIO  
DIV. DE ESCALA : 1 VUELTAS  
FECHA DE INSPECCIÓN : 2022-03-07

3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR DE INSPECCIÓN

La verificación se realizó en el LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE RAMOS PIÑAS DAVID E.I.R.L.  
JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	23.7	23.6
Humedad Relativa %HR	36	36

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de inspección documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

7. OBSERVACIONES

(\*) Serie indicado en una etiqueta adherida al equipo.  
El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / NTC 4630

8. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	207,90	g
Espesor de la copa	1,99	mm
Profundidad de la copa	26,51	mm
Altura de la base	51,23	mm
Ancho de la base	124,97	mm
Longitud de la base	151,71	mm

  
Téc. Guimel Antonio Huaman Poquioma.  
Responsable del Laboratorio de Metrología.  
G & L LABORATORIO S.A.C

TRAZABILIDAD: G&L LABORATORIO S.A.C. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección.

(\*) Este certificado de inspección expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 310-2022 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-14

1. SOLICITANTE : RAMOS PIÑAS DAVID

DIRECCIÓN : JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

MARCA : NO PRESENTA

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : MFC-07

N° TAMIZ : 3/8"

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022.03.07

### 3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-09.

### 4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (\*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

G&L LABORATORIO SAC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valores sin firmas y sellos.

### Misión:

Prestar servicio con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

### Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.

Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

  
SUPERVISOR  
LABORATORIO  
Gilmer Antonio Huaman Poquoma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



**5. TRAZABILIDAD**

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL - DM	Reticula Micrométrica	LLA-206-2020
INSIZE	Mesa de Planitud	13060077
Patrones de referencia de G&L LABORATORIO SAC	Pie de Rey Digital	CLM-001-2021

**6. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	9.50	9.51	-0.01	-10
VERTICAL		9.51	-0.01	-10

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	2.24	2.13	0.11	110
VERTICAL		2.16	0.08	80

**7. INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G-1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G-1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 311-2022 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-14

**1. SOLICITANTE** : RAMOS PIÑAS DAVID

**DIRECCIÓN** : JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : TAMIZ

MARCA : NO PRESENTA

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : MFC-06

N° TAMIZ : 1/2"

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022.03.07

**Misión:**  
Prestar servicio con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

**Visión:**  
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.  
Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

**3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO**

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-09.

**4. OBSERVACIONES**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (\*) Código Asignado por **G&L LABORATORIO SAC**.

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

**G&L LABORATORIO SAC** no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valores sin firmas y sellos.

**Gilmer Antonio Huamán Poquioma**  
Responsable del Laboratorio de Metrología



**G&L LABORATORIO S.A.C**

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



**5. TRAZABILIDAD**

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL - DM	Reticula Micrométrica	LLA-206-2020
INSIZE	Mesa de Planitud	13060077
Patrones de referencia de G&L LABORATORIO SAC	Pie de Rey Digital	CLM-001-2021

**6. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	12.50	12.53	-0.03	-30
VERTICAL		12.61	-0.11	-110

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	2.50	2.39	0.11	110
VERTICAL		2.36	0.14	140

**7. INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E L.T. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 312-2022 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-14

1. SOLICITANTE : RAMOS PIÑAS DAVID

DIRECCIÓN : JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

MARCA : NO PRESENTA

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : MFC-05

Nº TAMIZ : 3/4"

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022.03.07

### Misión:

Prestar servicio con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

### Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

### 3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-09.

### 4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (\*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

G&L LABORATORIO SAC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valores sin firmas y sellos.

  
Gilmer Antón Huamán Roguima  
Responsable del Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C





**5. TRAZABILIDAD**

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de <b>INACAL - DM</b>	Reticula Micrométrica	LLA-206-2020
INSIZE	Mesa de Planitud	13060077
Patrones de referencia de <b>G&amp;L LABORATORIO SAC</b>	Pie de Rey Digital	CLM-001-2021

**6. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (µm)
<b>HORIZONTAL</b>	19.00	19.05	-0.05	-50
<b>VERTICAL</b>		19.03	-0.03	-30

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (µm)
<b>HORIZONTAL</b>	3.15	3.25	-0.10	-100
<b>VERTICAL</b>		3.18	-0.03	-30

**7. INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor  $k=2$  para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 313-2022 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-14

1. SOLICITANTE : RAMOS PIÑAS DAVID

DIRECCIÓN : JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

MARCA : NO PRESENTA

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : MFC-04

N° TAMIZ : 1"

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022.03.07

### Misión:

Prestar servicio con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

### Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales, en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

### 3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-09.

### 4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (\*) Código Asignado por **G&L LABORATORIO SAC**.

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

**G&L LABORATORIO SAC** no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valores sin firmas y sellos.

  
Gilmer Antonio Huaman Pochioma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



**5. TRAZABILIDAD**

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL - DM	Retícula Micrométrica	LLA-206-2020
INSIZE	Mesa de Planitud	13060077
Patrones de referencia de G&L LABORATORIO SAC	Pie de Rey Digital	CLM-001-2021

**6. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	25.00	25.06	-0.06	-60
VERTICAL		25.06	-0.06	-60

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	3.55	3.66	-0.11	-110
VERTICAL		3.66	-0.11	-110

**7. INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 316-2022 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-14

1. SOLICITANTE : RAMOS PIÑAS DAVID

DIRECCIÓN : JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

MARCA : GRANOTEST

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : 59748

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

N° TAMIZ : 200

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022.03.07

**Misión:**

Prestar servicio con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

**Visión:**

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-09.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (\*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

G&L LABORATORIO SAC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valores sin firmas y sellos.

  
Gilmer Antonio Huamán Poquioma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



**5. TRAZABILIDAD**

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL - DM	Retícula Micrométrica	LLA-206-2020
INSIZE	Mesa de Planitud	13060077
Patrones de referencia de G&L LABORATORIO SAC	Pie de Rey Digital	CLM-001-2021

**6. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	VALOR NOMINAL (µm)	PROMEDIO (µm)	ERROR (µm)	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	75.00	75.40	-0.4	-0.4
VERTICAL		75.80	-0.8	-0.8

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	VALOR NOMINAL (µm)	PROMEDIO (µm)	ERROR (µm)	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	50.00	51.60	-1.6	-1.6
VERTICAL		51.60	-1.6	-1.6

**7. INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 318-2022 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-14

**1. SOLICITANTE** : RAMOS PIÑAS DAVID

**DIRECCIÓN** : JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : COMPARADOR DE CUADRANTES

MARCA : NO PRESENTA

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA

ALCANCE DE INDICACIÓN : 0 mm a 12 mm

DIV. MINIMA DE ESCALA : 0.001 mm

INDICACIÓN : DIGITAL

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : NO PRESENTA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-03-07

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques).  
PC-014 del SNM/INDECOPI, Segunda Edición Diciembre 2001.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE RAMOS PIÑAS DAVID  
JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO



Gilmer Aníbal Huamán Quiroma  
Responsable del Laboratorio de Metrología





**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	23.6 °C	23.6 °C
Humedad Relativa	35 %	35 %

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de <b>DM - INACAL</b>	Juego de Bloque Planoparalelos Grado 0	LLA - C - 020 - 2021

**7 RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN ( fe )**

PATRÓN DE MEDICIÓN mm	INDICACIÓN DEL COMPARADOR m	ERROR $\mu\text{m}$	INCERTIDUMBRE $\mu\text{m}$
0.5	0.500	0.0	3.2
1.5	1.500	-0.1	
3.0	3.000	0.0	
4.5	4.500	2.0	
6.0	6.000	0.0	
7.5	7.500	0.0	
9.0	9.000	0.1	
10.5	10.500	0.1	
11.0	11.000	0.1	
12.0	12.000	0.0	

Máxima desviación encontrado en el alcance ( fe ): 2  $\mu\text{m}$

**ERROR DE REPETIBILIDAD ( fw )**

PATRÓN DE MEDICIÓN mm	INDICACIÓN DEL COMPARADOR m	ERROR $\mu\text{m}$	INCERTIDUMBRE $\mu\text{m}$
10.0	10.000	2.0	3.2
	10.000	2.0	
	10.000	2.0	
	10.000	2.0	
	10.000	5.0	

Máxima desviación encontrado en la Repetibilidad ( fw ): 0  $\mu\text{m}$

**8. INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según el "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 319-2022 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-14

1. SOLICITANTE : RAMOS PIÑAS DAVID

DIRECCIÓN : JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COMPARADOR DE CUADRANTES

MARCA : PEX

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA

ALCANCE DE INDICACIÓN : 0 mm a 10 mm

DIV. MINIMA DE ESCALA : 0.01 mm

INDICACIÓN : ANÁLOGO

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : NO PRESENTA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-03-07

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques).  
PC-014 del SNM/INDECOP, Segunda Edición Diciembre 2001.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE RAMOS PIÑAS DAVID  
JR LA MERCED 1004 - EL TAMBO - HUANCAYO

  
SUPERVISOR  
LABORATORIO  
Gilmer Antonio Huaman Pocuima  
Responsable del Laboratorio de Metrología







**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	23.6 °C	23.6 °C
Humedad Relativa	35 %	35 %

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de <b>DM - INACAL</b>	Juego de Bloque Planoparalelos Grado 0	LLA - C - 020 - 2021

**7 RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN ( fe )**

PATRÓN DE MEDICIÓN mm	INDICACIÓN DEL COMPARADOR m	ERROR µm	INCERTIDUMBRE µm
1.0	1.000	0.0	3.2
2.0	2.000	-0.1	
3.0	3.000	0.0	
4.0	4.000	2.0	
5.0	5.000	0.0	
6.0	6.000	0.0	
7.0	7.000	0.1	
8.0	8.000	0.1	
9.0	9.000	0.1	
10.0	10.000	0.0	

Máxima desviación encontrado en el alcance ( fe ): 2 µm

**ERROR DE REPETIBILIDAD ( fw )**

PATRÓN DE MEDICIÓN mm	INDICACIÓN DEL COMPARADOR m	ERROR µm	INCERTIDUMBRE µm
10.0	10.000	2.0	3.2
	10.000	2.0	
	10.000	2.0	
	10.000	2.0	
	10.000	5.0	

Máxima desviación encontrado en la Repetibilidad ( fw ): 0 µm

**8. INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.



**Anexo N° 04: análisis de costo unitarios**

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0202004 COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE**  
 Subpresupuesto **001 COMPARACIÓN DEL USO DE ENZIMA ORGÁNICA Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS COHESIVOS PARA SUBRASANTE** Fecha presupuesto **01/06/2022**

Partida	<b>01.01 MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE E=0.15 M CON CEMENTO</b>						
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	MO. <b>900.0000</b>	EQ. <b>900.0000</b>		Costo unitario directo por : m2		<b>28.66</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0089	23.44	0.21
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0356	16.76	0.60
							<b>0.81</b>
	<b>Materiales</b>						
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0100	5.00	0.05
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.8560	26.00	22.26
							<b>22.31</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.81	0.02
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton		hm	1.0000	0.0089	190.00	1.69
03012000010003	MOTONIVELADORA CAT 120B		hm	1.0000	0.0089	250.00	2.23
03012200050005	CAMION CISTERNA 4X2 AGUA (2,000 GLNS.)		hm	1.0000	0.0089	180.00	1.60
							<b>5.54</b>
<b>Partida</b>	<b>02.01 MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE E=0.15 M CON ENZIMA ORGÁNICA</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	MO. <b>900.0000</b>	EQ. <b>900.0000</b>		Costo unitario directo por : m2		<b>9.27</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0089	23.44	0.21
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.0267	16.76	0.45
							<b>0.66</b>
	<b>Materiales</b>						
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0100	5.00	0.05
02100500020002	ENZIMA ORGANICA		l		0.0071	425.50	3.02
							<b>3.07</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.66	0.02
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton		hm	1.0000	0.0089	190.00	1.69
03012000010003	MOTONIVELADORA CAT 120B		hm	1.0000	0.0089	250.00	2.23
03012200050005	CAMION CISTERNA 4X2 AGUA (2,000 GLNS.)		hm	1.0000	0.0089	180.00	1.60
							<b>5.54</b>

**Anexo N° 05: ficha técnica de la enzima orgánica**

**FICHA TÉCNICA DEL ESTABILIZADOR DE SUELOS**  
**NOMBRE TÉCNICO: PERMA ZYME**

**VERSIÓN: 30X**

**DESCRIPCIÓN.** - Un estabilizador de suelos es un producto que tiene una acción cementante o aglutinante de las partículas presentes en el suelo (material tratado) para lo cual, y en empleo óptimo del producto se deben cumplir algunas condiciones físicas.

**CARACTERÍSTICAS GENERALES.** - El Perma Zyme 30x, se obtiene por degradación enzimática (fermentación) de productos orgánicos aplicándose a los procesos de la norma ISO 16000.

Es un producto orgánico, ecológico, biodegradable, barato, de fácil manipulación, no corrosivo, no combustible o inflamable.

**CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS BÁSICAS PARA SU APLICACIÓN:**

1. Granulometría. El suelo debe pasar la malla Nro. 200 en 18 a 30%.
2. Índice Plástico. Intervalo 5 a 15.
3. pH. Intervalo 4.5 a 8.5

**VERSIÓN 30X.-** Los estabilizadores pueden ser de origen inorgánico como el ConAid u orgánicos, como: GT 24X, Terra Zyme y Perma Zyme versiones: 11x, 22x, Zyplex y la nuestra, versión 30x.

**La versión 30x del Perma Zyme,** se da por tres aspectos adicionales que la empresa Biotika S.AC. otorga a sus clientes:

1. Soporte técnico in situ,
2. Precio más competitivo y
3. Análisis de laboratorio post obra.

**RENDIMIENTO.** - El Perma Zyme 30x tiene igual rendimiento y su criterio de aplicación es el mismo como los demás estabilizadores orgánicos.

- 01 litro sirve para tratar 30 m<sup>3</sup> de material removido.
- La concentración de Perma Zyme en un suelo tratado es de: alrededor de 17,3 mg/kg.
- La tasa de dilución es de 1:1,750 (v/v) pero puede variar de acuerdo a la humedad del suelo.
- Rango de compactación: 100%.
- Garantía de la vía: 05 años (mínimo). Casos excepcionales evidencian la permanencia del producto hasta 14 años después de haberse aplicado el producto.

**CONSERVACIÓN.** - Debajo de los 48,9°C. El congelamiento no lo daña.

**REQUERIMIENTOS FISICOS PARA SU APLICACIÓN.** - Una vez rociado, el estabilizador necesita de una fuerza de presión que lo comprima la cual, va a permitir el efecto deseado en la estabilización de los materiales granulares del suelo.

**RESULTADOS LOGRADOS CON SU APLICACIÓN.** - Mejora la compactación, homogenización, impermeabilización, la resistencia al esfuerzo de carga (CBR) y el corte del suelo.

La base creada, será densa y estable, resistiendo a la penetración del agua, a aspectos vinculados con el clima y erosión permitiendo un uso constante en caminos teniendo otros usos en: ladrillos y losetas estabilizados, taludes, terraplenes, matapolvo, lagunas de oxidación, represas, lagunas, rellenos sanitarios, pozos de relaves químicos, etc. **Es decir, impermeabiliza y endurece todo material que contenga un porcentaje de arcilla.**

**ANÁLISIS QUÍMICO.** - Se adjuntan dos resultados de laboratorios validados:

Cuadro Nro. 01

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - FACULTAD DE**  
**INGENIERÍA QUÍMICA Y MANUFACTURERA - LABORATORIO N°**  
**14 QUÍMICA ORGÁNICA**

ANALISIS	RESULTADO
Contenido de nitrógeno %:	0,193
Densidad 22°C g/ml:	1,08
Viscosidad 25°C cPo:	114,4
pH:	4,3
Solubilidad:	total
Espectroscopia UV.-	
Longitud de Máx. Absorción:	278,5
Absorvancia 0,5 ml/100ml:	2,21
Color	marrón oscuro

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS - FACULTAD  
 DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA - UNIDAD DE SERVICIOS  
 DE ANÁLISIS QUÍMICOS**

ANÁLISIS	RESULTADO
Contenido de nitrógeno %:	0,190
Densidad g/ml:	1,09 (21°C)
Viscosidad cPo:	142,6 (21°C)
pH:	5,82
Solubilidad:	total
Espectroscopia UV-VIS.-	
Longitud de Máx. Absorción:	276,9
Absorbancia 0,5 ml/100ml:	2,53
Color	marrón oscuro

**Leyenda:**

- **Contenido de Nitrógeno.** - Es un método de evaluación del contenido de proteínas incluye enzimas).
- **Densidad.** - Cantidad de concentración de la materia o masa en una unidad de volumen (d = masa/volumen).
- **PH.** - Es una medida de la propiedad ácida o básica. Se mide la concentración de los iones (H) va de 0 a 14.
  - 0 - 7 es ácida (menor valor es más ácida).
  - 7 - 14 es básica (mayor valor es más básica).
- **Viscosidad.** - Es la resistencia al rozamiento que tienen los líquidos (gases también), a fluir. Se calcula tomando como referencia el valor de la viscosidad del agua, líquidos muy viscosos fluyen lentamente. Ejm. Miel de abeja.
- **Espectroscopia UV-VIS.-** Método instrumental para caracterización de sustancias, aprovechando la propiedad de absorción de energía en el rango ultravioleta y visible de la muestra. El valor de la radiación ultravioleta (de cuarzo), emplea radiación del espectro electromagnético entre 200-400 nanómetros (longitud de onda nm). Las sustancias absorben a longitud de onda definida (a ello se llama espectro). Sustancias distintas tienen espectros distintos.

- **Solubilidad.** - Medida del grado de disolución de la muestra en agua.

**ANÁLISIS FÍSICO.** - La apariencia del Perma Zyme 30x es similar a una melaza muy parecido a la algarrobina.

Cuadro Nro. 03

**CIVIL ENGINEER RESEARCH FOUNDATION / INTERNATIONAL  
INSTITUTE OF ENERGY CONSERVATION, WASHINGTON D.C.  
U.S.A. DIC 9, 2002.**

ANÁLISIS	RESULTADO
Color	Marrón oscuro
Olor	Ligero olor dulce
Inflamable	No
Corrosivo	No corrosivo
Gravedad específica	14,146

Fuente: Tri State Laboratories Inc. Youngstown, Ohio, EEUU

**COMPOSICIÓN AMBIENTAL.** - De acuerdo con la información del fabricante, Perma Zyme 30x está compuesto de materiales orgánicos. El análisis de composición ambiental consiste de un análisis de contenido orgánico y un análisis de químicos tóxicos.

Los ítems analíticos de contenidos orgánicos son: demanda de oxígeno biológico (BOD) y demanda de oxígeno químico (COD). Los análisis de químicos tóxicos incluyen los metales, herbicidas/pesticidas, hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAH), compuestos orgánicos semi-volátiles (SVOC) y compuestos orgánicos volátiles (VOC).

**RESULTADO.** LA UTILIZACIÓN DE PERMA ZYME ES SEGURA EN CUANTO A SU IMPACTO AMBIENTAL NO RESULTANDO TÓXICO EN PRACTICAMENTE NINGUNO DE LOS CASOS.

#### **PERMA ZYME30X**

Un estabilizador de suelos es un producto que tiene una acción cementante o aglutinante de las partículas presentes en el suelo (material tratado) para lo cual, y en empleo óptimo del producto se deben cumplir algunas condiciones físicas.

**PARAMETROS QUE DEBE CUMPLIR EL SUELO** (análisis de laboratorio).

1. INDICE PLASTICO. De 5 a 15.
2. PH. De 4.5 a 8
3. GRANULOMETRIA. Los finos deberán pasar la malla Nro. 200 de 18% a 30%.
4. HUMEDAD ÓPTIMA. De acuerdo a análisis del laboratorio.



**PROCEDIMIENTO COMERCIAL**

- **PRECIO DE PERMA ZYME 30X. US\$ 160.00 por litro** (sin IGV).
- **PRESENTACION.** Cilindro de 208 litros = 55 gis. Bidones de 20 litros.
- **CARRETERA DE 1 KM X 6 M X 0.15 M. aplicando Perma Zyme,** cuesta aproximadamente: US\$ 5,500.00 (incluido IGV)
- **PRECIO PROMEDIO M2:** S/. 2.50
- **RENDIMIENTO:** Un litro de Perma Zyme rinde de 200 a 220 m2 con un espesor de 0.15m. Varía dependiendo de los parámetros presentes en el suelo y actividad futura.
- **GARANTIA.** Certificado que se adjunta y documentación de la compra.
- **FORMAS DE PAGO.** Contrato (con adelanto) o adjudicación en procesos de Adquisición Directa Selectiva (ADS) - Adquisición por Mínima Cuantía (AMC).
- **ENTREGA PRODUCTO, ALMACÉN DEL CUENTE:** 48 horas (stock permanente) Volumen superior a 208 litros (un cilindro): 15 días.
- **COMPETITIVIDAD.** Todos los estabilizadores funcionan de manera similar (+- 5%). Nuestro producto, se importa directo de la fábrica de Estados Unidos.
- **ENSAYOS** Disponibilidad gratuita para análisis in situ y/o proctor modificado.

**ANALISIS COMPARATIVO DE PRECIOS DE ESTABILIZADORES EN PERU**

a. Perma Zyme 30x	US\$ 160.00 sin IGV.	Verificado
b. Zymplex PZ 22x	US\$ 170.00 sin IGV.	Verificado
c. Terra Zyme	US\$ 178.00 sin GV.	Por verificar
d. Perma Zyme 22x	US\$ 183.50 sin IGV.	Verificado
e. GT-24x	US\$ 235.00 sin IGV.	Verificado

Urb. José Carlos Mariátegui D-26. Of. 201 Wanchac - Cusco.

**Web:** [www.biotika.pe](http://www.biotika.pe)

**E.Mail:** [gerencia@biotika.pe](mailto:gerencia@biotika.pe)

**Skype:** [gustavo.munoz2050](https://www.skype.com/user/gustavo.munoz2050)

**RECOMENDACIONES A SEGUIR PARA UNA CORRECTA MANIPULACION DEL PRODUCTO. -**

- A. La fórmula de dilución depende de dos factores. Primero, el suelo a utilizar debe ensayarse en laboratorio para determinar el contenido de humedad. Segundo, el contenido de humedad del suelo debe determinarse en el sitio.
- B. La temperatura en su aplicación, deberá ser de 10°C.
- C. No se debe aplicar el producto cuando esté lloviendo ya que, precipitaría las partículas sólidas quedando encima los finos granulares.
- D. El producto no contiene químicos o alérgenos que contribuyan a reacciones respiratorias o cutáneas adversas.
- E. En áreas donde prevalezca un subsuelo de agua, la vía debe construirse con agregados pesados (sistema francés de drenaje) antes de colocar el estabilizador.
- F. Antes de cubrir la carretera con asfalto o concreto, se debe esperar 2-3 días.

**EQUIPOS REQUERIDOS. -**

- a) Operarios de equipo calificados y con la supervisión del ingeniero constructor de carreteras.
- b) Motoniveladora como CAT 140G o similar con escarificadores.
- c) Un disco o arado puede ser necesario para la mezcla y pulverización del suelo a tratar.
- d) Un rodillo compactador de 8-10 TN mínimo con vibrador si lo hay disponible.

Opciones:

- Compactadora de tambor sencillo o doble.
- Aplanadora tipo pata de cabra para suelos con arcilla pesada.
- Aplanadora neumática de 15 TN o más.

- e) Carro tanque con flauta de gravedad o presión (2000 gls./8000 lts.)

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**

- A. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE. -** Antes de aplicar el estabilizador, al suelo por tratar, sea que haya sido escarificado en el lugar o transportado material desde los sitios de origen aprobados, se pulverizará utilizando métodos mecánicos con arado de rastra o de disco, en el ancho y espesor suficientes que permitan obtener la sección compactada indicada en los planos.

El proceso de pulverización continuará hasta desmenuzar el suelo y se logren los requerimientos granulométricos.

En todos los casos en que el proceso involucre el suelo del lugar, parcial o total, **deberá comprobarse que el material que se encuentre bajo el espesor por estabilizar presente las condiciones de resistencia indicadas en el expediente técnico**. La superficie debajo de la profundidad de tratamiento o la sub-base debe revisarse.

En caso de que la estabilización se vaya a realizar únicamente con el suelo existente, éste se deberá escarificar en todo el ancho de la capa que se va a mezclar, hasta una profundidad suficiente para que, una vez compactada, la capa estabilizada alcance el espesor señalado en los planos.

Si se contempla la adición de un suelo de préstamo para mejorar el existente, ambos se deberán mezclar uniformemente antes de iniciar el riego de distribución de PERMA ZYME.

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si es necesario construir combinando varios materiales, se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se unirán para lograr su mezclado. Si fuere necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación se empleará el equipo adecuado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material.

Después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos.

Para la distribución del material se emplearán moto-niveladoras ó máquinas distribuidoras.

**Nota:** En caso de que por alguna razón hubiera necesidad de dejar aplicado el producto sin tender ni compactar más de 72 hrs., el proceso catalizador se llevará a cabo ocasionando que el material se endurezca, por lo cual no podrá ser manejado fácilmente y en algunos casos, según el tipo de terreno, podrá parecer como imposible. En esta situación se debe preparar una mezcla de un litro de PERMA ZYME entre 8 a 10,000 litros de agua para aplicarse sobre el material endurecido, logrando de esta manera que las enzimas que se encuentran mezcladas en el suelo se reactiven nuevamente, pudiéndose de esta manera volver acondicionarlo para ser tendido y compactado.

- B. **MEZCLADO.** - Una vez preparada la superficie existente, es necesario que el agua tratada con PERMA ZYME se aplique al material. Instruir a los motoristas de los camiones de agua para que mantengan una velocidad constante y apliquen la solución en forma pareja. Debe dejarse que pase suficiente tiempo entre los pasos del carro tanque para que así el suelo de la superficie no se sature y que por lo tanto dificulte el trabajo.

La moto-niveladora deberá hacer las pasadas necesarias hasta obtener una **mezcla homogénea**, para luego apilar la mezcla en cordones ya sea en la berma o en la mitad de la vía. Este material humedecido debe dejarse en reposo por lo menos dos horas para que así haya una hidratación apropiada. El material tratado puede dejarse en un arrume durante la noche sin que pierda su efectividad.

Después de que se haya amontonado el material, la superficie debajo de la profundidad de tratamiento o la sub-base deben revisarse. **Normalmente esta superficie se rompe, humedece y mezcla ligeramente luego se compacta para asegurar la estabilidad de la estructura base.** Recordar...un buen cimiento empieza en el fondo. Los rellenos y sub-bases preparadas y compactadas in apropiadamente no se pueden corregir simplemente colocando una capa de suelo tratado con PERMA ZYME sobre ellos.

A medida que la moto-niveladora retire los cordones de material tratado y lo distribuya en forma homogénea, puede ser necesario humedecer de nuevo este material, para obtener los óptimos resultados de compactación. Se debe usar agua limpia, si se ha agregado todo el PERMA ZYME.

Aunque se deberá siempre mantener la humedad óptima, es importante que el material no esté ni muy húmedo ni muy seco. ***El aditivo trabaja mejor con un nivel de humedad un poco menor que el óptimo.***

- C. **COMPACTACIÓN.** - A medida que la moto-niveladora esparce el material tratado en alzadas de 3 a 6 pulgadas la compactadora presionará el material. La compactadora debe efectuar suficientes pasadas para asegurarse de obtener un máximo de compresión (se debe usar vibrador si hay disponible).

Cuando se emplea el vibro-compactador normalmente podemos constatar que no es necesario más de 2 o 3 pasadas (ida y vuelta) para obtener compactaciones arriba del 95%, por lo que se recomienda, realizar un compactograma en las primeras aplicaciones para determinar el número ideal de pasadas, según el tramo de que se trate y acorde con las especificaciones de construcción.

En el paso final ya no se usará vibrador lo cual, evitará agrietamiento en la superficie causado por el rápido secado de la vía. La superficie se aplanará hasta lograr la apariencia uniforme y sellada más estética. En climas cálidos puede necesitarse humedecer un poco más la superficie.

- D. **APERTURA AL TRÁNSITO.** -Normalmente, se proporcionará a la vía un tiempo de curado de 24 a 72 horas. En condiciones de clima seco la vía puede abrirse inmediatamente al tránsito liviano.



Con presencia de lluvia / elevada humedad, debe aumentarse el tiempo de curado manteniendo cerrada la vía.

Si se va a cubrir la carretera con asfalto o concreto, el trabajo debe continuar después de 2 o 3 días.

**Anexo N° 06: panel fotográfico**



Fotografía 1. Excavación de la calicata N°01 a cielo abierto según norma MTC E 101- 2000, con maquinaria retroexcavadora.



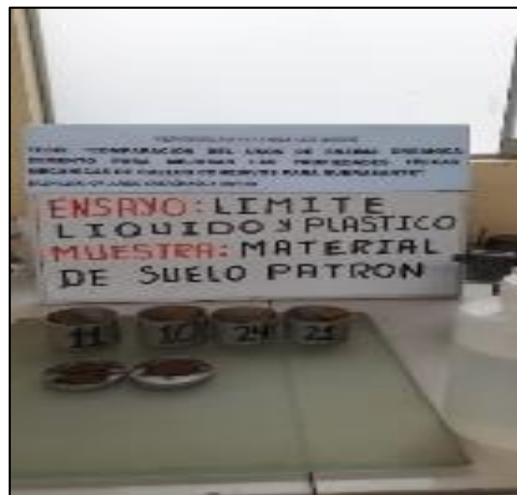
Fotografía 2. Verificación de 1.5 metros de profundidad de la Calicata N°01, según norma MTC E 101 -2000.



Fotografía 3. Georreferenciación de la calicata N°01. en coordenadas UTM – WGS84, según norma MTC E 101 -2000.



Fotografía 4. Determinación del contenido de humedad natural de acuerdo a la norma NTP 339.127.



Fotografía 5. Determinación del límite líquido y límite plástico del suelo patrón según el método de la norma NTP 339.129.



Fotografía 6. Desarrollo del ensayo del límite líquido del suelo con adición de enzima orgánica, en base a la norma NTP 339.129.





Fotografía 7. Preparación de la mezcla de suelo más 7 % de cemento para realizar el ensayo de Proctor modificado de acuerdo a la norma NTP 339.141 y MTC 115.



Fotografía 8. Compactación del suelo con 7 % de cemento aplicando la metodología de la norma MTC E 115 y NTP 339.141.



Fotografía 9. Preparación de la mezcla de suelo más 14 % de cemento para realizar el ensayo de Proctor modificado aplicando la metodología de la norma MTC E 115 y NTP 339.141.



Fotografía 10. Compactación del suelo con 7 % de cemento aplicando la metodología de la norma MTC E 115 y NTP 339.141.



Fotografía 11. Compactación del suelo con 20 % de cemento aplicando la metodología de la norma MTC E 115 y NTP 339.141.



Fotografía 12. Preparación de la mezcla de suelo más enzima orgánica para realizar el ensayo de Proctor modificado aplicando la metodología de la norma MTC E 115 y NTP 339.141.



Fotografía 13. Vista del material utilizado para la ejecución del ensayo de Proctor modificado del suelo con enzima orgánica con la metodología de la norma MTC E 115 y NTP 339.141.



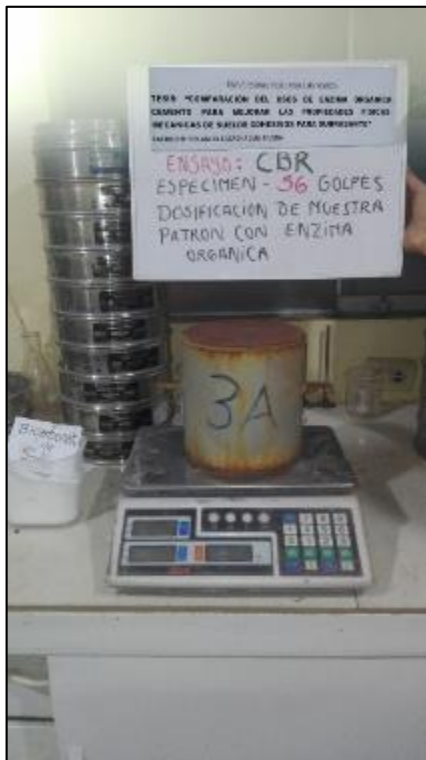
Fotografía 14. Vista de la realización del ensayo CBR de la muestra patrón, de acuerdo a la norma NTP 339.145.



Fotografía 15. Compresión de muestras de suelo con 14 % de cemento mediante el ensayo de CBR, según la norma NTP 339.145.



Fotografía 16. Compresión de muestras de suelo con 20 % de cemento mediante el ensayo de CBR, según la norma NTP 339.145.



Fotografía 17. Vista de muestra de suelo con enzima orgánica para la realización del ensayo de CBR, según la norma NTP 339.145.

**Anexo N° 07: ubicación de la zona de estudio**

