



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra”

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

**AUTOR:**

Huamani Quispe, Andrés Edgardo (ORCID:0000-0001-5171-0019)

**ASESOR:**

Dr. Gutiérrez Vargas, Leopoldo Marcos (ORCID:0000-0003-2630-6190)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de infraestructura vial

LIMA — PERÚ

2020

### **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios y también a mi familia ya que gracias a ellos con su apoyo incondicional me dan fuerzas y pude salir adelante y cumplir con cada meta trazada en este largo camino.

### **Agradecimiento**

Agradecer a cada una de las personas que brindaron sus aportes para la elaboración de esta investigación y pudieron hacer posible su culminación.

## Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEORICO</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>18</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación	18
3.2. Variable y Operacionalización:	19
3.3. Población, muestra y muestreo.	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	22
3.6. Método de análisis de datos.	24
3.7. Aspectos éticos	25
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>26</b>
4.1. Estudio de suelo	27
4.2. Estabilización de suelos arcillosos sin uso de aditivos.	29
4.3. Estabilización de suelos arcillosos con la aplicación de vidrio reciclado	34
4.4. Estabilización de suelos arcillosos con la aplicación de cenizas volantes de carbón.	38
<b>V. DISCUSIÓN.</b>	<b>48</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>51</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>52</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>60</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. <i>Símbolos de grupo</i>	10
Tabla 2. <i>Clasificación de suelos según tamaño de partículas.</i>	10
Tabla 3. <i>Clasificación de subrasante.</i>	11
Tabla 4. <i>Numero de golpes necesarios para la trituración del vidrio.</i>	14
Tabla 5. <i>Índice de plasticidad de un suelo arcilloso</i>	20
Tabla 6. <i>Ensayo granulométrico por tamices ASTM Norma (MTC E-104-2000)</i>	28
Tabla 7. <i>Resultados de Contenido de humedad y Limite de consistencia</i>	29
Tabla 8. <i>Compactación de moldes.</i>	30
Tabla 9. <i>Cuadro CBR para 0.1 pulg. de penetración.</i>	31
Tabla 10. <i>Datos de corte directo (suelo natural).</i>	32
Tabla 11. <i>Cuadro de resultados de esfuerzo normal y esfuerzo de corte</i>	33
Tabla 12. <i>Resultado de resumen con - Proctor Modificado M-01(suelo natural con adición vidrio reciclado).</i>	34
Tabla 13. <i>Resumen de resultados CBR Suelo natural con adición de vidrio reciclado.</i>	35
Tabla 14. <i>Cuadro de resumen de resultados esfuerzo normal y esfuerzo de corte.</i>	36
Tabla 15. <i>Cuadro de resumen de ángulo de fricción y cohesión de suelo natural con adición de vidrio reciclado.</i>	38
Tabla 16. <i>Resultado de resumen con - Proctor Modificado M-01(suelo natural con adición de volantes de carbón).</i>	39
Tabla 17. <i>Resumen de resultados CBR Suelo natural con adición de cenizas volante carbón.</i>	39
Tabla 18. <i>Resumen de resultados CBR Suelo natural con adición de cenizas volante carbón y vidrio reciclado al 100% y 95%.</i>	41
Tabla 19. <i>Cuadro de resumen de resultados esfuerzo normal y esfuerzo de corte.</i>	42
Tabla 20. <i>Cuadro de resumen de ángulo de fricción y cohesión de suelo natural con adición de cenizas volante de carbón</i>	43
Tabla 21. <i>Resumen general de resultados ángulo de fricción y la cohesión.</i>	44
Tabla 22. <i>Resumen general de resistencia de suelos.</i>	45

## Índice de gráficos y figuras

<i>Figura 1.</i> Esquema del aparato de resistencia al esfuerzo cortante directo.	12
<i>Figura 2.</i> Esquema del proceso básico para elaborar el vidrio.	13
<i>Figura 3.</i> Diferencia de suelo arcilloso.	20
<i>Figura 4.</i> Vidrio triturado	21
<i>Figura 5.</i> Ubicación y descripción técnica de las calicatas	26
<i>Figura 6.</i> Curva granulométrica.	28
<i>Figura 7.</i> Contenido de humedad y densidad seca máxima del suelo natural.	30
<i>Figura 8.</i> Suelo natural.	31
<i>Figura 9.</i> Gráfico CBR en muestra M-01 en (suelo natural).	32
<i>Figura 10.</i> Esfuerzo vs Deformación (suelo natural)	33
<i>Figura 11.</i> Gráfico de ángulo de fricción $f$ y cohesión [kPa] (suelo natural).	34
<i>Figura 12.</i> CBR resumen comparativos suelo natural con adición de vidrio reciclado.	35
<i>Figura 13.</i> Densidad seca vs CBR suelo natural con adición de vidrio reciclado.	36
<i>Figura 14.</i> Gráfico de resumen de esfuerzo normal y esfuerzo de corte de suelo natural con adición de vidrio reciclado.	37
<i>Figura 15.</i> Resumen de esfuerzo normal y esfuerzo de corte de suelo natural con adición de vidrio reciclado.	37
<i>Figura 16.</i> Gráfico de resumen de ángulo de fricción y la cohesión de suelo natural con adición de vidrio reciclado.	38
<i>Figura 17.</i> CBR resumen comparativos suelo natural con adición de cenizas volante carbón.	40
<i>Figura 18.</i> Densidad seca vs CBR suelo natural con adición de cenizas volante de carbón.	40
<i>Figura 19.</i> CBR resumen comparativos al 100%.	41
<i>Figura 20.</i> CBR resumen comparativos al 95%.	41
<i>Figura 21.</i> Gráfico de resumen de esfuerzo normal y esfuerzo de corte de suelo natural con adición cenizas volante de carbón.	42
<i>Figura 22.</i> Resumen de esfuerzo normal y esfuerzo de corte de suelo natural con adición de cenizas volante de carbón.	43
<i>Figura 23.</i> Gráfico de resumen de ángulo de fricción y la cohesión de suelo natural con adición de cenizas volante de carbón.	43
<i>Figura 24.</i> Gráfico Resumen general de resultados ángulo de fricción y la cohesión.	44
<i>Figura 25.</i> Resistencia de suelos.	45
<i>Figura 26.</i> Gráfico de curva de resistencia de suelos.	45

## **Resumen**

En la tesis titulada efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra, tuvo como objetivo principal Determinar el efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra el tipo de investigación es aplicada y el diseño es experimental donde se usó como población, a todos los suelos arcillosos en el distrito de Puente Piedra en el caso de los residuos industriales son aquellos que se generan en el Perú, conformada por suelos arcillosos de alta y baja plasticidad del acceso, llegando a la conclusión que de acuerdo al límite de consistencia se concluye que tenemos un LL de 21%, un LP de 18% y un IP de 3% lo que nos indica que tenemos un contenido de humedad de 2.1%. Se concluye que la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de los materiales fueron variables, en cuanto al suelo natural teníamos un M.D.S de 2.133 gr/cm<sup>3</sup>, un O.C.H de 5.8%, mientras que con 9% de C.V.C un M.D.S de 2.158 gr/cm<sup>3</sup> y un O.C.H de 6.5% , con 11% de C.V.C un M.D.S de 2.168 gr/cm<sup>3</sup> y un O.C.H de 6.2%, con el 13% de C.V.C un M.D.S de 2.187 gr/cm<sup>3</sup> y un O.C.H de 6.5%, mientras que con la V.R con un 9% da una M.D.S de 2.176 gr/cm<sup>3</sup> y un O.C.H de 6.6% , con 11% de V.R nos dio un M.D.S de 2.176 gr/cm<sup>3</sup> y un O.C.H de 6.8%, con el 13% de V.R una M.D.S de 2.205 gr/cm<sup>3</sup> y un O.C.H de 7.0%. se dio como recomendación que los pobladores de la ciudad puente piedra el uso único solo del 13% de C.V.C ya que se obtuvieron excelentes resultados y aumentaron su capacidad portante.

**Palabra clave:** Estabilización, suelos arcillosos, vidrio molido, cenizas volantes de carbón.

## **Abstract**

In the thesis entitled effect of recycled glass and carbon fly ash in the stabilization of clayey soils, Las Palmeras - Puente Piedra, the main objective was to determine the effect of recycled glass and carbon fly ash in the stabilization of clayey soils, Las Palmeras - Puente Piedra the type of research is applied and the design is experimental where it was used as a population, all clay soils in the Puente Piedra district in the case of industrial waste are those that are generated in Peru, made up of soils clay with high and low access plasticity, reaching the conclusion that according to the consistency limit it is concluded that we have an LL of 21%, an LP of 18% and a PI of 3%, which indicates that we have a content of 2.1% humidity. It is concluded that the maximum dry density and the optimum moisture content of the materials were variable, in terms of natural soil we had a MDS of 2,133 gr / cm<sup>3</sup>, an OCH of 5.8%, while with 9% of CVC a MDS of 2,158 gr / cm<sup>3</sup> and an OCH of 6.5%, with 11% of CVC an MDS of 2,168 gr / cm<sup>3</sup> and an OCH of 6.2%, with 13% of CVC a MDS of 2,187 gr / cm<sup>3</sup> and an OCH of 6.5%, , while with the VR with 9% it gives a MDS of 2,176 gr / cm<sup>3</sup> and an OCH of 6.6%, with 11% of VR it gave us a MDS of 2,176 gr / cm<sup>3</sup> and an OCH of 6.8%, with 13% of VR a MDS of 2.205 gr / cm<sup>3</sup> and an OCH of 7.0%. It was given as a recommendation that the residents of the stone bridge city use only 13% of C.V.C since excellent results were obtained and their bearing capacity increased.

**Keywords:** Stabilization, clay soils, ground glass, coal fly ash.



## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad a nivel mundial la presencia de los suelos expansivos o arcillosos en los pavimentos, siendo el problema e interés de ingenieros de diferentes países que impulsan la investigación en sus propiedades. La estabilización de suelos con aditivos químicos, ejecutando exitosos trabajos ha ido ganando reconocimiento en muchos países, resultando soluciones fiables; han sido construidos con estos procedimientos, con resultados satisfactorios. Se le denomina estabilizador químico de suelos al ser agregado a los suelos, lo altera, mejorando sus propiedades según (Junco y Tejada, 2013, p. 2). La estabilización del suelo se refiere a las técnicas utilizadas para tratar y mejorar propiedades de ingeniería (por ejemplo, resistencia, rigidez y estabilidad de volumen calidad) según (Tavakol et al, 2020, p. 1). Una de las alternativas para la estabilización de suelos sería con materiales naturales y reciclables con el objetivo de aumentar las características del suelo arcilloso, para que este sea compacto para soportar todas las cargas del pavimento, por ello cada año viene aumentando el volumen de tránsito, la exigencia de adecuado al servicio de las vías existentes, y cambios severos de condiciones climáticas. En general los suelos presentan dentro de su composición las arcillas, que estos generan una dificultad para estabilizar los suelos. Dentro de todos los tipos de arcillas destaca la del tipo expansivas que tienen la propiedad de realizar el fenómeno de cambios volumétricos cuando se aplica cargas y disminución de humedad. Estos tipos de suelos arcillosos generan daños en obras viales, en estructuras de edificaciones, entre otros. En la estabilización de suelos se brinda en las propiedades físicas el mejoramiento de un suelo a través de incorporación de productos químicos y procedimientos mecánicos, naturales o sintéticos y la razón generalmente es para mejorar el aumento de la resistencia mecánica de las propiedades físicas y los suelos, sobresalgan a lo largo del tiempo.

En el Perú se está investigando en la estabilización de suelos arcillosos con la finalidad de mejorar las propiedades físicas y mecánicas, que se encuentran en el Manual de suelos y pavimentos Según el (MTC, 2013, p. 107). Los ingenieros vienen trabajando en la estabilización de suelos como: estabilizaciones químicas y con geo sintéticos. Existen otras alternativas no convencionales como aditivos

de productos marinos (ostra, mejillón, moluscos y otros); productos industriales (cenizas volantes de carbón) y para materiales con residuos de plásticos, vidrio molido reciclado entre otros; productos agrícolas (mazorcas de maíz, cáscara de coco, semillas de dátil, bagazo de caña, cáscaras de palma aceitera, entre otros).

En el distrito de Puente Piedra, es evidente la ausencia de pavimentación en gran parte de sus vías, contando en muchos casos solo con la capa de afirmado o rodadura, sumado a esto que su calidad y clasificación de suelos (arcillosos, limosos y arenosos) es desfavorable, ya que es uno de los distritos que presenta una gran variedad de tipo de suelos, entre ellos están los que son aptos y no aptos para construir. Por ello mencionó que en los últimos años han optado en estabilizar los suelos con el fin de mejorar sus propiedades, pero el problema es que resulta ser muy costoso según (Espinoza, 2017, p. 7) por lo cual se debe innovar en tecnologías que no sean costosas y no demanden mucho tiempo de ejecución para disminuir el problema de los asentamientos, licuación de suelos, resistencia mecánica, que mejore el diseño de la estructura y detenga el deterioro de la vía en esta zona de tránsito fluido, contribuyendo a no contaminar el medio ambiente y la salud de los pobladores del distrito. La ubicación estratégica tiende a favorecer el comercio interprovincial y comercial, teniendo la ventaja la contribución al aspecto económico según (Guzmán, 2016, p. 132).

Problema general: ¿Qué efecto tiene el vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra?

Problemas específicos: ¿Qué efecto tiene sin uso de aditivos en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra? ¿Qué efecto tiene con la aplicación de vidrio reciclado en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra? ¿Qué efecto tiene con la aplicación de cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra?

La justificación de investigación se divide en teórica, metodológica, practica, social y medio ambiental. Primero la justificación teórico, se realizara el trabajo de investigación se recurrirá a la revisión de fundamentos teóricos y científicos de la estabilización de suelos y sus aditivos para luego aplicarlo determinar la resistencia de suelos en la parte operativa; segundo la justificación metodológica

se realizara el trabajo de investigación, utilizará ensayos experimentales de la distinción de suelos de su resistencia mecánica usando vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón; la justificación es practica debido al trabajo de campo y ensayos experimentales de aplicación en el Laboratorio adicionando vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón como agregados; además la investigación tiene justificación social se pretende mejorar la calidad de vida de la población mediante el transporte, lo cual mejorará la fluidez en el tránsito, ahorro en tiempos de traslados, y como su fuente principal de ingresos es el comercio, significará ventajas económicas; y al final la justificación medio ambiental debido a que se utiliza como aditivos el vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón que son residuos sólidos y con el fin de ser reutilizado, así mismo mitigar la contaminación ambiental y enfermedades ocasionadas por el níquel contenidas en sus partículas no se contribuirá con la contaminación al medio ambiente, siendo de esta manera un proyecto eco-sostenible.

Objetivo general: Determinar el efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra; luego de dimensionar las variables se formula los objetivos específicos: i) Determinar la estabilización de suelos arcillosos sin uso de aditivos, Las Palmeras - Puente Piedra. ii) Determinar la estabilización de suelos arcillosos con la aplicación de vidrio reciclado, Las Palmeras - Puente Piedra. iii) Determinar la estabilización de suelos arcillosos con la aplicación de

cenizas volantes de carbón, Las Palmeras - Puente Piedra. En cuanto a la hipótesis de trabajo, ésta se constituye en una presunción de la relación existente características, atributos y cualidades que definen el cual sería materia de investigación (Bernal, 2010, p. 139).

Hipótesis general: La aplicación de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón mejora la estabilización del suelo arcilloso, Las Palmeras, Puente Piedra. La hipótesis específica i) La aplicación sin uso de aditivos mejora la estabilización del suelo arcilloso, Las Palmeras, Puente Piedra. ii) La aplicación de vidrio reciclado mejora la estabilización del suelo arcilloso, Las Palmeras, Puente Piedra. iii) La aplicación de cenizas volantes de carbón mejora la estabilización del suelo arcilloso, Las Palmeras, Puente Piedra.

## II. MARCO TEORICO

Como trabajos previos se tomaron en consideración las siguientes investigaciones:

Andavan y Pagadala (2019), en su artículo científico. "Experimental study on addition of lime and fly ash for the soil stabilization. Su objetivo principal mejorarlas propiedades del suelo y sus adecuaciones utilizando cal y cenizas volante. Sus resultados el límite de líquido ha aumentado al agregar cenizas volantes en (20%). Considerando que el límite de plástico ha disminuido por la adición de cenizas volantes hasta (20%). En el estándar la prueba de compactación de proctor primero disminuye agregando un 5% de cenizas de volante y luego comienza de nuevo para aumentar el valor agregando cenizas volantes. En la prueba de gravedad específica obtenemos las disminuciones sumando, las cenizas volantes lentamente en una proporción de 20% de cenizas volantes. En compresivo ilimitado pruebe los valores son incrementos agregando las cenizas volantes a una tasa del 20%. el suelo se ha mejorado. Fuerza de las cenizas volantes y el cal. El suelo estabilizado después de 7 y 28 días se incrementan en gran medida por mayor densidad y compactación (p. 4).

Espinoza y Honores (2018), en su tesis "Estabilización de Suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación", argumentó que el carbón utilizado en las fábricas de ladrillos peruanos no es un riesgo ambiental en el curso de su calcinación, sino cuando se emite y se descubre al aire libre. Con respecto a la estabilización de los suelos arcillosos, sus resultados fueron porcentaje natural un LL de 32.43, en LP 19.42 y en un IP de 13.01%, en cuanto al S80% -CoCe de 20% tuvo un LL de 39.32 y un LP de 24.87 por tanto un IP de 14.45% , en cuanto al S75% -CoCe de 25% tuvo un LL de 40.74 y un LP de 28.32 por tanto un IP de 12.41% y por ultimo con un S70% -CoCe de 30% tuvo un LL de 39.84 y un LP de 29.98 por tanto un IP de 9.86%, las combinaciones de suelo natural, conchas de abanico y cenizas de carbón al 20%, 25% y 30% se clasifican como un suelo tipo CL, suelo arcilloso de baja plasticidad, según SUCS y de grupo A-6, A-6, A-7-5 Y A-4 Respecto a sus características mecánicas dieron como resultado MDS de 1.886 gr/cm<sup>3</sup>, 1.838 gr/cm<sup>3</sup> y 1.847 gr/cm<sup>3</sup>, el CBR al 95% 2.80 y llegando a la combinaciones al

20%. 25% y 30% de conchas de abanico y cenizas de carbón al suelo arcilloso, llegando a la conclusión aumentan su capacidad portante, obteniéndose CBR de 14.50%, 19.80% y 15.60% respectivamente, siendo estos valores mayores al 10%, pudiendo ser una subrasante buena, sin embargo, las conchas de abanico calcinadas no cumplen con las especificaciones como material estabilizador de la norma ASTM C 977 (p. 172).

Para Cueva y Chang (2019), en su tesis “Estabilización de suelos arenosos adicionando cenizas volantes de carbón y cemento tipo I con fines de cimentación superficial en el asentamiento humano Villa los Jardines del distrito de Chimbote, Áncash -2019”, su objetivo principal fue evaluar la estabilización de suelos arenosos adicionando cenizas volantes de Carbón (C.V.C) y Cemento Tipo I con fines de cimentación superficial, El diseño utilizado es experimental, clasificación SUCS tipo de suelo arena mal graduada – SP, en cuanto a su C.H. es de 0.6% y los resultados de Atterberg L.P, L.L y el I.P, en las 4 muestras no reflejo plasticidad. El suelo natural en proctor modificado es el O.C.H 9.42% y M.D.S.1.681 gr/cm<sup>3</sup>, la adición del suelo natural + 10% de C.V.C. en proctor modificado tuvo como M.D.S. es de 1.733 gr/cm<sup>3</sup>, O.C.H. es de 11.25 %, se evaluó el ángulo de fricción, capacidad portante, M.D.S. y lo resultados del suelo natural respecto al ángulo de fricción fue de 28.78° y su capacidad portante 1.45 kg/ ,suelo natural + 10 % de C.V.C. tuvo un incremento en el ángulo de fricción de 34.57° y capacidad portante de 4.66 kg/cm<sup>2</sup> , suelo natural + 10% cemento tipo I tuvo un incremento de 31.62 ° y una capacidad portante de 3.82 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente el suelo natural + 10% C.V.C. + 10% cemento incrementó su ángulo de fricción a 37.59° y una capacidad portante de 6.02 kg/cm<sup>2</sup>. Llegando a la conclusión para la selección de las adiciones adecuadas, se concluye que el óptimo resultado fue la mezcla del 10 % de cenizas volantes de carbón -10% de cemento, con una M.D.S. de 1.812 gr/cm<sup>3</sup>, O.C.H. de 10.42 % y en el ángulo de fricción de 37.59° (p. 33).

Para Arroyo (2019), en su tesis de investigación “Estabilización con cenizas de carbón para mejorar las propiedades mecánicas del terreno fundación en cimentaciones superficiales - Calle 75, Comas – Lima, 2019” Determinar la influencia de la estabilización con cenizas de carbón para mejorar las

propiedades mecánicas del terreno de fundación en cimentaciones superficiales. Tipo de investigación es experimental, y uno de sus conclusiones se produjo variaciones en ensayo de corte directo obteniendo resultados distintos en la cohesión (de 0.013 a 0.044) y ángulos de fricción (37.40° a 33.34°), de igual manera, los cálculos muestran cuatro capacidades de cargas para el diseño de las cimentaciones ( 0.79 kg/cm<sup>2</sup>, 1.064 kg/cm<sup>2</sup>, 1.132 kg/cm<sup>2</sup> y 1.283 kg/cm<sup>2</sup>), donde el suelo natural logra dimensiones de 1.40 m x 1.00 m y la muestra Suelo + 30% Cenizas de carbón logra una zapata de 1.10 x 0.65 m.

Cañar (2017), con su trabajo experimental “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón”, Su objetivo Evaluar los Resultados de Resistencia al Corte entre los suelos arenosos finos y arcillosos, y el comportamiento mecánico de las estabilizaciones de los suelos arenosos finos y arcillosos con cenizas de carbón, con el fin de determinar las mejores condiciones para su uso. En el tipo de suelo arena limosa (S.M) su L.L. es 22.13%, L.P. 19.38% C.H. 15.30% y los valores de CBR en el suelo sin aditivos su M.D.S. 1.560 gr/cm<sup>3</sup> y O.C.H. 13.80%, el CBR 15.6% aumentaron aproximadamente en un 3% con la adición de cenizas de carbón al 20%, 23% y 25% aumenta su C.H. 15.00%, 16.80%, 16.70 y su M.D.S. 1.56 gr/cm<sup>3</sup>, 1.555 gr/cm<sup>3</sup>, 1.555 gr/cm<sup>3</sup> se podría concluir que la ceniza de carbón aumenta la capacidad de soporte. Las cenizas de carbón al (20%, 23% y 25%). Los resultados de ensayos CBR 18.8%, 19.1% y 19.6 concluye en los ensayos de CBR en suelos arenosos finos presenta un aumento del 4.6% al combinarlos con el 25% de cenizas de carbón, mejorando el porcentaje de la resistencia que va desde el 15.0% hasta el 19,60%, indicando que se puede utilizar como una sub-rasante. (p. 49).

Poma (2016), en su tesis “Estabilización de suelos con polvo de vidrio reciclado”, de la Universidad San Pedro, Su objetivo fue evaluar la densidad seca máxima (MDS) y la resistencia al corte del suelo al agregar 0%, 5%, 7%, 10% de polvo de vidrio reciclado para incrementar las propiedades. La conclusión a la que llego fue que el suelo sin adicción las propiedades suelen ser inadecuadas para la construcción de vías, por lo que se recomienda el uso de este material (polvo de vidrio reciclado) justificándose por los resultados obtenidos en tablas y graficas obteniendo la tendencia y siendo evaluados con los óptimos porcentajes para

mejorar las condiciones de trabajo del suelo (p. 65).

Mas *et al* (2016), en su trabajo de investigación y publicado como artículo científico “Análisis de la Viabilidad Ambiental de la Utilización de Morteros Fabricados con Polvo de Vidrio en la Estabilización de Suelos”, el objetivo fue observar el impacto ambiental generado su aplicación de morteros y polvo de vidrio. Utiliza como material, las dimensiones granulométricas del polvo de vidrio con diámetros característicos  $d_{10}$ ,  $d_{50}$ ,  $d_{90}$ . La conclusión del trabajo es que el uso de desechos del polvo de vidrio posibilita para la investigación ya que podrían ser favorables para la utilización en afirmar carreteras y tratamiento de suelos finos, además que con el uso de este material reciclable como estabilizador por consiguiente tendrá un beneficio económico- ambiental (p. 84).

Infante (2015),

con la tesis “Evaluación de características físicas y mecánicas de una base estabilizada con cemento modificada con vidrio templado reciclado”, por el grado de Bachiller de Ingeniería Civil de la Universidad del Valle, Bogotá D.C. El tipo de suelo según AASHTO es de A-2-4 con grava y limo, es bueno. Se Evaluó sus características físicas, mecánicas de un agregado de suelo-cemento-vidrio templado con miras a establecer una comparación con la mezcla convencional. Se realizó ensayos en el suelo, cemento y vidrio, planteo el método de trituración y una mezcla suelo cemento con vidrio, comparando resultados de compresibilidad y estableciendo las ventajas de esta alternativa. La muestra utilizada fue de 72 briquetas, concluyendo que en el análisis la mezcla óptima es aquella que contiene 10% de vidrio templado y 7% de cemento con una densidad del  $2.1 \text{ gr/cm}^3$  y humedad óptima del 12.5% ya que ofrece la resistencia de 2.1 MPA dando cumplimiento a la norma y sus características físicas y mecánicas; no tiene grandes cambios al compararla con la mezcla sin vidrio templado, usando un consumo mínimo de cemento con el máximo consumo de vidrio templado (p. 55).

La presente investigación utiliza fundamentos relacionados al tema y se sustenta en el marco teórico con algunos conceptos importantes: El suelo arcilloso, se compone de minerales como la montmorillonita que se encogen y se hinchan cuando el contenido de humedad se altera debido a que la capacidad de carga del suelo disminuye, que causa la contracción diferencial del suelo puede

conducir a la falla de la superestructura. Son débiles los suelos, se pueden estabilizar añadiendo minerales químicos para mejorar sus propiedades según (Arun et al, 2020, p. 1). Los estabilizadores más comunes utilizados para mejorar la capacidad de carga del suelo en varias estructuras como revestimiento de canales, ferrocarriles, sub rasante capa de pavimento y base de cimientos son Cal y cemento según Jha y Sivapullaiah citado por (Syed, GuhaRay y Kar, 2020, p. 2). La estabilización del suelo es un método para mejorar las propiedades del suelo mediante la mezcla y mezclar otros materiales. Las mejoras incluyen el aumento del peso unitario en seco, capacidades, cambios de volumen, el rendimiento de subsuelos, arenas y otros desechos materiales para fortalecer las superficies de las carreteras y otras aplicaciones geotécnicas según (Firoozi et al, 2017, p. 2). Al estabilizar Mecánicamente los Suelos: Se propone elevar el nivel del suelo actual, sin variar su estructura y los componentes básicos del suelo. Metodológicamente para conseguir la estabilización se usará la compactación, con el cual se disminuirá el volumen de espacios vacíos del suelo según el (MTC, 2013, p. 113). Los materiales deben estudiarse a partir del procesamiento de residuos para obtener materiales aditivos más baratos para un suelo arcilloso óptimo con la composición aditiva según (Gunarti et al, 2020, p. 2). Puede resultar más económico la estabilización química, realizar técnicas de mejora del suelo, como compactación cal, estabilización química o refuerzo utilizando elementos discretos, como fibras, para superar la deficiencia inherente presente en los suelos naturales débiles según (Jayawardane et al, 2020, p. 2). En la estabilización química el propósito principal del suelo natural para cumplir con el propósito de ingeniería específico las propiedades geotécnicas del suelo se pueden mejorar, los parámetros de resistencia al corte, aumentando la resistencia a la tracción, mejorando la rigidez y también apunta para reducir la plasticidad según (Tan et al, 2020, p. 2). Estabilización de suelos con métodos físicos: estas se realizan de acuerdo a un equipo mecánico y el más general es la estabilización por compactación en él se empleará todas las obras donde se utiliza el material prima, el proceso se debe originar los siguientes fenómenos: Elevar la resistencia de corte y aumentar la firmeza del suelo, bajar la compresibilidad para disminuir el asentamiento, reducir la relación de los vacíos para disminuir la permeabilidad. Aquí se utiliza la prueba Proctor de



compactación modificado según (Norma CE. 020, 2012, p. 8). Estabilización de suelos con Escoria: actualmente en el mundo se emplean las escorias de hornos de fundición, con agregados en la preparación del hormigón, conforme al material base sub-base en los pavimentos, en la estabilidad de la sub rasantes, en la carpeta asfáltica como parte del ligante bituminoso; Se ha optado por la aplicación en la parte agrícola, en el tratamiento de aguas residuales. Si se emplea el subproducto en construcciones de obras viales, sería innecesaria explotar canteras nuevas, además el paisaje del lugar se conserva; no se necesita los agregados procesarlo porque se disminuye el consumo redes eléctricas y otros combustibles, Por consiguiente, disminuye la emisión de gases de CO<sub>2</sub> al ambiente (MTC, 2013, p. 119). Estabilización Con geosintéticos: estos proporcionan una mejor resistencia a la tracción y al rendimiento para la construcción de los pavimentos. Los geosintéticos a nivel mundial, el comportamiento de los agentes agresivos y en referencia a su resistencia mecánica, permite encontrar múltiples variedades de los geosintéticos; Una de ellas es la función anticontaminante y drenante la función primordial de los geotextiles; este específica el refuerzo del terreno, armado y explanada en los pavimentos, está en el área de las geomallas y su principal función es impermeabilización (MTC, 2013, p. 125). Clasificación de suelos La organización de territorio autoriza comprender, de aspecto atributivo, las características automáticas de un terrenal, atribuyéndole las cualidades geotécnicas del grupo en el que sitúe. De los diferentes métodos existentes para identificar superficies destacan dos: El SUCS basada en análisis granulométrico y AASHTO resulta conveniente y cataloga el suelo según su calidad en explanaciones para (Herráez y Moreno, 2019, p. 264). Ver anexo 6.1. Por otro lado, la subrasante: Para llegar a un estado óptimo requiere que una capa se encuentre compactada y este conformada por suelos que presentan características aceptables (García, 2017, sp).

**Tabla 1.** Símbolos de grupo

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	H
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	L

Fuente: UEES,2001

**Tabla 2.** Clasificación de suelos según tamaño de partículas.

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: MTC (2014).

En cuanto al Ensayo de Proctor modificado [...] Las pruebas Proctor Estándar y el P. Modificado están hechas para suelos diferentes. El límite de la curva de compactación Proctor estándar oscila entre el 85 y el 97% del máximo correspondiente a la prueba modificada; el factor suelo es el principal para definir la relación entre ambas pruebas. Además, es notable el acercamiento que ocurre entre los resultados en las dos pruebas en materiales granulares. (Rico y Del Castillo, 2005, p.197). Ver anexo 6.2.

California Bearing Ratio (CBR). Es un ensayo que caracteriza la disposición de sostener el suelo, mide su resistencia en este, y evalúan los potenciales esfuerzos a los que el suelo será expuesto, pero no se reflejan los efectos de la carga de tránsito. Presentan circunstancias e intervienen en la disposición de sostener los suelos como el soporte al esfuerzo tajante, que depende del espesor

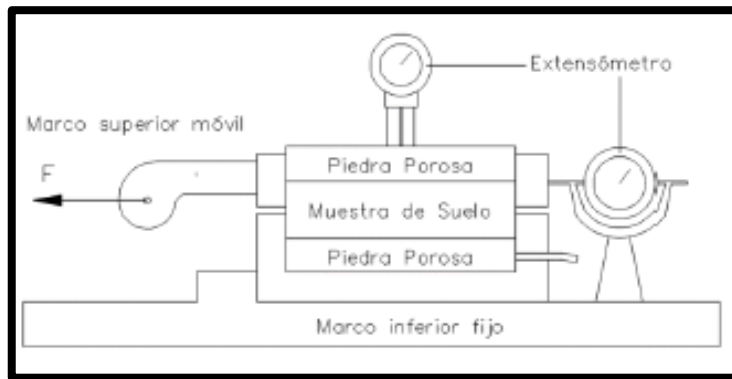
logrado y su humedad, los suelos impregnados tienen menor amplitud de soporte de sostén en contraste a superficies no abarrotados, exigiendo la correlación que a más humedad inferior sería la disposición de sostener el terreno Según (Rojas, 2011, p. 3). De la misma forma clasifica a los suelos según los diferentes tipos de condición de la subrasante. (MTC, 2013, p. 29).

**Tabla 3.** *Clasificación de subrasante.*

<b>Categorías de Subrasante</b>	<b>CBR (%)</b>
S <sub>0</sub> : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	3% ≤ CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	6% ≤ CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante Buena	10% ≤ CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante Muy Buena	20% ≤ CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: MTC. 2013

Para Juárez y Rico el Corte Directo es uno de los ensayos para determinar la resistencia al corte y por ende, la cohesión y ángulo de fricción interna de un suelo es el ensayo de corte directo, ideado por Arthur Casagrande. Consta de un aparato conformado de dos marcos, uno es fijo y otro es móvil, en donde se aloja la muestra de suelo. Para muestras saturadas, el suelo es encasillado por piedras porosas en la parte superior e inferior, mientras que, para muestras secas, el suelo es confinado por placas. Una fuerza rasante es aplicada a la parte móvil provocando la falla a la muestra sobre un plano bien definido. A su vez, sobre la cara superior del conjunto se aplican cargas que proporcionan una presión normal en el plano de falla,  $\sigma$ , que se gradúa a criterio del que ejecuta el ensayo. La deformación de la muestra, tanto en sentido horizontal como vertical, es medida con extensómetros citado en (Capcha y Ballarte, 2018, p. 51)



*Figura 1. Esquema del aparato de resistencia al esfuerzo cortante directo.*

La muestra a ensayar puede ser inalterada como moldeada en laboratorio según la humedad y compactación necesaria. El diámetro mínimo de las muestras circulares o el ancho mínimo para muestras rectangulares debe ser alrededor de 50mm (2"). Y el espesor mínimo, 12mm (1/2"), pero no menor de un sexto del tamaño máximo de las partículas del suelo. Una vez colocada la muestra en la caja de corte, se conecta el dispositivo de carga y se ajusta el dial para medir tanto la deformación durante el corte, como el cambio del espesor de la muestra. Tras el incremento gradual de la fuerza, se miden las deformaciones horizontales relativas que se generan entre el marco superior e inferior. Así se obtienen pares de valores de fuerza y deformación según (Capcha y Ballarte, 2018, p. 52)

La granulometría menciona que es conocido también como gradación del suelo, permite determinar las proporciones en la que participan los granos del suelo según el tamaño para (Escobar y Gonzalo, 2016, p. 48).

Las fabricaciones de vidrio como materias primas se usan como materias primas arena silíceas (arcillas) y una mezcla de óxidos metálicos secos pulverizados o granulados, puesto que las arcillas son productos geológicos del envejecimiento de la corteza terrestre, es un material muy abundante en la naturaleza, según (catalán, 2013, p. 21).

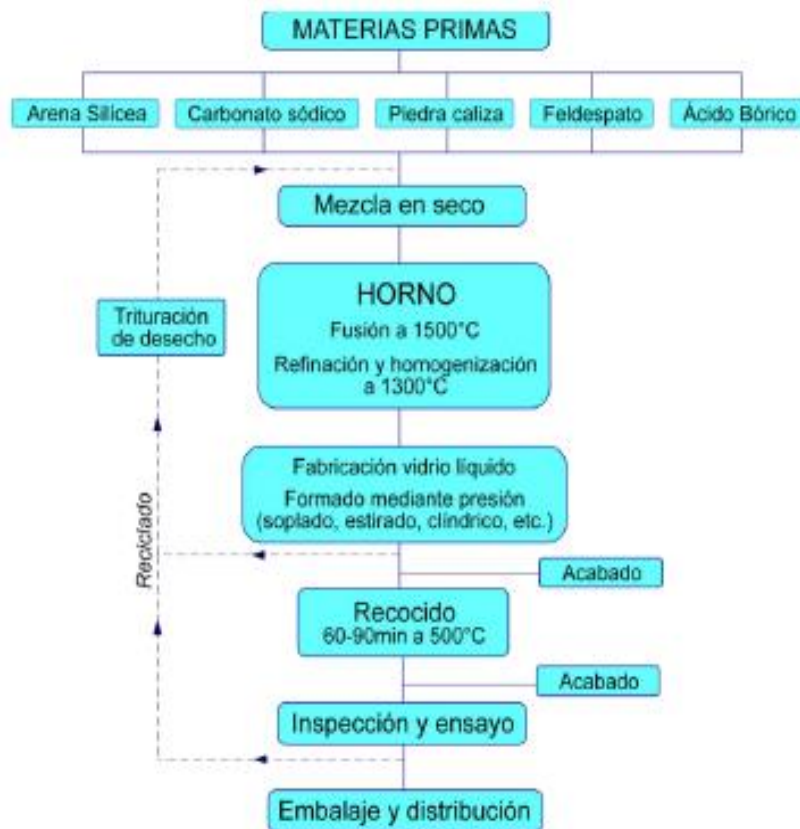


Figura 2. Esquema del proceso básico para elaborar el vidrio.

Trituración. Una vez que las botellas se encuentran libres de toda suciedad y secas, se rompen utilizando un martillo reduciendo a pequeños fragmentos pulverizados y se van colocando dentro de un contenedor de dimensiones adecuadas para ello. Tamizado. Por último, se tamiza el vidrio pulverizado haciéndolo pasar por la malla N° 200 hasta obtener la cantidad deseada del material. Material resultante. El resultado de la molienda y el tamizado es un material con una textura similar al cemento según (Jaimes, 2018, p. 54).

Metodología de trituración fue necesario realizar la trituración del vidrio en el laboratorio de forma artesanal tomando como ejemplo el martillo de proctor estándar para el efecto generado por el golpe, de esta manera con una pesa de 4.5 kilos dejándola caer a un metro de altura se genera una fuerza de 98.1 N dentro de un tubo de PVC de 6" para que la carga siempre caiga de manera puntual, según la cantidad de golpes el vidrio se tritura en diferentes tamaños como se muestra en la tabla 4 según (Infante, 2015, p. 22).

**Tabla 4.** *Numero de golpes necesarios para la trituración del vidrio.*

<i>Tamiz</i>	<i>Numero de golpes</i>
3/4"	0
1/2"	6
3/8"	10
1/4"	13
#4	20
#8	23
#10	26
#16	30
#30	33
#40	38
#50	44
#80	50
#100	60
#200	80

Fuente: (Infante, 2015, p. 23).

Propiedades físicas alta densidad (2-4 gr/cm<sup>3</sup>), impermeables, transparentes, baja respuesta al fuego y reacción al choque térmico. Propiedades químicas los vidrios resisten a la acción de los reactivos químicos. exclusivamente les ataca el ácido fluorhídrico. Propiedades mecánicas duro, eficaz a la compresión y al desgaste, es decir no es de fácil rayado, más si frágiles al golpe. dependiendo de que compuesto químico se le agregue se obtienen diferentes tipos de vidrio según (Pinday, 2019, p. 9)

Los residuos de vidrio se utilizan, desde la década de 1970, en la fabricación de ladrillos horneados. Debido a su composición muy específica, funcionan como material de fusión en el proceso de compactación de minerales arcilloso según (Rivera et al, 2020, p. 2). Por otro lado, Los envases de vidrio también generan importantes cantidades de residuos, volumen anual de residuos generados en todo el mundo según estimaciones por las Naciones Unidas es 200 millones de toneladas de las cuales el 7% es vidrio reciclado. La utilización del vidrio en la fabricación de diversos bienes y productos para la construcción y diversas industrias está aumentando debido a un rápido crecimiento en el desarrollo de

infraestructura, industrialización para mejora en el nivel de vida, Modernización construcción de edificios ha dado lugar a una tendencia a la utilización de enormes Cantidades de vidrio en fachadas de edificios. Cada año un gran número de estos edificios están completando su vida útil y agregan más vidrio en el flujo de reciclados Las propiedades del vidrio se compararon con las de agregado grueso según Topcu y Canbaz citado por (Rashid *et al* 2018, p. 212, 213). Las botellas recicladas de vidrio se recogieron de Skudai (Malasia). Primero, estas botellas se limpiaron con agua corriente normal. para eliminar los contaminantes y luego triturado por la máquina trituradora. El vidrio triturado se tamizó a través de 600 mm para separar el vidrio, grandes partículas. Posteriormente, Los Ángeles Abrasión Machine con 25 kg Se utilizó la capacidad para moler el vidrio tamizado durante 3 h con el fin de obtener tamaño de partícula medio de 25 mm utilizando bolas de acero inoxidable de 16  $\phi$  40 mm. Posteriormente, el polvo resultante se calentó en un horno a 110 C ( $\pm$  5) durante 60 min y nuevamente molido durante 7 h usando una máquina de molino de bolas para lograr distribución óptima de nanopartículas. Se muestra el procedimiento para la preparación de nanopolvo a partir de botellas de vidrio según (Ghasan *et al*, 2020, p. 3). Los residuos de vidrio: son simplemente limpiándolos y triturándolos en diferentes tamaños y utilizarlo como material de construcción que puede ser el más viable y ecológico solución amigable (Kim y Kim, 2018, p. 313).

Las cenizas de carbón catalogadas como puzolanas son materiales silíceos o aluminio-silíceos que reaccionan químicamente. Las cenizas de carbón se pueden dividir en cenizas de fondo, cenizas volates (definidas así por la norma ASTM) y combinados; las cenizas de fondo son residuos que se encuentran en el fondo de las calderas y poseen diámetros de partícula mayores a 0.075 mm (retenido malla N°200) característicos del carbón inquemado, este residuo es más usado en estudios como material de filler (del inglés “relleno”) ya que no posee un alto potencial puzolánico; las cenizas volantes son residuos que quedan atrapados en los filtros de las calderas y poseen diámetros menores a los 0.075 mm (pasante malla N° 200), este ha demostrado lograr reacciones en microestructuras cristalinas y amorfas a partir de la síntesis de aluminosilicatos

alcalinos con una solución activadora de hidróxido alcalino y silicato alcalino, a este producto se le llama geopolímero según (Morales, 2015, p. 12). La ceniza volante es una muestra sólida, que se originó en el proceso de combustión del carbón mineral en polvo que se quema en las centrales térmicas. Su composición se basa en los minerales combustibles del carbón y las reacciones exhibidas durante el proceso de combustión (ASTM C, 618-05, 2013, p. 4). Por ello El 40% de ladrilleras en Lima y provincias utilizan el carbón para su respectiva calcinación de los ladrillos, generando de esta manera 50 mil toneladas de cenizas volantes de carbón cada tres meses, estas cenizas se localizan en la intemperie produciendo daños en la salud y en la contaminación ambiental, Según (Torrealva, 2018, p. 4). Para fabricar las muestras de suelo para resistencia y pruebas de durabilidad, las cenizas volantes y la escoria se agregaron primero como un reemplazo parcial de pulverizado suelo arcilloso seco (natural) o motorizado (diseñado) para formar el material seco total en la mezcla. La tasa de reemplazo se consideró en diferentes combinaciones de 10%, 15% y 20% por peso de arcilla tratada. Luego se usó el mezclador Hobart para mezclar continuamente el material seco, mientras se añade gradualmente la solución de activador premezclada y agua libre según (Abdullah *et al*, 2020, p.8). La quema de carbón bituminoso y lignito, produce cenizas volantes de clase F, no obstante, la quema de antracita como carbón sub-bituminoso produce cenizas volantes de clase C. (Espinoza y Honores, 2018, p. 71). Estabilización mediante cenizas volantes. Las cenizas volantes son uno de los cuatro productos de combustión de carbón (CCP) que se producen como subproducto-uct de la quema de carbón, dos grupos principales, Clase C y Cl se producen cenizas de volantes. Ardiente el lignito y el carbón sub bituminoso producen cenizas volantes Clase C. Sin embargo, la quema de antracita, otro, conocido como carbón bituminoso, produce cenizas volantes de Clase F. Aunque puede haber múltiples variaciones del aditivo químico, las partículas de cenizas volantes generalmente consisten en hol - esferas bajas de óxidos de silicio, aluminio y hierro y carbono no oxidado, todos los cuales hacer ambas clases de puzolanas de cenizas volantes-materiales silíceos o silíceos y aluminosos. Por lo general, se ve como molino fino plástico (ML) cuando se utiliza el suelo unificado Sistema de clasificación (USCS). Las cenizas volantes de clase F no se utilizan tan a



menudo porque requiere un activador, eitsu cal o cemento, para formar mezclas puzolánicas estabilizadas (PSM) ya que no es un material autocementante. observó que las cenizas volantes redujeron el límite de líquido y el índice de plasticidad mejorado el Relación de cojinete de California (CBR) y resistencia a la compresión. Ensayos de hinchamiento en mezclas suelo-cal alteradas con cenizas volantes Clase F. Observarlas variaciones mostraron que la cal y las cenizas volantes son una buena combinación para estabilizar suelos limosos y arenosos. Es drásticamente aumentó la rigidez del producto final. (Firoozi et al, 2017, p. 5). De acuerdo con las causas químicas, la composición química puede dividirse en cenizas de silicio aluminio o cenizas volcánicas, y las características de unión o activación de las cenizas volcánicas son de clase F, y el contenido de óxido de calcio es inferior al 10%. En su clasificación, la ceniza de sulfocalcio también contiene una gran cantidad de óxido de calcio y aglutinante hidráulico, que pertenece a la categoría C según la norma (ASTM. C618-05, p. 7). Sostuvieron que el carbón utilizado en los sectores ladrilleros del Perú, no representa un peligro ambiental en el proceso de su calcinación, pero si al ser expuesto y desalojado en la intemperie; así también los componentes químicos que presentan las cenizas volantes de carbón de las ladrilleras de la Ciudad de Santa, son : humedad (0.7%), material orgánica de 0.88 % , elemento livianos (40.843%), dióxido de silicio( $\text{SiO}_2$ ) con el 34.954%, óxido de trióxido de dialuminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) un 16.064 %, trióxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) de 1.561%, óxido de dipotasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) con 1.137% ,dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) de 1.263 %, óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) de 1.025 %, trióxido de azufre (S ) de 0.946%, óxido de zinc ( $\text{ZnO}$ ) de 0.027%, óxido de manganeso ( $\text{MnO}$ ) de 0.025% ,óxido de estroncio (Sro) de 0.019% y óxido de cobre ( $\text{CuO}$ ) de 0.011%, todos estos elementos fueron analizados mediante el método o ensayo de fluorescencia de rayos X según (Espinoza y Honores, 2018, p. 65).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

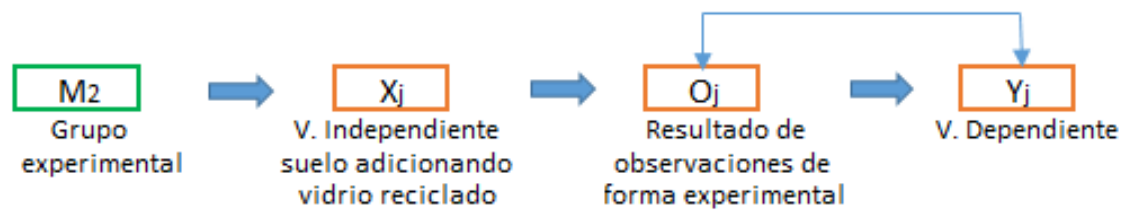
**Tipo de investigación:** Según el propósito de la investigación es Investigación aplicada, debido a con los fundamentos teóricos científicos de la estabilización de los suelos, se va aplicar a la realidad en resistencia de los suelos arcillosos, adicionando vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón.

**Diseño de investigación:** es experimental, porque se manipula los agregados de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón. (variable independiente) para luego comprobar si hay un cambio en resistencia mecánica de los suelos arcillosos (variable dependiente) El subtipo es **diseño cuasi experimental**. Se debe realizar ensayos experimentales en el laboratorio para probar la hipótesis con muestra de la zona de intervención, preparando las muestras para la resistencia mecánica, densidad y límites de consistencia con grupos de control (sin aditivos vidrio molido y cenizas volantes de carbón) y grupos experimentales (con muestras utilizando con aditivos de vidrio molido y cenizas volantes de carbón). Es de nivel explicativo debido a que a través de los resultados el mejoramiento de suelos arcilloso tras la incorporación de vidrio reciclado y cenizas volante de carbón de manera independiente y se explicaran detalladamente los procedimientos empleados. Es de enfoque cuantitativo ya que parte de una hipótesis será presentada numéricamente, es decir, en cuanto mejorara la compactación, resistencia y plasticidad del suelo.



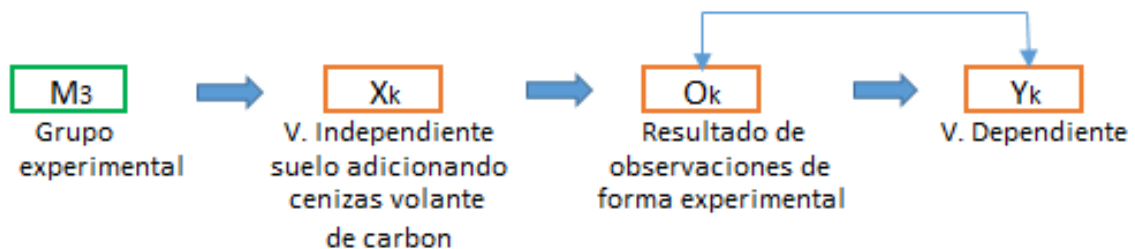
Dónde:

- M1: Primera muestra constituyente del Grupo control (calicata).
- Xi: Variable independiente (suelo natural o sin alterar).
- Oi: Variable dependiente (estabilización del suelo sin alterar).
- Yi: Observaciones (resultados) factibles de alcanzar en grupo control



Dónde:

- M2: Segunda muestra constituyente del Grupo Experimental (calicata).
- Xj: Variable independiente (adición de 9%, 11% y 13% de vidrio reciclado).
- Oj: Variable dependiente (estabilización del suelo adicionando 9%, 11% y 13% vidrio reciclado).
- Yj: Observaciones (resultados) factibles de alcanzar en grupo control



Dónde:

- M3: Tercera muestra constituyente del Grupo experimental (calicata).
- Xk: Variable independiente (adición de 9%, 11% y 13% de cenizas volantes de carbón)
- Ok: Variable dependiente (estabilización del suelo adicionando 9%, 11% y 13% de cenizas volantes de carbón).
- Yk: Observaciones (resultados) factibles de alcanzar en grupo control.

### 3.2. Variable y Operacionalización:

La variable nos demuestra que tiene forma directa o indirecta como propiedad de medición, permite observar el comportamiento y comprobar la causa – efecto, si tienen relación dos tipos de variables: dependiente - independiente Según (Borja, 2012, p. 13).

La operacionalización nos explica y demuestra la forma de las variables de las hipótesis (medición) separándolas en indicadores y dándole una definición antes de realizar y utilizar términos operacionales las cuales tendrán un valor diferente en función de cada variable Según (Borja, 2012, p. 24).

Las variables en esta investigación son:

Variable dependiente: Estabilización de suelos arcillosos.

Definición conceptual: Sustentaron que la estabilización del suelo es un método que se basa en mejorar las condiciones y características del suelo al mezclarse con otros materiales, con la finalidad de aumentar la capacidad portante según (Firoozi et al, 2017, p. 2)

**Tabla 5.** *Índice de plasticidad de un suelo arcilloso*

Índice de plasticidad	Características Norma ASTM
IP >20	Suelo muy arcilloso
20>IP>10	Suelo arcilloso
10>IP>4	Suelo poco arcilloso
IP =0	Suelo exento de arcilla

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones



*Figura 3.* Diferencia de suelo arcilloso.

Variable independiente 1: vidrio reciclado

Definición conceptual: Los vidrios pueden tener propiedades mecánicas ópticas, mecánicas y térmicas, muy diversas según su composición química y tratamientos térmicos. En general, el vidrio se caracteriza por ser un material duro, frágil, transparente y resistente a la corrosión, al desgaste y a la compresión. (Mera et al, 2010, p. 86).

El aumento de la resistencia a la compresión después de la exposición a 800 C puede explicarse por la fusión parcial de los materiales de vidrio reciclados durante la exposición a alta temperatura y la re-solidificación en enfriamiento que permitió la formación de una mejor unión entre la pasta álcalis activados a base de cemento y desechos de vidrio. Esto podría mejora la unión de interfaz y fue

particularmente beneficioso con la presencia de materiales de vidrio tanto en la pasta AAC como en los agregados según (Zhang y Poon, 2020 p. 6).



*Figura 4.* Vidrio triturado

El vidrio se procesa con el molino de rodillos, a diferentes aperturas. La granulometría de las muestras se analiza, observando que, al reducir la apertura entre los rodillos, la producción de polvos se incrementa drásticamente.

Variable independiente 2: Cenizas volantes de carbón

Definición conceptual: Mencionó que las cenizas volantes de carbón son muestras sólidas que se originan en el proceso de combustión de la quema de carbón mineral pulverizado en plantas termoeléctricas; Su composición está de acuerdo con los minerales combustibles del carbón y las reacciones manifestadas durante el proceso de combustión, según la (Norma ASTM C 618-05, p. 4).

El cuadro de la matriz de la operacionalización de las variables se muestra en el anexo N°3

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

#### **Población:**

Define a la población como un conjunto de elementos que tengan parecido común con sus descripciones según (Hernández *et al*, 2014, p. 23).

El estudio de la población para el suelo arcilloso en nuestra investigación abarca a todos los suelos arcillosos en el distrito de Puente Piedra en el caso de los residuos industriales son aquellos que se generan en el Perú, conformada por suelos arcillosos de alta y baja plasticidad del acceso

**Muestra:**

Define que la muestra es el elemento importante de la población ya que expresa un conjunto estable debido a sus características al que se denomina población según (Hernández *et al*, 2014, p. 25).

Se tuvo como muestra una porción de la avenida Las Palmeras, en la cual se realizó 1 calicata de 1.50mt. de profundidad y una vez obtenida la muestra, se realizarán los ensayos correspondientes.

**Muestreo:**

Nos dice “la forma de determinar el muestreo se encuentra en qué Los datos serán elaborados, esto depende del enunciado del problema, el alcance del proyecto a investigar, el Formulación y diseño de hipótesis según (Hernández *et al*, 2014, p. 197).

Se designó como muestreo 1 calicata en Av. Las Palmeras ya que se encuentra de manera homogénea la presencia de suelos arcillosos, se obtuvo la muestra.

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

**Técnicas:** Este Proyecto de Investigación las técnicas que se utilizarán para recopilar toda información de campo, se deben presentar todos los formatos según (Borja, 2014, p. 33). Las técnicas son el resultado de la obtención de los datos cuantitativos para la evaluación, descripción y confiabilidad de que la información medirá las variables. Es por ello que el presente proyecto trabajará con las siguientes técnicas, bibliográfica: La cual se obtiene fundamentos teóricos y experimentales, observación: Se basa en los fenómenos existentes en la incorporación de vidrio reciclado y Cenizas volantes de carbón, ensayos en laboratorio y campo.

**Recolección de datos:** En este proyecto de investigación en la recolección de datos se llega a utilizar la observación experimental debido a los datos obtenidos.

**Instrumentos:** El instrumento de medición el investigador usa el recurso para registrar información o datos sobre la variable que se tiene en mente según (Hernández *et al*, 2014, p. 199). El instrumento de recolección de datos se

realiza un formato para medir ensayos de laboratorios en hojas de registro. En base a lo mencionado por los autores los instrumentos son mecanismos que nos ayudan a obtener información de la realidad, los materiales que se usaron en esta tesis son: suelo natural (arcilla) vidrio reciclado, cenizas volantes de carbón, fichas técnicas, ensayos.

Para dicho trabajo investigación se empleó el protocolo ASTM D 422-63 (Ensayo De Análisis Granulométrico), ASTM D22-16 (Contenido de humedad), ASTM D 2487(Clasificación unificada de suelos), ASTM D 1557(Ensayo de compactación proctor modificado), ASTM D3080 (Corte Directo), protocolos establecidos en el MTC, ASTM C25 (Cenizas volantes de carbón) ASTM C 1012 (vidrio reciclado)

**Validez:** La Validez se produce al correlacionar las pruebas de los participantes, obtenidas por medio del instrumento, con sus valores logrados en el criterio. Recuerda que una correlación implica asociar pruebas obtenidas por la muestra en dos o más variables, según (Hernández y Mendoza, 2018, p. 326). Para el proyecto de investigación la relación causa - efecto se da entre la variable independiente (vidrio reciclado y Cenizas volantes de carbón) y la variable dependiente (suelo arcilloso).

**Confiabilidad:** La confiabilidad refiere a la capacidad del instrumento para arrojar datos que correspondan a la realidad que se pretende conocer, con exactitud de la medición cuantitativo, debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad según (Hernández y Mendoza, 2018, p. 328)

### **3.5. Procedimiento**

Nos permite describir la recolección de nuestros datos, saber cuál será la manipulación de nuestras variables; en mi proyecto de investigación daré a conocer los procedimientos los detalles que seguiremos para investigar y hallar nuestra problemática, basados en nuestros objetivos y tener las recomendaciones para las mejores propuestas. según (Hernández y Mendoza, 2018, p. 6) Dentro de los procedimientos dados se realizarán ensayos para evaluar la resistencia para estabilizar el suelo arcilloso agregando vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón de las cuales se definirá el orden para procesar los datos obtenidos por eso nos acogeremos de la Norma técnica

peruana (NTP). En este caso para el terreno en estado natural, se tomará una muestra de la calicata que se va a ejecutar en el proyecto, con el fin de establecer el contenido de humedad de la muestra, análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg y posterior a ello se resultará a clasificar el suelo por los métodos SUCS y AASHTO. Seguidamente se realizará la compactación del suelo con un arranque modificado (Proctor Modificado)) para determinar los valores de la Máxima Densidad Seca y el Óptimo Contenido de Humedad, también se realizará el ensayo del CBR para determinar el porcentaje del índice de resistencia del suelo en estado natural. Por otro lado se tendrá el terreno tratado, que consistirá en la incorporación de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón independientemente a la muestra, se comenzará realizando los límites de Atterberg para determinar de qué manera afectará la plasticidad del suelo, seguidamente se realizará la compactación del suelo con una energía modificada (Proctor Modificado) con la incorporación de las diferentes dosificaciones del vidrio reciclado y cenizas volante de carbón (9%, 11% y 13%) con el fin de calcular los nuevos valores de la Máxima Densidad Seca y el Óptimo Contenido de Humedad. Finalmente, se calculará el CBR del terreno tratado con la incorporación de las diferentes dosificaciones del vidrio reciclado y cenizas volante de carbón (9%, 11% y 13%) para determinar el índice de resistencia del terreno tratado.

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

El examen es el análisis de datos, categorización, tabulación, observar y recombinar los datos para dirigir las proposiciones de estudios iniciales (Poó, 2003, p.19). En la actual investigación se realizarán los ensayos de contenido de humedad de un suelo, análisis granulométrico de suelos por tamizado, límite líquido de los suelos (LL), límite plástico de los suelos (LP) e índice de plasticidad (IP), Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado), ensayo de CBR de los suelos (laboratorio) y finalmente el ensayo de corte directo. Para hacer los ensayos se consideró el vidrio reciclado triturado y se molió para tamizar y pasar por la malla N° 40 (0.426mm) abertura como máximo hasta la malla N° 200 (0.074mm) y las cenizas volantes de carbón



se pasó por la malla N° 10 (2.mm) abertura hasta la malla N° 200 (0.074mm).  
(ver anexo 6)

A continuación, se detallará como se llevará a cabo cada ensayo de manera sintetizada siguiendo rigurosamente el Manual de Ensayos de Materiales 2016 establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. El desarrollo del proyecto de investigación será de manera esquemática y estructurada en dos fases de recolección de datos y realización de muestras para ensayos y el desarrollo de las conclusiones y recomendaciones respectivas.

### **3.7. Aspectos éticos**

“En la investigación de la ética la importancia es de acuerdo a los autores y estudios es tema discutido considerando distintas culturas del ambiente de cada sociedad (país - habitantes), que con el aprendizaje y profesionalización se eleven, según (Salazar, M. *et al*, 2018, p. 309)

En esta investigación, el autor tiene el compromiso de asegurar la veracidad de las fuentes de información utilizada. De tal manera garantiza la óptima manipulación de las técnicas e instrumentos para el cumplimiento de los objetivos propuestos en esta investigación.

#### IV. RESULTADOS

La presente tesis tiene por título “efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra”

##### Ubicación de la Zona de estudio:

La presente tesis se realizó en el distrito de Puente Piedra, ubicada específicamente en la Av. Las Palmeras coordenada es  $11^{\circ}51'45.50''S$  con  $77^{\circ}05'.17''O$  con una elevación de 186.00 msnm.

El objetivo de la presente tesis es Determinar el efecto de vidrio reciclado y cenizas volante de carbón en porcentajes de 9%, 11% y 13%, en la estabilización de suelos arcilloso Las Palmeras - Puente Piedra.

El área de influencia de la presente tesis, se encuentra ubicada en:

Región : Lima.  
Departamento : Lima.  
Provincia : Lima.  
Región Geográfica : norte.  
Distrito : Puente Piedra

Ver figura en anexos,



Figura 5. Ubicación y descripción técnica de las calicatas

#### 4.1. Estudio de suelo

##### Ubicación de calicata

Se determinó realizar los ensayos de laboratorio con la muestra obtenida en la calicata M-01, debido a que se encuentra ubicada favorablemente en nuestra zona de estudio y cumple las condiciones, características y propiedades físicas del área de estudio. (ver anexo 11)

Calicata	Profundidad	Lado	Coordenada
M-01	1.5	DERECHO	11°51'45.50"S con 77°05'.17"O

Fuente: Elaboración propia.

En la presente investigación se obtuvieron los siguientes resultados con la finalidad de cumplir con los objetivos específicos, los cuales serán detallados de manera ordenada. Se realizó 01 calicata dentro del área que comprende el estudio de la presente tesis, asignando un código para reconocer objetivamente, M-01, la cual se desarrolla respetando los procesos, procedimientos, normas y reglamento que están vinculadas a los ensayos de materiales, de modo que se realice los ensayos con objetividad. Que fueron realizados en el laboratorio Grupo M & V Ingenieros SAC.

##### Ensayo granulométrico por tamices ASTM Norma (MTC E-104-2000)

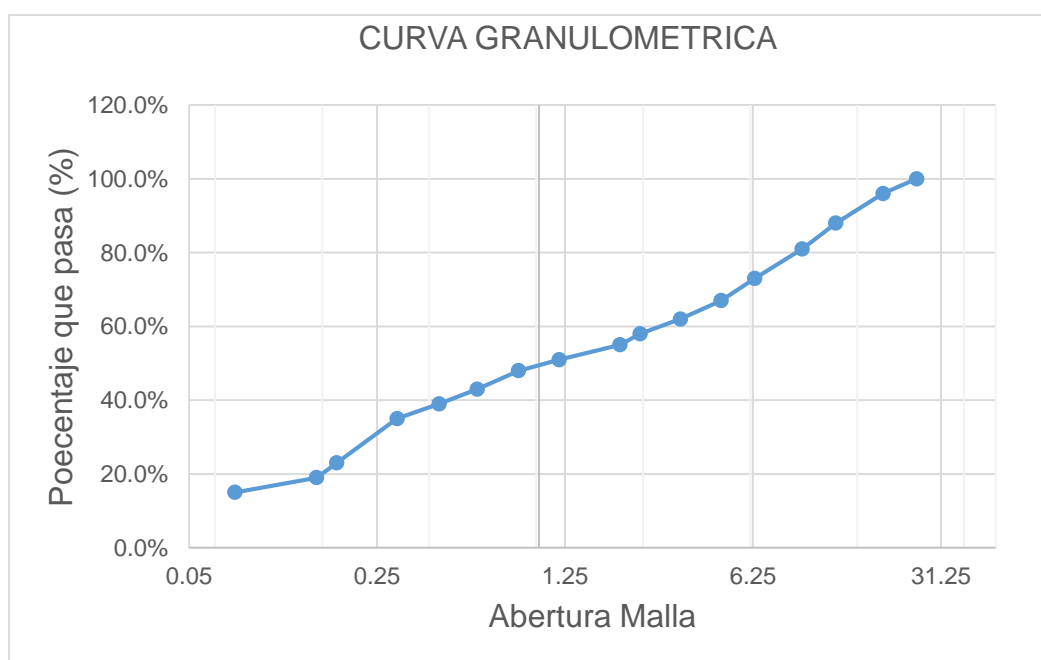
Se realizó el ensayo de granulometría (NTP 339.132, 2014), las muestras fueron tomadas de la siguiente manera: M-01 ensayo en estado natural, La clasificación de suelo SUCS SM nos indica que el suelo es de tipo arena – limo), (en cuanto a la clasificación de suelo AASHTO A-1-b (0), incluye aquellos materiales que consisten predominantemente de arena gruesa con o sin un ligante de suelo bien graduado.

**Tabla 6. Ensayo granulométrico por tamices ASTM Norma (MTC E-104-2000)**

Calicata C-01	Cuadro de resumen de ensayo de laboratorio % que pasa el tamiz												
Serie Americana	3"	2½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	⅜"	¼"	N° 4	N° 6	N° 8	N° 10
Abertura (mm)	76.2	63.5	50.8	38.1	25.4	19.05	12.7	9.525	6.35	4.76	3.36	2.38	2
Ret. (%)	-	-	-	-	-	4	8	7	8	6	5	4	3
Pasa (%)	-	-	-	-	100	96	88	81	73	67	62	58	55

Calicata C-01	Cuadro de resumen de ensayo de laboratorio % que pasa el tamiz									
Tamices ASTM	N° 16	N° 20	N° 30	N° 40	N° 50	N° 80	N° 100	N° 200	N° 200	
Abertura (mm)	1.19	0.84	0.59	0.426	0.297	0.177	0.149	0.074	-	
Ret. (%)	4	3	5	4	4	12	4	4	15	
Pasa (%)	51	48	43	39	35	23	19	15	-	

Fuente: elaboración propia.



**Figura 6.** Curva granulométrica.

En la tabla 4 que comprende al análisis granulométrico por tamizado de la muestra de suelo de la calicata M-01, donde se puede observar que el porcentaje de las partículas que pasa por el tamiz N°200 es del 15 %, la cual indica que la muestra cumple con los requerimientos estandarizados en la norma ASTM 422

- MTC 104 y norma NTP 339.132 - 2014, que indica que si no pasa más 50 % de finos por el tamiz N°200 para considerarse como limoso según su clasificación

**Tabla 7. Resultados de Contenido de humedad y Limite de consistencia**

Calicata	Contenido De humedad (%)	Límite de consistencia			Clasificación	
		LL (Malla N° 40)	LP (Malla N° 40)	IP (%)	SUCS	AASHTO
C- 01	2.1	21	8	3	SM	A-1-b (0)

Fuente: elaboración propia.

### **Límite de Atterberg ASTM 4318**

Se realizó a la muestra de suelo M-01 los ensayos de Límites de ATTERBERG en cuanto los resultados se elaboraron en la muestra M-01 para poder determinar el Limite Liquido, Limite Plástico e Índice de plasticidad, estos resultados obtenidos en el ensayo es de gran importancia para poder determinar la clasificación del suelo en estudio, de modo que, se pueda determinar y conocer sus características físicas y mecánicas para poderlas mejorar, en la tabla 7 se observa los resultados, los ensayos la muestra del contenido de humedad de acuerdo a la norma MTC E-108 se obtuvo un 2.1%, determino que el límite liquido de la muestra M-01 es de 21%, el límite plástico es del 8% de modo que nos dio como resultado de acuerdo a la norma MTC 111 que el índice de plasticidad es 3% por lo que corresponde según la clasificación de suelo es de tipo SM arena – limo que está en el rango de  $IP < 20$  determinado con una plasticidad media.

### **4.2. Estabilización de suelos arcillosos sin uso de aditivos.**

#### **Ensayo de Proctor modificado ASTM D1557**

Para realizar el ensayo de Proctor Modificado se tuvo como referencia emplear el método “A”, a través del método se determinó el contenido de humedad con relación a su densidad seca donde se pudo determinar la curva de compactación, para tener en cuenta como primer paso, es importante conocer el peso específico de la muestra M-01 en estado natural.

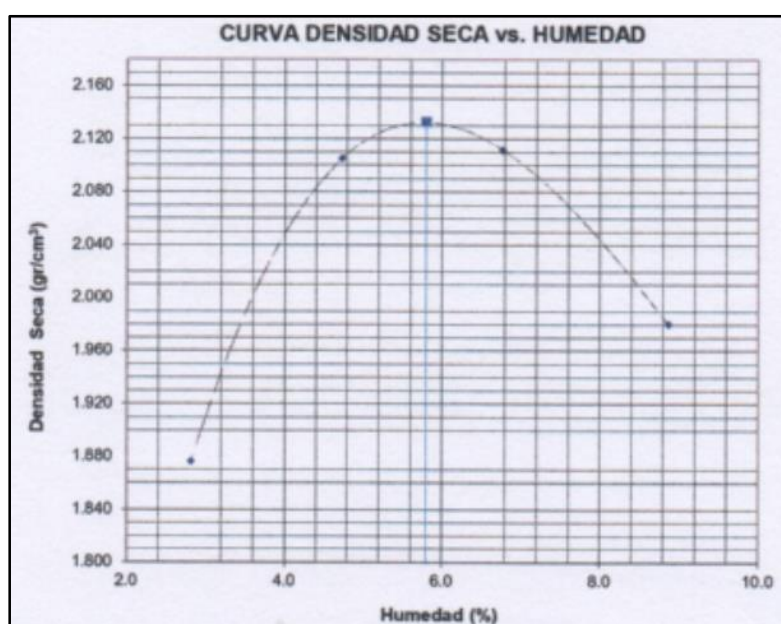
En la tabla 8 se observa los resultados del Proctor Modificado ensayado a la muestra de suelo M-01 en estado natural, de la cual se determinó que el óptimo

contenido de humedad para dicha muestra es de 5.8 % en relación a su máxima densidad seca que es de 2.133 grs/cm<sup>3</sup>

**Tabla 8.** Compactación de moldes.

COMPACTACION			
PRUEBA	1	2	3
Numero de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.133	1.925	1.746
contenido de humedad	5.8	5.8	5.7

Fuente: elaboración propia.



*Figura 7.* Contenido de humedad y densidad seca máxima del suelo natural.

En la figura 7 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación a su máxima densidad seca de la muestra de suelo M-01 en estado natural sin adición de ningún aditivo donde se observa que el contenido de humedad óptima es de 5.8 % y la máxima densidad seca es de 2.13 grs/cm<sup>3</sup>.

### **Ensayo (CBR) ASTM D 1883 C-1 M-01(0.00- 1.50) de suelo natural**

En el resultado del ensayo que se realizó a la muestra de suelo M-01, el ensayo de CBR es el más importante, ya que este determina la capacidad portante del suelo para ser empleada como sub rasante en el diseño de carreteras, se realizó el ensayo de CBR a la muestra M-01 en estado natural, para poder determinar

su capacidad portante patrón de la muestra, se tuvo que realizar tres especímenes cada una sometidas a diferentes energías en relación con el N° de golpes, de tal forma como se observa en la tabla 6.

**Tabla 9.** Cuadro CBR para 0.1 pulg. de penetración.

MOLDE NUMERO	Penetración pulg	presión aplicada (Lb/pulg2)	presión patrón (Lb/pulg2)	CBR (%)
I	0.1	311	1000	31.1
II	0.1	218	1000	21.8
II	0.1	134	1000	13.4

Fuente: elaboración propia.

En la figura 8 se observa el resultado de la muestra M-01 en estado natural, el ensayo CBR al 100% determino 31.1% para una penetración de 0.1" así mismo se observa que el ensayo de CBR al 95 % determino 26.0% para una penetración 0.1" por lo que se define que la muestra de suelo arena Limo en estado natural es considerada muy buena para su uso como sub rasante, tal como lo establece el manual de carretas – MTC, que establece que el  $20\% \leq \text{CBR} < 30\%$  sub rasante muy buena y el  $\text{CBR} \geq 30\%$  sub rasante es excelente como se observa en la tabla 2 MTC 2013.

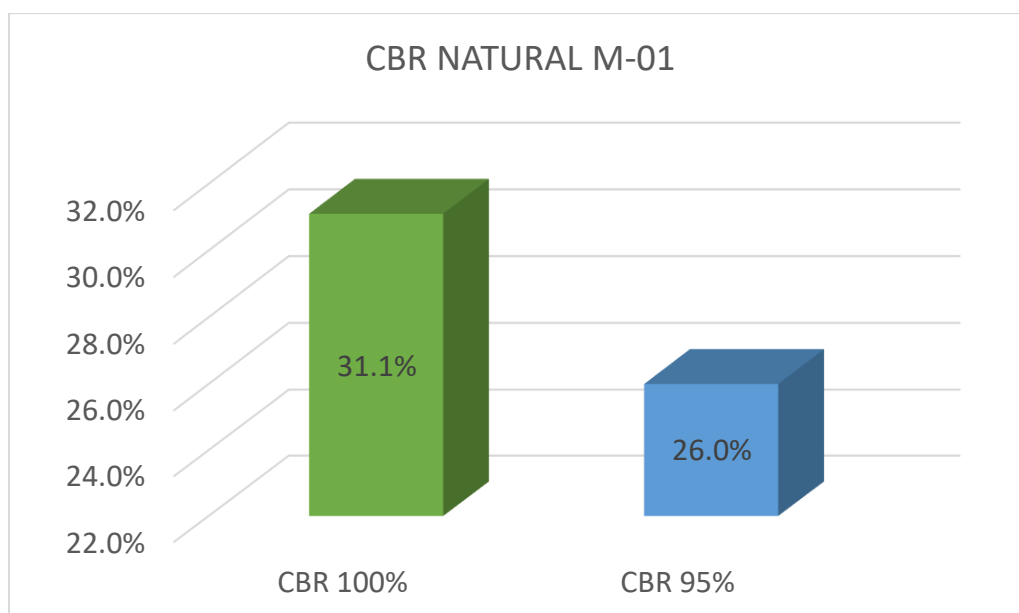


Figura 8. Suelo natural.

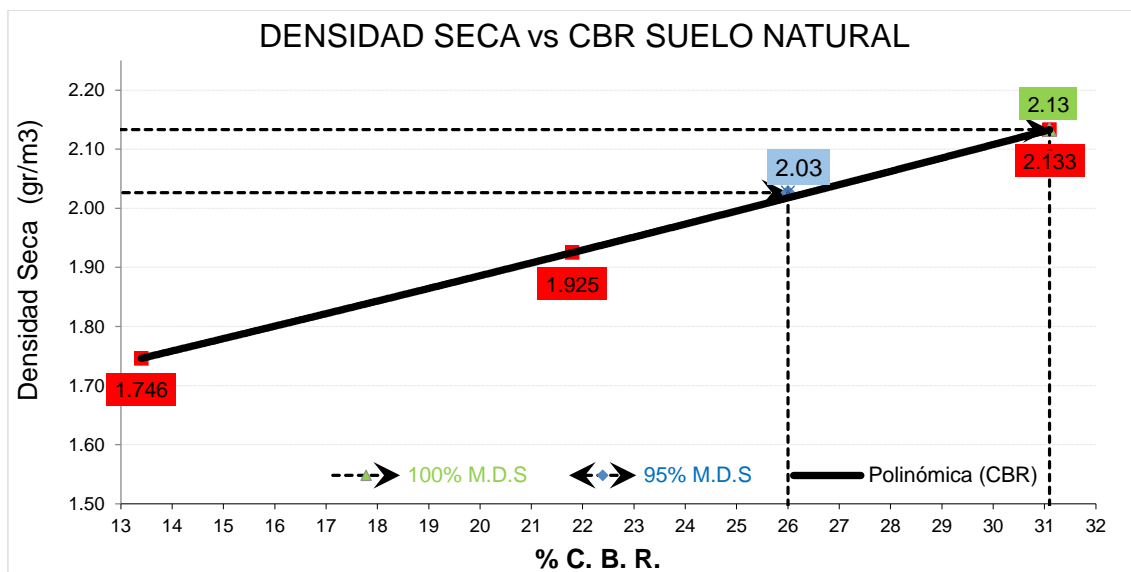


Figura 9. Grafico CBR en muestra M-01 en (suelo natural).

En la figura 9 se observa la curva grafica de la relación de CBR con respecto a la densidad seca, para el CBR al 100% la máxima densidad seca es de 2.13 g/cm<sup>3</sup> y al 95% la máxima densidad seca es de 2.03 g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 31.1% y 26.0%.

#### Corte Directo (ASTM D3080) suelo natural.

Para realizar este ensayo de muestra para suelo natural, se procedió a medir su resistencia al corte, desplazamientos con los cuales se obtuvieron el Angulo de fricción y la cohesión del suelo. Se realizó el ensayo de corte directo en el cual se obtuvieron datos máximos Esfuerzo al corte.

Tabla 10. Datos de corte directo (suelo natural).

DATOS - S. NATURAL		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
DIAMETRO ( Ø )	Cm	6.27		6.27		6.27	
AREA	Cm <sup>2</sup>	30.88		30.88		30.88	
ALTURA (H)	Cm	2.015	1.797	2.015	1.758	2.015	1.701
VOLUMEN (V)	Cm <sup>3</sup>	62.22	55.48	62.216	54.28	62.216	52.52
PESO HUMEDO	Gr	81.7	88.7	81.7	88.9	81.7	88.6
HUMEDAD (w)	%	8.1	17.4	8.3	17.8	8.3	17.4
DENSIDAD H. (Y)	Gr/Cm <sup>3</sup>	1.313	1.598	1.313	1.636	1.313	1.688
DENSIDAD SECA	Gr/Cm <sup>3</sup>	1.214	1.361	1.212	1.389	1.213	1.437
RELACION DIAM./ ALTURA	Cm	3.112		3.112		3.112	
PESO SECO	Gr	75.6		75.4		75.5	

Fuente: elaboración propia.



**Tabla 11.** Cuadro de resultados de esfuerzo normal y esfuerzo de corte

E.N $\sigma$ [kPa]	E.C tmax[kPa]	E.C tres[kPa]
49.03	31.2	22.72
98.1	52.89	31.2
196.1	91.55	56.66

Cuadro de fricción f y cohesión [kPa]

Parámetros	Pico [Max]	Residuales
c [kPa]	11.9	10
f[°]	22.2	13.2

Fuente: elaboración propia.

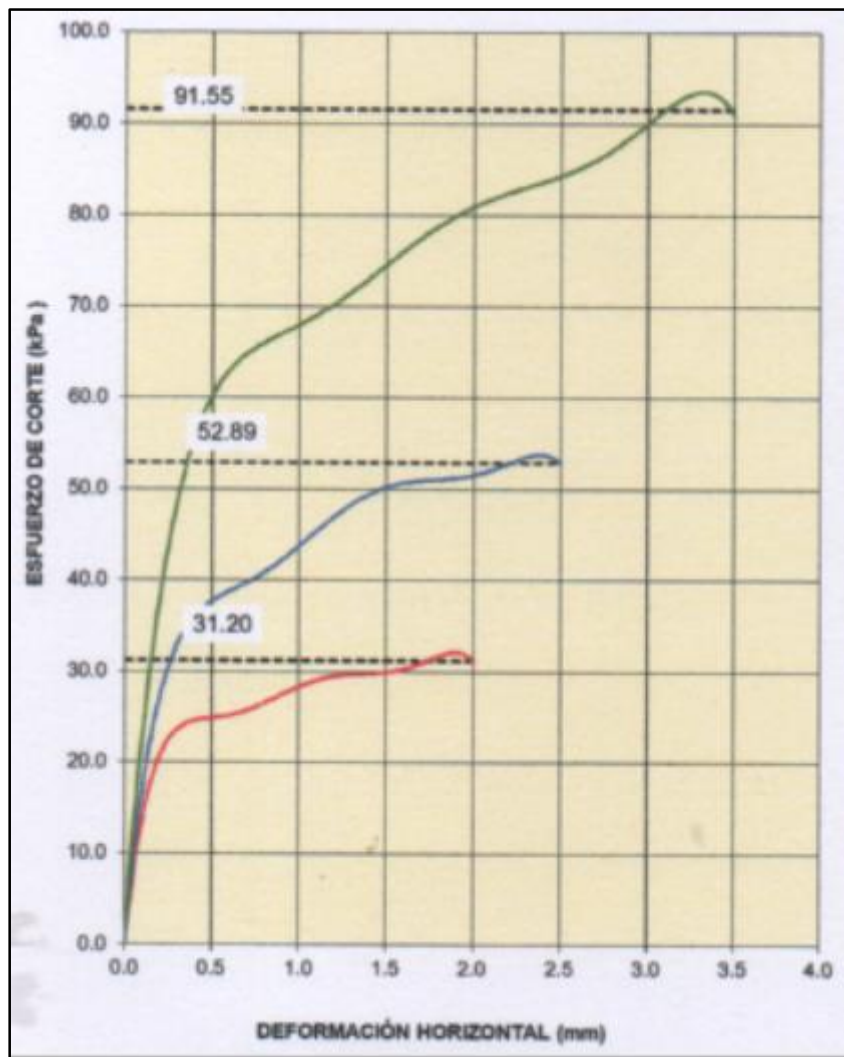


Figura 10. Esfuerzo vs Deformación (suelo natural)

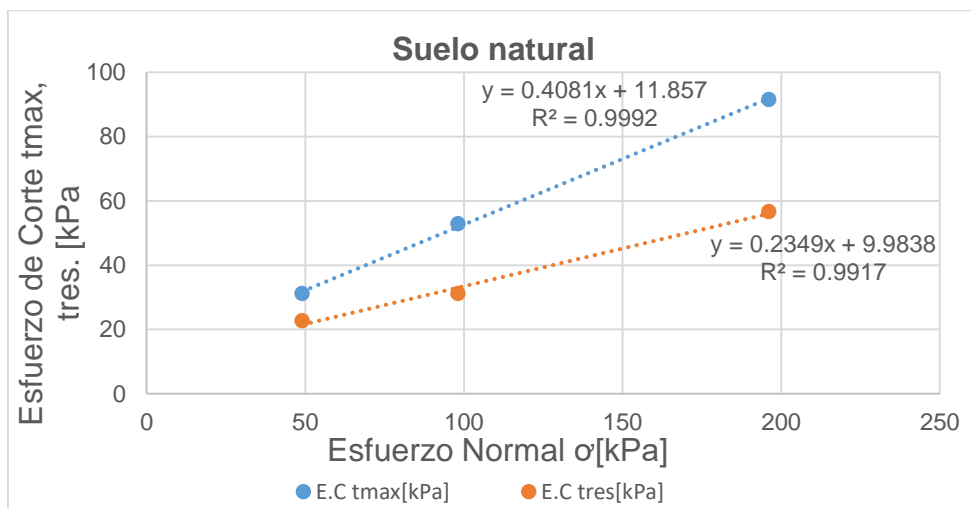


Figura 11. Gráfico de ángulo de fricción  $f$  y cohesión [kPa] (suelo natural).

#### 4.3. Estabilización de suelos arcillosos con la aplicación de vidrio reciclado

##### Ensayo de Proctor modificado ASTM D1883 (suelo natural con adición 9%, 11% y 13% vidrio reciclado).

Para realizar el ensayo de Proctor Modificado se determinó el contenido de humedad con relación a su máxima densidad seca donde se pudo determinar la curva de compactación, para tener en cuenta como primer paso, es importante conocer el peso específico de la muestra M-01 en estado natural con la adición de vidrio reciclado en la dosificación al 9%, 11% y 13%. De modo que se puede conocer objetivamente el óptimo contenido de humedad y su máxima densidad seca. En la tabla 12 así mismo se observa el resultado de la combinación de la muestra de suelo M-01 más la adición del 9%, 11% y 13% de vidrio reciclado. La que más incrementa su óptimo contenido de humedad en relación a su máxima densidad seca, es el suelo natural adicionando 13% de V.R. Ver anexo 7.

**Tabla 12.** Resultado de resumen con - Proctor Modificado M-01 (suelo natural con adición vidrio reciclado).

Muestra	Identificación	Humedad Optima	Máxima Densidad Seca (grs/cm <sup>3</sup> )
M - 01	Suelo natural	5.8%	2.133
M - 01	SN+9 % adición de vidrio reciclado	6.7%	2.163
M - 01	SN+11 % adición de vidrio reciclado	6.8%	2.176
M - 01	SN+13 % adición de vidrio reciclado	7.0%	2.205

Fuente: elaboración propia.

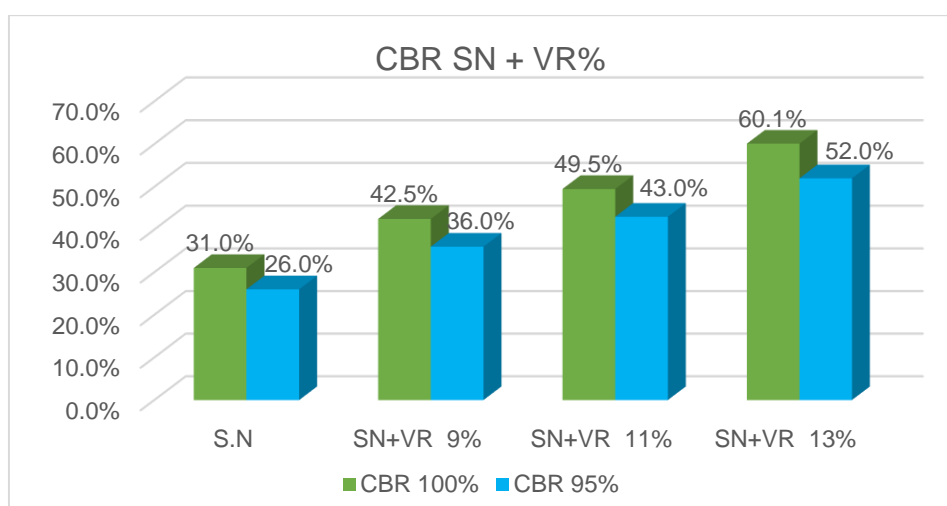
**Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00- 1.50) D 1883. Suelo natural con adición 9%, 11% y 13% vidrio reciclado.**

Se realizó el ensayo de CBR a la muestra M-01 con adición de 9%, 11% y 13% de vidrio reciclado, para poder determinar su capacidad portante en relación a la dimensión de penetración con el porcentaje de CBR, el comportamiento varia favorablemente de acuerdo a las combinaciones de la muestra con respecto a la adición de vidrio reciclado en las dosificaciones 9%, 11% y 13% mientras se adiciona las dosificación mayor será la mejora de resistencia del suelo, en la muestra M-01 en estado natural el ensayo de CBR al 100 % y 95% con una penetración de 0.1" dio el valor de 31.1% y 26.0% con una sub rasante muy buena, así mismo en los resultados de vidrio reciclado 9%, 11% y 13% de CBR al 100% y 95% con una penetración 0.1", la adición del 13% de V.R fue el más óptimo, los valores máximos se muestran en la tabla 13, Ver anexo7.

**Tabla 13. Resumen de resultados CBR Suelo natural con adición de vidrio reciclado.**

Muestra	Ensayo de CBR	CBR al 100%	CBR al 95%
	Condición de la muestra	Penetración 0.1"	Penetración 0.1"
M – 01	Estado natural	31.0%	26.0%
M – 01	SN+9 % adición de Vidrio reciclado	42.5%	36.0%
M – 01	SN+11 % adición de Vidrio reciclado	49.5%	43.0%
M – 01	SN+13 % adición de Vidrio reciclado	60.1%	52.0%

Fuente: elaboración propia.



**Figura 12. CBR resumen comparativos suelo natural con adición de vidrio reciclado.**

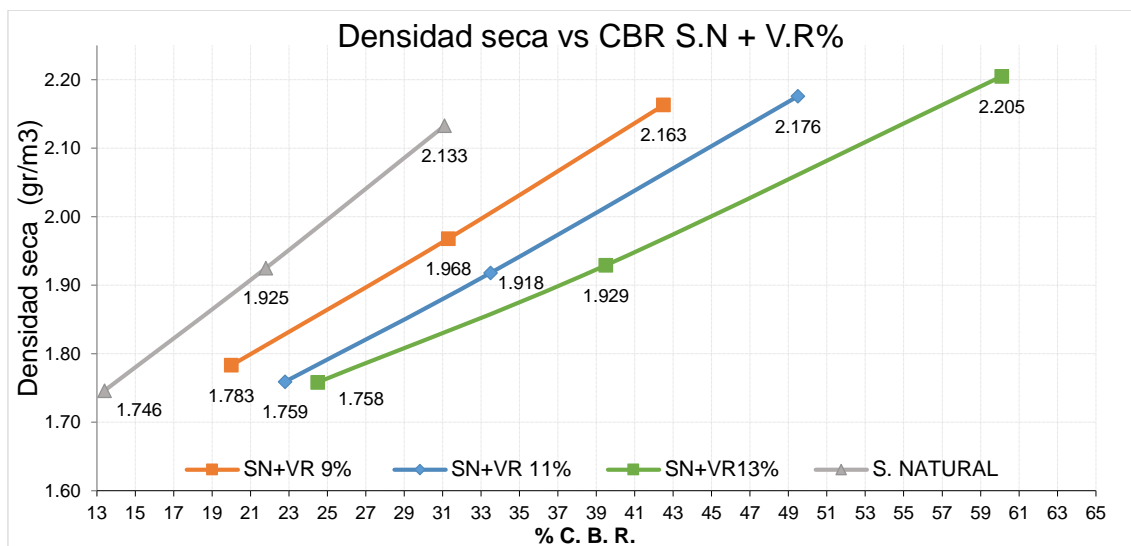


Figura 13. Densidad seca vs CBR suelo natural con adición de vidrio reciclado.

En la figura 13 se observa la curva grafica de CBR y densidad seca, del suelo natural y suelo natural con adición de 9%, 11% y 13% de vidrio reciclado, siendo la máxima densidad seca, para del CBR al 100% de las 3 dosificaciones, es de 2.205 g/cm<sup>3</sup> suelo natural con adición de 13% vidrio reciclado y un CBR de 60.1%. Ver anexo 7.

### Corte Directo (NTP 339.154-2001) suelo natural con adición de vidrio reciclado.

Para realizar este ensayo se tuvo que mezclar los porcentajes de vidrio reciclado con el suelo natural, luego se procedió a medir su resistencia al corte, desplazamientos con los cuales se obtuvieron el Angulo de fricción y la cohesión del suelo.

Tabla 14. Cuadro de resumen de resultados esfuerzo normal y esfuerzo de corte.

E.N $\sigma$ [kPa]	S. NATURAL	SN+VR 9%	SN+VR 11%	SN+VR 13%
49.03	31.2	44.4	42.52	42.52
98.1	52.89	67.97	69.86	72.69
196.1	91.55	122.66	116.06	114.17

Fuente: elaboración propia.

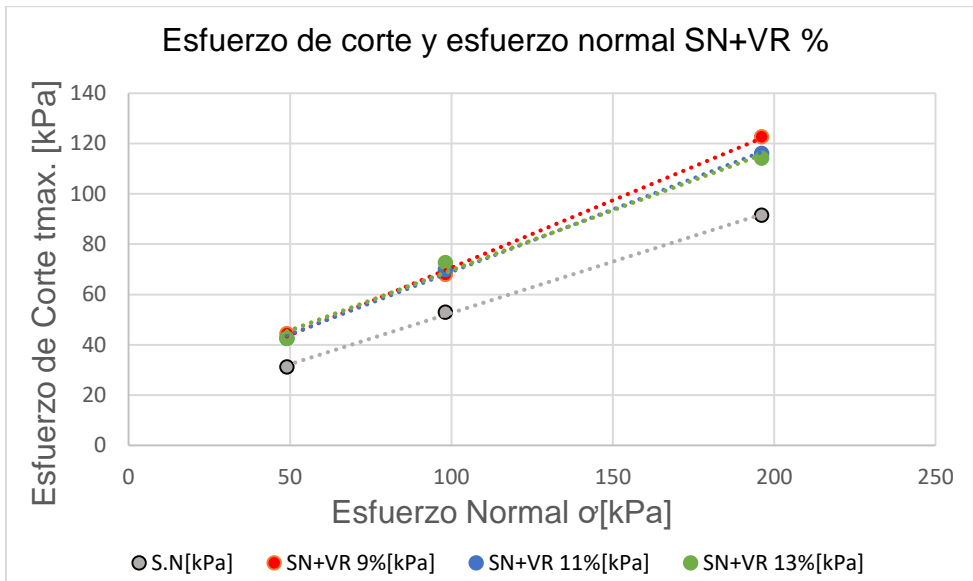


Figura 14. Gráfico de resumen de esfuerzo normal y esfuerzo de corte de suelo natural con adición de vidrio reciclado.

Se muestra en la figura 15 en la gráfica de resumen del ensayo de corte directo, suelo natural con adición de vidrio reciclado en las dosificaciones 9%, 11% y 13% tuvieron buenos resultados, con esfuerzo al corte, pero el que tuvo resultado más óptimo fue del suelo natural con adición de 9 % de vidrio reciclado.

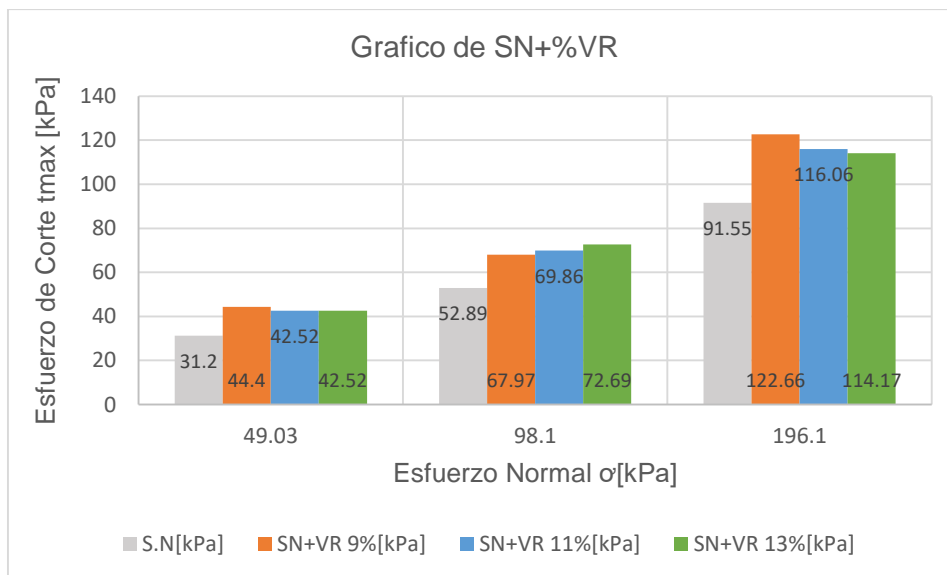
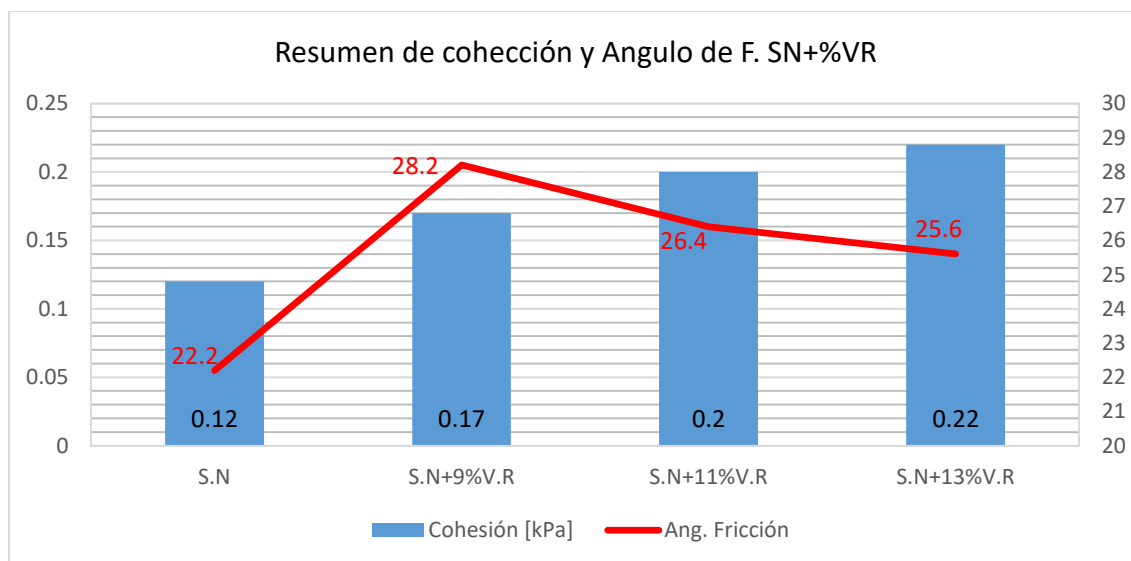


Figura 15. Resumen de esfuerzo normal y esfuerzo de corte de suelo natural con adición de vidrio reciclado.

**Tabla 15.** Cuadro de resumen de ángulo de fricción y cohesión de suelo natural con adición de vidrio reciclado.

	Cohesión [kPa]	Kg/cm <sup>2</sup>	Ang. Fricción
S.N	11.9	0.12	22.2
S.N+9%V.R	17.1	0.17	28.2
S.N+11%V.R	19.4	0.2	26.4
S.N+13%V.R	21.8	0.22	25.6

Fuente: elaboración propia.



*Figura 16.* Gráfico de resumen de ángulo de fricción y la cohesión de suelo natural con adición de vidrio reciclado.

#### 4.4. Estabilización de suelos arcillosos con la aplicación de cenizas volantes de carbón.

##### Ensayo de Proctor modificado ASTM D1883 (suelo natural con adición 9%, 11% y 13% cenizas volantes de carbón).

Para realizar el ensayo de Proctor Modificado se determinó el contenido de humedad con relación a su máxima densidad seca donde se pudo determinar la curva de compactación, para tener en cuenta como primer paso, es importante conocer el peso específico de la muestra M-01 en estado natural con la adición de cenizas volantes de carbón en la dosificación al 9%, 11% y 13%. De modo que se puede conocer objetivamente el óptimo contenido de humedad y su máxima densidad seca. En la tabla 16 así mismo se observa el resultado de la combinación de la muestra de suelo M-01 más la adición del 9%, 11% y 13% de

cenizas volantes de carbón. La que más incrementa su óptimo contenido de humedad en relación a su máxima densidad seca, es el suelo natural adicionando 13% de C.V.C. Ver anexo 8.

**Tabla 16.** Resultado de resumen con - Proctor Modificado M-01(suelo natural con adición de volantes de carbón).

Muestra	Fuente: elaboración propia.	Humedad Optima	Máxima Densidad Seca (grs/cm3)
M – 01	Estado natural	5.8%	2.133
M – 01	SN+9 % adición de cenizas volante carbón	6.8%	2.158
M – 01	SN+11 % adición de cenizas volante carbón	6.3%	2.168
M – 01	SN+13 % adición de cenizas volante carbón	6.5%	2.187

Fuente: elaboración propia.

**Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00- 1.50) D 1883. Suelo natural con adición 9%, 11% y 13% cenizas volantes de carbón.**

Se realizó el ensayo de CBR a la muestra M-01 con adición de 9%, 11% y 13% de cenizas volantes de carbón, para poder determinar su capacidad portante en relación a la dimensión de penetración con el porcentaje de CBR, el comportamiento varia favorablemente de acuerdo a las combinaciones de la muestra con respecto a la adición de cenizas volantes de carbón. en las dosificaciones 9%, 11% y 13% mientras se adiciona las dosificación mayor será la mejora de resistencia del suelo, en la muestra M-01 en estado natural el ensayo de CBR al 100 % y 95% con una penetración de 0.1" dio el valor de 31.1% y 26.0% con una sub rasante muy buena, así mismo en los resultados de cenizas volantes de carbón 9%, 11% y 13% de CBR al 100% y 95% con una penetración 0.1", la adición del 13% de C.V.C fue el más óptimo, los valores máximos se muestran en la tabla 13, Ver anexo 8.

**Tabla 17.** Resumen de resultados CBR Suelo natural con adición de cenizas volante carbón.

Muestra	Ensayo de CBR	CBR al 100%	CBR al 95%
	Condición de la muestra	Penetración 0.1"	Penetración 0.1"
M – 01	Estado natural	31.0%	26.0%
M – 01	SN+9 % adición de cenizas volante c.	40.3%	35.0%
M – 01	SN+11 % adición de cenizas volante c.	48.9%	42.0%
M – 01	SN+13 % adición de cenizas volante c.	56.8%	48.0%

Fuente: elaboración propia.

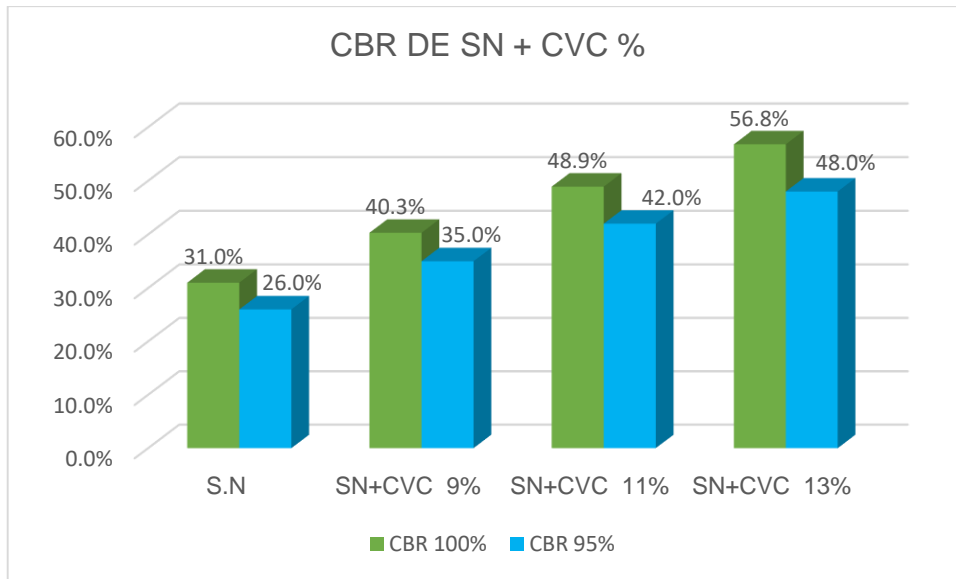


Figura 17. CBR resumen comparativos suelo natural con adición de cenizas volante carbón.

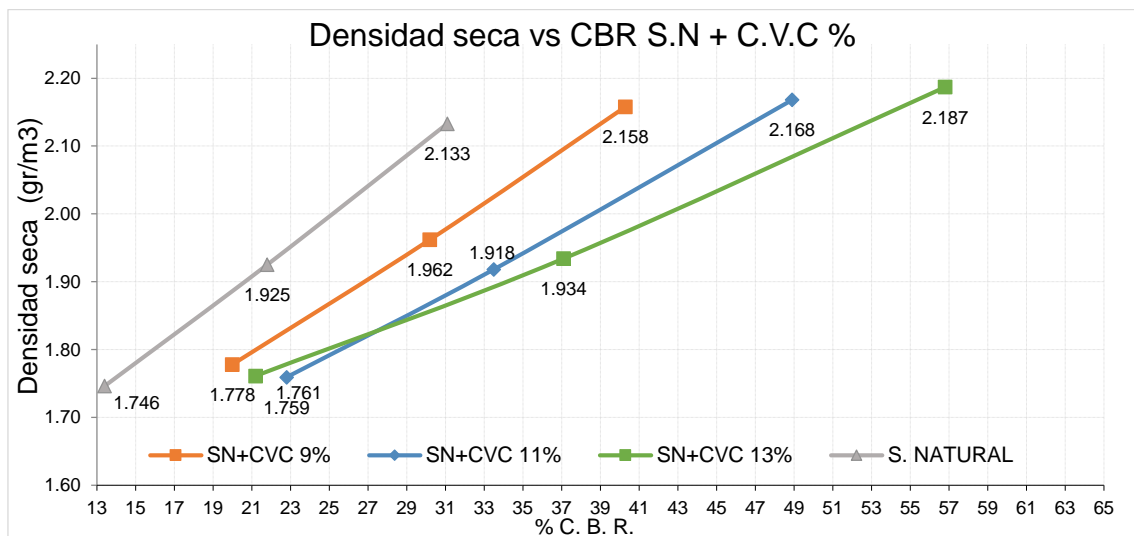


Figura 18. Densidad seca vs CBR suelo natural con adición de cenizas volante de carbón.

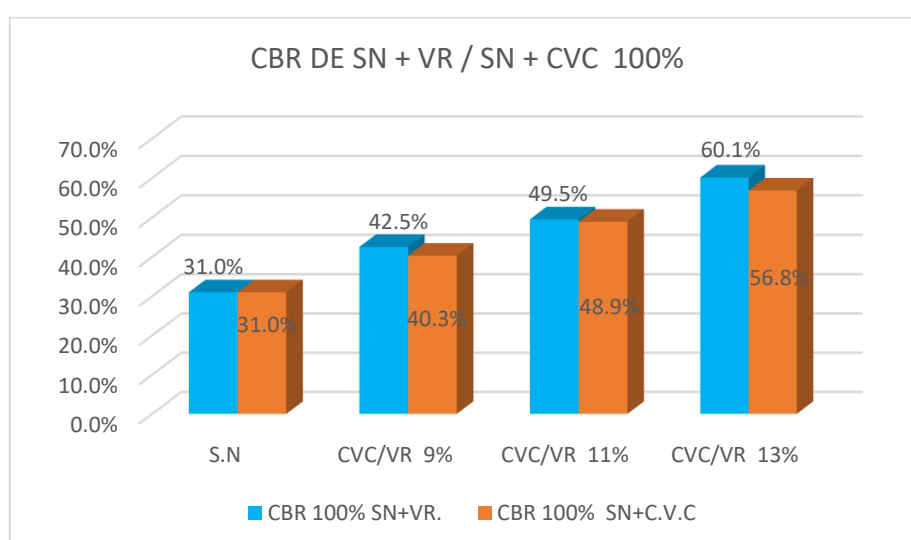
En la figura 18 se observa la curva grafica de CBR y densidad seca, del suelo natural y suelo natural con adición de 9%, 11% y 13% de cenizas volante de carbón, siendo la máxima densidad seca, para del CBR al 100% de las 3 dosificaciones, es de 2.187 g/cm<sup>3</sup> suelo natural con adición de 13% de cenizas volantes de carbón y un CBR de 56.8%. Ver anexo 8.



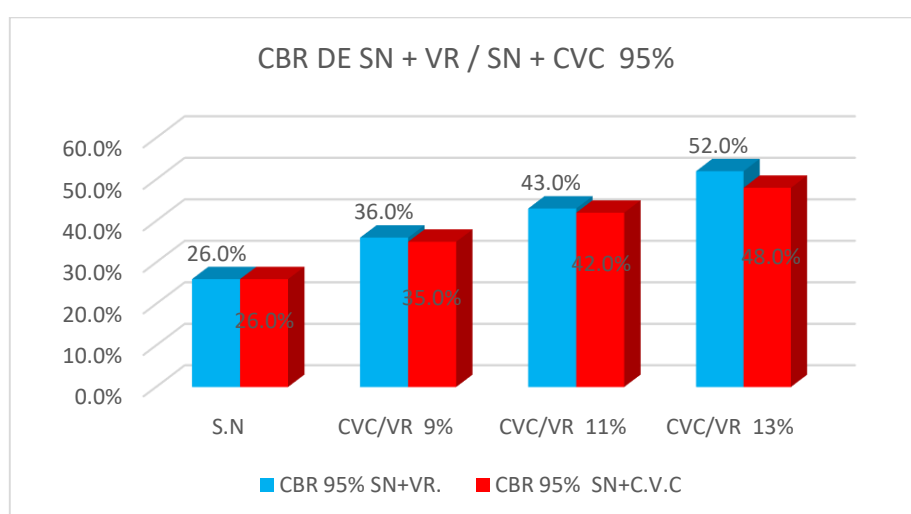
**Tabla 18.** Resumen de resultados CBR Suelo natural con adición de cenizas volante carbón y vidrio reciclado al 100% y 95%.

Ensayo de CBR	CBR al 100%	CBR al 95%
Condición de la muestra	Penetración 0.1"	Penetración 0.1"
M-01 S. Natural	31.0%	26.0%
M-01 SN+V. Reciclado 9%	42.5%	36.0%
M-01 SN+V. Reciclado 11%	49.5%	43.0%
M-01 SN+V. Reciclado 13%	60.1%	52.0%
M-01 SN + Cenizas V.C. 9%	40.3%	35.0%
M-01 SN+ Cenizas V.C. 11%	48.9%	42.0%
M-01 SN+ Cenizas V.C. 13%	56.8%	48.0%

Fuente: elaboración propia.



**Figura 19.** CBR resumen comparativos al 100%.



**Figura 20.** CBR resumen comparativos al 95%.

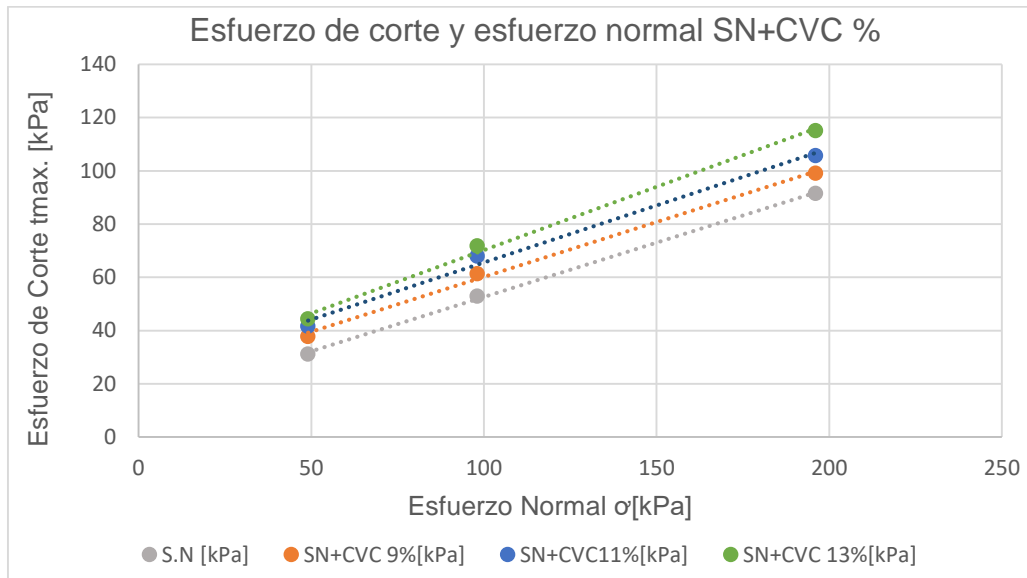
**Corte Directo (NTP 339.154-2001) suelo natural con adición de cenizas volante de carbón.**

Para realizar este ensayo se tuvo que mezclar los porcentajes de cenizas volante de carbón con el suelo natural, luego se procedió a medir su resistencia al corte, desplazamientos con los cuales se obtuvieron el Angulo de fricción y la cohesión del suelo.

**Tabla 19.** Cuadro de resumen de resultados esfuerzo normal y esfuerzo de corte.

E.N $\sigma$ [kPa]	S. NATURAL	SN+CVC 9%	SN+CVC 11%	SN+CVC 13%
49.03	31.2	37.8	41.57	44.4
98.1	52.89	61.37	67.97	71.75
196.1	91.55	99.09	105.69	115.12

Fuente: elaboración propia



*Figura 21. Gráfico de resumen de esfuerzo normal y esfuerzo de corte de suelo natural con adición cenizas volante de carbón.*

Se muestra en la figura 19 en la gráfica de resumen del ensayo de corte directo, suelo natural con adición de cenizas volante de carbón en las dosificaciones 9%, 11% y 13% tuvieron buenos resultados, con esfuerzo al corte, pero el que tuvo resultado más óptimo fue del suelo natural con adición de 13 % de cenizas volante de carbón.

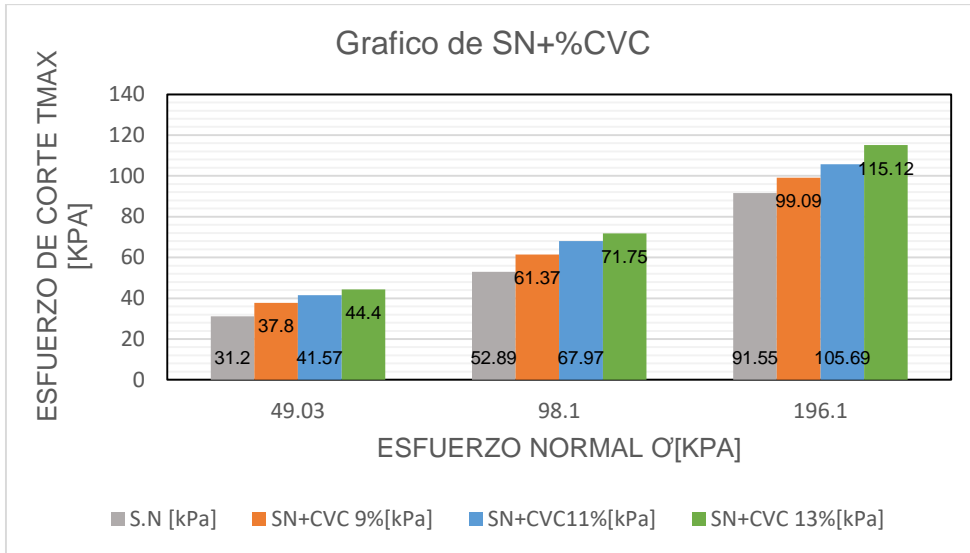


Figura 22. Resumen de esfuerzo normal y esfuerzo de corte de suelo natural con adición de cenizas volante de carbón.

Tabla 20. Cuadro de resumen de ángulo de fricción y cohesión de suelo natural con adición de cenizas volante de carbón

Cohesión [kPa]	Kg/cm <sup>2</sup>		Ang. Fricción
S.N	11.9	0.12	22.2
S.N+9%C.V.C	18.9	0.19	22.4
S.N+11%C.V.C	22.7	0.23	23.2
S.N+13%C.V.C	22.7	0.23	25.4

Fuente: elaboración propia.

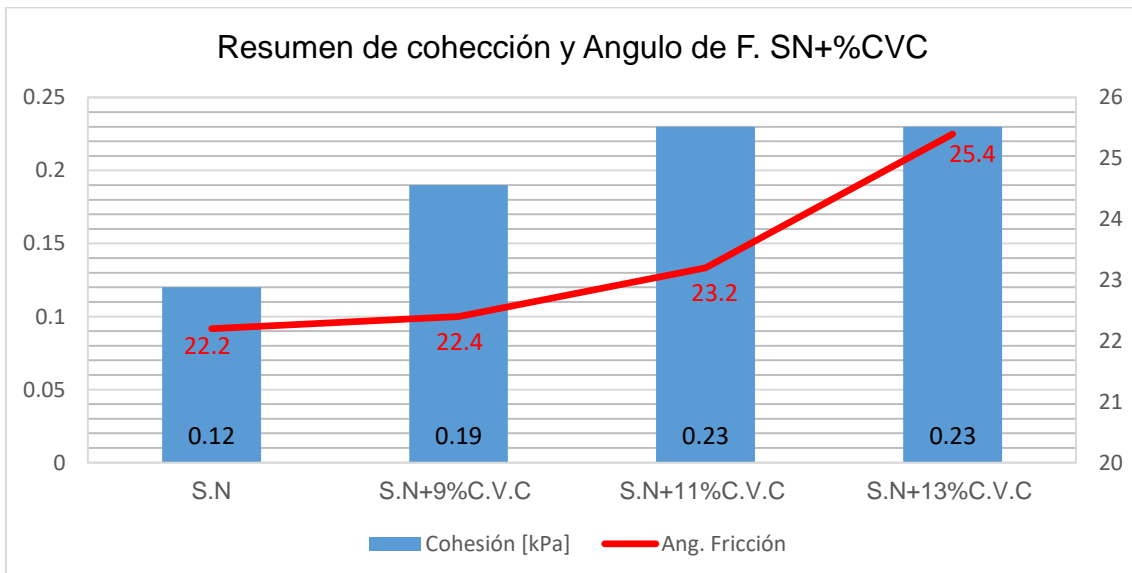
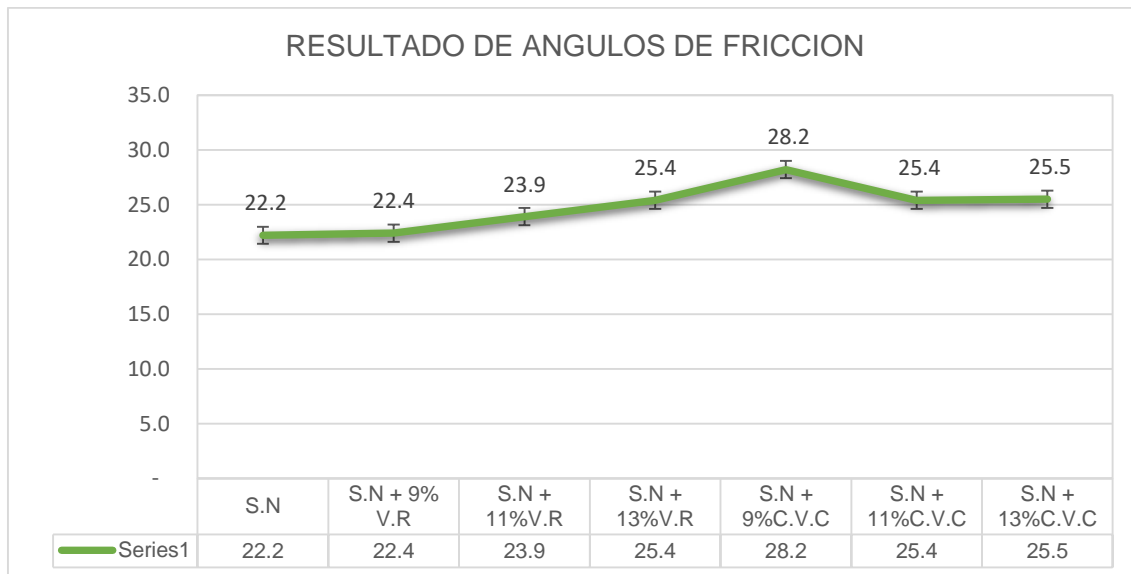


Figura 23. Gráfico de resumen de ángulo de fricción y la cohesión de suelo natural con adición de cenizas volante de carbón.

**Tabla 21.** Resumen general de resultados ángulo de fricción y la cohesión.

Resultados De Ensayo de Corte Directo		
Suelo Natural	COHESION (kPa)	11.9 kg/cm <sup>2</sup> (0.12)
	ANGULO DE FRICCION	22.2°
S.N + 9% C.V.C	COHESION (kPa)	18.9 kg/cm <sup>2</sup> (0.23)
	ANGULO DE FRICCION	22.4°
S.N + 11% C.V.C	COHESION (kPa)	21.8 kg/cm <sup>2</sup> (0.23)
	ANGULO DE FRICCION	23.9°
S.N + 13% C.V.C	COHESION (kPa)	22.7 kg/cm <sup>2</sup> (0.23)
	ANGULO DE FRICCION	25.4°
S.N + 9% V.R	COHESION (kPa)	17.1 kg/cm <sup>2</sup> (0.18)
	ANGULO DE FRICCION	28.2°
S.N + 11% V.R	COHESION (kPa)	19.4 kg/cm <sup>2</sup> (0.23)
	ANGULO DE FRICCION	26.4°
S.N + 13% V.R	COHESION (kPa)	21.8 kg/cm <sup>2</sup> (0.23)
	ANGULO DE FRICCION	25.5°

Fuente: elaboración propia.

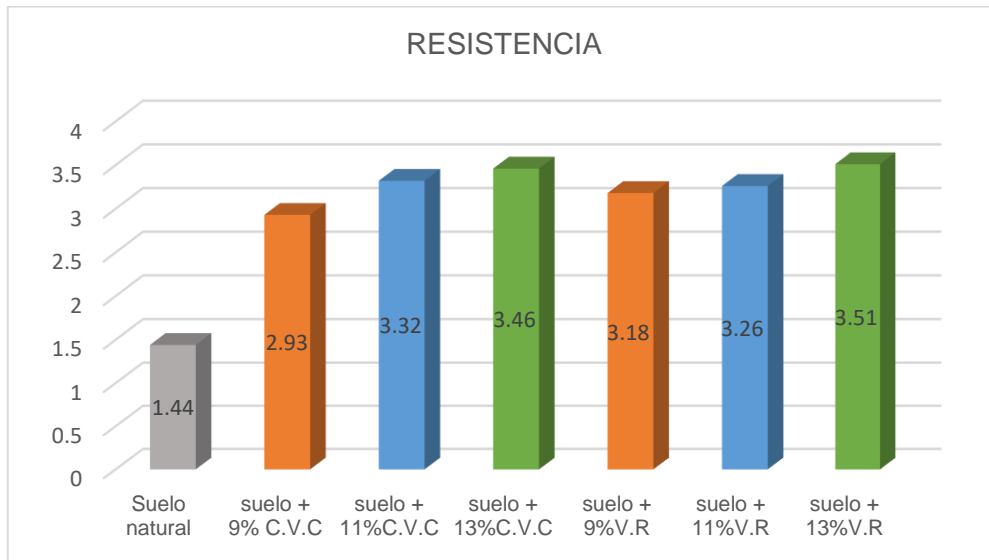


**Figura 24.** Gráfico Resumen general de resultados ángulo de fricción y la cohesión.

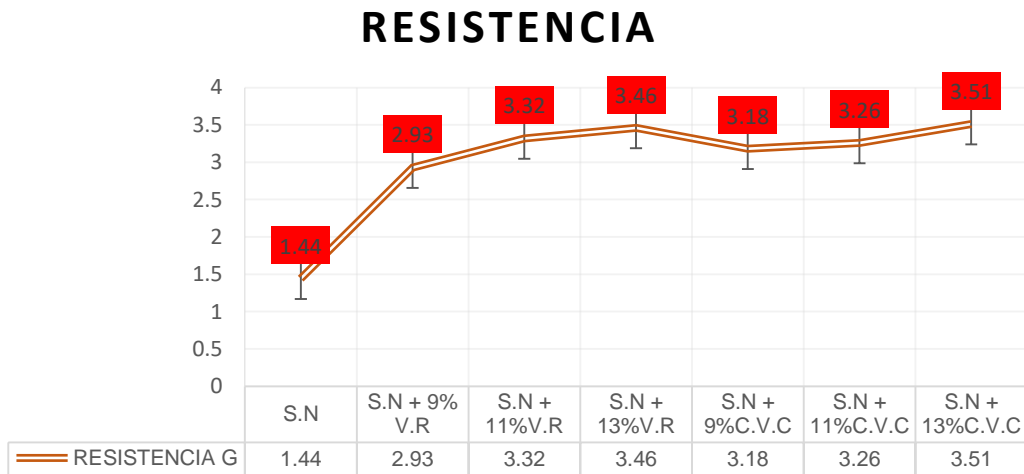
**Tabla 22.** Resumen general de resistencia de suelos.

DENOMINACION	EDAD(DIAS)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
Suelo natural	3	10.2	81.1	117	1.44
Suelo + 9% C.V.C	3	10.1	80.1	235	2.93
Suelo + 11% C.V.C	3	10	78.5	261	3.32
Suelo + 13% C.V.C	3	10.2	80.9	280	3.46
Suelo + 9% V.R	3	10	76.5	250	3.18
Suelo + 11% V.R	3	10.1	80.3	262	3.26
Suelo + 13% V.R	3	10.2	81.2	285	3.51

Fuente: elaboración propia.



**Figura 25.** Resistencia de suelos.



**Figura 26.** Gráfico de curva de resistencia de suelos.

#### **4.5. Contratación de hipótesis**

La aplicación de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón mejora la estabilización del suelo arcilloso, Las Palmeras, Puente Piedra. Con los resultados obtenidos en el laboratorio de suelos y pavimento del Grupo M & V Ingenieros SAC. Representadas en las figuras de estos, se aprueba la hipótesis de aplicación de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón, mejora de manera positiva en la estabilización de suelos arcillosos en Las Palmeras - Puente Piedra, el porcentaje de combinación más óptimo para el mejoramiento de la estabilidad de los suelos arcillosos es del 13% cenizas volantes de carbón y el 13% para vidrio reciclado.

La aplicación sin uso de aditivos mejora la estabilización del suelo arcilloso, Las Palmeras, Puente Piedra. Con los resultados obtenidos tal como muestra los ensayos de estos, sin uso de aditivo mejoro en la resistencia y compactación: tipo de suelo arena limosa (S.M) índice de plasticidad 3% contenido de humedad 2.1% y los resultados de proctor modificado en el suelo sin aditivos su máxima densidad seca 2.133 gr/cm<sup>3</sup>, Optimo contenido de humedad 5.8 % y el CBR 31.0%. se aprueba la hipótesis nuestros resultados fueron buenos sin usar aditivos mejoro la estabilización de suelos arcillosos.

La aplicación de vidrio reciclado mejora la estabilización del suelo arcilloso, Las Palmeras, Puente Piedra. Con las figuras elaboradas sustentada en base a los resultados obtenido en laboratorio, se comprueba que influyen de manera positiva en la mejora de estabilización de suelo arcilloso, la compactación de suelo con el ensayo de proctor modificado, se obtuvo como mejor resultado suelo natural con la adición de 13% de vidrio reciclado, su máxima densidad seca de 2.205, su resistencia con el ensayo de CBR al 100% incremento el 95% al suelo natural con 60.1% de CBR adicionando el 13% vidrio reciclado y su capacidad portante con el ensayo de corte directo se obtuvo mejor resultado el suelo natural adicionando el 9 % de vidrio reciclado con el ángulo de fricción 28.2°, se afirma la prueba la hipótesis la aplicación de vidrio reciclado mejora la estabilización del suelo arcilloso, Las Palmeras, Puente Piedra.

La aplicación de cenizas volantes de carbón mejora la estabilización del suelo arcilloso, Las Palmeras, Puente Piedra. Con las figuras elaboradas sustentada

en base a los resultados obtenidos en laboratorio, se comprueba que influyen de manera positiva en la mejora de estabilización de suelo arcilloso, la compactación de suelo con el ensayo de proctor modificado, se obtuvo como mejor resultado suelo natural con la adición de 13% de cenizas volantes de carbón, su máxima densidad seca de 2.187, su resistencia con el ensayo de CBR al 100% incremento a 56.8% de CBR adicionando el 13% cenizas volantes de carbón y su capacidad portante con el ensayo de corte directo se obtuvo mejor resultado el suelo natural adicionando el 13 % de cenizas volantes de carbón con el ángulo de fricción 28.2°, se afirma la prueba la hipótesis la aplicación de cenizas volantes de carbón mejora la estabilización del suelo arcilloso, Las Palmeras, Puente Piedra.

## V. DISCUSIÓN.

A partir de los resultados encontrados, aceptamos las hipótesis alternativas generales que existe relación.

- O.G. Determinar el efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos

Para Arroyo (2019), en su tesis de investigación "Los resultados de Angulo de Fricción de terreno natural es de  $34.70^\circ$  y del suelo natural adicionando ceniza de carbón en diferentes dosificaciones 20%, 25% y 30% es  $34.12^\circ$ ,  $33.70^\circ$  y  $33.34^\circ$  asimismo se nota que cada vez que se agrega más porcentaje de cenizas de carbón disminuye su ángulo de fricción. Mientras que nosotros DISCREPAMOS debido a que nuestros resultados obtenidos son: a terreno natural nuestro ángulo de fricción fue  $22.2^\circ$  y adicionando el 9%, 11% y 13% de C.V.C., los ángulos de fricción obtenidos fueron  $22.4^\circ$ ,  $23.9^\circ$  y  $25.4^\circ$  de ángulo de fricción a medida que se incrementa la adición de C.V.C., siendo la adición óptima al 13% de C.V.C., mientras que al adicionar el 9%, 11% y 13% de V.R, se obtuvo ángulos de fricción de  $28.2^\circ$ ,  $26.4^\circ$  y  $25.5^\circ$  respectivamente, observando que a medida que se adiciona V.R. en diferentes porcentajes el ángulo de fricción disminuye; en ese sentido se confirma que la C.V.C. tiene un mejor comportamiento que V.R.

- Determinar la estabilización de suelos arcillosos sin uso de aditivos.

Para Cañar (2017), En el tipo de suelo arena limosa (S.M) su límite líquido es 22.13%, límite plástico 19.38%, índice de plasticidad 2.75% contenido de humedad. 15.30% y los valores de CBR en el suelo sin aditivos su M.D.S. 1.560 gr/cm<sup>3</sup> y O.C.H. 13.80%, el CBR 15.6%. Nuestros resultados DISCREPA con los resultados de cañar (2017), nuestro suelo sin uso de aditivo fue mejor en la resistencia y compactación tal como muestra los ensayos: tipo de suelo arena limosa (S.M) su límite líquido es 21%, límite plástico 8% índice de plasticidad 3% contenido de humedad 2.1% y los resultados de proctor modificado en el suelo sin aditivos su máxima densidad seca 2.133 gr/cm<sup>3</sup> y Optimo contenido de humedad 5.8 % y el CBR 31.0%.



- Determinar la estabilización de suelos arcillosos con la aplicación de vidrio reciclado

Poma (2016), Su objetivo fue evaluar la máxima densidad seca y la resistencia al corte del suelo, al agregar 0%, 5%, 7%, 10% de polvo de vidrio reciclado para incrementar las propiedades. La conclusión a la que llegó fue que el suelo sin adición las propiedades suelen ser inadecuadas para la construcción de vías, por lo que se recomienda el uso de este material (polvo de vidrio reciclado) justificándose por los resultados obtenidos. Nosotros COINCIDIMOS con Poma debido a que nuestros resultados son: a terreno natural en relación a su M.D.S. es 2.205 grs/cm<sup>3</sup> y la resistencia es de 1.44, adicionando el 9%, 11% y 13% de vidrio reciclado los resultados obtenidos fueron M.D.S. 2.163 grs/cm<sup>3</sup>, 2.176 grs/cm<sup>3</sup>, 2.205 grs/cm<sup>3</sup> y su resistencia 2.18 grs/cm<sup>3</sup>, 3.26 grs/cm<sup>3</sup>, 3.51 grs/cm<sup>3</sup> respectivamente, observando un incremento M.D.S y también su resistencia de vidrio reciclado.

- Determinar la estabilización de suelos arcillosos con la aplicación de cenizas volantes de carbón.

Para Cueva y Chang (2019), en su tesis de investigación mediante los resultados de compactación, el ensayo proctor modificado en terreno natural, el óptimo contenido de humedad 9.42%, su máxima densidad seca.1.681 gr/cm<sup>3</sup>, y adicionando el 10% de Ceniza volante de carbón su óptimo contenido de humedad y su máxima densidad seca son 11.25% y el ensayo de corte directo el ángulo de fricción en terreno natural es 28.78° y adicionando 10% Ceniza volante de carbón 34.57° respectivamente, observando cuando se adiciona la cenizas volantes de carbón al 10 % incremente su O.C.H., su M.D.S. y su ángulo de fricción.

Para Cañar (2017), en su resultado de compactación proctor modificado para el suelo con la adición de cenizas de carbón al 20%, 23% y 25% aumenta su óptimo contenido de humedad. 15.00%, 16.80%, 16.70 y su máxima densidad seca 1.56 gr/cm<sup>3</sup>, 1.555 gr/cm<sup>3</sup>, 1.555 gr/cm<sup>3</sup> se podría concluir que la ceniza de carbón aumenta la capacidad portante. Las cenizas de carbón al (20%, 23% y 25%). Los resultados de ensayos CBR 18.8%, 19.1% y 19%. respectivamente, observando que a medida que se adiciona cenizas volantes

de carbón tiene mejores resultados y mejor comportamiento. Ya que las dosificaciones fueron distintas, Cenizas volante de carbón 20%, 23% y 25% para Cañar y 10% para Cueva y Chang. En cuanto nosotros COINSIDIMOS con los autores, debido a que nuestros resultados obtenidos adicionando la Cenizas volante de carbón fuero buenos. Compactación proctor modificado con la adición de Cenizas volante de carbón de 9%, 11% y 13%, su máxima densidad seca y su contenido de humedad fueron 2.158 gr/cm<sup>3</sup>, 2.168 gr/cm<sup>3</sup>, 2.187 gr/cm<sup>3</sup> y 6.8°, 6.3°, 6.5°. Los resultados de resistencia en el ensayo de CBR, con la adición de Cenizas volante de carbón de 9%, 11% y 13%, son 40.3%, 48.9%, 56.8%. Los resultados de Angulo de Fricción adicionando Cenizas volante de carbón 9%, 11% y 13% son 22.4°, 23.2° y 25.4. Por lo tanto, COINSIDIMOS con los autores a medida que se agrega las cenizas volantes de carbón en los ensayos mejora su comportamiento.

## VI. CONCLUSIONES

La máxima densidad seca al suelo natural es de 2.133, y al adicionar los porcentajes de vidrio reciclado y cenizas volante de carbón de 9%, 11% y 13% al suelo natural se obtiene máxima densidad seca de: 2.163% 2.176%, 2.205 y 2.158, 2.168, 2.187 respectivamente. Se confirma que ambos productos contribuyen a mejorar la compactación en la subrasante al incrementar su máxima densidad seca siendo el producto ideal u optimo las cenizas volantes de carbón.

Se concluye que de acuerdo a la clasificación SUCS, el suelo es de tipo arena-limo y en cuanto a su clasificación AASHTO A-1-b (0) es un suelo bien graduado.

Se concluye en cuanto la estabilización de suelos arcillosos sin uso de aditivos, su resistencia con el ensayo de CBR fue de 31.1%, teniendo su capacidad portante del suelo como sub rasante muy buena de acuerdo al M.T.C 2013.

A través de los ensayos realizados en la M-01, en cuanto a su resistencia con el ensayo de CBR al 100% con una penetración de 0.1" el suelo natural es de 31.0% y al adicionar los porcentajes de vidrio reciclado 9%, 11% y 13% al suelo natural se incrementa el CBR al 100% con una penetración de 0.1" de 42.5%, 49.5%, 60.1%. Se concluye que adicionando el vidrio reciclado se obtienen buenos resultados estabilizando los suelos arcillosos, se incrementando el CBR de suelo natural a 95% al adicional el 13% de vidrio reciclado.

A través de los ensayos realizados en la M-01 su capacidad portante con el ensayo de corte directo se obtuvo resultado del suelo natural con el ángulo de fricción 22.2° y cohesión es de 0.12 kg/cm<sup>2</sup> y al adicionar los porcentajes de cenizas volantes de carbón 9%, 11% y 13% al suelo natural se incrementa el ángulo de fricción y cohesión 22.4°, 23.2°, 25.4° y 0.19 kg/cm<sup>2</sup>, 0.23kg/cm<sup>2</sup>, 0.23 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. se concluye que adicionando las cenizas volantes de carbón se obtienen resultados favorables para la estabilización de suelos arcillosos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a los futuros investigadores que realicen tesis relacionados a la estabilización en diversos tipos suelos con el uso de la C.V.C puesto que estos materiales en el proceso de calcinación son amables con el medio ambiente y es reciclado y muy económica ya el proceso no es tan complicado con respecto a otros materiales.

Se recomienda al ministerio de transporte y comunicaciones que el manual de transporte presente estudios por cada distrito y departamento con el fin de dilucidar dudas del tipo de suelos de cada zona de estudio.

Se recomiendo el C.V.C por el bajo costo que estos demandan en el mercado y que dan buenos resultados en cuando a su resistencia y CBR.

Se recomienda a los pobladores de la ciudad puente piedra el uso único solo del 13% de C.V.C ya que se obtuvieron excelentes resultados y aumentaron su capacidad portante.

## REFERENCIAS

ABDULLAH, Hayder, SHAHIN, Mojamed., WALSKE, Megan & KARRECH, Ali. Systematic approach to assessing the applicability of fly-ash-based geopolymer for clay stabilization. Canadian Geotechnical Journal, 57(9), 1356-1368, 2020. doi:10.1139/cgj-2019-0215 Retrieved from: <https://sci-hub.se/10.1139/cgj-2019-0215>

ANDAVAN, S & PAGADALA, Vamsi. Experimental study on addition of lime and fly ash for the soil stabilization. Paper presented at the Materials Today: 2019. Proceedings, 22 10651069. doi:10.1016/j.matpr.2019.11.300 Retrieved from: <https://sci-hub.do/10.1016/j.matpr.2019.11.300>

ARROYO, Nicole. “Estabilización con cenizas de carbón para mejorar las propiedades mecánicas del terreno fundación en cimentaciones superficiales - Calle 75, Comas – Lima, 2019” Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Cesar Vallejo 2019. Recuperado en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46983>

ARUN, B., RAVICHANDRAN, P. T., & DIVYA Krishnan. Effect of pyrophyllite on behavioural strength of clayey soil. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 912(6). 2020. doi:10.1088/1757-899X/912/6/062063 Retrieved from: [www.scovus.com](http://www.scovus.com)

BERNAL, César A. Metodología de la Investigación. Tercera edición. Pearson Educación: Colombia, 2010

BORJAS, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros, Chiclayo, Perú, 2012.

CAÑAR, Edwin. Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinada con cenizas de carbón. Tesis. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. Escuela profesional de Ingeniería Civil. 2017. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25266/1/Tesis%201115%20-%20Ca%c3%b1ar%20Tiviano%20Edwin%20Santiago.pdf>

CAPCHA, Paulo y BALLARTE, José. Mejoramiento de las propiedades mecánicas de arenas con fines de cimentación superficial utilizando cal y

cenizas de hojas de caña de azúcar. [ed.] Universidad Nacional del Santa. Escuela profesional de Ingeniería Civil. Nuevo Chimbote, Perú. 2018. Recuperado de: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3173>.

CATALAN, Carlos. estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado h15, h20, y h30. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Austral de Chile, 2013. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfic357e/doc/bmfic357e.pdf>

CUEVA, Diana y CHANG, Betty, Estabilización de suelos arenosos adicionando cenizas volantes de carbón y cemento tipo I con fines de cimentación superficial en el asentamiento humano Villa los Jardines del distrito de Chimbote, Áncash-2019. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad Cesar Vallejo 2019. Recuperado en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/42753>

ESCOBAR, Gonzalo, 2016, Estructura de suelo y granulometría. Tesis pregrado. Universidad de Colombia.

ESPINOZA, Héctor. Toda construcción debe tener un previo estudio de mecánica de Suelos. Construcción y Mecánica de Suelos. Diciembre 2017. 3 p. Disponible en: <http://www.lms.uni.edu.pe/EXPOSICIONES/entrevista-HEC.pdf>.

ESPINOZA, Tatiana y HONORE, Gregory. Estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Chimbote-Perú: Universidad Nacional del Santa, 2018. Recuperado de. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3349>

FERNÁNDEZ, Salvador. Conceptos que conforman el proyecto ejecutivo carreteras, 2014. Recuperado de [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/subseInfraestructura/conceptos\\_de\\_carreteras.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/subseInfraestructura/conceptos_de_carreteras.pdf)

FIROOZI, Ali, OLGUN, Guney, ASGHAR, Ali & BAGHINI, Mojtaba. Fundamentals of soil stabilization. International Journal of Geo-Engineering.

2017. 8. 10.1186/s40703-017-0064-9. Retrieved from:  
[https://www.researchgate.net/publication/321727541\\_Fundamentals\\_of\\_soil\\_stabilization](https://www.researchgate.net/publication/321727541_Fundamentals_of_soil_stabilization)

GHASAN, Huseien, HUSSEIN K., HAMZAH, Rahman, NUR, Hafizah, KWOK, Wei, DAN PAUL, Deogrescu & JAHANGIR, Mirza. Alkali-activated mortars blended with glass bottle waste nano powder: Environmental benefit and sustainability, *Journal of Cleaner Production*, olume 243. 2020. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118636>

GARCÍA, A. (2017). Subrasante para pavimentos. Recuperado de: <https://documento/365080614/Subrasante-Para-Pavimentos>.

GUNARTI, A., NURYATI, S., PRIMATAMA, F., & RAHARJA, I. Mechanical properties improvement of clay soils using dry dust collector and silica sand wastes. Paper presented at the *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, , 933(1), 2020. doi:10.1088/1757-899X/933/1/012044 Retrieved from: <https://sci-hub.se/10.1088/1757-899X/933/1/012044>

GUZMÁN, Milagritos. Evaluación de los impactos ambientales ocasionados por el cambio de uso del suelo en el distrito de Puente Piedra – sector gallinazos. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental. 2016. Recuperado de: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/1481>

HERRAEZ, Fernando y MORENO, Alberto. Ingeniería de vías agroforestales: Diseño, calculo, construcción, y mantenimientos de caminos. [En línea]. Madrid: Mundi-prensa, 2019. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=iMCXDwAAQBAJ&pg=PA264&dq=Clasificaci%C3%B3n+de+suelos+seg%C3%BA+++AASHTO&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjQ0fKN8PTkAhUPD60KHc99CjYQ6wEIRTAE#v=onepage&q&f=false>. ISBN: 9788484765448.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6.ª ed. Ciudad de México: Mc Graw-Hill, 2014. 599 pp. ISBN: 9781456223960

HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. Metodología de la Investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. 1ra ed. Ciudad de México: Mc Graw-Hill, 2018. 744 pp. ISBN: 978-1-4562-6096-5

IMARPE. Instituto del Mar del Perú. Guía ilustrada para reconocimiento de especies de moluscos bivalvos con valor comercial. Serie de Divulgación Científica vol. 2, N°1, 2016

INFANTES, Sergio. Evaluación de características físicas y mecánicas de una base estabilizada con cemento modificada con vidrio templado reciclado. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Bogotá D.C. Colombia: Universidad de La Salle, 2015. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/30](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/30)

JAIMES, Victor. Resistencia de Adoquines de Concreto  $F^{\prime}C = 320 \text{ Kg/Cm}^2$ , Sustituyendo el Cemento en 15% y 30% por una Combinación de Cáscara de Huevo y Vidrio Molido. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. universidad san pedro, 2018. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/11381>

JAYAWARDANE, V., ANGGRAINI, V., LI-SHEN, A., PAUL, C., & NIMBALKAR, S. Strength enhancement of geotextile-reinforced fly-ash-based geopolymer stabilized residual soil. International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering, 2020. 6(4) doi:10.1007/s40891-020-00233-y. Retrieved from: <https://sci-hub.do/10.1007/s40891-020-00233-y>

JUNCO del Pino, Juan y TEJADA, Piusseaut., Eduardo. Consideraciones acerca de la actividad de las arcillas en la estabilización de suelos con ventas cuaternarias de amonio. Revista de Arquitectura e Ingeniería. 2013. 2 p. (3), 1-12. ISSN Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193930080004>

KIM, K. & KIM, K. Valuable Recycling of waste glass generated from the liquid crystal display panel industry. J. Clean. Prod. 2018. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652617326185>

MTC Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de carreteras: suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección de suelos y



pavimentos. Lima, 2013. Recuperado de:  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)

MAS, María, GARCÍA, Eva, MARCO, Luis y JAIME DE MARCO. Análisis de la Viabilidad Ambiental de la Utilización de Morteros Fabricados con Polvo de Vidrio en la Estabilización de Suelos. *Información tecnológica*. 27(5):77-86 2016. Disponible en: <https://sci-hub.do/10.4067/S0718-07642016000500010>

MERA, Luis, VASQUEZ, pedro, BOLAÑOS, Sandra y OSCULLO Lorena. Reutilización del vidrio de desecho para preparar esmaltes porcelánicos de primera capa. *Revista Politécnica*, vol29(1): 86-94. 2010. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4345/1/RP-No.29%2811%29.pdf>

MORALES, Daniel. Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Universidad de Medellín, 2015. Disponible en: <https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/1236/Valoraci%C3%B3n%20de%20las%20cenizas%20de%20carb%C3%B3n%20para%20la%20estabilizaci%C3%B3n%20de%20suelos%20mediante%20activaci%C3%B3n%20alcalina%20y%20su%20uso%20en%20v%C3%ADas%20no%20pavimentadas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NORMA Ce.020 Estabilización de suelos y taludes. Ministerio de Vivienda, Perú 2012.

NORMA ASTM C 618-05. 2013.

OLUFOWI, J., OGUNDOJU, A., MICHAEL, B. & ADERINLEWO, O. Estabilización del suelo de arcilla con vidrio en polvo. *Journal of Engineering Science and Technology*. 2014. 9(5):541 – 558.

PINDAY, Kevin. Diseño de mezcla de concreto con vidrio triturado en los elementos estructurales de la vivienda ubicada en mz g - 35 Urb. Jardines ex corp. Piura. tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/45675>

POMA, Karina. Estabilización de suelos con polvo de vidrio reciclado. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Huaraz- Perú: Universidad San Pedro, Escuela de Ingeniería Civil, 2016. Recuperado de: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/1550>

POÓ, Aurora. La Estructuración de la Investigación (2003). Disponible en: [https://www.academia.edu/33488319/La\\_estructuraci%C3%B3n\\_de\\_la\\_investigaci%C3%B3n\\_Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_Investigaci%C3%B3n\\_en\\_Arquitectura\\_Ingenier%C3%ADa\\_y\\_Dise%C3%B1o](https://www.academia.edu/33488319/La_estructuraci%C3%B3n_de_la_investigaci%C3%B3n_Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_en_Arquitectura_Ingenier%C3%ADa_y_Dise%C3%B1o)

PROYECTO INDECI. Ciudades sostenibles. Mapa de peligros, plan de usos de suelo y medidas de mitigación ante desastres Recuay, Ticapampa y Catac. Instituto de Defensa civil: 2004.

QUESADA, Santiago. Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Piura-Perú: Universidad de Piura, 2017.

RASHID, K., HAMEED, R., AHMAD, H. A., RAZZAQ, A., AHMAD, M., & MAHMOOD, A. Analytical framework for value added utilization of glass waste in concrete: Mechanical and environmental performance. Waste Management, 79, 312-323. 2018. doi:10.1016/j.wasman.2018.07.052, Retrieved from: <https://sci-hub.do/10.1016/j.wasman.2018.07.052>

RICO, Alfonso y DEL CASTILLO, Hermilo. La ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles, aeropistas. México D.F: Limusa, 2005.24 pp. ISBN: 968-18-0054-0.

Rivera, J., Coelho, J., Silva, R., Miranda, T., Castro, F., & Cristelo, N. Compressed earth blocks stabilized with glass waste and fly ash activated with a recycled alkaline cleaning solution. Journal of Cleaner Production, 2020. doi:10.1016/j.jclepro.2020.124783 Retrieved from: <https://sci-hub.se/10.1016/j.jclepro.2020.124783>

ROJAS, Daniel, 2012, Índice de soporte de california. Escuela de ingeniería en construcción. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/277184354/informe-cbr-pdf>

SALAZAR, María, ICASA, María, ALEJO, Oscar. La importancia de la ética en la investigación. *Revista Universidad y Sociedad*, 2018, vol. 10, no 1, p. 305-311. Disponible en:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202018000100305](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100305)

SECO, A., RAMIREZ, F., MIQUELEIZ, L., GARCIA, B. & PRIETO, E. "The use of nonconventional additives in marls stabilization". 2011. *Appl. Clay Sci.* 51, 419–423.

SYED, M., GUHARAY, A., & Kar, A. Stabilization of expansive clayey soil with alkali activated binders. *Geotechnical and Geological Engineering*, 38(6), 6657-6677. 2020. doi:10.1007/s10706-020-01461-9 Retrieved from: <https://sci-hub.do/10.1007/s10706-020-01461-9>

TAN, E., ZAHRAN, M., & TAN, A review of chemical stabilisation in road construction. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 943(1). 2020. doi:10.1088/1757-899X/943/1/012005 Retrieved from: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

TAVAKOL, M., KULESZA, S., JONES, C., & HOSSAIN, M. Effect of low-quality recycled concrete aggregate on stabilized clay properties. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 32(8). 2020. doi:10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003263 Retrieved from: [https://sci-hub.se/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0003263](https://sci-hub.se/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003263)

TORREALVA, Daniel. Andina (Agencia Peruana de Noticias). [En línea] 26 de octubre de 2018. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-%C2%BFque-tipos-suelos-tiene-lima-y-tan-seguro-es-construir-sobre-ellos-729732.aspx>.

ZHANG, He. & POON, C. Optimizing the use of recycled glass materials in alkali activated cement (AAC) based mortars. *Journal of Cleaner Production*, 255. 2020. doi:10.1016/j.jclepro.2020.120228 <https://sci-hub.se/10.1016/j.jclepro.2020.120228>

## Anexo : Matriz de operacionalización de las variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente 1: Vidrio reciclado	Los vidrios pueden tener propiedades mecánicas ópticas, mecánicas y térmicas, muy diversas según su composición química y tratamientos térmicos. En general, el vidrio se caracteriza por ser un material duro, frágil, transparente y resistente a la corrosión, al desgaste y a la compresión. según (Mera et al, 2010, p. 86).	La variable independiente 1: Se realizará la dosificación para dicha estabilización con el vidrio que será reciclado que tiene una dimensión. Tres indicadores y un instrumento con la que será medido.	Dosificación de Vidrio reciclado en relación al peso del suelo	9% de vidrio reciclado	Cuantitativa - razón
				11% de vidrio reciclado	
				13% de vidrio reciclado	
Variable independiente 2: cenizas volantes de carbón	Las cenizas volantes de carbón son muestras sólidas que se originan en el proceso de combustión de la quema de carbón mineral pulverizado en plantas termoeléctricas; Su composición está de acuerdo con los minerales combustibles del carbón y las reacciones manifestadas durante el proceso de combustión. Según la (Norma ASTM C 618-05, p.4).	La variable independiente 2: Se realizará la dosificación para dicha estabilización con cenizas volantes de carbón que será extraído los desechos de madera de fondo producto de la ladrillera. que es la ceniza volante de carbón tiene una dimensión. Tres indicadores y un instrumento con la que será medido.	Dosificación de cenizas volantes de carbón en relación al peso del suelo	9% de cenizas volantes de carbón	Cuantitativa - razón
				11% de cenizas volantes de carbón	
				13% de cenizas volantes de carbón	
Variable dependiente: Estabilización de Suelos arcillosos	(...) sustentaron que la estabilización del suelo es un método que se basa en mejorar las condiciones y características del suelo al mezclarse con otros materiales, con la finalidad de aumentar la capacidad portante( Firoozi ,Guney y Mojtaba, 2019, p.2)	La variable dependiente: Estabilización del Suelo arcillosos tiene 3 dimensiones y 4 indicadores los cuales tiene un instrumento con la que será medido	Capacidad portante	- Capacidad de carga admisible	Cuantitativa - razón
			Compactación	-Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca. - Clasificación de suelos	Cuantitativa - razón
			Resistencia	-CBR	Cuantitativa - razón

#### Anexo 4: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO		
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	Variable independiente 1: Vidrio reciclado	Dosificación de Vidrio reciclado en relación al peso del suelo	9% de vidrio reciclado	Balanza Digital de precisión de peso en gr.		
¿Qué efecto tiene el vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra?	Determinar el efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra	La aplicación de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón mejora la estabilización del suelo arcilloso, Las Palmeras, Puente Piedra			Variable independiente 2: cenizas volantes de carbón		Dosificación de cenizas volantes de carbón en relación al peso del suelo	11% de vidrio reciclado
			13% de vidrio reciclado					
<b>PROBLEMA ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECÍFICOS</b>	Variable dependiente: Estabilización del Suelos arcillosos	Capacidad portante	9% de cenizas volantes de carbón			
¿Qué efecto tiene sin uso de aditivos en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra?	Determinar la estabilización de suelos arcillosos sin uso de aditivos, Las Palmeras - Puente Piedra	La aplicación sin uso de aditivos mejora la estabilización del suelo arcilloso, Las Palmeras, Puente Piedra.			Compaction		11% de cenizas volantes de carbón	- Capacidad de carga admisible
								13% de cenizas volantes de carbón
¿Qué efecto tiene con la aplicación de vidrio reciclado en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra?	Determinar la estabilización de suelos arcillosos con la aplicación de vidrio reciclado, Las Palmeras - Puente Piedra	La aplicación de vidrio reciclado mejora la estabilización del suelo arcilloso, Las Palmeras, Puente Piedra.	Resistencia	-CBR	-Ensayo de Proctor modificado (ficha técnica)			
¿Qué efecto tiene con la aplicación de cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra?	Determinar la estabilización de suelos arcillosos con la aplicación de cenizas volantes de carbón, Las Palmeras - Puente Piedra.	La aplicación de cenizas volantes de carbón mejora la estabilización del suelo arcilloso, Las Palmeras, Puente Piedra.			-Ensayo de granulometría por tamizado (ficha técnica)			

**Anexo 5:** Instrumento de recolección de datos

**DATOS GENERALES**

Proyecto: Efecto de vidrio reciclado y cenizas volante de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras – Puente Piedra

Apellidos y nombres del experto: Rodríguez Góngora, Emilio

Profesión : Ingeniero civil

Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, ensayos de corte directo, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor (s) del instrumento (s): Huamani Quispe, Andres Edgardo

**I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muéstreles.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>VD. Estabilización de Suelos arcillosos, VI. 1 Vidrio reciclado y 2 Cenizas volante de carbón.</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>VD. Estabilización de Suelos arcillosos, 1 Vidrio reciclado y 2 Cenizas volante de carbón.</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>V.D Estabilización de Suelos arcillosos, VI. 1 Vidrio reciclado y 2 Cenizas volante de carbón.</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>47</b>				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

**47**



**EMILIO RODRIGUEZ GONGORA**  
INGENIERO CIVIL  
C.L.P. 53489

Lima, 20 de Setiembre de 2020

## DATOS GENERALES

Proyecto: Proyecto: Efecto de vidrio reciclado y cenizas volante de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras – Puente Piedra

Apellidos y nombres del experto: Tanta Minaya, Walter Javier

Profesión : Ingeniero civil

Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, ensayos de corte directo, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor (s) del instrumento (s): Huamani Quispe, Andres Edgardo

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>VD. Estabilización de Suelos arcillosos, VI. 1 Vidrio reciclado y 2 Cenizas volante de carbón.</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>VD. Estabilización de Suelos arcillosos, 1 Vidrio reciclado y 2 Cenizas volante de carbón.</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>V.D Estabilización de Suelos arcillosos, VI. 1 Vidrio reciclado y 2 Cenizas volante de carbón.</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		48				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48

  
 WALTER JAVIER  
 TANTA MINAYA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 226062

Lima, 20 de Setiembre de 2020

## DATOS GENERALES

**Proyecto:** Proyecto: Efecto de vidrio reciclado y cenizas volante de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras – Puente Piedra

**Apellidos y nombres del experto:** Rodríguez Falcón, Efran Vidal

**Profesión** : Ingeniero civil

**Instrumento de evaluación** : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, ensayos de corte directo, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

**Autor (s) del instrumento (s):** Huamani Quispe, Andres Edgardo

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN** Rodríguez Falcón, Efran Vidal

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>VD. Estabilización de Suelos arcillosos, VI. 1 Vidrio reciclado y 2 Cenizas volante de carbón.</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>VD. Estabilización de Suelos arcillosos, 1 Vidrio reciclado y 2 Cenizas volante de carbón.</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>V.D Estabilización de Suelos arcillosos, VI. 1 Vidrio reciclado y 2 Cenizas volante de carbón.</b>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		45				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable.

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

45



Lima, 20 de Setiembre de 20



**Anexo 6:** Tablas de método de análisis de datos.

Núm.	NOMBRE DE ENSAYO	PROCEDIMIENTO
1	Ensayo de contenido de humedad ASTM D 2216 (MTC E108)	Presentar la muestra en una bandeja y cuartearla, colocar la muestra en un recipiente previamente pesada y anotar los datos de peso suelo húmedo más recipiente en un formato dado, seguidamente colocar en el horno eléctrico durante 24 horas de secado, después anotar el peso de suelo seco más recipiente. Repetir este ensayo por lo menos dos veces para obtener el promedio de los contenidos de humedades de ambos ensayos.
2	Ensayo de análisis granulométrico por tamizado (MTC E-104)	La muestra debe estar seca, para poder registrar el peso de suelo seco de un cuarteo, al tratarse de una arcilla se dejará remojar en el agua potable para ablandar las partículas arcillosas y con la mano se desmenuzará el suelo se lavará las partículas arenosas por el caño de laboratorio, y se dejará pasar por la malla N°200 (0.075mm) para parte de finos limosa y arcillosa, cuando se observa que las partículas arenosas están limpias y el agua es transparente, se coloca al pocillo para secar las partículas arenosas al horno eléctrico durante 18 horas, después de secado y enfriado se pesa las partículas arenosas y se pasa al juego de tamices para colocarlo en el agitador. Seguidamente se toman los pesos retenidos en cada malla utilizada y se anotan los datos. Finalmente, en la hoja de cálculos, se debe tener cuidado al calcular los pesos retenidos con el peso antes de lavar por la malla, y poder determinar el porcentaje retenido y el porcentaje que pasa la malla N°200.
3	Determinación del Límite líquido de los suelos	En una muestra de suelo secado al aire, desmenuzar con un mortero las partículas sólidas y pasarlo por el tamiz N°40(0.425mm). Para el límite líquido se remoja la muestra para que se sature, ya que se trata de arcilla, se satura durante una noche para que al día siguiente esta muestra se coloque en la copa paralelo a la base de caucho de la copa y se acanala dejando dos taludes iguales y se procede a accionar la copa dos golpes por segundo hasta que se junte los taludes en el fondo de la copa a una separación de 1cm, se anota los números de golpes. Se observa los tres puntos en el gráfico y se traza una línea entre estos, seguidamente se lee a 25 golpes de la gráfica el límite líquido.
4	Determinación del límite plástico (L.P) de los suelos e índice de plasticidad (I.P)	Para determinar el límite plástico, se amasa el suelo para obtener rollitos de 3mm de diámetro (1/8") hasta que se agriete el bastoncito y se registra el peso del suelo húmedo más recipiente en duplicado para obtener el límite plástico que está en función de los promedios de los contenidos de humedades. Seguidamente se calcula el índice de plasticidad, que consiste en la diferencia del límite líquido y límite plástico. Seguido a ello se procede a clasificar el suelo por los métodos SUCS y AASHTO.

5	<p>Ensayo de Compactación (Proctor Modificado) ASTM D 1557 (MTC E115)</p>	<p>La muestra se seca al aire y se tamiza por la malla N°4(4.75mm) todo el material, para pesar cuatro bandejas con seis kilos cada uno, remojar con agua calculada de 6%, 8%, 10% y 12% al suelo, dejarlo saturar una noche en bolsa plástica herméticamente sellada, luego de este tiempo se presenta, en una bandeja, el suelo saturado (6%, 8%, 10% y 12%) para iniciar con la compactación en un molde cilíndrico indicado, en 5 capas con 56 golpes por capa, en la última capa exceder un poco sobre la altura del molde para enrasar la muestra y registrar el peso del molde más suelo compactado en un formato ya establecido, extraer el espécimen con un extractor de muestra y tomar el contenido de humedad de cada muestra extraída, tomar el peso del molde y medir el diámetro y altura del molde cilíndrico para calcular el volumen del molde de compactación. Finalmente se grafica la curva de compactación planteando en la vertical la densidad seca y horizontal el contenido de humedad, obteniendo así la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.</p>
6	<p>Ensayo California Bearing Ratio (CBR) ASTM D 1883</p>	<p>Mezclar la muestra y agua para llegar al óptimo contenido de humedad, compactación de la muestra de suelo en cinco capas con diferentes números de golpes por capas (56, 25 y 10 golpes por capa), tomar el dato de suelo compactado más molde, colocar el molde sobre base perforada con papel filtro en la base y parte superior de la muestra, colocar las pesas anular (10 lbs) de sobrecarga a cada molde compactado y sumergirlo en poza de saturación durante cuatro días e instalar el deformímetro para registrar posibles expansiones, luego escurrir el molde más muestra saturada y colocarlo en la prensa para registrar las lecturas del dial contra la penetración en pulgadas a una velocidad de aplicación de 0.05 pulgadas por minuto. Finalmente graficar la carga en libras contra penetración en pulgadas para 56, 25 y 10 golpes por capa, corregir y obtener para 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración los valores cargan en libras corregidas y se grafica la densidad seca (56, 25 y 10 golpes por capa) contra el porcentaje de CBR de 0.1" y 0.2" y a 95% de máxima densidad seca se obtiene el índice de CBR.</p>

7	Ensayo de Corte Directo D 300	<p>Ya teniendo la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad el producto del ensayo Proctor, y el volumen de la caja de corte directo (180 cm<sup>3</sup>), se calculó la cantidad de suelo y agua a colocar en la caja. Se ajustó adecuadamente la caja de corte, verificando que tanto la parte superior como inferior de la caja estén alineadas y asegurándolo con los tornillos para evitar que se muevan. Se colocó en la caja la tapa inferior percatándose que las ranuras estén en paralelo a la dirección de corte, seguidamente se colocó la piedra porosa cuadrada y el papel filtro. Una vez ya preparada la mezcla, se colocó dentro de la caja dividida en 3 capas compactadas. Con ayuda de la espátula se distribuyó por toda la superficie de la caja, tratando de formar una capa uniforme, y con el pisón se compactó dando 25 golpes con el martillo de goma. Las capas compactadas eran escarificadas haciendo 5 líneas verticales y 5 líneas horizontales para el recibimiento de la próxima capa. Finalmente se colocó un papel filtro sobre la muestra compactada, las 2 piedras porosas cuadradas y el pisón metálico de carga. Se colocó la primera carga normal de 1.00 kg/cm<sup>2</sup>, el dial de desplazamiento vertical y se calibró correctamente los indicadores de desplazamiento horizontal y fuerza cortante. Una vez colocada la caja en la máquina de corte directo, se retiraron los tornillos de seguridad de la caja, y se aseguraron los tornillos que fijan la caja a la máquina de corte. Se puso en funcionamiento la máquina de corte directo a una velocidad de 0.5 mm/min. Se registraron la fuerza normal, los desplazamientos horizontales y las fuerzas cortantes. Se detuvo el funcionamiento del equipo al ver una falla de la muestra (el dial de fuerza cortante ya no avanzaba o empezaba a retroceder). Finalmente se retiró la carga normal y se ajustó la caja de corte con los tornillos de seguridad antes de retirarla. Se repitió todo el procedimiento anterior para esfuerzos normales de 1.50 y 2.00 kg/cm<sup>2</sup>. Este ensayo también se realizó para las distintas mezcla establecidas en el Cuadro 3.2, para determinar la variación de los parámetros mecánicos (ángulo de fricción y cohesión) ante la presencia de otros agentes (vidrio reciclado y cenizas de volante de carbón).</p>
---	-------------------------------	---

### Anexo 6.1: Símbolo de grupos - clasificación de suelos según el método AASHTO

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0,08mm							Suelos finos más de 35% pasa po el tamiz de 0.08 mm				
Grupo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
Símbolo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Analisis granulométrico												
%% que pasa por el tamiz												
2 mm	máx.50											
0.5 mm	máx.30	máx.50	máx.50									
0.08 mm	máx.15	máx.25	máx.10	máx.3 5	máx.3 5	máx.3 5	máx.3 5	mín.3 5	mín.3 5	mín.3 5	mín.35	mín.35
Limites Atterberg				máx.4 0	min.4 0	máx.4 0	min.4 0	máx.4 0	máx.4 0	máx.4 0	min.40	min.40
Límite de liquidez índice de plasticidad	máx.6	máx.6		máx.1 0	máx.1 0	min.1 0	min.1 0	máx.1 0	máx.1 0	min.1 0	min.10 IP<LL-30	min.10 IP<LL-30
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx.4	máx.4	máx.8	máx.1 2	máx.1 6	máx.20	máx.20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcilloso		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

De la misma forma se clasifica a los suelos según los diferentes tipos de condición de la subrasante según (MTC, 2013, p. 29).

## Anexo 6.2: Resumen ensayo Proctor Estándar y Modificado

TIPO DE ENSAYO	PROCTOR ESTÁNDAR ASTM D698 - 91(98)			PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557 - 91(98)		
METODO	A	B	C	A	B	C
CONDICIONES PARA ELECCION DEL METODO	% RET. ACUM. N° 4 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/8 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/4 <= 30%	% RET. ACUM. N° 4 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/8 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/4 <= 30%
		% RET. ACUM. N° 4 > 20%	% RET. ACUM. N° 3/8 > 20%		% RET. ACUM. N° 4 > 20%	% RET. ACUM. N° 3/8 > 20%
TIPO DE MATERIAL A UTILIZARCE	Tamiz por la malla N° 4	Tamiz por la malla N° 3/8	Tamiz por la malla N° 3/4	Tamiz por la malla N° 4	Tamiz por la malla N° 3/8	Tamiz por la malla N° 3/4
N° DE CAPAS (n)	3	3	3	5	5	5
N° DE GOLPES (N)	25	25	56	25	25	56
DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	10.16 (+/-)0.04	10.16 (+/-)0.04	15.24 (+/-)0.07	10.16 (+/-)0.04	10.16 (+/-)0.04	15.24 (+/-)0.07
ALTURA DEL MOLDE (cm)	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05
VOLUMEN DEL MOLDE (V) (cc)	944(+/-)14	944(+/-)14	2124(+/-)25	944(+/-)14	944(+/-)14	2124(+/-)25
PESO DEL MARTILLO (W) (kg)	2.5(+/-)0.01	2.5(+/-)0.01	2.5(+/-)0.01	4.54(+/-)0.01	4.54(+/-)0.01	4.54(+/-)0.01
ALTURA CAIDA DEL MARTILLO (h) (cm)	30.48(+/-)0.13	30.48(+/-)0.13	30.48(+/-)0.13	45.72(+/-)0.16	45.72(+/-)0.16	45.72(+/-)0.16
DIAMETRO DEL MARTILLO (cm)	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025
ENERGIA ESPECIFICA DE COMPACTACION	6.054	6.054	6.054	6.027	27.485	27.485
<b>OBSERVACIONES:</b>	CORREGIR EL OPTIMO DE HUMEDAD Y LA MAXIMA DENSIDAD SECA OBTENIDA, UTILIZANDO EL METODO ASTM D4718					
<b>NOTA:</b>	CUANDO MAS DEL 5% DE LA MUESTRA TOTAL ES RETENIDO SOBRE LA MALLA N° 4, SE HARA LA CORRECCION POR ESTA NORMA					

Fuente: ASTM D698 y ASTM D1557, 2018.

**Anexo 7:** Estabilización de suelos arcillosos con la aplicación vidrio reciclado 9%, 11% y 13%.

Ensayo de Proctor modificado ASTM D1883 (suelo natural con adición 9% vidrio reciclado).

**Tabla 7.1** Compactación de moldes.

COMPACTACION			
PRUEBA	1	2	3
Numero de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (gr/cm3)	2.163	1.968	1.783
contenido de humedad	6.6	6.7	6.6

Fuente: elaboración propia.

Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00- 1.50). Suelo natural con adición 9% vidrio reciclado.

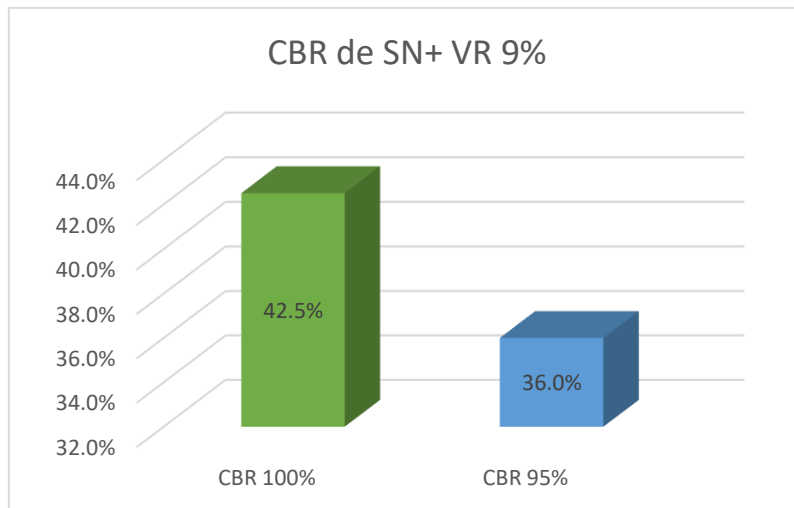
Se realizó el ensayo de CBR a la muestra M-01 con adición de 9 % de vidrio reciclado, para poder determinar su capacidad portante patrón de la muestra se tuvo que realizar 03 especímenes cada una sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, de tal forma que se observa en la tabla 7.1.

**Tabla 7.2.** Cuadro CBR para 0.1 pulg de penetración.

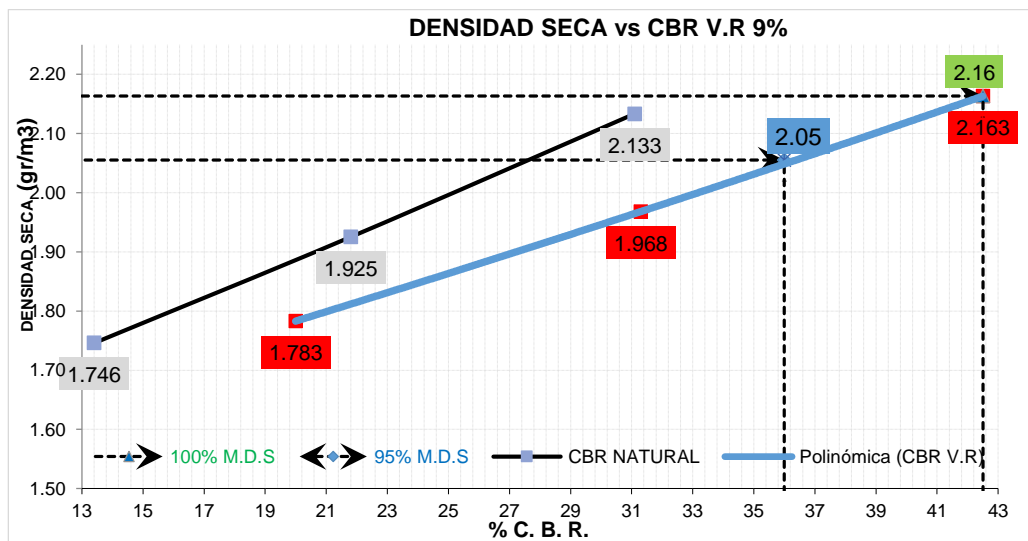
MOLDE NUMERO	Penetración pulg	presión aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	presión patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	CBR (%)
I	0.1	425	1000	42.5
II	0.1	313	1000	31.3
II	0.1	200	1000	20.0

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 7.2 se observa el resultado de la muestra M-01 con adición de 9 % de vidrio reciclado, el ensayo CBR al 100% determino 42.5 % de CBR para una penetración 0.1" así mismo se observa que el ensayo de CBR al 95 % determino 36.0 % de CBR para una penetración 0.1" por lo que se define que la muestra de suelo arena Limo es considerada excelente respectivamente, para su uso como sub rasante, tal como lo establece el manual de carretas-MTC, que establece que el CBR  $\geq 30\%$  sub rasante excelente como se observa en la tabla 5.



**Figura 7.1.** Suelo natural con vidrio reciclado 9%.



**Figura 7.2.** Grafico CBR *suelo natural y vidrio reciclado 9%*

En la estratigrafía 7.2 se observa la curva grafica de CBR natural y CBR con adición de 9% de vidrio reciclado, respecto a la densidad seca, para el CBR al 100% la máxima densidad seca es de 2.16 g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 42.5 % y 36.0 % tal como se observa en la figura 7 para una penetración de 0.1", por lo que estos valores determinan una sub rasante excelente respectivamente.

Corte Directo (ASTM D3080) suelo natural con adición de vidrio reciclado 9%.

Para realizar este ensayo se tuvo que mezclar los porcentajes de vidrio reciclado con el suelo natural, luego se procedió a medir su resistencia al corte, desplazamientos con los cuales se obtuvieron el Angulo de fricción y la cohesión del suelo.

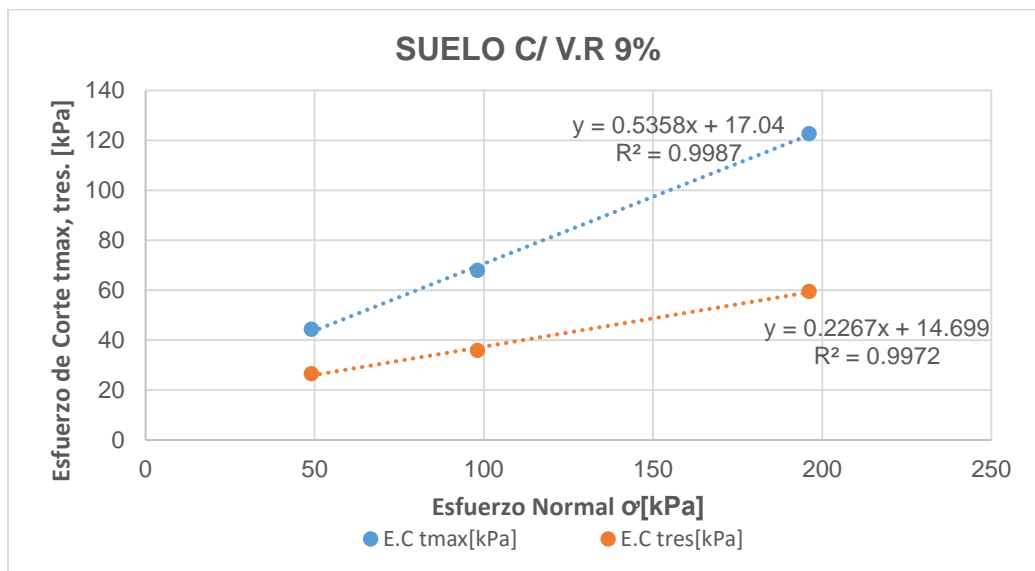
DATOS - V.R 9%		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
DIAMETRO ( $\emptyset$ )	Cm	6.27		6.27		6.27	
AREA	Cm <sup>2</sup>	30.88		30.88		30.88	
ALTURA (H)	Cm	2.015	1.798	2.015	1.758	2.015	1.701
VOLUMEN (V)	Cm <sup>3</sup>	62.22	55.52	62.216	54.28	62.216	52.52
PESO HUMEDO	Gr	84	91.6	84	91.8	84	92.1
HUMEDAD (w)	%	8.3	18.2	8.6	18.6	8.4	18.9
DENSIDAD H. (Y)	Gr/Cm <sup>3</sup>	1.35	1.651	1.35	1.69	1.35	1.754
DENSIDAD SECA	Gr/Cm <sup>3</sup>	1.246	1.397	1.243	1.425	1.245	1.475
RELACION DIAM./ ALTURA	Cm	3.110		3.110		3.110	
PESO SECO	Gr	77.5		77.4		77.5	

**Tabla 7.3.** Cuadro de ángulo de fricción y cohesión de suelo natural con adición de vidrio reciclado 9%

E.N $\sigma$ [kPa]	E.C tmax[kPa]	E.C tres[kPa]
49.03	44.4	26.49
98.1	67.97	35.92
196.1	122.66	59.49

Parámetros	Pico [Max]	Residuales
c [kPa]	17	14.7
$\phi$ [°]	28.2	12.8

Fuente: elaboración propia.



**Figura 7.3.** Gráfico de esfuerzo normal y esfuerzo de corte de suelo natural con adición de vidrio reciclado 9%.



Ensayo de Proctor modificado ASTM D1883 (suelo natural con adición 11% vidrio reciclado).

**Tabla 7.4.** Compactación de moldes

COMPACTACION			
PRUEBA	1	2	3
Numero de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (gr/cm3)	2.176	1.918	1.759
contenido de humedad	6.8	6.3	6.1

Fuente: elaboración propia

Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00- 1.50). suelo natural con adición 11% vidrio reciclado

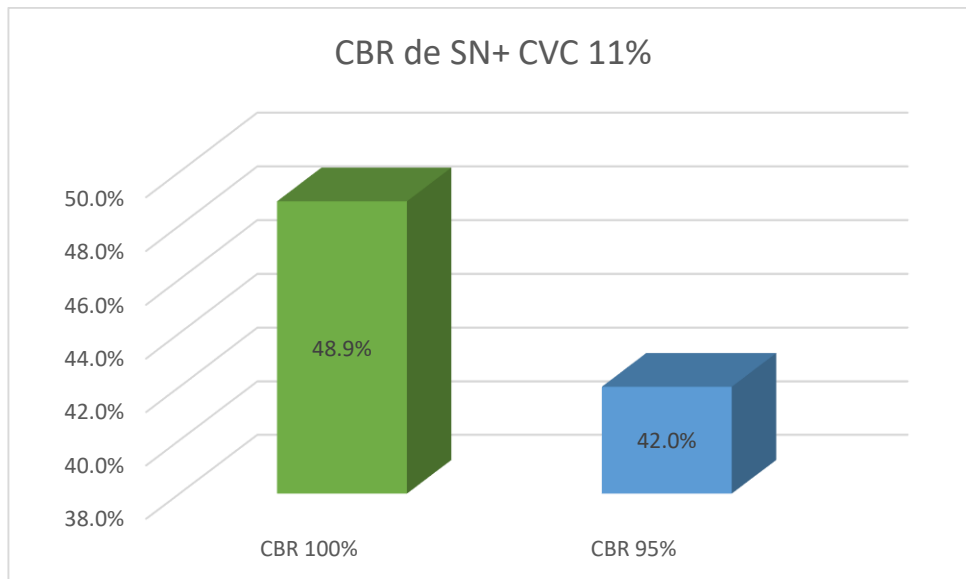
Se realizó el ensayo de CBR a la muestra M-01 con adición de 11 % de vidrio reciclado, para poder determinar su capacidad portante patrón de la muestra se tuvo que realizar 03 especímenes cada una sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, de tal forma que se observa en la tabla14.

**Tabla 7.5.** Cuadro CBR para 0.1 pulg de penetración

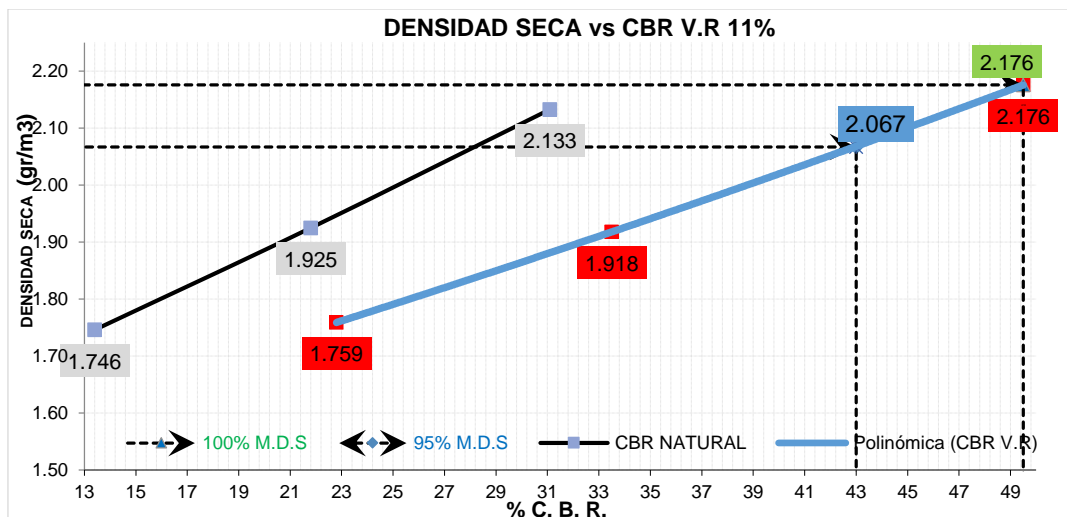
MOLDE NUMERO	Penetración pulg	presión aplicada (Lb/pulg2)	presión patrón (Lb/pulg2)	CBR (%)
I	0.1	495	1000	49.5
II	0.1	335	1000	33.5
II	0.1	228	1000	22.8

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 7.5 se observa el resultado de la muestra M-01 con adición de 11 % de vidrio reciclado, el ensayo CBR al 100% determino 49.5 % de CBR para una penetración 0.1” así mismo se observa que el ensayo de CBR al 95 % determino 43.0 % de CBR para una penetración 0.1” por lo que se define que la muestra de suelo arena Limo es considerada excelente respectivamente, para su uso como sub rasante, tal como lo establece el manual de carretas–MTC, que establece que el CBR  $\geq 30\%$  sub rasante excelente como se observa en la tabla 5.



**Figura 7.4.** Suelo mezclado con vidrio reciclado.



**Figura 7.5.** Grafico CBR suelo natural y vidrio reciclado 11%

En la estratigrafía 7.4 se observa la curva grafica de CBR natural y CBR con adición de 11% de vidrio reciclado, respecto a la densidad seca, para el CBR al 100% la máxima densidad seca es de 2.176 g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 49.5% y 43.0% tal como se observa en la figura 9 para una penetración de 0.1", por lo que estos valores determinan una sub rasante excelente respectivamente.

Corte Directo (ASTM D3080) suelo natural con adición de vidrio reciclado 11%.

Para realizar este ensayo se tuvo que mezclar los porcentajes de vidrio reciclado con el suelo natural, luego se procedió a medir su resistencia al corte, desplazamientos con los cuales se obtuvieron el Angulo de fricción y la cohesión del suelo.

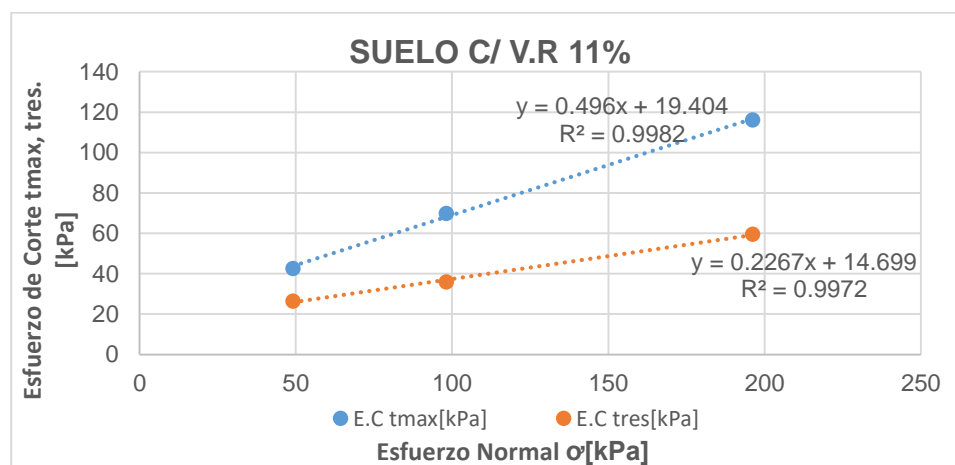
DATOS - V.R 11%		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
DIAMETRO ( $\phi$ )	Cm	6.27		6.27		6.27	
AREA	Cm <sup>2</sup>	30.88		30.88		30.88	
ALTURA (H)	Cm	2.015	1.794	2.015	1.753	2.015	1.699
VOLUMEN (V)	Cm <sup>3</sup>	62.22	55.392	62.216	54.126	62.216	52.459
PESO HUMEDO	Gr	86	94.1	86	94	86	94.1
HUMEDAD (w)	%	9.4	19.7	9.4	19.6	9.4	19.6
DENSIDAD H. (Y)	Gr/Cm <sup>3</sup>	1.382	1.7	1.382	1.737	1.382	1.793
DENSIDAD SECA	Gr/Cm <sup>3</sup>	1.263	1.42	1.263	1.452	1.263	1.499
RELACION DIAM./ ALTURA	Cm	3.11		3.11		3.11	
PESO SECO	Gr	78.6		78.6		78.7	

**Tabla 7.6.** Cuadro de ángulo de fricción y cohesión de suelo natural con adición de vidrio reciclado 11%

E.N $\sigma$ [kPa]	E.C t <sub>max</sub> [kPa]	E.C t <sub>res</sub> [kPa]
49.03	42.52	26.49
98.1	69.86	35.92
196.1	116.06	59.49

Parametros	Pico [Max]	Residuales
c [kPa]	19.4	14.7
$\phi$ [°]	26.4	12.8

Fuente: elaboración propia



**Figura 7.6.** Gráfico de esfuerzo normal y esfuerzo de corte de suelo natural con adición de vidrio reciclado 11%.

Ensayo de Proctor modificado ASTM D1883 (suelo natural con adición 13% vidrio reciclado).

**Tabla 7.7.** Compactación de moldes

COMPACTACION			
PRUEBA	1	2	3
Numero de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.205	1.929	1.758
contenido de humedad	7.0	6.9	6.9

Fuente: elaboración propia

Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00- 1.50). Suelo natural con adición 13% vidrio reciclado

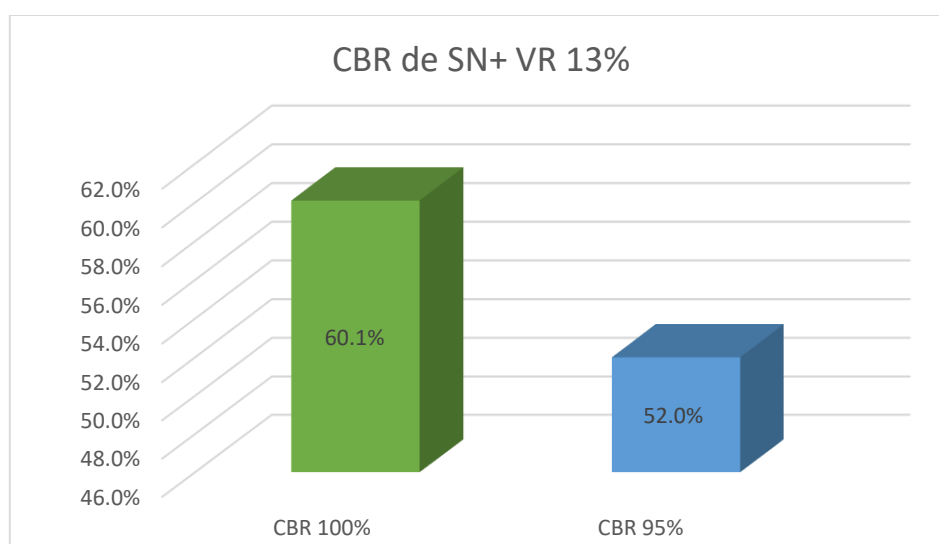
Se realizó el ensayo de CBR a la muestra M-01 con adición de 13 % de vidrio reciclado, para poder determinar su capacidad portante patrón de la muestra se tuvo que realizar 03 especímenes cada una sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, de tal forma que se observa en la tabla 16.

**Tabla 7.8.** Cuadro CBR para 0.1 pulg de penetración.

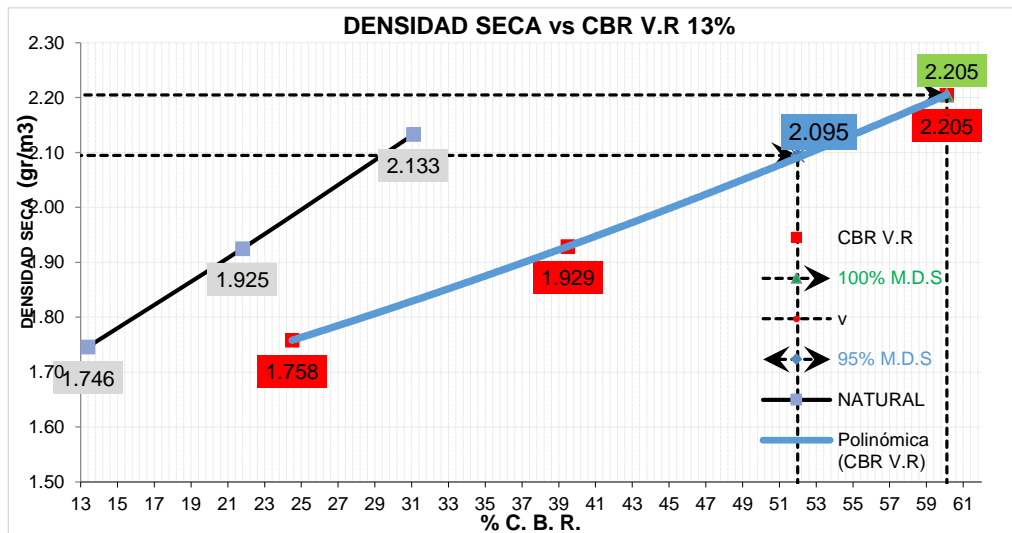
MOLDE NUMERO	Penetración pulg	presión aplicada (Lb/pulg2)	presión patrón (Lb/pulg2)	CBR (%)
I	0.1	601	1000	60.1
II	0.1	395	1000	39.5
II	0.1	245	1000	24.5

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 7.8 se observa el resultado de la muestra M-01 con adición de 13 % de vidrio reciclado, el ensayo CBR al 100% determino 60.1 % de CBR para una penetración 0.1” así mismo se observa que el ensayo de CBR al 95 % determino 52.0 % de CBR para una penetración 0.1” por lo que se define que la muestra de suelo arena Limo es considerada excelente respectivamente, para su uso como sub rasante, tal como lo establece el manual de carretas–MTC, que establece que el CBR  $\geq 30\%$  sub rasante excelente como se observa en la tabla 5.



**Figura 7.7.** Suelo mezclado con vidrio reciclado 13%



**Figura 7.8.** Gráfico CBR suelo natural y vidrio reciclado 13%

En la estratigrafía 7.7 se observa la curva grafica de CBR natural y CBR con adición de 13% de vidrio reciclado, respecto a la densidad seca, para el CBR al 100% la máxima densidad seca es de 2.205 g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 60.1% y 52.0% tal como se observa en la figura 10 para una penetración de 0.1", por lo que estos valores determinan una sub rasante excelente respectivamente.

Corte Directo (ASTM D3080) suelo natural con adición de vidrio reciclado 13%.

Para realizar este ensayo se tuvo que mezclar los porcentajes de vidrio reciclado con el suelo natural, luego se procedió a medir su resistencia al corte, desplazamientos con los cuales se obtuvieron el Angulo de fricción y la cohesión del suelo.

DATOS - V.R 13%		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
DIAMETRO ( $\phi$ )	Cm	6.27		6.27		6.27	
AREA	Cm <sup>2</sup>	30.88		30.88		30.88	
ALTURA (H)	Cm	2.015	1.796	2.015	1.752	2.015	1.696
VOLUMEN (V)	Cm <sup>3</sup>	62.22	55.454	62.216	54.095	62.216	52.366
PESO HUMEDO	Gr	87.5	94.3	87.5	94.2	87.5	94.4
HUMEDAD (w)	%	10.2	18.8	10.2	18.7	10.2	18.8
DENSIDAD H. (Y)	Gr/Cm <sup>3</sup>	1.406	1.701	1.406	1.741	1.406	1.801
DENSIDAD SECA	Gr/Cm <sup>3</sup>	1.276	1.432	1.276	1.467	1.276	1.516
RELACION DIAM./ ALTURA	Cm	3.11		3.11		3.11	
PESO SECO	Gr	79.4		79.4		79.4	

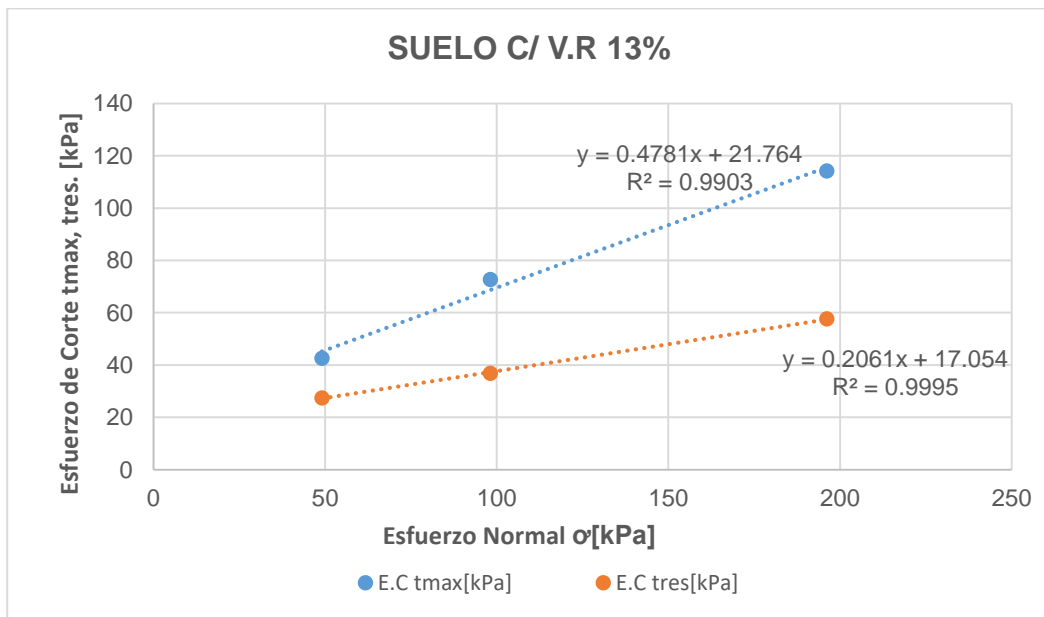
Fuente: elaboración propia

**Tabla 7.9.** Cuadro de ángulo de fricción y cohesión de suelo natural con adición de vidrio reciclado 13%

E.N $\sigma$ [kPa]	E.C $t_{max}$ [kPa]	E.C $t_{res}$ [kPa]
49.03	42.52	27.43
98.1	72.69	36.86
196.1	114.17	57.6

Parametros	Pico [Max]	Residuales
c [kPa]	21.8	17.1
$\phi$ [°]	25.6	11.6

Fuente: elaboración propia



**Figura 7.9.** Gráfico de esfuerzo normal y esfuerzo de corte de suelo natural con adición de vidrio reciclado 13%.

**Anexo 8:** Estabilización de suelos arcillosos con la aplicación cenizas volantes de carbón 9%, 11% y 13%.

Ensayo de Proctor modificado ASTM D1883 (suelo natural con adición 9% vidrio reciclado con adición 9% vidrio reciclado).

**Tabla 8.1.** Compactación de moldes.

COMPACTACION			
PRUEBA	1	2	3
Numero de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.158	1.962	1.778
contenido de humedad	6.5	6.8	6.7

Fuente: elaboración propia.

Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00- 1.50). Suelo natural con adición 9% cenizas volantes de carbón.

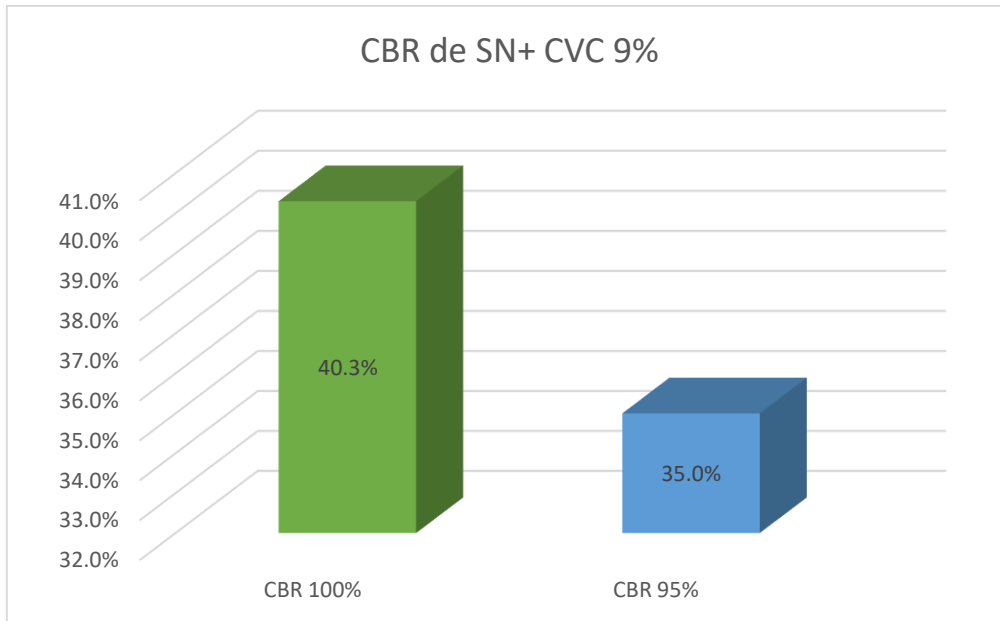
Se realizó el ensayo de CBR a la muestra M-01 con adición de 9 % de cenizas volantes de carbón, para poder determinar su capacidad portante patrón de la muestra se tuvo que realizar 03 especímenes cada una sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, de tal forma que se observa en la tabla 8.1.

**Tabla 8.2.** Cuadro CBR para 0.1 pulg de penetración.

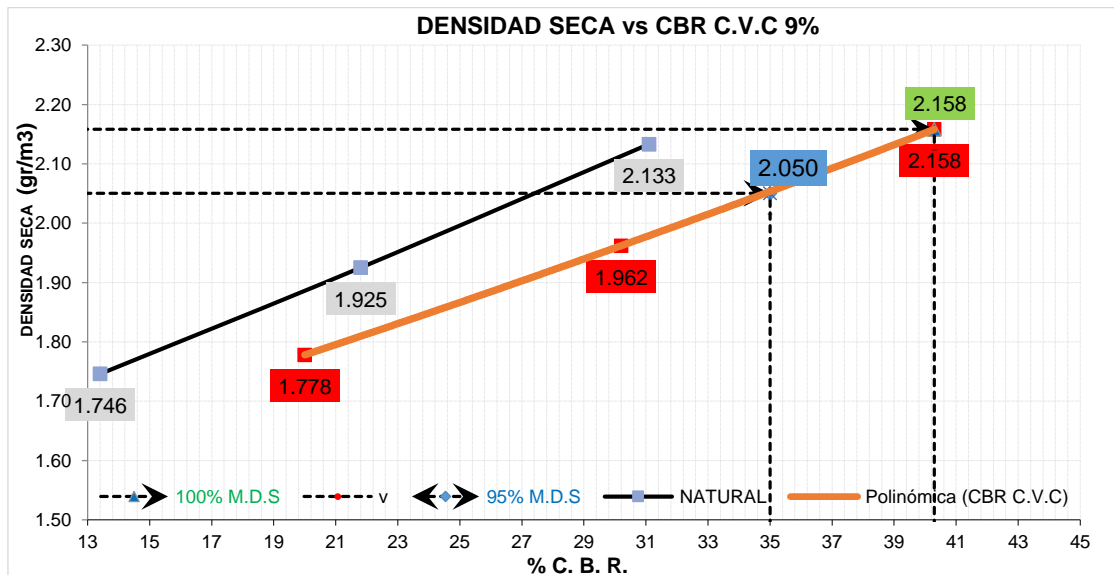
MOLDE NUMERO	Penetración pulg	presión aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	presión patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	CBR (%)
I	0.1	403	1000	40.3
II	0.1	302	1000	30.2
II	0.1	200	1000	20

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 8.2 se observa el resultado de la muestra M-01 con adición de 9 % de cenizas volantes de carbón, el ensayo CBR al 100% determino 40.3 % de CBR para una penetración 0.1" así mismo se observa que el ensayo de CBR al 95 % determino 35.0 % de CBR para una penetración 0.1" por lo que se define que la muestra de suelo arena Limo es considerada excelente respectivamente, para su uso como sub rasante, tal como lo establece el manual de carretas-MTC, que establece que el CBR  $\geq 30\%$  sub rasante excelente como se observa en la tabla 5.



**Figura 8.1.** Suelo mezclado con cenizas volante de carbón 9%.



**Figura 8.2.** Grafico CBR suelo natural y cenizas volante de carbón 9%.

En la estratigrafía 14 se observa la curva grafica de CBR natural y CBR con adición de 9% de cenizas volantes de carbón, respecto a la densidad seca, para el CBR al 100% la máxima densidad seca es de 2.158 g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 40.3% y 35.0% tal como se observa en la figura 13 para una penetración de 0.1", por lo que estos valores determinan una sub rasante excelente respectivamente.



Corte Directo (ASTM D3080) suelo natural con adición de cenizas volante de carbón 9%.

Para realizar este ensayo se tuvo que mezclar los porcentajes de vidrio reciclado con el suelo natural, luego se procedió a medir su resistencia al corte, desplazamientos con los cuales se obtuvieron el Angulo de fricción y la cohesión del suelo.

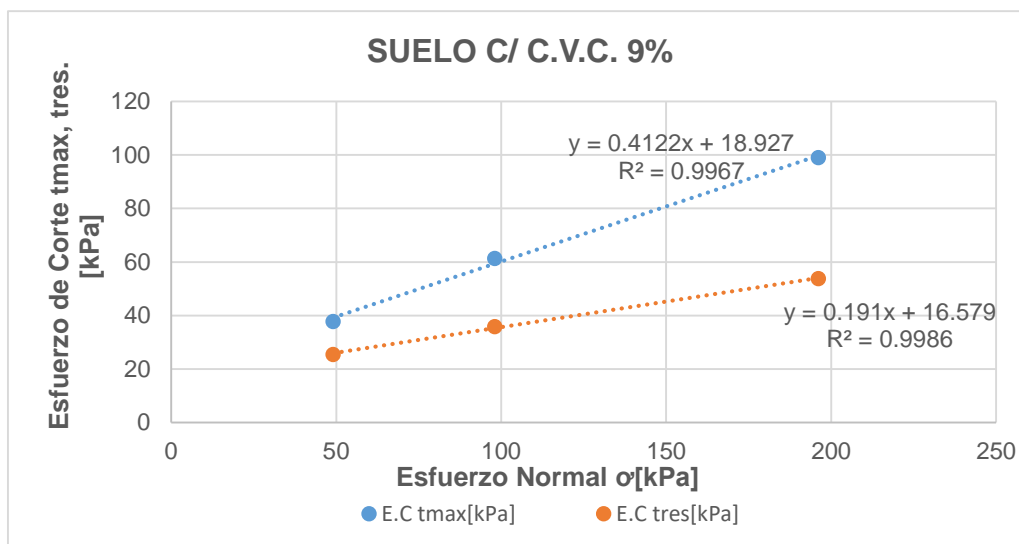
DATOS - C.V.C. 9%		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
DIAMETRO ( $\emptyset$ )	Cm	6.27		6.27		6.27	
AREA	Cm <sup>2</sup>	30.88		30.88		30.88	
ALTURA (H)	Cm	2.015	1.797	2.015	1.758	2.015	1.701
VOLUMEN (V)	Cm <sup>3</sup>	62.22	55.48	62.216	54.28	62.216	52.52
PESO HUMEDO	Gr	85	90.2	85	90.1	85	90
HUMEDAD (w)	%	9.7	16.4	10	16.5	9.3	15.8
DENSIDAD H. (Y)	Gr/Cm <sup>3</sup>	1.366	1.625	1.366	1.659	1.366	1.714
DENSIDAD SECA	Gr/Cm <sup>3</sup>	1.245	1.397	1.242	1.424	1.249	1.481
RELACION DIAM./ ALTURA	Cm	3.11		3.11		3.11	
PESO SECO	Gr	77.5		77.3		77.7	

**Tabla 8.3.** Cuadro de ángulo de fricción y cohesión de suelo natural con adición de cenizas volante de carbón 9%

E.N $\sigma$ [kPa]	E.C tmax[kPa]	E.C tres[kPa]
49.03	37.8	25.54
98.1	61.37	35.92
196.1	99.09	53.83

Parámetros	Pico [Max]	Residuales
c [kPa]	19	16.6
$\phi$ [°]	22.4	10.8

Fuente: elaboración propia.



**Figura 8.3.** Gráfico de esfuerzo normal y esfuerzo de corte de suelo natural con adición de cenizas volante de carbón 9%.

Ensayo de Proctor modificado ASTM D1883 (suelo natural con adición 11% cenizas volantes de carbón).

**Tabla 8.4.** Compactación de moldes.

COMPACTACION			
PRUEBA	1	2	3
Numero de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (gr/cm3)	2.168	1.918	1.759
contenido de humedad	6.2	6.3	6.1

Fuente: elaboración propia.

Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00- 1.50). Suelo natural con adición 11% cenizas volantes de carbón.

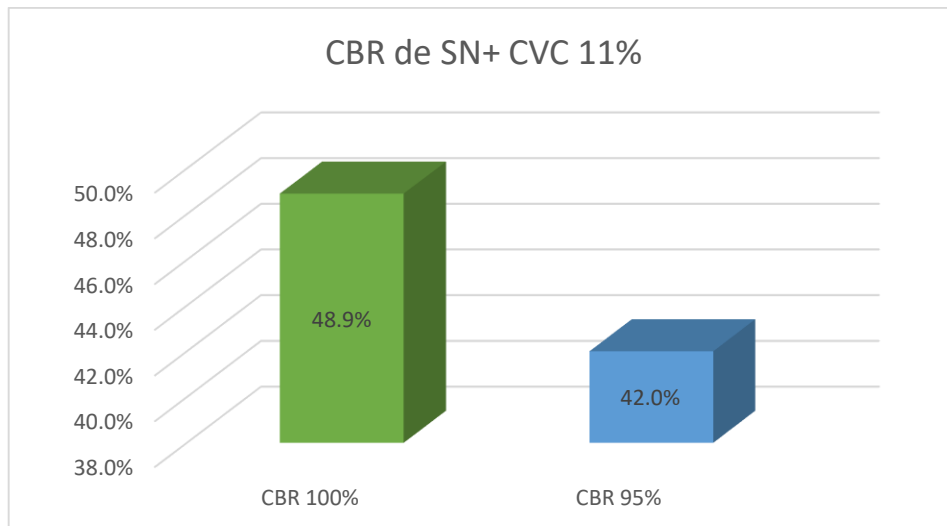
Se realizó el ensayo de CBR a la muestra M-01 con adición de 11 % de cenizas volantes de carbón, para poder determinar su capacidad portante patrón de la muestra se tuvo que realizar 03 especímenes cada una sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, de tal forma que se observa en la tabla 20.

**Tabla 8.5.** Cuadro CBR para 0.1 pulg de penetración.

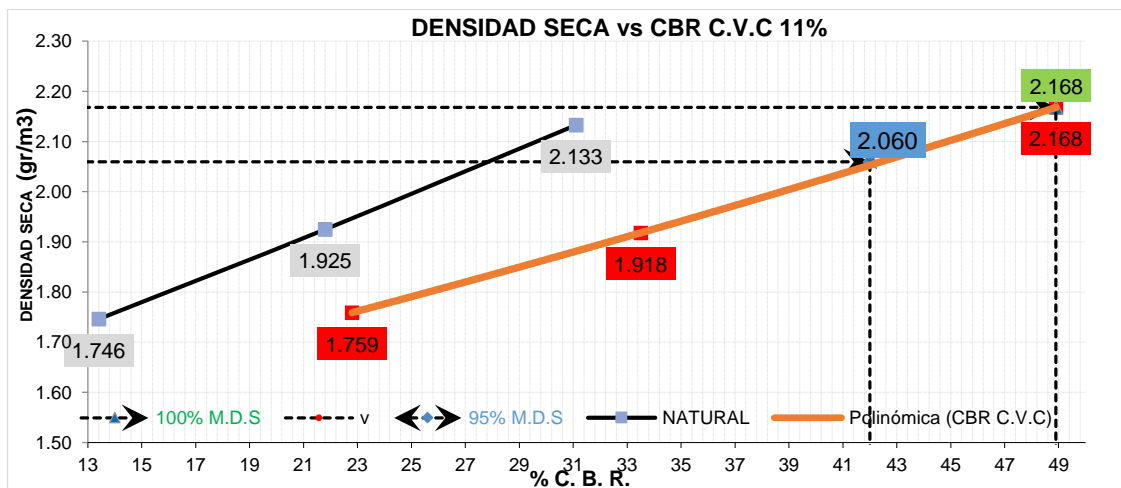
MOLDE NUMERO	Penetración pulg	presión aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	presión patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	CBR (%)
I	0.1	489	1000	48.9
II	0.1	335	1000	33.5
II	0.1	228	1000	22.8

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 8.5 se observa el resultado de la muestra M-01 con adición de 11 % de cenizas volantes de carbón, el ensayo CBR al 100% determino 48.9 % de CBR para una penetración 0.1" así mismo se observa que el ensayo de CBR al 95 % determino 42.0 % de CBR para una penetración 0.1" por lo que se define que la muestra de suelo arena Limo es considerada excelente respectivamente, para su uso como sub rasante, tal como lo establece el manual de carretas-MTC, que establece que el CBR  $\geq 30\%$  sub rasante excelente como se observa en la tabla 5.



**Figura 8.4.** Suelo mezclado con cenizas volante de carbón 11%.



**Figura 8.5.** Grafico CBR suelo natural y cenizas volante de carbón 11%.

En la estratigrafía 8.5 se observa la curva grafica de CBR natural y CBR con adición de 11% de cenizas volantes de carbón, respecto a la densidad seca, para el CBR al 100% la máxima densidad seca es de 2.168 g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 48.9% y 42.0% tal como se observa en la figura 15 para una penetración de 0.1", por lo que estos valores determinan una sub rasante excelente respectivamente.

Corte Directo (ASTM D3080) suelo natural con adición de cenizas volante de carbón 11%

Para realizar este ensayo se tuvo que mezclar los porcentajes de vidrio reciclado con el suelo natural, luego se procedió a medir su resistencia al corte, desplazamientos con los cuales se obtuvieron el Angulo de fricción y la cohesión del suelo.

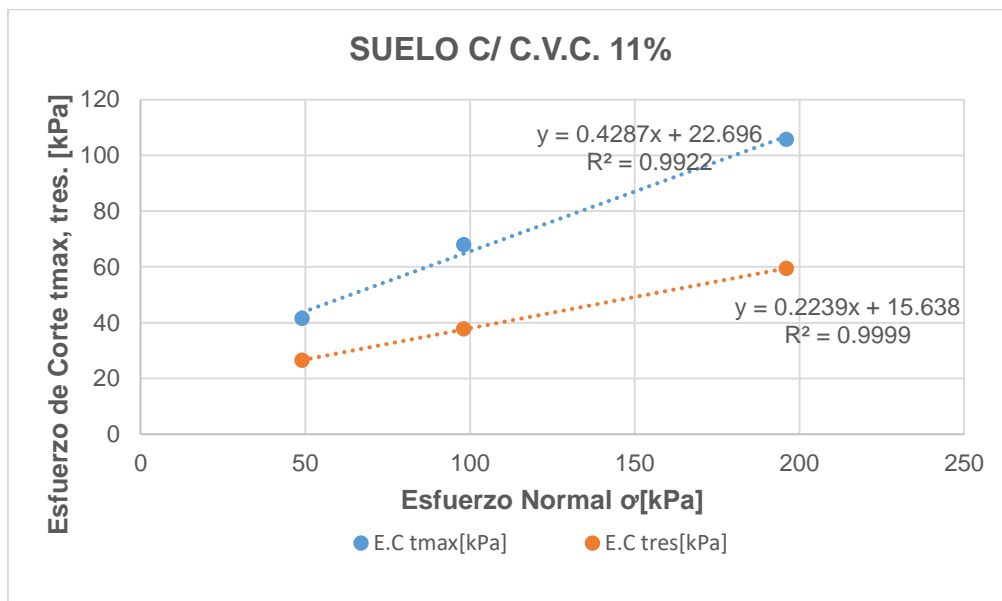
DATOS - C.V.C. 11%		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
DIAMETRO ( $\phi$ )	Cm	6.27		6.27		6.27	
AREA	Cm <sup>2</sup>	30.88		30.88		30.88	
ALTURA (H)	Cm	2.015	1.796	2.015	1.754	2.015	1.701
VOLUMEN (V)	Cm <sup>3</sup>	62.22	55.454	62.216	54.157	62.216	52.521
PESO HUMEDO	Gr	86	93.6	86	92	86	92
HUMEDAD (w)	%	10.4	17.6	10	17.8	9.9	17.6
DENSIDAD H. (Y)	Gr/Cm <sup>3</sup>	1.382	1.651	1.382	1.699	1.382	1.753
DENSIDAD SECA	Gr/Cm <sup>3</sup>	1.252	1.404	1.256	1.443	1.258	1.49
RELACION DIAM./ ALTURA	Cm	3.11		3.11		3.11	
PESO SECO	Gr	77.9		78.2		78.3	

**Tabla 8.6.** Cuadro de ángulo de fricción y cohesión de suelo natural con adición de cenizas volante de carbón 11%

E.N $\sigma$ [kPa]	E.C t <sub>max</sub> [kPa]	E.C t <sub>res</sub> [kPa]
49.03	41.57	26.49
98.1	67.97	37.8
196.1	105.69	59.49

Parametros	Pico [Max]	Residuales
Cohesión c [kPa]	22.7	15.6
Fricción $\phi$ [°]	23.2	12.6

Fuente: elaboración propia.



**Figura 8.6.** Gráfico de esfuerzo normal y esfuerzo de corte de suelo natural con adición de cenizas volante de carbón 9%.

Ensayo de Proctor modificado ASTM D1883 (suelo natural con adición 13% cenizas volantes de carbón).

Para realizar el ensayo de Proctor Modificado se tuvo como referencia emplear el método "A", a través del método mencionado se determinó el contenido de humedad con relación a su densidad seca donde se pudo determinar la curva de compactación, para tener en cuenta como primer paso, es importante conocer el peso específico de la muestra M-01 en estado natural con adición de cenizas volantes de carbón 13%, de modo que se pueda conocer objetivamente el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca. En la tabla 22 del mismo modo se observa el resultado de la combinación de la muestra de suelo M-01 más la adición del 13 % cenizas volantes de carbón. de la cual se determinó su óptimo contenido de humedad para dicha muestra es de 6.5 % en relación a su máxima densidad seca que es de 2.187 grs/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 8.7.** Compactación de moldes.

COMPACTACION			
PRUEBA	1	2	3
Numero de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.187	1.934	1.761
contenido de humedad	6.5	6.5	6.4

Fuente: elaboración propia.

Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00- 1.50). Suelo natural con adición 13% cenizas volantes de carbón.

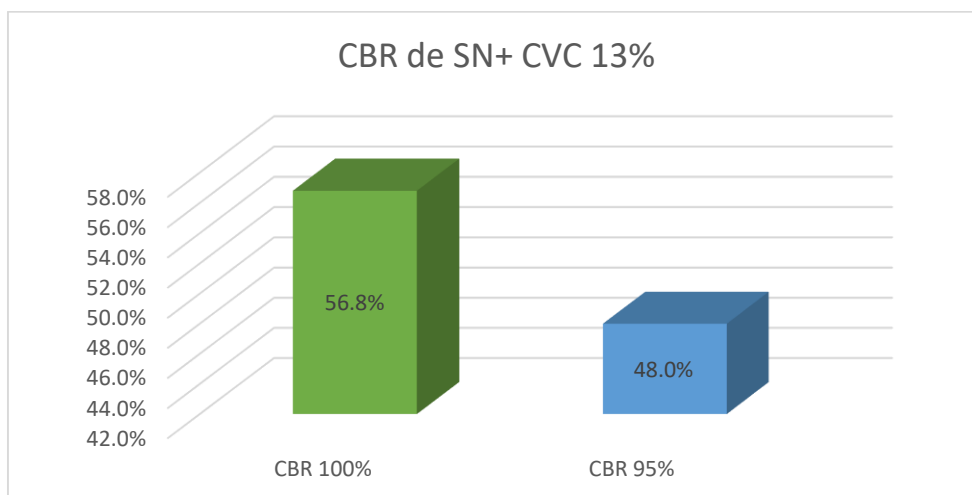
Se realizó el ensayo de CBR a la muestra M-01 con adición de 13 % de cenizas volantes de carbón, para poder determinar su capacidad portante patrón de la muestra se tuvo que realizar 03 especímenes cada una sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, de tal forma que se observa en la tabla 22.

**Tabla 8.8.** Cuadro CBR para 0.1 pulg de penetración.

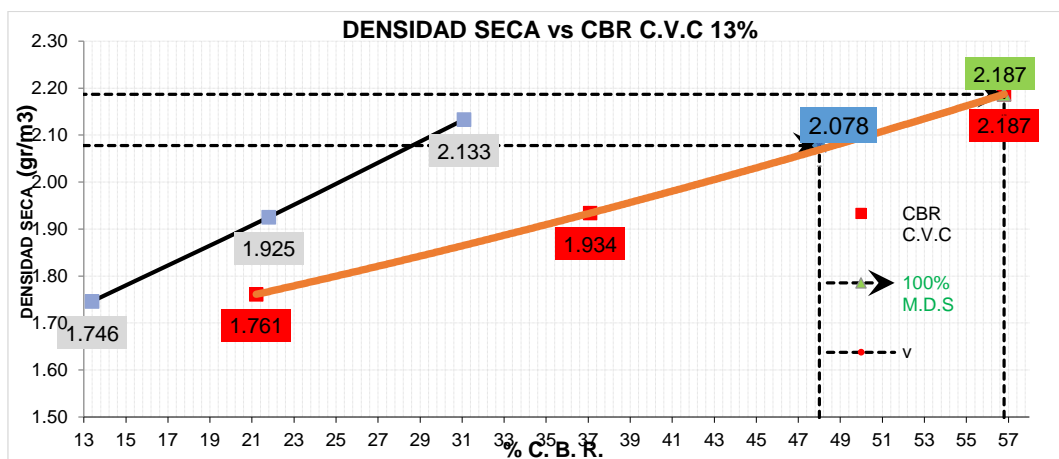
MOLDE NUMERO	Penetración pulg	presión aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	presión patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	CBR (%)
I	0.1	568	1000	56.8
II	0.1	371	1000	37.1
II	0.1	212	1000	21.2

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 8.8 se observa el resultado de la muestra M-01 con adición de 13 % de cenizas volantes de carbón, el ensayo CBR al 100% determino 56.8 % de CBR para una penetración 0.1” así mismo se observa que el ensayo de CBR al 95 % determino 48.0 % de CBR para una penetración 0.1” por lo que se define que la muestra de suelo arena Limo es considerada excelente respectivamente, para su uso como sub rasante, tal como lo establece el manual de carretas-MTC, que establece que el  $CBR \geq 30\%$  sub rasante excelente como se observa en la tabla 5.



**Figura 8.7.** Suelo mezclado con cenizas volante de carbón 13%.



**Figura 8.8.** Gráfico CBR suelo natural y cenizas volante de carbón 13%.

En la estratigrafía 18 se observa la curva gráfica de CBR natural y CBR con adición de 13% de cenizas volantes de carbón, respecto a la densidad seca, para el CBR al 100% la máxima densidad seca es de 2.187 g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 56.8% y 48.0% tal como se observa en la figura 16 para una penetración de 0.1”, por lo que estos valores determinan una sub rasante excelente respectivamente.

Corte Directo (ASTM D3080) suelo natural con adición de cenizas volante de carbón 13%.

Para realizar este ensayo se tuvo que mezclar los porcentajes de vidrio reciclado con el suelo natural, luego se procedió a medir su resistencia al corte, desplazamientos con los cuales se obtuvieron el Angulo de fricción y la cohesión del suelo.

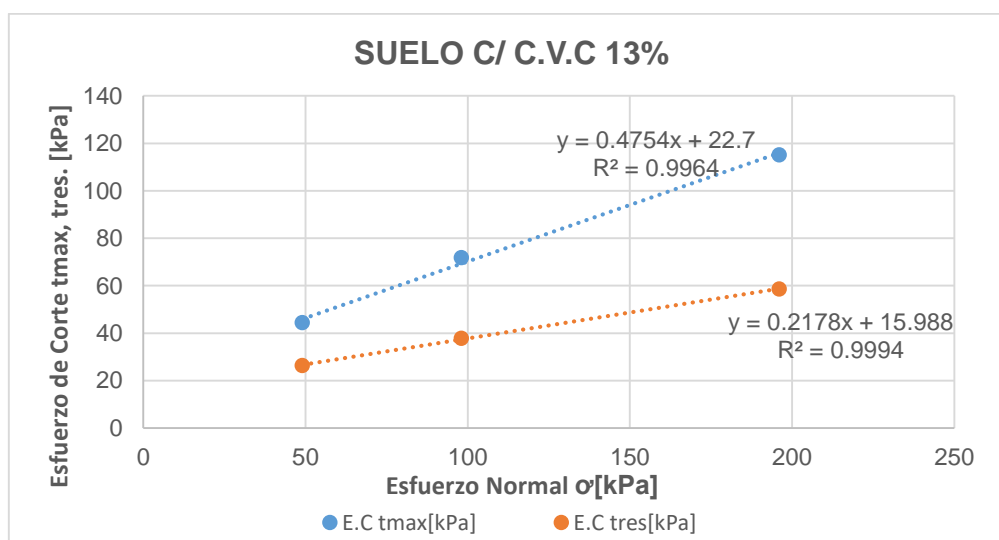
DATOS - C.V.C. 13%		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
DIAMETRO ( $\phi$ )	Cm	6.27		6.27		6.27	
AREA	Cm <sup>2</sup>	30.88		30.88		30.88	
ALTURA (H)	Cm	2.015	1.796	2.015	1.752	2.015	1.696
VOLUMEN (V)	Cm <sup>3</sup>	62.22	55.454	62.216	54.095	62.216	52.366
PESO HUMEDO	Gr	87.5	93.7	87.5	93.7	87.5	94.2
HUMEDAD (w)	%	11	18.8	10.8	18.7	10.3	18.8
DENSIDAD H. (Y)	Gr/Cm <sup>3</sup>	1.406	1.689	1.406	1.732	1.406	1.799
DENSIDAD SECA	Gr/Cm <sup>3</sup>	1.267	1.422	1.27	1.46	1.274	1.514
RELACION DIAM./ ALTURA	Cm	3.11		3.11		3.11	
PESO SECO	Gr	78.8		79		79.3	

**Tabla 8.9.** Cuadro de ángulo de fricción y cohesión de suelo natural con adición de cenizas volante de carbón 9%

E.N $\sigma$ [kPa]	E.C $t_{max}$ [kPa]	E.C $t_{res}$ [kPa]
49.03	44.4	26.37
98.1	71.75	37.8
196.1	115.12	58.55

Parametros	Pico [Max]	Residuales
c [kPa]	22.7	16
$\phi$ [°]	25.4	12.3

Fuente: elaboración propia.



**Figura 8.9.** Gráfico de esfuerzo normal y esfuerzo de corte de suelo natural con adición de cenizas volante de carbón 9%.

**Anexo 9: Ensayos de laboratorio**

## **INFORME GEOTÉCNICO**

**“EFECTO DE VIDRIO RECICLADO Y CENIZAS VOLANTES DE CARBÓN EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS, LAS PALMERAS - PUENTE PIEDRA”**



**SOLICITA:**

**SR. HUAMANI QUISPE ANDRES EDGARDO**

**UBICACIÓN: LAS PALMERAS**

**DISTRITO: PUENTE PIEDRA**

**PROVINCIA: LIMA**

**DEPARTAMENTO: LIMA**

**LIMA- PERU 2020**



<b>SOLICITANTE</b>	:	Huamani Quispe, Andrés Edgardo	<b>MUESTRA</b>	:	SUELO
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	:	"Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	:	Calicata.
<b>UBICACIÓN</b>	:	Av. Las Palmeras - Puente Piedra	<b>CANTIDAD</b>	:	55.0 Kg
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	:	17.09.2020	<b>PRESENTACIÓN</b>	:	Saco.
			<b>FECHA ENSAYO</b>	:	22.09.2020

MALLAS		DENOMINACIÓN	C-1 M-1 (0.00 - 1.50)					
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)				
3"	76.200	MTC E-104 (2000)						
2 1/2"	63.500							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400				100			
3/4"	19.050			4	96			
1/2"	12.700			8	88			
3/8"	9.525			7	81			
1/4"	6.350			8	73			
N° 4	4.760			6	67			
N° 6	3.360			5	62			
N° 8	2.360			4	58			
N° 10	2.000			3	55			
N° 16	1.190			4	51			
N° 20	0.840			3	46			
N° 30	0.590			5	43			
N° 40	0.426			4	39			
N° 50	0.297			4	35			
N° 80	0.177			12	23			
N° 100	0.149			4	19			
N° 200	0.074		4	15				
- N° 200	-		15	-				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 339.127 (1 999)	2.1					
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (1 999)	21					
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (1 999)	8					
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129 (1 999)	3					
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)		NTP 339.134 (1 999)	SM					
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO)		NTP 339.135 (99)	A-1-b (0)					

**Observaciones:**

- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 17.09.2020
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



M&V (1/51)  
mhr/jma/ksa  
O.S. N° 065

  
ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

Coop. San Miguel Mz.D.Lt. 8/Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.  
Telfax: (511) 861-9143 Celular RPC (511) 94778-8986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA-PERU

[mw\\_inqsac@hotmail.com](mailto:mw_inqsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@mvingenieros.com](mailto:cotizaciones@mvingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)

**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
**PROYECTO** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
**IDENTIFICCIÓN** : Av. Las Palmeras  
**FECHA** : 15/10/2020

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 C**

**Calicata** : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) NATURAL  
**Muestra** : SUMERGIDO  
**Prof. (mts)** : CURADO 3 DIAS

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C )-91**

Máxima Densidad Seca ( $gr/cm^3$ ) : 2.133  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 5.8

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $gr/cm^3$ )	2.133	1.925	1.746
Contenido de Humedad	5.8	5.8	5.7

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada ( $Lb/pulg^2$ )	Presión Patrón ( $Lb/pulg^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	311	1000	31.1
II	0.1	218	1000	21.8
III	0.1	134	1000	13.4

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 31.1 %  
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 26.0 %

**d).- Expansión(%) :** 0.00

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

LSP (2/51)  
 cafo/vrc  
 O.S. N°085



ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN

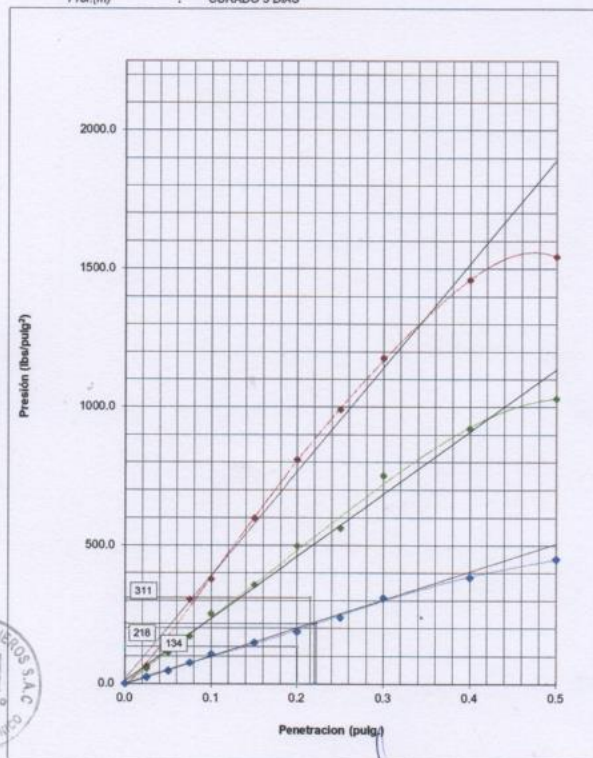
CIP 83285

Lima, 15 de Octubre del 2020

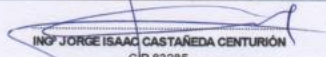
**SOLICITANTE** : Huamani Qulspe, Andrés Edgardo  
**PROYECTO** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
**IDENTIFICIÓN** : Av. Las Palmeras  
**FECHA** : 15/10/2020

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( C ) - 91**

**Calicata** : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) NATURAL  
**Muestra** : SUMERGIDO  
**Prof.(m)** : CURADO 3 DIAS



LSP (3/51)  
 cafc/vrc  
 O.S. N°065

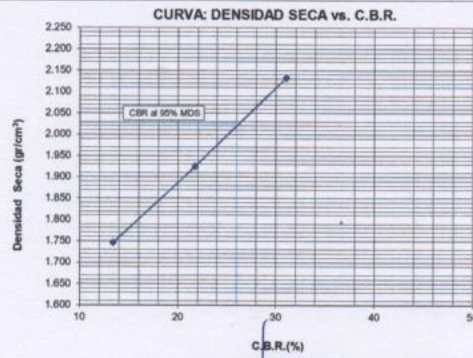
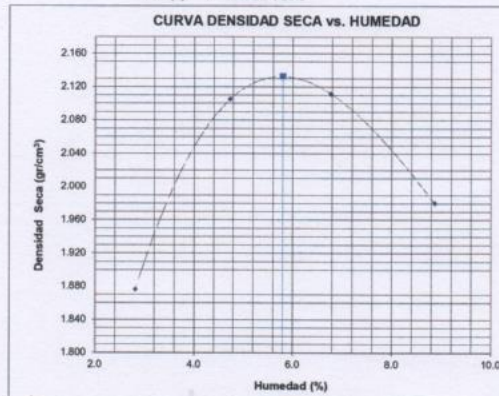
  
**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
 C/P 83285  
 Lima, 15 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y canizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICACIÓN : Av. Las Palmeras  
 FECHA : 5/10/2020

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( C ) - 91**

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.133  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 5.8  
 CBR al 100% de la MDS (%) : 31.1  
 CBR al 95% de la MDS (%) : 26.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) NATURAL  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP(4/51)  
 calcvrc  
 O.S. N°065

*(Firma)*  
**ING JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURÓN**  
 CIP 83285  
 Lima, 15 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICCIÓN : Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 9%  
 FECHA : 15/10/2020

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-9 c**

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 9%.  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C )-91**

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.158  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.5

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.158	1.962	1.778
Contenido de Humedad	6.5	6.8	6.7

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. (%)
I	0.1	403	1000	40.3
II	0.1	302	1000	30.2
III	0.1	200	1000	20.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 40.3 %  
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 35.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.



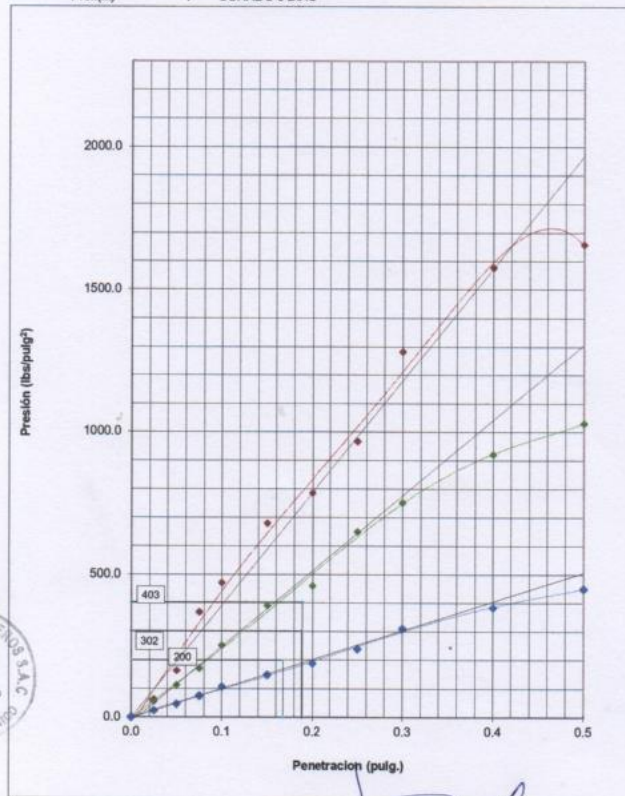
LSP (5/51)  
 calc/irc  
 O.S. N°065

  
**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
 CIP 83285  
 Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICCIÓN : Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 9%  
 FECHA : 15/10/2020

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( C ) - 91**

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 9%.  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (6/51)  
 ca/c/vrc  
 O.S. N°065

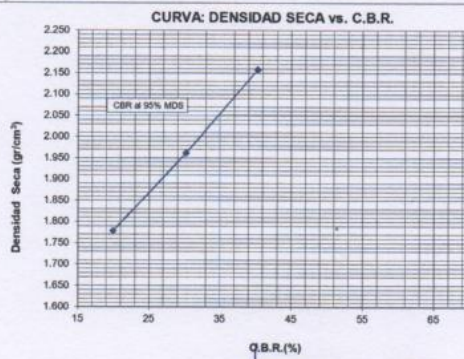
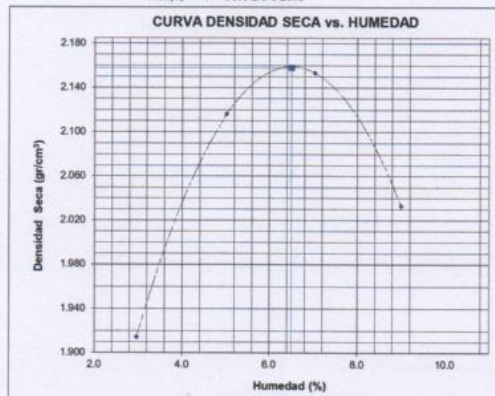
**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURÓN**  
 CIP 83285  
 Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICACIÓN : Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 9%  
 FECHA : 15/10/2020

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( C ) - 91**

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.158  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.5  
 CBR al 100% de la MDS (%) : 40.3  
 CBR al 95% de la MDS (%) : 35.0

Calibres : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 9%.  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (7/51)  
 cafo/vrc  
 O.S. N°065

**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURÓN**  
 CIP 83285  
 Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICACIÓN : Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 11%  
 FECHA : 15/10/2020

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-9 C**

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 11%.  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C )-91

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.168  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.2

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.168	1.918	1.759
Contenido de Humedad	6.2	6.3	6.1

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. (%)
I	0.1	489	1000	48.9
II	0.1	335	1000	33.5
III	0.1	228	1000	22.8

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 48.9 %  
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 42.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

LSP (B/51)  
 cafc/vrc  
 O.S. N°065



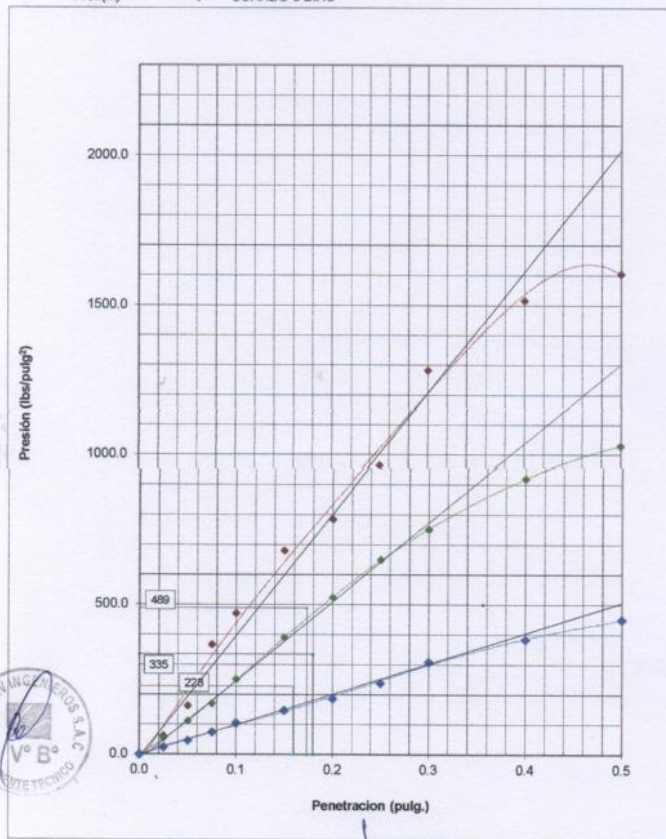
  
**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
 CIP 83285  
 Lima, 06 de Octubre del 2020



**SOLICITANTE :** Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
**PROYECTO :** "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
**UBICACIÓN :** Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
**IDENTIFICCIÓN :** Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 11%  
**FECHA :** 15/10/2020

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( C ) - 91**

**Calicata :** C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 11%.  
**Muestra :** SUMERGIDO  
**Prof.(m) :** CURADO 3 DIAS



LSP (9/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

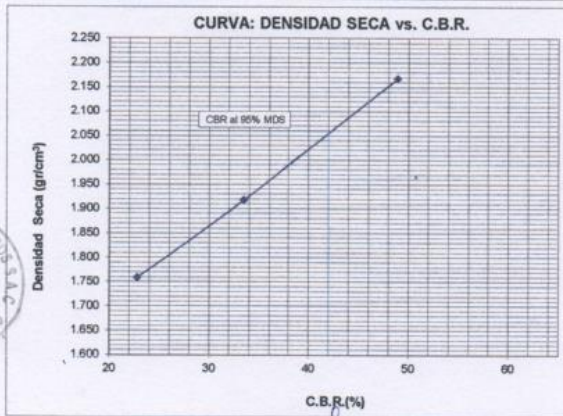
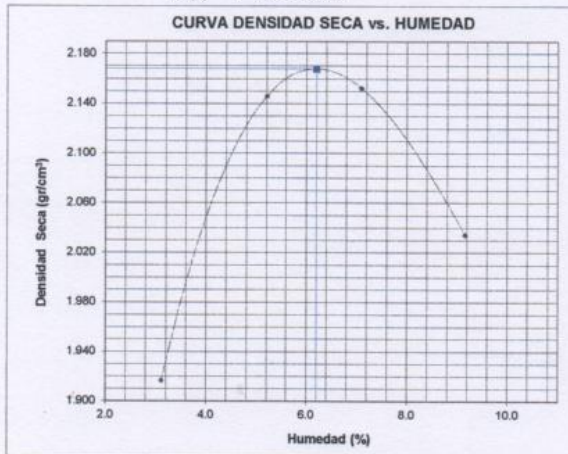
**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
CIP 83285  
Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : **Huamani Quispe, Andrés Edgardo**  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICCIÓN : Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 11%  
 FECHA : 15/10/2020

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( C ) - 91**

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.168  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.2  
 CBR al 100% de la MDS (%) : 48.9  
 CBR al 95% de la MDS (%) : 42.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 11%  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP(10/51)  
 cafc/arc  
 O.S. Nº065

**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
 CIP 83285

Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICACIÓN : Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 13%  
 FECHA : 15/10/2020

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-9 C**

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 13%.  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C )-91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.187  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.5

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.187	1.934	1.761
Contenido de Humedad	6.5	6.5	6.4

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	568	1000	56.8
II	0.1	371	1000	37.1
III	0.1	212	1000	21.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 56.8 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 48.0 %

**d).- Expansión(%) :** 0.00

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

LSP (11/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065



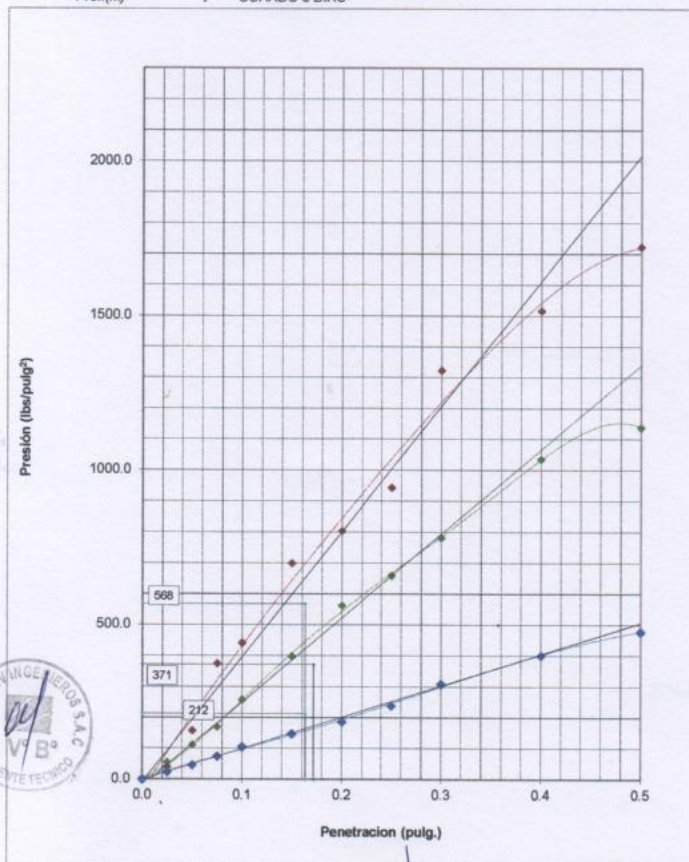
**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
CIP 83285

Lima, 06 de Octubre del 2020

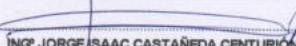
**SOLICITANTE :** Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
**PROYECTO :** "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
**UBICACIÓN :** Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
**IDENTIFICCIÓN :** Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 13%  
**FECHA :** 15/10/2020

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( C ) - 91**

**Calicata :** C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 13%  
**Muestra :** SUMERGIDO  
**Prof.(m) :** CURADO 3 DIAS



LSP (12/51)  
 cafc/vrc  
 O.S. N°065

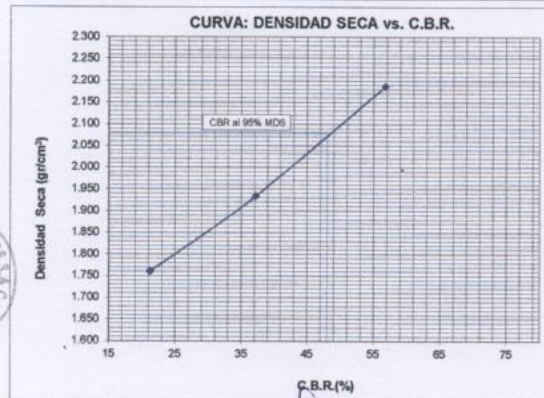
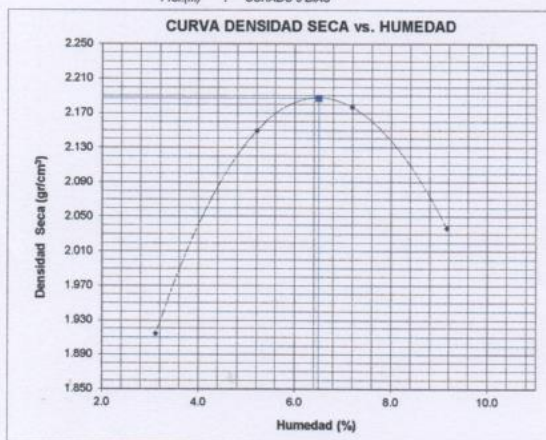
  
**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
 CIP 83285  
 Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICCIÓN : Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 13%  
 FECHA : 15/10/2020

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( C ) - 91**

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.187  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.5  
 CBR al 100% de la MDS (%) : 56.8  
 CBR al 95% de la MDS (%) : 48.0

Calicatas : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo mezclado con Cenizas volantes de carbon 13%.  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (13/51)  
 cafc/vrc  
 O.S. Nº065

**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
 CIP 83285  
 Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICACIÓN : Suelo mezclado con 9% vidrio reciclado  
 FECHA : 15/10/2020

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-9 C**

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) suelo con 9% vidrio reciclado  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C )-91**

Máxima Densidad Seca ( $gr/cm^3$ ) : 2.163  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.6

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $gr/cm^3$ )	2.163	1.968	1.783
Contenido de Humedad	6.6	6.7	6.6

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $Lb/pulg^2$ )	Presión Patrón ( $Lb/pulg^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	425	1000	42.5
II	0.1	313	1000	31.3
III	0.1	200	1000	20.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 42.5 %

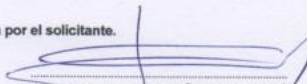
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 36.0 %

**d).- Expansión(%) :** 0.00

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

LSP (14/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

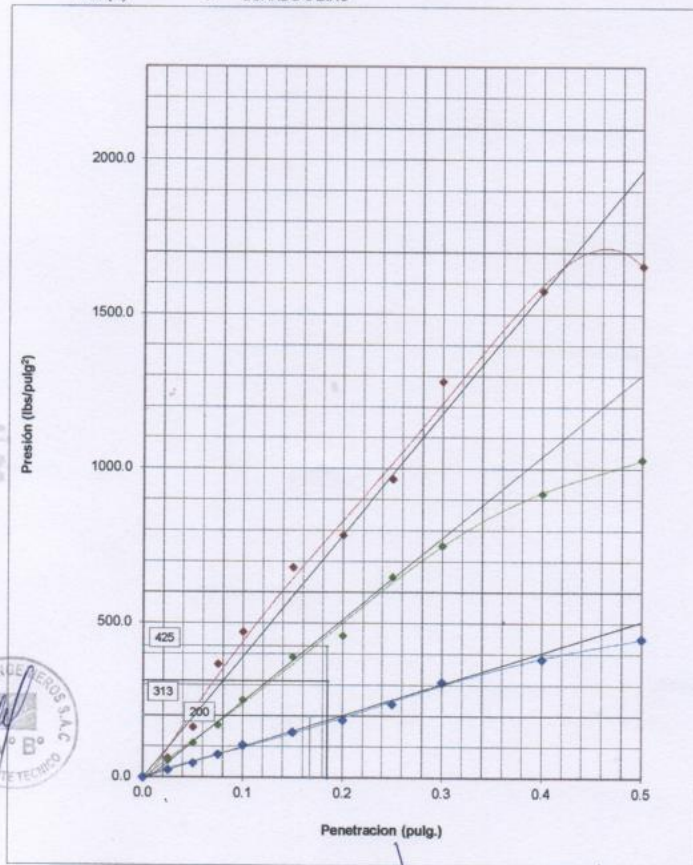


  
**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
 CIP 83285  
 Lima, 15 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICCIÓN : Suelo mezclado con 9% vidrio reciclado  
 FECHA : 15/10/2020

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( C ) - 91

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) suelo con 9% vidrio reciclado  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (15/51)  
 ca/c/vrc  
 O.S. N°065

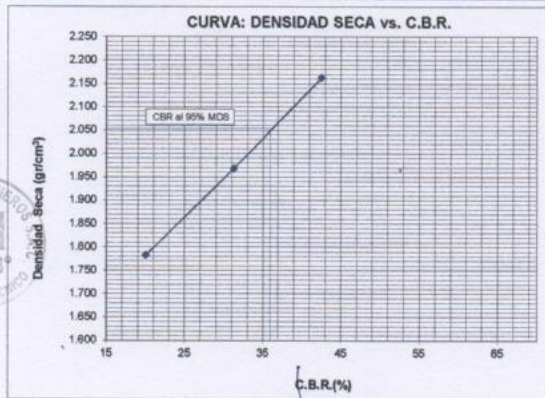
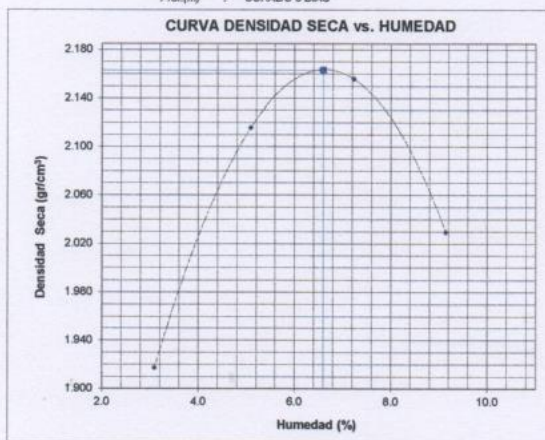
ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN  
 CIP 83285  
 Lima, 15 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICCIÓN : Suelo mezclado con 9% vidrio reciclado  
 FECHA : 15/10/2020

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( C ) - 91**

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.163  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.6  
 CBR al 100% de la MDS (%) : 42.5  
 CBR al 95% de la MDS (%) : 36.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) suelo con 9% vidrio reciclado  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
 CIP 83285  
 Lima, 15 de Octubre del 2020

LSP (16/51)  
 cafc/vrc  
 O.S. N°065



**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
**PROYECTO** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
**IDENTIFICCIÓN** : Suelo mezclado con 11% vidrio reciclado  
**FECHA** : 15/10/2020

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-9 C**

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) suelo con 11% vidrio reciclado  
Muestra : SUMERGIDO  
Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C )-91**

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.176  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.8

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.176	1.918	1.759
Contenido de Humedad	6.8	6.3	6.1

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. (%)
I	0.1	495	1000	49.5
II	0.1	335	1000	33.5
III	0.1	228	1000	22.8

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 49.5 %  
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 43.0 %

**d).- Expansión(%) :** 0.00

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

LSP (17/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065



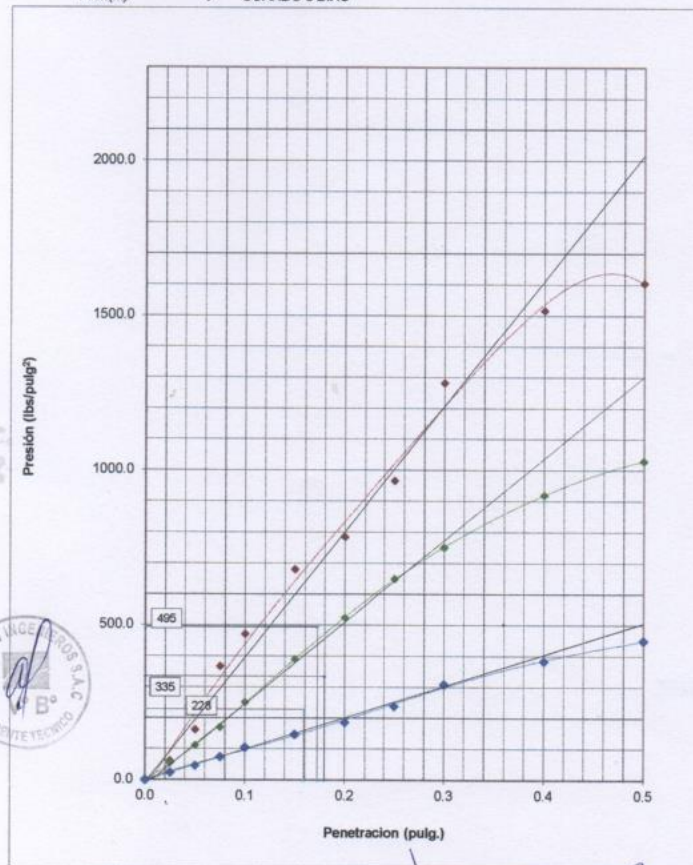
  
**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
CIP 83285

Lima, 15 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICCIÓN : Suelo mezclado con 11% vidrio reciclado  
 FECHA : 15/10/2020

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( C ) - 91

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) suelo con 11% vidrio reciclado  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (18/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

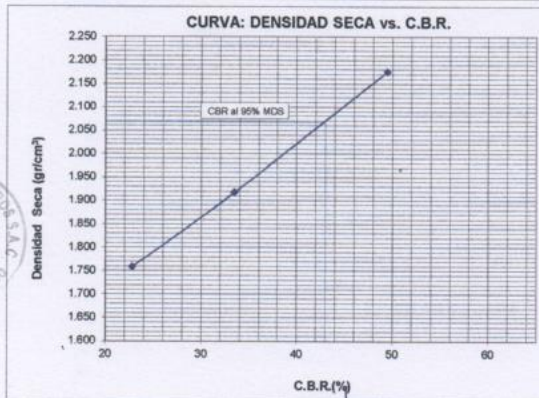
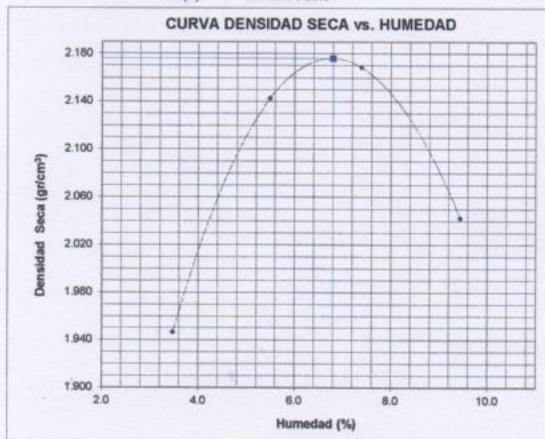
**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICCIÓN : Suelo mezclado con 11% vidrio reciclado  
 FECHA : 15/10/2020

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( C ) - 91**

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.176  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.8  
 CBR al 100% de la MDS (%) : 49.5  
 CBR al 95% de la MDS (%) : 43.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) suelo con 11% vidrio reciclado  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (19/51)  
 cafo/vrc  
 O.S. N°065

**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURÓN**  
 CIP 43285

Lima, 15 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICACIÓN : Suelo mezclado con 13% vidrio reciclado.  
 FECHA : 15/10/2020

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-9 C**

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) suelo con 13% vidrio reciclado.  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C )-91**

Máxima Densidad Seca ( $gr/cm^3$ ) : 2.205  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 7.0

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $gr/cm^3$ )	2.205	1.929	1.758
Contenido de Humedad	7.0	6.9	6.9

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. (%)
I	0.1	601	1000	60.1
II	0.1	395	1000	39.5
III	0.1	245	1000	24.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 60.1 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 52.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

LSP (20/51)  
cafo/vrc  
O.S. N°065

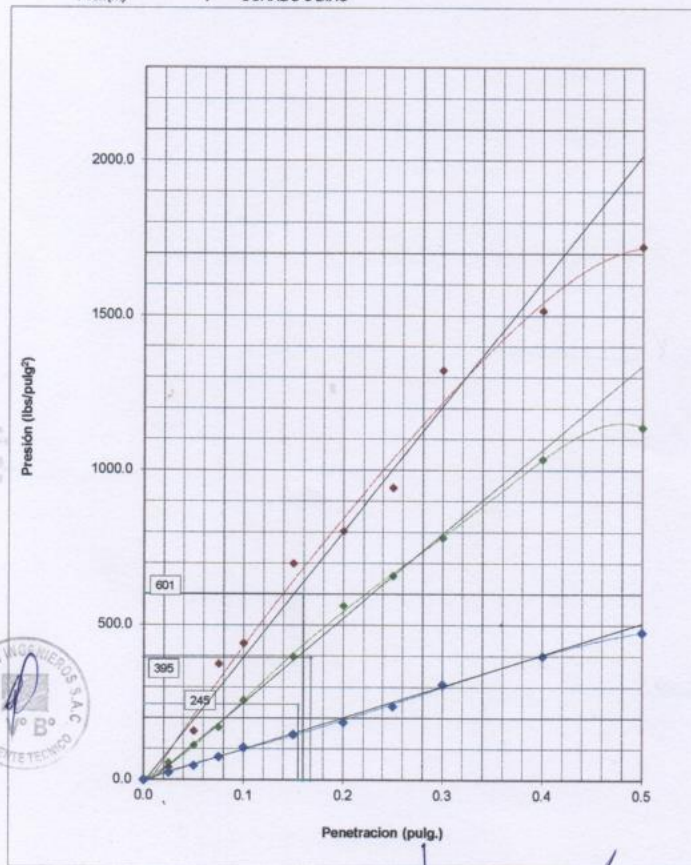


  
**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
 CIP 83285  
 Lima, 15 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICCIÓN : Suelo mezclado con 13% vidrio reciclado.  
 FECHA : 15/10/2020

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( C ) - 91

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) suelo con 13% vidrio reciclado.  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (21/51)  
 cafc/vrc  
 O.S. N°065

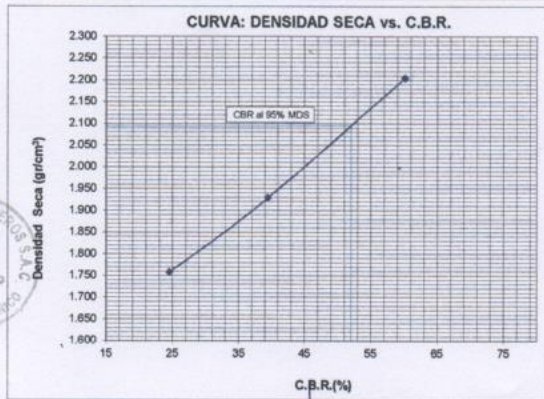
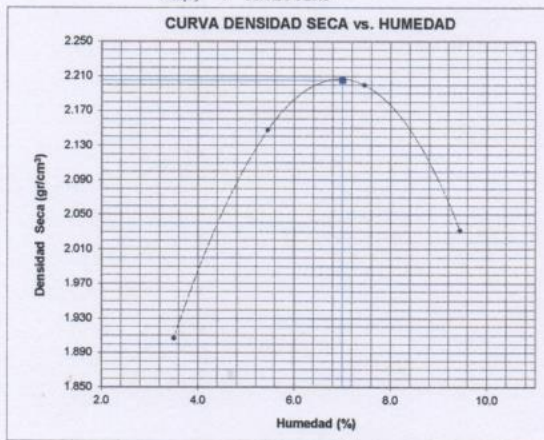
**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
 CIP 83285  
 Lima, 15 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo  
 PROYECTO : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020"  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra  
 IDENTIFICCIÓN : Suelo mezclado con 13% vidrio reciclado.  
 FECHA : 15/10/2020

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( C ) - 91**

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.205  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.0  
 CBR al 100% de la MDS (%) : 60.1  
 CBR al 95% de la MDS (%) : 52.0

Calicote : C-1 M-1 (0,00 - 1,50) suelo con 13% vidrio reciclado.  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (22/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - M&V**

**SOLICITANTE** : Huamani Guispe, Andrés Edgardo **MUESTRA** : Av. Las Palmeras  
Probetas 4"x4"

**PROYECTO DE TESIS** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la  
estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente  
Piedra 2020"

**PROCEDENCIA** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra **CONDICIÓN** : Muestra moldeada.  
**CANTIDAD** : 04 unidades

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2020.09.17 **FECHA DE ENSAYO** : 2020.09.17 al 10.10

**MTC E 121 COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS**

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIAM. (mm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Suelo Natural	15/09/20	18/09/20	3	10.2	81.1	117	1.44
2	Suelo mezclado + con 9% de Cenizas volantes de carbón	15/09/20	18/09/20	3	10.1	80.1	235	2.80
3	Suelo mezclado + con 11% de Cenizas volantes de carbón	15/09/20	18/09/20	3	10.0	78.5	261	3.32
4	Suelo mezclado + con 13% de Cenizas volantes de carbón	15/09/20	18/09/20	3	10.2	80.9	280	3.46
5	Suelo mezclado + con 9% vidrio reciclado	15/09/20	18/09/20	3	10.0	78.5	250	3.18
6	Suelo mezclado + con 11% vidrio reciclado	15/09/20	18/09/20	3	10.1	80.3	262	3.26
7	Suelo mezclado + con 13% vidrio reciclado	15/09/20	18/09/20	3	10.2	81.2	285	3.51

**Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión**

Marca : O&L LABORATORIO	Modelo : STYE-2006	Serie : N° 170251
Fecha de calibración: 2020.06.16 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 112 - 2020		

**Observaciones**

- Fecha de inicio de ensayo: 2020.09.17.
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de la responsabilidad del usuario.



  
**ING° JORGE CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
REG: CIP 25379  
Lima, 15 de Octubre del 2020

M&V (S.A.S.)  
gen@hbo  
O.S. N°065

Ciudad: San Miguel de Dili, B. M. 1 - Urb. Campesino - D. J. L. / M. A. L. 6 985 - Los Gracianos 3°, Esp. - Calle  
Teléfono: (511) 091-0143 Celular: 980 (511) 94778-9365 (WhatsApp) / EXTEN: 93073-3810 (WhatsApp)  
E-MAIL: (REDA)

[myv\\_inasas@hotmail.com](mailto:myv_inasas@hotmail.com)  
[colaboraciones@myingenieros.com](mailto:colaboraciones@myingenieros.com)  
[www.myingenieros.com](http://www.myingenieros.com)

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo **MUESTRA** : Av. Las Palmeras

**PROYECTO DE TESIS** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020" **CANTIDAD** : 10 kg

**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 17.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS	(NTP 339.134-1999)	SM	Límite Líquido (%)	(NTP 339.129-1999)	21
Clasificación AASHTO	(NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Límite Plástico (%)	(NTP 339.129-1999)	3
Tamaño Máximo (mm)	(NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%)	(NTP 339.132-1999)	15
Consistencia (s. fino)	(NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso)	(NTP 339.150-2001)	--

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPÉCIMENES DE ENSAYO				
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(96,1 kPa)	(196,1 kPa)
Diámetro	(cm)	6.270	6.270	6.270
Área	(cm <sup>2</sup> )	30.88	30.88	30.88
Altura Inicial	(cm)	2.015	2.015	2.015
Altura Final	(cm)	1.797	1.758	1.701
Volumen Inicial	(cm <sup>3</sup> )	62.22	62.22	62.22
Volumen Final	(cm <sup>3</sup> )	55.49	54.29	52.51
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11
Condición de la Estructura del Suelo		Alterado	Alterado	Alterado
Peso Húmedo Inicial	(g)	81.7	81.7	81.7
Peso Húmedo Final	(g)	88.7	88.9	88.6
Peso Seco	(g)	75.6	75.4	75.5
Humedad Inicial	(%) (NTP 339.127 - 1998)	8.1	8.3	8.3
Humedad Final	(%) (NTP 339.127 - 1998)	17.4	17.8	17.4
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.313	1.313	1.313
Densidad Húmeda Final	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.598	1.636	1.688
Densidad Seca Inicial	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.214	1.212	1.213
Densidad Seca Final	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.361	1.389	1.437
Condiciones Ambientales del Ensayo				
Temperatura Ambiente (°C)	28.5	Humedad Relativa (%)	54	Gravedad Específica (g/cm <sup>3</sup> )
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO				
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE			
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4	
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00	

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (23/51)  
casb/vcc  
O.S. N°065



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo **MUESTRA** : Av. Las Palmeras  
**PROYECTO DE TESIS** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra **CANTIDAD** : 10 kg  
**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 17.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

Desplaz. Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz. Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.037	0.0	0.00	0.00	2.357	0.0	0.00	0.00	2.840	0.0	0.00	0.00
0.25	2.101	9.0	7.15	22.72	2.388	18.0	9.83	31.20	2.863	36.0	15.17	48.17
0.50	2.116	11.0	7.75	24.60	2.431	24.0	11.61	36.86	2.918	45.0	17.84	56.66
0.75	2.126	13.0	8.34	26.49	2.510	28.0	12.79	40.63	3.002	53.0	20.22	64.20
1.00	2.136	15.0	8.93	28.37	2.482	32.0	13.98	44.40	3.023	58.0	21.70	68.92
1.25	2.144	16.0	9.23	29.32	2.494	35.0	14.87	47.23	3.038	62.0	22.89	72.69
1.50	2.154	17.0	9.53	30.26	2.515	38.0	15.76	50.06	3.051	65.0	23.78	75.52
1.75	2.162	18.0	9.83	31.20	2.522	39.0	16.06	51.00	3.068	67.0	24.37	77.40
2.00	2.179	18.0	9.83	31.20	2.537	40.0	16.36	51.95	3.068	69.0	24.97	79.29
2.25					2.558	41.0	16.65	52.89	3.089	72.0	25.86	82.12
2.50					2.568	41.0	16.65	52.89	3.101	75.0	26.75	84.95
2.75									3.114	78.0	27.64	87.77
3.00									3.127	81.0	28.53	90.60
3.25									3.132	82.0	28.83	91.55
3.50									3.145	82.0	28.83	91.55
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

\*\*Ensayo realizado después de la consolidación primaria.

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LSP (24/51)  
ca/c/vrc  
O.S. N°065

  
**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
 CIP 83285  
 Lima, 15 de Octubre del 2020

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo **MUESTRA** : Av. Las Palmeras

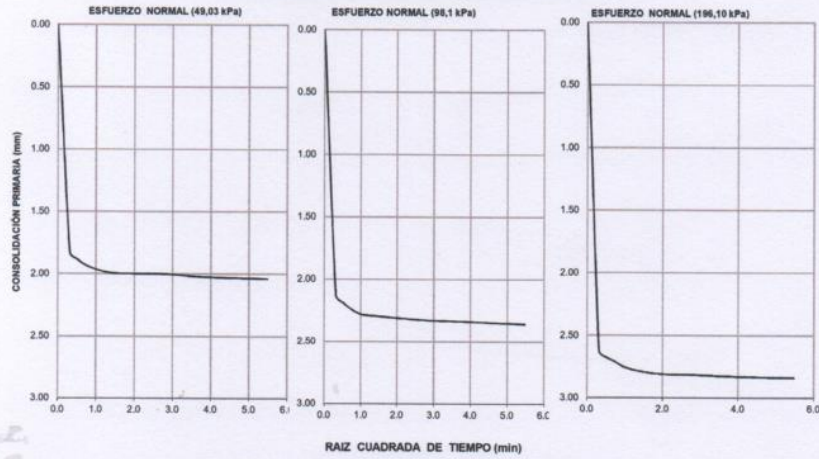
**PROYECTO DE TESIS** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra" **CANTIDAD** : 10 kg

**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 17.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 15.10.2020

NTP.339.171(2002) **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

**CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)**



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



  
**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

LSP (25/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

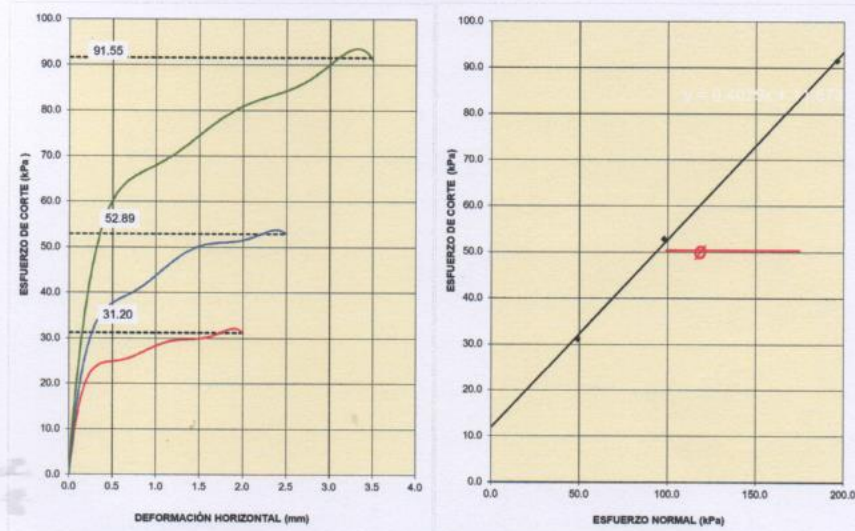
**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo **MUESTRA** : Av. Las Palmeras

**PROYECTO DE TESIS** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra **CANTIDAD** : 10 kg

**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 17.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**



RESULTADOS DE ENSAYO				
COHESIÓN (kPa)	11.9	kg/cm <sup>2</sup> (0.12)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (e)	22.2°

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (26/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª Etapa - Callao  
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA-PERU

[myv\\_ingsac@hotmail.com](mailto:myv_ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@myvingenieros.com](mailto:cotizaciones@myvingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo **MUESTRA** : Av. Las Palmeras  
suelo mezclado con 9%  
vidrio reciclado.  
**PROYECTO DE TESIS** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la  
estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020" **CANTIDAD** : 10 kg  
**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 17.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 15.10.2020

NTP.339.171(2002) **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO  
CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS (NTP 339.134-1999)	SM	Limite Líquido (%)	(NTP 339.129-1999)	21	
Clasificación AASHTO (NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Limite Plástico (%)	(NTP 339.129-1999)	3	
Tamaño Máximo (mm) (NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%)	(NTP 339.132-1999)	15	
Consistencia (s. fino) (NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso)	(NTP 339.150-2001)	--	
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPÉCIMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)	
Diámetro (cm)		6.270	6.270	6.270	
Área (cm <sup>2</sup> )		30.88	30.88	30.88	
Altura Inicial (cm)		2.015	2.015	2.015	
Altura Final (cm)		1.798	1.758	1.701	
Volumen Inicial (cm <sup>3</sup> )		62.22	62.22	62.22	
Volumen Final (cm <sup>3</sup> )		55.51	54.29	52.52	
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11	
Condición de la Estructura del Suelo					
		Alterado	Alterado	Alterado	
Peso Húmedo Inicial (g)		84.0	84.0	84.0	
Peso Húmedo Final (g)		91.6	91.8	92.1	
Peso Seco (g)		77.5	77.4	77.5	
Humedad Inicial (%) (NTP 339.127 - 1998)		8.3	8.6	8.4	
Humedad Final (%) (NTP 339.127 - 1998)		18.2	18.6	18.9	
Densidad Húmeda Inicial (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.350	1.350	1.350	
Densidad Húmeda Final (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.651	1.690	1.754	
Densidad Seca Inicial (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.246	1.243	1.245	
Densidad Seca Final (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.397	1.425	1.475	
Condiciones Ambientales del Ensayo					
Temperatura Ambiente (°C)	28.5	Humedad Relativa (%)	54	Gravedad Especifica (g/cm <sup>3</sup> )	
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO					
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE				
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4		
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00		

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante, suelo mezclado con 9% vidrio reciclado.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (39/51)  
cafo/vrc  
O.S. N°065



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**

CIP 83285

Lima, 15 de Octubre del 2020

Coop. San Miguel Mz D Lt 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1° Etapa - Callao.  
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA-PERU

[mw\\_inqsac@hotmail.com](mailto:mw_inqsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@mvingenieros.com](mailto:cotizaciones@mvingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo **MUESTRA** : Av. Las Palmeras  
suelo mezclado con 9%  
**PROYECTO DE TESIS** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la  
estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra **CANTIDAD** : 10 kg  
**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 17.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO  
CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.045	0.0	0.00	0.00	2.355	0.0	0.00	0.00	2.842	0.0	0.00	0.00
0.25	2.090	13.0	8.34	26.49	2.380	23.0	11.31	35.92	2.860	41.0	16.65	52.89
0.50	2.111	18.0	9.83	31.20	2.423	29.0	13.09	41.57	2.913	48.0	18.73	59.49
0.75	2.123	23.0	11.31	35.92	2.449	34.0	14.58	46.29	2.995	55.0	20.81	66.09
1.00	2.134	27.0	12.50	39.69	2.479	39.0	16.06	51.00	3.015	62.0	22.89	72.69
1.25	2.141	30.0	13.39	42.52	2.492	44.0	17.54	55.72	3.030	69.0	24.97	79.29
1.50	2.151	31.0	13.68	43.46	2.510	49.0	19.03	60.43	3.045	76.0	27.05	85.89
1.75	2.159	32.0	13.98	44.40	2.520	52.0	19.92	63.26	3.063	83.0	29.12	92.49
2.00	2.174	32.0	13.98	44.40	2.535	55.0	20.81	66.09	3.073	90.0	31.20	99.09
2.25					2.553	57.0	21.40	67.97	3.086	97.0	33.28	105.69
2.50					2.570	57.0	21.40	67.97	3.099	103.0	35.06	111.35
2.75									3.112	109.0	36.84	117.00
3.00									3.124	113.0	38.03	120.77
3.25									3.129	115.0	38.62	122.66
3.50									3.142	115.0	38.62	122.66
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

\*\*Ensayo realizado despues de la consolidación primaria.

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. suelo mezclado con 9% vidrio reciclado.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
CIP 83285

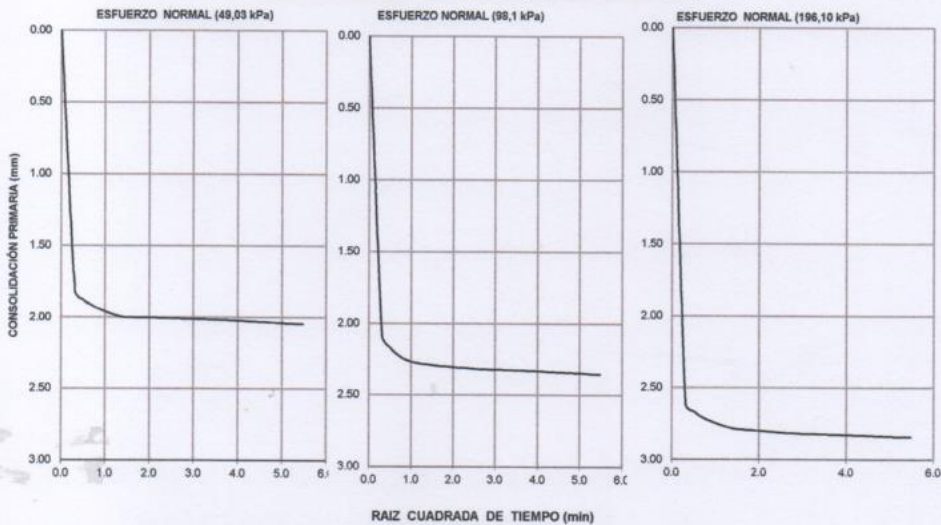
Lima, 15 de Octubre del 2020

LSP(40/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

<b>SOLICITANTE</b>	: Huamani Quispe, Andrés Edgardo	<b>MUESTRA</b>	: Av. Las Palmeras suelo mezclado con 9% vidrio reciclado.
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	: "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra	<b>CANTIDAD</b>	: 10 kg
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Las Palmeras - Puente Piedra	<b>PRESENTACIÓN</b>	: saco de polietileno.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 17.09.2020	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO  
CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS  
CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)**



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante, suelo mezclado con 9% vidrio reciclado.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

LSP (41/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

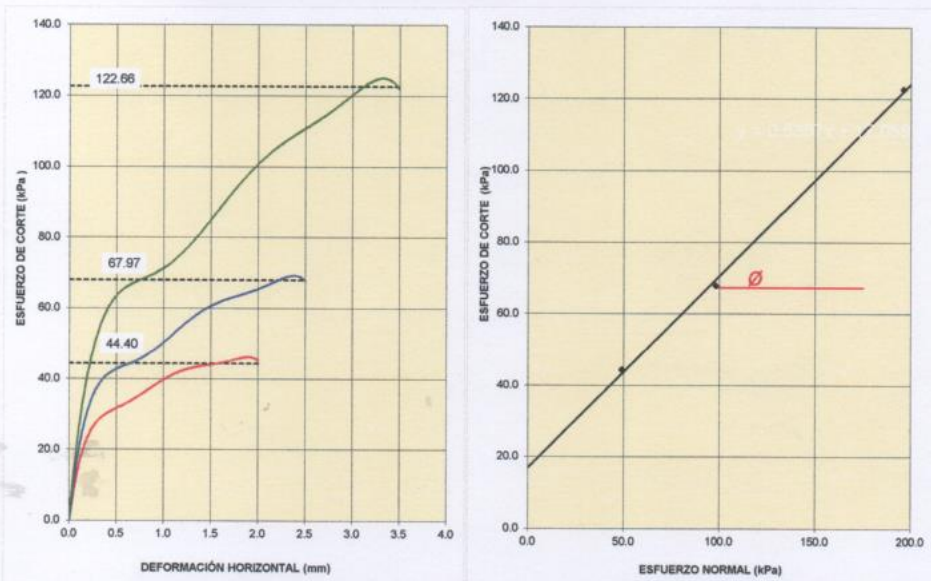
Coop. San Miguel Mz D.Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.  
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA-PERU

[mw\\_ingsac@hotmail.com](mailto:mw_ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@myingenieros.com](mailto:cotizaciones@myingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo **MUESTRA** : Av. Las Palmeras  
suelo mezclado con 9% vidrio reciclado.  
**PROYECTO DE TESIS** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra" **CANTIDAD** : 10 kg  
**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 17.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	17.1	kg/cm <sup>2</sup> (0.17)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)
			28.2°

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante: suelo mezclado con 9% vidrio reciclado.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (42/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Bapa - Callao.  
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / BNTel 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA - PERU

[mw\\_ingsac@hotmail.com](mailto:mw_ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@mvingenieros.com](mailto:cotizaciones@mvingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo **MUESTRA** : Av. Las Palmeras  
suelo mezclado con 11%  
vidrio reciclado.  
**PROYECTO DE TESIS** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la  
estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020" **CANTIDAD** : 10 kg  
**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 17.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 15.10.2020

NTP.339.171(2002) **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO  
CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS (NTP 339.134-1999)	SM	Limite Líquido (%) (NTP 339.129-1999)	21		
Clasificación AASHTO (NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Limite Plástico (%) (NTP 339.129-1999)	3		
Tamaño Máximo (mm) (NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%) (NTP 339.132-1999)	15		
Consistencia (s. fino) (NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso) (NTP 339.150-2001)	--		
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPÉCIMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)	
Diámetro (cm)		6.270	6.270	6.270	
Área (cm <sup>2</sup> )		30.88	30.88	30.88	
Altura Inicial (cm)		2.015	2.015	2.015	
Altura Final (cm)		1.794	1.753	1.699	
Volumen Inicial (cm <sup>3</sup> )		62.22	62.22	62.22	
Volumen Final (cm <sup>3</sup> )		55.39	54.12	52.47	
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11	
Condiciones de la Estructura del Suelo					
		Alterado	Alterado	Alterado	
Peso Húmedo Inicial (g)		86.0	86.0	86.0	
Peso Húmedo Final (g)		94.1	94.0	94.1	
Peso Seco (g)		78.6	78.6	78.7	
Humedad Inicial (%) (NTP 339.127 - 1998)		9.4	9.4	9.3	
Humedad Final (%) (NTP 339.127 - 1998)		19.7	19.6	19.6	
Densidad Húmeda Inicial (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.382	1.382	1.382	
Densidad Húmeda Final (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.700	1.737	1.793	
Densidad Seca Inicial (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.263	1.263	1.264	
Densidad Seca Final (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.420	1.452	1.499	
Condiciones Ambientales del Ensayo					
Temperatura Ambiente (°C)	27	Humedad Relativa (%)	53	Gravedad Especifica (g/cm <sup>3</sup> )	
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO					
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE				
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4		
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00		

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. suelo mezclado con 11% vidrio reciclado.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LSP (43/51)  
cafo/vic  
O.S. N°065

**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Grasoles 1° Etapa - Callao  
Telf ax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA-PERU

[mw.ingzac@hotmail.com](mailto:mw.ingzac@hotmail.com)  
[cotizaciones@mvingenieros.com](mailto:cotizaciones@mvingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)





**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo **MUESTRA** : Av. Las Palmeras  
suelo mezclado con 11%  
vidrio reciclado.  
**PROYECTO DE TESIS** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la  
estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra **CANTIDAD** : 10 kg  
**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 17.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO  
CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.060	0.0	0.00	0.00	2.380	0.0	0.00	0.00	2.898	0.0	0.00	0.00
0.25	2.134	13.0	8.34	26.49	2.408	23.0	11.31	35.92	2.929	48.0	18.73	59.49
0.50	2.144	17.0	9.53	30.26	2.441	29.0	13.09	41.57	2.954	54.0	20.51	65.15
0.75	2.154	21.0	10.72	34.03	2.469	35.0	14.87	47.23	2.990	60.0	22.30	70.80
1.00	2.164	25.0	11.90	37.80	2.494	40.0	16.36	51.95	3.020	65.0	23.78	75.52
1.25	2.177	28.0	12.79	40.63	2.520	45.0	17.84	56.66	3.035	70.0	25.26	80.23
1.50	2.187	29.0	13.09	41.57	2.537	50.0	19.33	61.37	3.058	75.0	26.75	84.95
1.75	2.200	30.0	13.39	42.52	2.553	54.0	20.51	65.15	3.071	80.0	28.23	89.66
2.00	2.212	30.0	13.39	42.52	2.576	57.0	21.40	67.97	3.081	85.0	29.72	94.37
2.25					2.601	59.0	22.00	69.86	3.096	90.0	31.20	99.09
2.50					2.624	59.0	22.00	69.86	3.112	95.0	32.69	103.80
2.75									3.124	100.0	34.17	108.52
3.00									3.134	105.0	35.66	113.23
3.25									3.147	108.0	36.55	116.06
3.50									3.157	108.0	36.55	116.06
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

\*\*Ensayo realizado despues de la consolidación primaria.

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. suelo mezclado con 11% vidrio reciclado.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



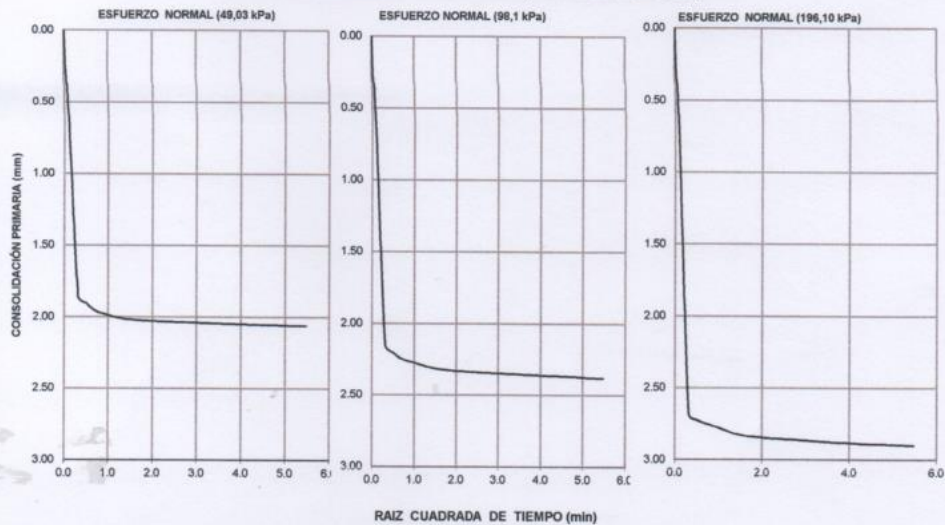
**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

LSP(44/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

<b>SOLICITANTE</b>	: Huamani Quispe, Andrés Edgardo	<b>MUESTRA</b>	: Av. Las Palmeras suelo mezclado con 11% vidrio reciclado.
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	: "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra	<b>CANTIDAD</b>	: 10 kg
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Las Palmeras - Puente Piedra	<b>PRESENTACIÓN</b>	: saco de polietileno.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 17.09.2020	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 15.10.2020

NTP.339.171(2002) **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO  
CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS  
CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)**



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. suelo mezclado con 11% vidrio reciclado.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

LSP (45/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

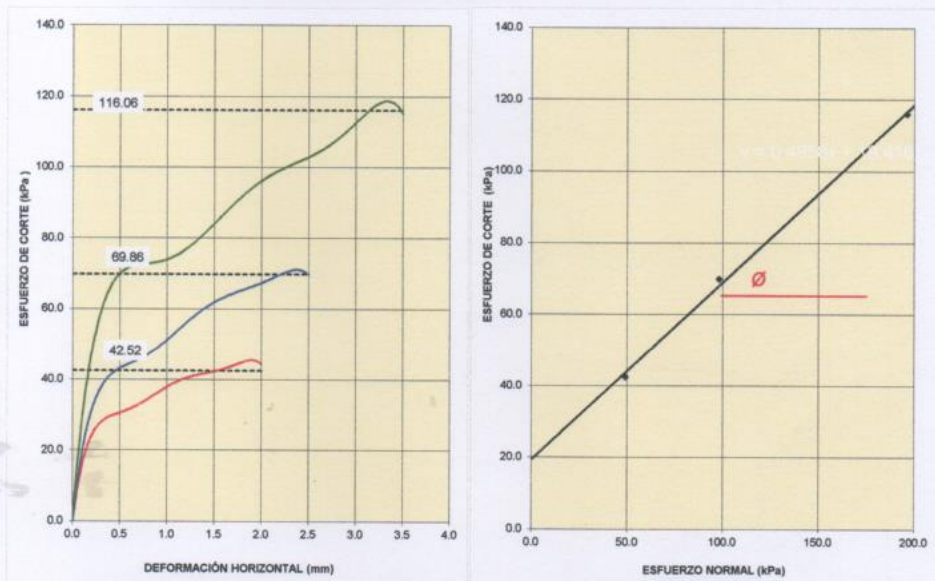
Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.  
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA-PERU

[mw\\_ingsac@hotmail.com](mailto:mw_ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@myingenieros.com](mailto:cotizaciones@myingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo **MUESTRA** : Av. Las Palmeras  
suelo mezclado con 11% vidrio reciclado.  
**PROYECTO DE TESIS** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la  
estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra **CANTIDAD** : 10 kg  
**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 17.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO  
CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	19.4	kg/cm <sup>2</sup> (0.20)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (φ)
			26.4°

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante: suelo mezclado con 11% vidrio reciclado.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (46/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
CIP 83285

Lima, 15 de Octubre del 2020

Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Bapa - Callao.  
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA - FERU

[mw\\_ingsac@hotmail.com](mailto:mw_ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@myingenieros.com](mailto:cotizaciones@myingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo **MUESTRA** : Av. Las Palmeras  
suelo mezclado con 13%  
vidrio reciclado.  
**PROYECTO DE TESIS** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la  
estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020" **CANTIDAD** : 10 kg  
**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 17.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 15.10.2020

NTP.339.171(2002) **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO  
CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS (NTP 339.134-1999)	SM	Límite Líquido (%)	(NTP 339.129-1999)	21	
Clasificación AASHTO (NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Límite Plástico (%)	(NTP 339.129-1999)	3	
Tamaño Máximo (mm) (NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%)	(NTP 339.132-1999)	15	
Consistencia (s. fino) (NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso)	(NTP 339.150-2001)	--	
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPÉCIMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)	
Diámetro (cm)		6.270	6.270	6.270	
Área (cm <sup>2</sup> )		30.88	30.88	30.88	
Altura Inicial (cm)		2.015	2.015	2.015	
Altura Final (cm)		1.796	1.752	1.696	
Volumen Inicial (cm <sup>3</sup> )		62.22	62.22	62.22	
Volumen Final (cm <sup>3</sup> )		55.45	54.11	52.38	
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11	
Condiciones de la Estructura del Suelo					
		Alterado	Alterado	Alterado	
Peso Húmedo Inicial (g)		87.5	87.5	87.5	
Peso Húmedo Final (g)		94.3	94.2	94.4	
Peso Seco (g)		79.4	79.4	79.4	
Humedad Inicial (%) (NTP 339.127 - 1998)		10.2	10.2	10.2	
Humedad Final (%) (NTP 339.127 - 1998)		18.8	18.7	18.8	
Densidad Húmeda Inicial (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.406	1.406	1.406	
Densidad Húmeda Final (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.701	1.741	1.801	
Densidad Seca Inicial (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.276	1.276	1.276	
Densidad Seca Final (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.432	1.467	1.516	
Condiciones Ambientales del Ensayo					
Temperatura Ambiente (°C)	28.5	Humedad Relativa (%)	54	Gravedad Especifica (g/cm <sup>3</sup> )	
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO					
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE				
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4		
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00		

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. suelo mezclado con 13% vidrio reciclado.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LSP (47/51)  
calo/vic  
O.S. N°065

**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

Coop. San Miguel Mz D Lt 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1°. Etapa - Callao.  
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA - PERU

[mw.ingsac@hotmail.com](mailto:mw.ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@mvingenieros.com](mailto:cotizaciones@mvingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo **MUESTRA** : Av. Las Palmeras  
suelo mezclado con 13%  
**PROYECTO DE TESIS** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la  
estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra **CANTIDAD** : 10 kg  
**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 17.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO  
CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.050	0.0	0.00	0.00	2.377	0.0	0.00	0.00	2.875	0.0	0.00	0.00
0.25	2.118	14.0	8.64	27.43	2.398	24.0	11.61	36.86	2.903	46.0	18.14	57.60
0.50	2.126	18.0	9.83	31.20	2.438	31.0	13.68	43.46	2.926	52.0	19.92	63.26
0.75	2.141	22.0	11.01	34.97	2.436	38.0	15.76	50.06	3.015	59.0	22.00	69.86
1.00	2.154	25.0	11.90	37.80	2.492	44.0	17.54	55.72	3.035	67.0	24.37	77.40
1.25	2.162	28.0	12.79	40.63	2.520	47.0	18.44	58.55	3.048	74.0	26.45	84.00
1.50	2.169	29.0	13.09	41.57	2.530	52.0	19.92	63.26	3.076	79.0	27.94	88.72
1.75	2.182	30.0	13.39	42.52	2.558	56.0	21.11	67.03	3.096	85.0	29.72	94.37
2.00	2.195	30.0	13.39	42.52	2.591	61.0	22.59	71.75	3.114	89.0	30.91	98.15
2.25					2.614	62.0	22.89	72.69	3.122	94.0	32.39	102.86
2.50					2.629	62.0	22.89	72.69	3.132	98.0	33.58	106.63
2.75									3.147	102.0	34.76	110.40
3.00									3.160	105.0	35.66	113.23
3.25									3.175	106.0	35.95	114.17
3.50									3.188	106.0	35.95	114.17
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

\*\*Ensayo realizado después de la consolidación primaria.

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. suelo mezclado con 13% vidrio reciclado.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
CIP 83285

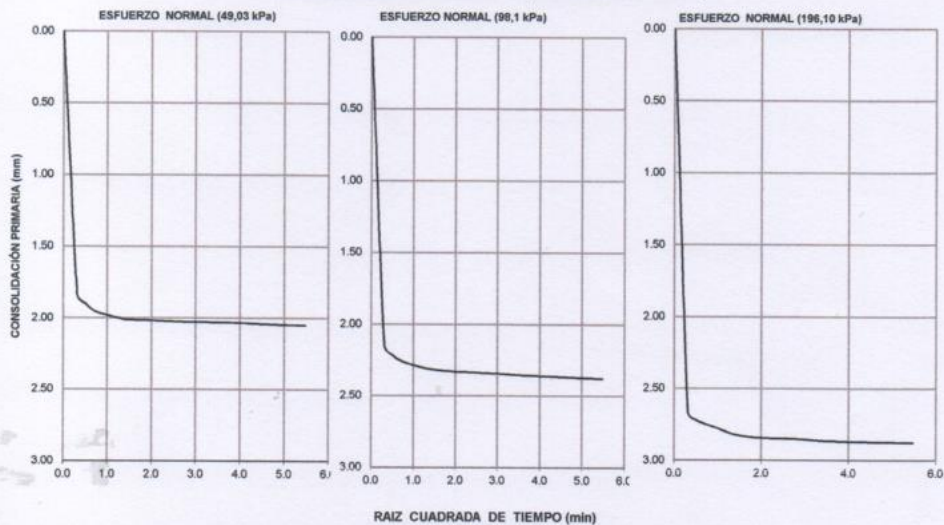
Lima, 15 de Octubre del 2020

LSP(48/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

<b>SOLICITANTE</b>	: Huamani Quispe, Andrés Edgardo	<b>MUESTRA</b>	: Av. Las Palmeras suelo mezclado con 13% vidrio reciclado.
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	: "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra	<b>CANTIDAD</b>	: 10 kg
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Las Palmeras - Puente Piedra	<b>PRESENTACIÓN</b>	: saco de polietileno.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 17.09.2020	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO  
CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS  
CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)**



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. suelo mezclado con 13% vidrio reciclado.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

LSP (49/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

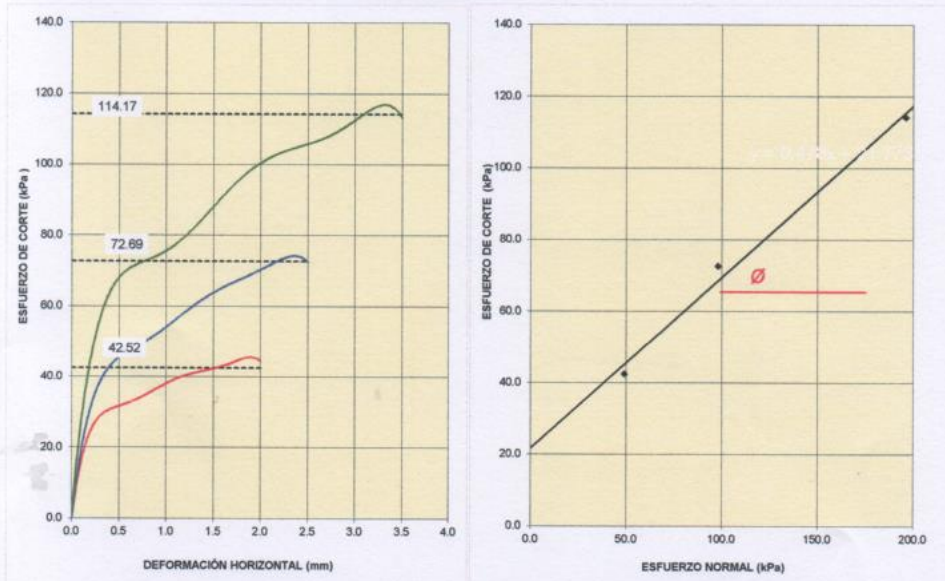
Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª Etapa - Callao.  
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA-PERU

[mw.ingsac@hotmail.com](mailto:mw.ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@myingenieros.com](mailto:cotizaciones@myingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

**SOLICITANTE** : Huamani Quispe, Andrés Edgardo **MUESTRA** : Av. Las Palmeras  
suelo mezclado con 13% vidrio reciclado.  
**PROYECTO DE TESIS** : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra" **CANTIDAD** : 10 kg  
**UBICACIÓN** : Av. Las Palmeras - Puente Piedra **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 17.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	21.8	kg/cm <sup>2</sup> (0.22)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)
			25.5°

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. suelo mezclado con 13% vidrio reciclado.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (50/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Bapa - Callao.  
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA-PERU

[mw\\_ingsac@hotmail.com](mailto:mw_ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@mvingenieros.com](mailto:cotizaciones@mvingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo MUESTRA : Av. Las Palmeras  
 PROYECTO DE TESIS : \*Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la IDENTIFICACIÓN : suelo mezclado con 9%  
 estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020\* CANTIDAD : 10 kg  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra PRESENTACIÓN : saco de polietileno.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 17.09.2020 FECHA DE ENSAYO : 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS (NTP 339.134-1999)	SM	Límite Líquido (%)	(%)	(NTP 339.129-1999)	21
Clasificación AASHTO (NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Límite Plástico (%)	(%)	(NTP 339.129-1999)	3
Tamaño Máximo (mm) (NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%)	(%)	(NTP 339.132-1999)	15
Consistencia (s. fino) (NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso)	(%)	(NTP 339.150-2001)	--
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)	
Diámetro (cm)		6.270	6.270	6.270	
Área (cm <sup>2</sup> )		30.88	30.88	30.88	
Altura Inicial (cm)		2.015	2.015	2.015	
Altura Final (cm)		1.797	1.758	1.701	
Volumen Inicial (cm <sup>3</sup> )		62.22	62.22	62.22	
Volumen Final (cm <sup>3</sup> )		55.49	54.29	52.51	
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11	
Condición de la Estructura del Suelo		Alterado	Alterado	Alterado	
Peso Húmedo Inicial (g)		85.0	85.0	85.0	
Peso Húmedo Final (g)		90.2	90.1	90.0	
Peso Seco (g)		77.5	77.3	77.7	
Humedad Inicial (%) (NTP 339.127 - 1998)		9.7	10.0	9.3	
Humedad Final (%) (NTP 339.127 - 1998)		16.4	16.5	15.8	
Densidad Húmeda Inicial (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.366	1.366	1.366	
Densidad Húmeda Final (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.625	1.659	1.714	
Densidad Seca Inicial (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.245	1.242	1.249	
Densidad Seca Final (g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)		1.397	1.424	1.481	
Condiciones Ambientales del Ensayo					
Temperatura Ambiente (°C)	28.5	Humedad Relativa (%)	54	Gravedad Especifica (g/cm <sup>3</sup> )	
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO					
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE				
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4		
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00		

- Nota: - Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante, suelo mezclado con 9% Cenizas volantes de carbon.  
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.  
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.  
 - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020  
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (27/51)  
cafo/vc  
O.S. N°065



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020





SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo MUESTRA : Av. Las Palmeras  
IDENTIFICACIÓN : suelo mezclado con 9%  
PROYECTO DE TESIS : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra" CANTIDAD : 10 kg  
UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra PRESENTACIÓN : saco de polietileno.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 17.09.2020 FECHA DE ENSAYO : 15.10.2020

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.037	0.0	0.00	0.00	2.362	0.0	0.00	0.00	2.845	0.0	0.00	0.00
0.25	2.101	12.0	8.04	25.54	2.388	23.0	11.31	35.92	2.863	42.0	16.95	53.83
0.50	2.116	15.0	8.93	28.37	2.431	30.0	13.39	42.52	2.918	47.0	18.44	58.55
0.75	2.126	18.0	9.83	31.20	2.510	34.0	14.58	46.29	3.002	58.0	21.70	68.92
1.00	2.136	21.0	10.72	34.03	2.482	36.0	15.17	48.17	3.023	63.0	23.19	73.63
1.25	2.144	23.0	11.31	35.92	2.494	40.0	16.36	51.95	3.038	67.0	24.37	77.40
1.50	2.154	24.0	11.61	36.86	2.515	43.0	17.25	54.77	3.051	71.0	25.56	81.17
1.75	2.162	25.0	11.90	37.80	2.522	46.0	18.14	57.60	3.068	75.0	26.75	84.95
2.00	2.179	25.0	11.90	37.80	2.537	48.0	18.73	59.49	3.068	78.0	27.64	87.77
2.25					2.558	50.0	19.33	61.37	3.089	81.0	28.53	90.60
2.50					2.568	50.0	19.33	61.37	3.101	84.0	29.42	93.43
2.75									3.114	87.0	30.31	96.26
3.00									3.127	89.0	30.91	98.15
3.25									3.132	90.0	31.20	99.09
3.50									3.145	90.0	31.20	99.09
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

\*\*Ensayo realizado despues de la consolidación primaria.

- Nota:
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante, suelo mezclado con 9% Cenizas volantes de carbon.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LSP (28/51)  
ca/c/vrc  
O.S. N°065

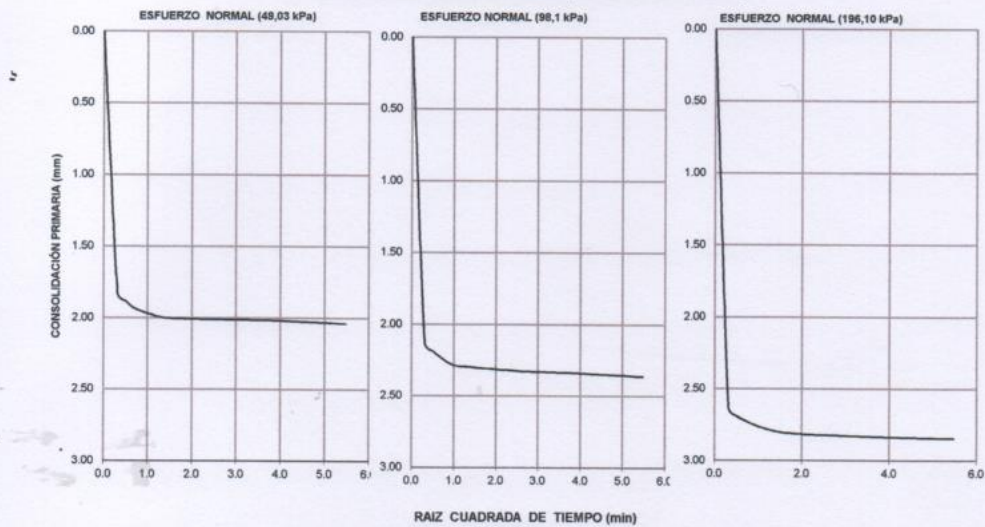
ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
CIP 83285

Lima, 15 de Octubre del 2020

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

<b>SOLICITANTE</b>	: Huamani Quispe, Andrés Edgardo	<b>MUESTRA</b>	: Av. Las Palmeras
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	: "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: suelo mezclado con 9% Cenizas volantes de carbon.
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Las Palmeras - Puente Piedra	<b>CANTIDAD</b>	: 10 kg
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 17.09.2020	<b>PRESENTACIÓN</b>	: saco de polietileno.
		<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS  
CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)**



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. suelo mezclado con 9% Cenizas volantes de carbon.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
CIP 83285

Lima, 15 de Octubre del 2020

LSP (29/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.  
Tel/fax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA-PERU

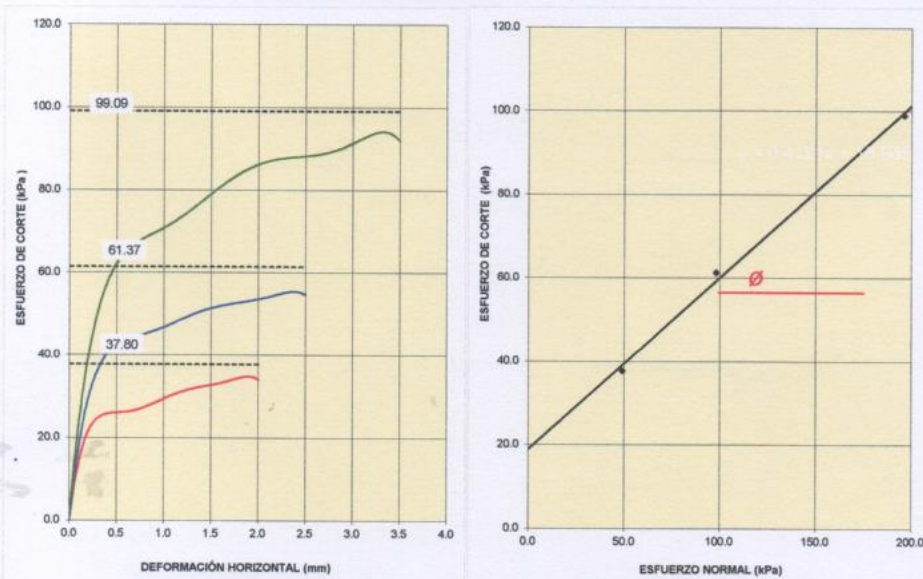
[mw.ingsac@hotmail.com](mailto:mw.ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@myingenieros.com](mailto:cotizaciones@myingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

<b>SOLICITANTE</b>	: Huamani Quispe, Andrés Edgardo	<b>MUESTRA</b>	: Av. Las Palmeras
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	: "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: suelo mezclado con 9% Cenizas volantes de carbon.
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Las Palmeras - Puente Piedra	<b>CANTIDAD</b>	: 10 kg
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 17.09.2020	<b>PRESENTACIÓN</b>	: saco de polietileno.
		<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 15.10.2020

NTP.339.171(2002) **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	18.9	kg/cm <sup>2</sup> (0.19)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (α)
			22.4°

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. suelo mezclado con 9% Cenizas volantes de carbon.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (30/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURÓN**

CIP 83285

Lima, 15 de Octubre del 2020

Coop. San Miguel Mz. D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Elapa - Callao.  
Telfax: (511) 861-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA - PERU

[my.ingsac@hotmail.com](mailto:my.ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@mvingenieros.com](mailto:cotizaciones@mvingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo MUESTRA : Av. Las Palmeras  
 PROYECTO DE TESIS : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la IDENTIFICACIÓN : Suelo mezclado con 11%  
 estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020" CANTIDAD : 10 kg  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra PRESENTACIÓN : saco de polietileno.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 17.09.2020 FECHA DE ENSAYO : 15.10.2020

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS	(NTP 339.134-1999)	SM	Límite Líquido (%)	(NTP 339.129-1999)	21
Clasificación AASHTO	(NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Límite Plástico (%)	(NTP 339.129-1999)	3
Tamaño Máximo (mm)	(NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%)	(NTP 339.132-1999)	15
Consistencia (s. fino)	(NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso)	(NTP 339.150-2001)	--
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)	
Diámetro	(cm)	6.270	6.270	6.270	
Área	(cm <sup>2</sup> )	30.88	30.88	30.88	
Altura Inicial	(cm)	2.015	2.015	2.015	
Altura Final	(cm)	1.796	1.754	1.701	
Volumen Inicial	(cm <sup>3</sup> )	62.22	62.22	62.22	
Volumen Final	(cm <sup>3</sup> )	55.46	54.17	52.51	
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11	
Condición de la Estructura del Suelo					
		Alterado	Alterado	Alterado	
Peso Húmedo Inicial	(g)	86.0	86.0	86.0	
Peso Húmedo Final	(g)	91.6	92.0	92.0	
Peso Seco	(g)	77.9	78.2	78.3	
Humedad Inicial	(%) (NTP 339.127 - 1998)	10.4	10.0	9.9	
Humedad Final	(%) (NTP 339.127 - 1998)	17.6	17.8	17.6	
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.382	1.382	1.382	
Densidad Húmeda Final	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.651	1.699	1.753	
Densidad Seca Inicial	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.252	1.256	1.258	
Densidad Seca Final	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.404	1.443	1.490	
Condiciones Ambientales del Ensayo					
Temperatura Ambiente (°C)	28.5	Humedad Relativa (%)	54	Gravedad Especifica (g/cm <sup>3</sup> )	
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO					
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE				
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4		
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00		

- Nota: - Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo mezclado con 11% Cenizas volantes de carbon.  
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.  
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.  
 - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020  
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (31/51)  
 cal/vnc  
 O.S. N°065



ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN  
 CIP 83285  
 Lima, 15 de Octubre del 2020



SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo MUESTRA : Av. Las Palmeras  
 PROYECTO DE TESIS : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la IDENTIFICACIÓN : Suelo mezclado con 11%  
 estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra CANTIDAD : 10 kg  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra PRESENTACIÓN : saco de polietileno.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 17.09.2020 FECHA DE ENSAYO : 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.042	0.0	0.00	0.00	2.367	0.0	0.00	0.00	2.868	0.0	0.00	0.00
0.25	2.113	13.0	8.34	26.49	2.393	25.0	11.90	37.80	2.863	48.0	18.73	59.49
0.50	2.126	16.0	9.23	29.32	2.433	33.0	14.28	45.35	2.918	52.0	19.92	63.26
0.75	2.139	19.0	10.12	32.15	2.461	38.0	15.76	50.06	3.002	60.0	22.30	70.80
1.00	2.151	23.0	11.31	35.92	2.489	43.0	17.25	54.77	3.023	65.0	23.78	75.52
1.25	2.159	26.0	12.20	38.75	2.512	46.0	18.14	57.60	3.038	70.0	25.26	80.23
1.50	2.167	28.0	12.79	40.63	2.525	49.0	19.03	60.43	3.051	75.0	26.75	84.95
1.75	2.179	29.0	13.09	41.57	2.537	53.0	20.22	64.20	3.068	80.0	28.23	89.66
2.00	2.189	29.0	13.09	41.57	2.573	56.0	21.11	67.03	3.068	84.0	29.42	93.43
2.25					2.596	57.0	21.40	67.97	3.089	88.0	30.61	97.20
2.50					2.609	57.0	21.40	67.97	3.101	92.0	31.80	100.97
2.75									3.114	96.0	32.98	104.75
3.00									3.127	97.0	33.28	105.69
3.25									3.132	99.0	33.87	107.57
3.50									3.145	99.0	33.87	107.57
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

\*\*Ensayo realizado despues de la consolidación primaria.

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo mezclado con 11% Cenizas volantes de carbon.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



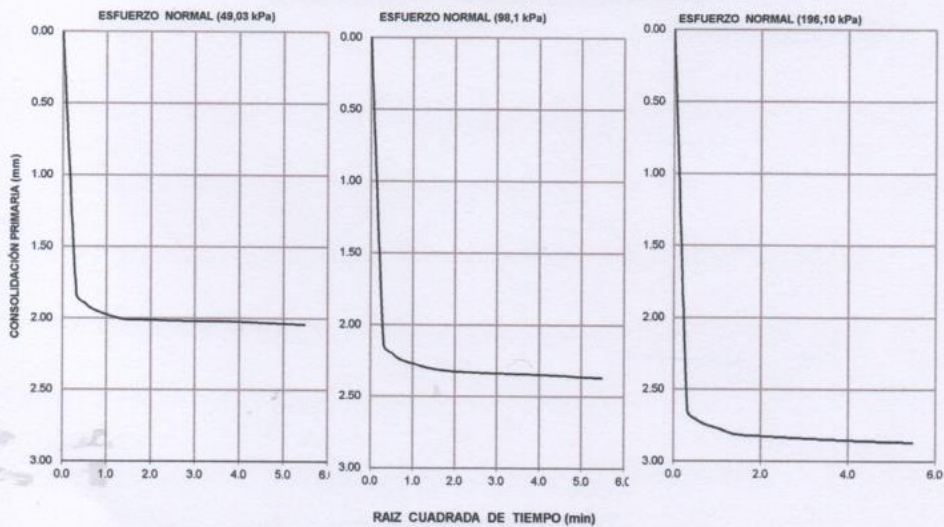
LSP (32/51)  
ca/c/vrc  
O.S. N°065

**ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION**  
 CIP 83285  
 Lima, 15 de Octubre del 2020

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

<b>SOLICITANTE</b>	: Huamani Quispe, Andrés Edgardo	<b>MUESTRA</b>	: Av. Las Palmeras
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	: "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: Suelo mezclado con 11% Cenizas volantes de carbon.
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Las Palmeras - Puente Piedra	<b>CANTIDAD</b>	: 10 kg
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 17.09.2020	<b>PRESENTACIÓN</b>	: saco de polietileno.
		<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)**



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo mezclado con 11% Cenizas volantes de carbon.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

LSP (33/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

Coop. San Miguel Mz. D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Bapa - Callao.  
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA - PERU

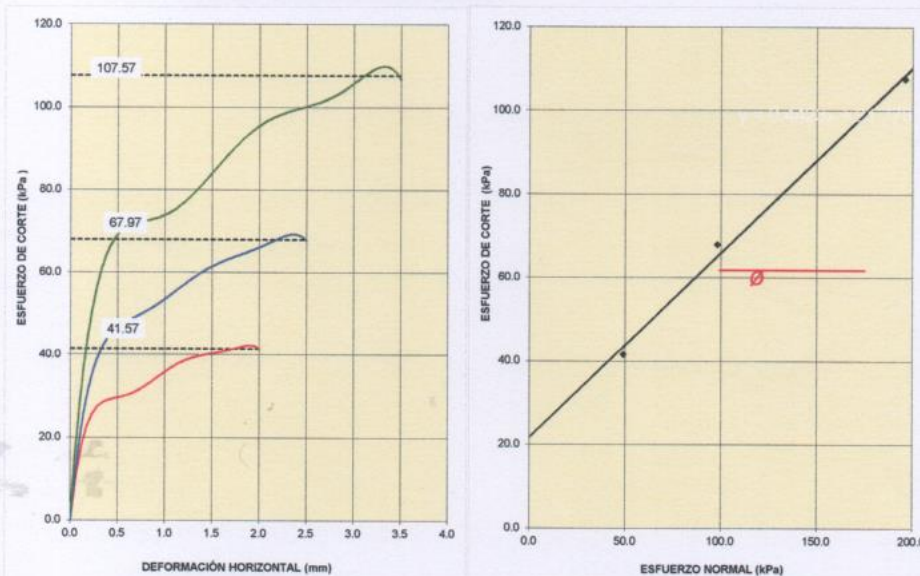
[mv\\_ingsac@hotmail.com](mailto:mv_ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@myingenieros.com](mailto:cotizaciones@myingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

<b>SOLICITANTE</b>	: Huamani Quispe, Andrés Edgardo	<b>MUESTRA</b>	: Av. Las Palmeras
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	: "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: Suelo mezclado con 11% Cenizas volantes de carbon.
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Las Palmeras - Puente Piedra	<b>CANTIDAD</b>	: 10 kg
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 17.09.2020	<b>PRESENTACIÓN</b>	: saco de polietileno.
		<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	21.8	kg/cm <sup>2</sup> (0.22)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (φ)
			23.9°

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo mezclado con 11% Cenizas volantes de carbon.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (34/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065



**ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª Etapa - Callao.  
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA - PERU

[mw.ingsac@hotmail.com](mailto:mw.ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@mvingenieros.com](mailto:cotizaciones@mvingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo MUESTRA : Av. Las Palmeras  
 PROYECTO DE TESIS : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la IDENTIFICACIÓN : Suelo mezclado con 13%  
 estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra 2020" CANTIDAD : 10 kg  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra PRESENTACIÓN : saco de polietileno.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 17.09.2020 FECHA DE ENSAYO : 15.10.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS	(NTP 339.134-1999)	SM	Límite Líquido (%)	(NTP 339.129-1999)	21
Clasificación AASHTO	(NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Límite Plástico (%)	(NTP 339.129-1999)	3
Tamaño Máximo (mm)	(NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%)	(NTP 339.132-1999)	15
Consistencia (s. fino)	(NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso)	(NTP 339.150-2001)	--
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPÉCIMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)	
Diámetro	(cm)	6.270	6.270	6.270	
Área	(cm <sup>2</sup> )	30.88	30.88	30.88	
Altura Inicial	(cm)	2.015	2.015	2.015	
Altura Final	(cm)	1.796	1.752	1.696	
Volumen Inicial	(cm <sup>3</sup> )	62.22	62.22	62.22	
Volumen Final	(cm <sup>3</sup> )	55.45	54.11	52.38	
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11	
Condición de la Estructura del Suelo					
		Alterado	Alterado	Alterado	
Peso Húmedo Inicial	(g)	87.5	87.5	87.5	
Peso Húmedo Final	(g)	93.7	93.7	94.2	
Peso Seco	(g)	78.8	79.0	79.3	
Humedad Inicial	(%) (NTP 339.127 - 1998)	11.0	10.8	10.3	
Humedad Final	(%) (NTP 339.127 - 1998)	18.8	18.7	18.8	
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.406	1.406	1.406	
Densidad Húmeda Final	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.689	1.732	1.799	
Densidad Seca Inicial	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.267	1.270	1.274	
Densidad Seca Final	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.422	1.460	1.514	
Condiciones Ambientales del Ensayo					
Temperatura Ambiente (°C)	28.5	Humedad Relativa (%)	54	Gravedad Específica (g/cm <sup>3</sup> )	
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO					
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE				
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4		
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00		

- Nota: - Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo mezclado con 13% Cenizas volantes de carbon.  
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.  
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.  
 - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020  
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (35/51)  
 cal/vlc  
 O.S. N°065



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
 CIP 83285  
 Lima, 15 de Octubre del 2020



SOLICITANTE : Huamani Quispe, Andrés Edgardo MUESTRA : Av. Las Palmeras  
 IDENTIFICACIÓN : Suelo mezclado con 13%  
 PROYECTO DE TESIS : "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra CANTIDAD : 10 kg  
 UBICACIÓN : Av. Las Palmeras - Puente Piedra PRESENTACIÓN : saco de polietileno.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 17.09.2020 FECHA DE ENSAYO : 15.10.2020

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

Desplaz. Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz. Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.050	0.0	0.00	0.00	2.377	0.0	0.00	0.00	2.875	0.0	0.00	0.00
0.25	2.118	15.0	8.93	28.37	2.398	25.0	11.90	37.80	2.903	47.0	18.44	58.55
0.50	2.126	18.0	9.83	31.20	2.438	32.0	13.98	44.40	2.926	52.0	19.92	63.26
0.75	2.141	21.0	10.72	34.03	2.436	38.0	15.76	50.06	3.015	60.0	22.30	70.80
1.00	2.154	24.0	11.61	36.86	2.492	44.0	17.54	55.72	3.035	67.0	24.37	77.40
1.25	2.162	27.0	12.50	39.69	2.520	48.0	18.73	59.49	3.048	73.0	26.15	83.06
1.50	2.169	30.0	13.39	42.52	2.530	52.0	19.92	63.26	3.076	79.0	27.94	88.72
1.75	2.182	32.0	13.98	44.40	2.558	55.0	20.81	66.09	3.096	84.0	29.42	93.43
2.00	2.195	32.0	13.98	44.40	2.591	58.0	21.70	68.92	3.114	89.0	30.91	98.15
2.25					2.614	61.0	22.59	71.75	3.122	94.0	32.39	102.86
2.50					2.629	61.0	22.59	71.75	3.132	99.0	33.87	107.57
2.75									3.147	103.0	35.06	111.35
3.00									3.160	106.0	35.95	114.17
3.25									3.175	107.0	36.25	115.12
3.50									3.188	107.0	36.25	115.12
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

\*\*Ensayo realizado después de la consolidación primaria.

- Nota:
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo mezclado con 13% Cenizas volantes de carbon.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



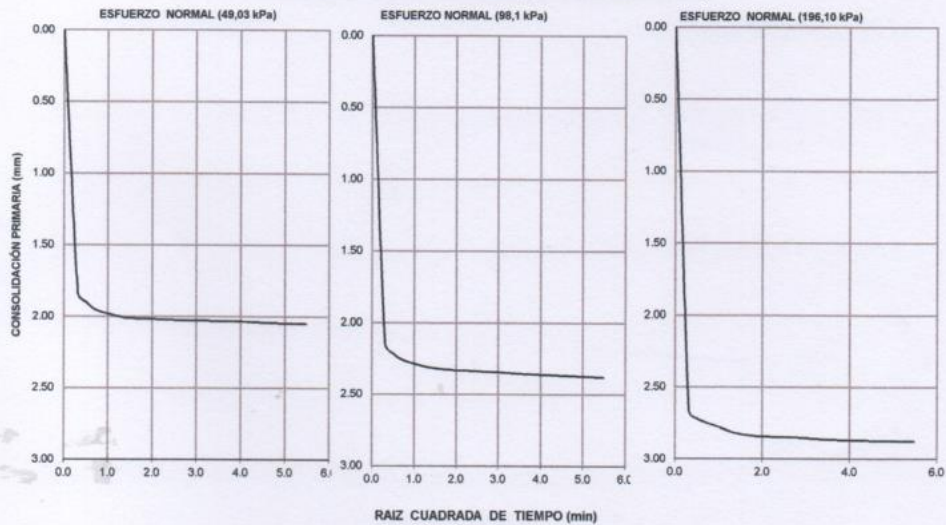
LSP (36/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

  
**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
 CIP 83285  
 Lima, 15 de Octubre del 2020

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 065 - 2020 - LSP**

<b>SOLICITANTE</b>	: Huamani Quispe, Andrés Edgardo	<b>MUESTRA IDENTIFICACIÓN</b>	: Av. Las Palmeras Suelo mezclado con 13% Cenizas volantes de carbon.
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	: "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra"	<b>CANTIDAD</b>	: 10 kg
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Las Palmeras - Puente Piedra	<b>PRESENTACIÓN</b>	: saco de polietileno.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 17.09.2020	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 15.10.2020

NTP.339.171(2002) **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)**



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo mezclado con 13% Cenizas volantes de carbon.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

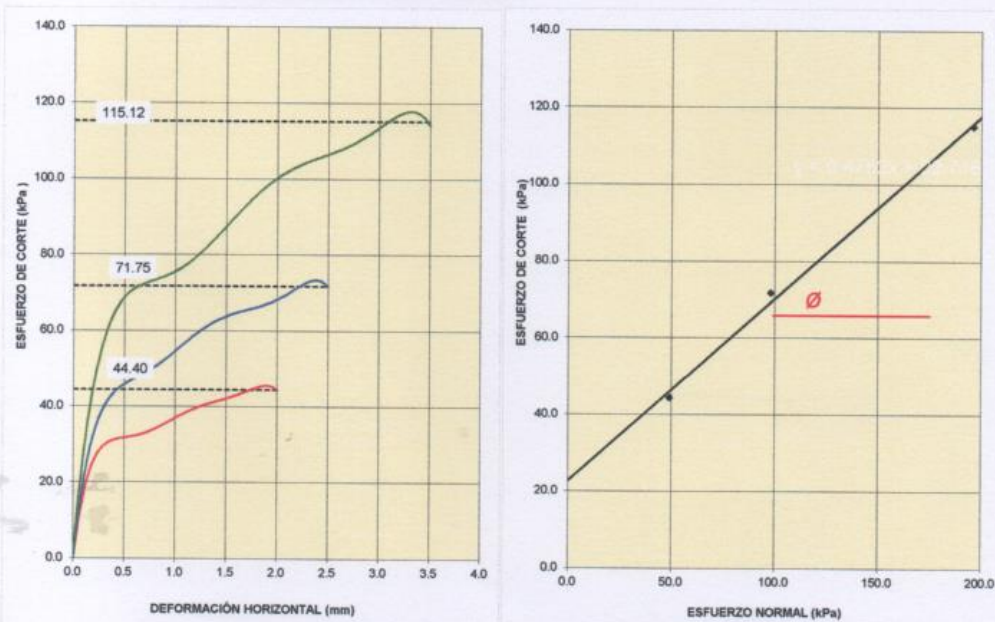
LSP (37/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065

Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.  
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA-PERU

[mw.ingsac@hotmail.com](mailto:mw.ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@myingenieros.com](mailto:cotizaciones@myingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)

SOLICITANTE	: Huamani Quispe, Andrés Edgardo	MUESTRA	: Av. Las Palmeras
PROYECTO DE TESIS	: *Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos Las Palmeras - Puente Piedra	IDENTIFICACIÓN	: Suelo mezclado con 13% Cenizas volantes de carbon.
UBICACIÓN	: Av. Las Palmeras - Puente Piedra	CANTIDAD	: 10 kg
FECHA DE RECEPCIÓN	: 17.09.2020	PRESENTACIÓN	: saco de polietileno.
		FECHA DE ENSAYO	: 15.10.2020

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	22.7	kg/cm <sup>2</sup> (0.23)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (α)
			25.4°

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo mezclado con 13% Cenizas volantes de carbon.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 17.09.2020
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (38/51)  
cafc/vrc  
O.S. N°065



**ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
CIP 83285  
Lima, 15 de Octubre del 2020

Coop. San Miguel Mz. D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1°. Bapa - Callao.  
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9988 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)

[mw\\_ingsac@hotmail.com](mailto:mw_ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@myingenieros.com](mailto:cotizaciones@myingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)

Anexo 10: Certificación de calibración



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 016 - 2020**

Página: 1 de 2

Expediente : T 632-2019  
Fecha de emisión : 2020-02-03

**1. Solicitante** : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2000 ANV, SAN SEBASTIÁN - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : EQUIPO DE ABRASION LOS ANGELES

Marca : P Y S EQUIPOS  
Modelo : STM 3  
Serie : NO INDICA  
Código de identificación : NO INDICA

Marca de Confianza : TANUA  
Modelo de Confianza : AN-3  
Serie de Confianza : NO INDICA

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
07 - FEBRERO - 2020

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada según norma ASTM C 377 y C 555

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	KEY	LM - 014 - 2019	INACAL - DM
CEREA METRICA	TANUEY	LM - 028 - 2019	INACAL - DM
BALANZA	KEY	LM - 022 - 2019	PUNTO DE PRECISIÓN

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura (°C)	35.1	35.4
Humedad (%)	40	39

**7. Observaciones**  
Con fines de identificación se les colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificación y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y de las condiciones de la calibración. Al solicitar la correspondiente dispone de su momento la ejecución de una recalibración, la cual será en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o de las especificaciones requeridas.

Punto de Precisión S.A.C. no es responsable de la deterioración que pueda ocurrir o de un inadecuado uso de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí expresados.





Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CP N° 152631

Av. Los Angeles 563 - LIMA 42 Tel: 292-5186 292-2055  
www.puntodeprecision.com - Email: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LPP - 113 - 2020

Página: 1 de 2

Expediente: T 074280  
Fecha de Emisión: 2020-06-10

1. Institución: LABORATORIO DE SUELOS-JON S.A.C.

Dirección: AV. PROCESOS DE LA SIERRA PASADIZO 1850, TORO SUR  
SANTO DOMINGO - SAN JUAN DE LURIBHAYO - LIMA

2. Descripción del Equipo: ANILLO DE CARGA DE CORTE DIRECTO

Marca de Fabrica: ELE INTERNATIONAL  
Modelo de Fabrica: 26.211001  
Serie de Fabrica: 1985-2-1988  
Identificación de Fabrica: NO INDICA

Marca de Año: ELE  
Modelo de Año: 76-0480  
Serie de Año: 76-0480-8048  
Capacidad Máxima: 70 KN  
Identificación de Año: NO INDICA

Marca del Día: ELE INTERNATIONAL  
Modelo del Día: NO INDICA  
Serie del Día: 200218  
Procedencia: NO INDICA  
Identificación del Día: NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie según indicado no está calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con exactitud a la División de Metrología de INACOA y susa.

Las lecturas son válidas en el momento y en las condiciones de la calibración. Al momento de ser usada debe expresarse en su momento la exactitud de las mediciones, lo cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento, medidas a realizarse y condiciones ambientales.

Punto de Precisión SAC es la responsable de los equipos que se le presta el servicio de calibración de los instrumentos de una manera independiente de los resultados de la calibración que se obtiene.

### 3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCESOS DE LA SIERRA PASADIZO 1850 TORO SUR  
SANTO DOMINGO - SAN JUAN DE LURIBHAYO - LIMA  
10 - JUNIO - 2020

### 4. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación de los patrones y la lectura de cada patrón.

### 5. Transparencia

INSTRUMENTO	MARKA	CERTIFICADO INFORME	FEASIBILIDAD
ANILLO DE CARGA DE CORTE DIRECTO	ELE INTERNATIONAL	IN-LE 096-02-04	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura (°C)	21,1	21,2
Humedad (%)	71	71

### 7. Observaciones

Con base de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva de color verde con el número de calibración y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Conzatti Sapiña  
Reg. CIP N° 152691



Av. Los Angeles 614 - LIMA 42 - Tel: 202-51104 - 818-2620

www.punto.de.precision.com | E-mail: info@punto.de.precision.com | punto.de.precision@hotmail.com

PROCESO DE REPRODUCCIÓN HECHO DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión S.A.C.

# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 112 - 2020

Página: 1 de 2

**Expediente** : T 204-2020  
**Fecha de emisión** : 2020-06-10  
**1. Beneficiario** : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
**Dirección** : AV. PROCESOS DE LA INDEPENDENCIA 490, 22010 PUNTA  
 HUANON - SAN JUAN DE LURIBAYCHO - IMA

El Equipo de medición con el método y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL, y otros.

**2. Descripción del Equipo** : MÁQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL  
**Marca de Fabrica** : GALL LABORATORIO  
**Módulo de Prensa** : STVE-3000  
**Serie de Prensa** : 170051  
**Capacidad de Prensa** : 2000 NN  
**Código de identificación** : NO INDICA  
**Marca de Indicador** : INC  
**Módulo de Indicador** : LM-02  
**Serie de Indicador** : NO INDICA  
**Batida Horizontal** : ELÉCTRICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitarse le corresponde disponer en su momento de la ejecución de una recalibración, la cual será en función de una certificación y control periódico de conformidad con la legislación vigente.

**3. Lugar y fecha de calibración**  
 AV. PROCESOS DE LA INDEPENDENCIA 490, 22010 PUNTA HUANON - SAN JUAN DE LURIBAYCHO - IMA  
 09 - JUNIO - 2020

**4. Método de Calibración**  
 La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ISO/IEC 17025.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELSA P. P. CARRA	SEP	INSTRUMENTOS	INGENIERO CATALICA DEL PERU
INDICADOR	ALP	INDICADORES	

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura (°C)	21.1	21.1
Humedad (%)	71	71


### 7. Resultados de la Medición

Los resultados de la prensa se encuentran en la página siguiente.

### 8. Observaciones

Con fines de identificación en la calibración se otorga una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de actividad y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Juan Carlos Casco  
 Reg. COP N° 152631



Av. Los Angeles 652 - LIMA 42 Tel: 202 5166 586-6200

www.puntodeprecision.com.pe Email: info@puntodeprecision.com.pe punto@puntodeprecision.com.pe  
 INFO: 2020 LA REPRODUCCIÓN ILICITA DE ESTE DOCUMENTO CONSTITUYE UN DELITO DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Pág. 1 de 3

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° L1018022

### TERMÓMETRO DIGITAL

**CLIENTE** : M&V INGENIEROS PERÚ

**DIRECCIÓN** : CORPORACION SAN MIGUEL MZ. D LT. 8 URB. CAMPOY - S.J.L. - LIMA

**LUGAR** : LIMA

#### DATOS DEL EQUIPO

**Marca** : DIGITAL THERMOMETER

**Modelo** : TK-1

**Serie** : Sin Serie

**Indicador** : Digital

**Alcance** : -57°C a 300°C

**Identificación** : L1018022

**Ubicación** : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

**Fecha de emisión:**  
Lima, 07 de diciembre del 2018

JMR EQUIPOS S.A.C.

Ten. PRUL FARID SOUZA RIZANCO  
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



Hugo Los Andes Carrico  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 128951

**DIRECCIÓN FISCAL:** CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL.  
**ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA.**  
 Telf: (+51) 01 562 8972 / E-mail: [ventas@jmrequipos.com](mailto:ventas@jmrequipos.com); [servicios@jmrequipos.com](mailto:servicios@jmrequipos.com)

Web: [www.jmrequipos.com](http://www.jmrequipos.com)

Documento Autorizado para  
Tesis Huamani Quipe, Andres  
de Uso y/o difusión de Validación de los Ensayos  
Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.  
Grupo M&V Ingenieros SAC



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Pág. 1 de 4

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° L0718034

### BALANZA ELECTRÓNICA

**CLIENTE** : M&V INGENIEROS PERU

**DIRECCIÓN** : CORPORACION SAN MIGUEL MZ. D LT. 8 URB. CAMPOY - S.J.L. - LIMA

**LUGAR** : LIMA

#### DATOS DEL EQUIPO

**Marca** : WEIGH

**Modelo** : NSS BI

**Serie** : H51709352

**Indicación** : Digital

**Capacidad** : 20000 g

**Procedencia** : CHINA

**Identificación** : L0718034

**Ubicación** : Laboratorio de JMR EQUIPOS SAC

Fecha de emisión:

Lima, 07 de diciembre del 2018

JMR EQUIPOS S.A.C.

TES. PAUL FAVO SOUZA PIRES  
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



Ing. Hugo Luis Arévalo Carillo  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 138881

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 62B, BRERA - LIMA / OFICINA CENTRAL

ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Cel.: 989 589 874 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com

Documento Autorizado para  
Tesis Huamani Quispe, Andres  
de Uso y/o difusión de Validación de los Ensayos  
Ejecutados en nuestras Instalaciones, Gerencia Técnica.  
Grupo M&V Ingenieros SAC





# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorios, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Pág. 1 de 7

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° L0418009

### HORNO ELÉCTRICO

**CLIENTE** : M&V INGENIEROS PERU

**DIRECCIÓN** : CORPORACIÓN SAN MIGUEL MZ. D L.T. 8 URB. CAMPOY - S.J.L. - LIMA - PERU

**LUGAR** : LIMA

#### DATOS DEL EQUIPO

**Marca** : SIN MARCA

**Modelo** : Sin modelo

**Serie** : Sin serie

**Cámara** : 80 litros

**Ventilación** : Natural

**Indicación** : Digital

**Marca** : Tholz, Mod.: MDH, Serie: Sin Serie

**Temperatura** : T Ambiente: 5 °C a 300 °C

**Identificación** : L0418009

**Fecha de emisión:**  
Lima, 08 de diciembre del 2018

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tec. PAUL FAVIO SOLUZA PIZANGO  
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



Hugo Luis Arevalo Carrizo  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 17128651

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 828, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B L.T. 04 - S.M.P. - LIMA

Cel : 980 580 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com

Documento Autorizado para  
Tesis Huamani Quispe, Andres  
La Empresa se reserva el Derecho Exclusivo  
de Uso y/o difusión de Validación de los Ensayos  
Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.  
Grupo M&V Ingenieros SAC



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Pág. 1 de 3

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L1418003

### VERNIER (PIE DE REY)

**CLIENTE** : 1 M & V INGENIEROS S.A.C

**DIRECCIÓN** : 1 COOPERATIVA SAN MIGUEL MZ D LT 8 URB. CAMPOY - SAN JUAN DE LURIGANCHO

**LUGAR** : 1 LIMA - LIMA

#### DATOS DEL EQUIPO

**Marca** : 1 Onon

**Modelo** : 1 Sin modelo

**Serie** : 1 Sin serie

**Inflación** : 1 Analógico

**Alcance** : 1 150 mm

**División** : 1 0,1 mm

**Presión** : 1 100 PSI

**Identificación** : 1 L1418003

**Ubicación** : 1 Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C

Fecha de emisión:

Lima, 07 de diciembre del 2018

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
 T.S. FAVI TAKYO SOUZA FIZANGO  
 JEFE LABORATORIO METROLOGIA

Sr. Hugo Luis Arellano Coronel  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 17 138831

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL  
 ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Cal: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com

Documento Autorizado para  
 Tesis Huamani Quispe, Andres  
 La Empresa se Reserva el Derecho Exclusivo  
 de Uso y/o difusión de Validación de los Ensayos  
 Ejecutados en nuestras Instalaciones, Gerencia Técnica.  
 Grupo M&V Ingenieros SAC




**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Certificado de Calibración: N°VTH418011

<b>DATOS</b>		Fecha de Emisión: 07/12/18													
Cliente:	M & V INGENIEROS PERU														
Dirección:	Corporación San Miguel M. D.LI. S.U.B. Corpcoy - S.L.L. - Lima - Peru														
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 4</b>															
Marca:	PAJISO	Serial:	18J014												
Tamiz N° 4:	Luc: 4.75 mm	Temp.:	+/- 0.15 mm												
Procedencia: PERU		Fabricación: Alero													
<b>CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACION</b>															
Fecha de Verificación:	07/12/18	Lugar de Verificación:	JMR EQUIPOS S.A.C.												
1. MEDICION DE LOS PUNTOS		Temperatura Inicial/Final:	23 °C / 23 °C												
		Humedad Relativa:	65 %												
		 <b>JMR EQUIPOS S.A.C.</b> Tc. PAUL PAVO SOUZA PIZANGO, Hugo Luis Anselmo Carrillo JEFE LABORATORIO METROLOGIA INGENIERO CIVIL C.R. N° 12018													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pto</th> <th>Medición (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° 1</td> <td>4.70</td> </tr> <tr> <td>N° 2</td> <td>4.64</td> </tr> <tr> <td>N° 3</td> <td>4.51</td> </tr> <tr> <td>N° 4</td> <td>4.70</td> </tr> <tr> <td>N° 5</td> <td>4.55</td> </tr> </tbody> </table>	Pto	Medición (mm)	N° 1	4.70	N° 2	4.64	N° 3	4.51	N° 4	4.70	N° 5	4.55	Promedio: 4.73 OK		
Pto	Medición (mm)														
N° 1	4.70														
N° 2	4.64														
N° 3	4.51														
N° 4	4.70														
N° 5	4.55														
<b>METODO Y TRAZABILIDAD</b>															
Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012 "Procedimiento de Calibración de Pa de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM E 11															
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. GS 20000 Certificado de Calibración LLA-00-2018 y MS-00-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud del Instituto Nacional de Calidad (INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° 00-15)															
<b>OBSERVACIONES</b>															
Los valores se encuentran dentro de la tolerancia especificada.															




DIRECCIÓN GENERAL CAL. JMR PERU S.A. SUCURSAL  
 OFICINA CAL. ASOCIADA DE VIVIENDA EN CAYO LAS P. SUC. S.R.L. DE S.M.P. - LIMA  
 TEL: 011 422 0072

Documento Reservado para Análisis  
 Tesis Haroldo Quispe Andrés  
 La Empresa se Reserva el Derecho Exclusivo  
 de Uso y/o difusión de Validación de los ensayos  
 Ejecutados en nuestras Instalaciones Gerencia Técnica.  
 Grupo M&V Ingenieros SAC

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Certificado de Calibración: N°VTN2019007

<b>DATOS</b>			
Cliente:	M & V INGENIEROS PERU	Fecha de Emisión:	07/12/18
Dirección:	Corporación San Miguel Mz. D.LL 8 Urb. Campey - S.J.L. - Lima - Perú		
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 20</b>			
Marca:	PAJIO	Serie:	18N006
Tamiz N° 20:	Ø: 850 µm	Procedencia:	PERU
		Estructura:	Acero
<b>CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN</b>			
Fecha de Verificación:	07/12/18	Lugar de Verificación:	JMR EQUIPOS S.A.C.
		Temperatura Inicial/Final:	23°C / 23 °C
		Humedad Relativa:	66 %
<b>1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS</b>			
Pto	Medición (µm)		<b>JMR EQUIPOS S.A.C.</b>  Tco. RAEL FAVIO SOUZA PIZANGO JEFE LABORATORIO METROLOGIA  Hugo Luis Arevalo Carrico INGENIERO CIVIL
N° 1	845		
N° 2	860		
N° 3	859		
N° 4	847		
N° 5	860		
Promedio.: <b>854.20</b> OK			
<b>METODO Y TRAZABILIDAD</b>			
Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pila de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11			
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. Q5 20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-023-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.			

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Certificado de Calibración: N°VTN1981003

<b>DATOS</b>			
Cliente:	M & V INGENIEROS PERU	Fecha de Emisión:	07/12/18
Dirección:	Corporación San Miguel Mz. D.LL 8 Urb. Campey - S.J.L. - Lima - Perú		
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 100</b>			
Marca:	PAJIO	Serie:	18N009
Tamiz N° 100:	Ø: 150 µm	Procedencia:	PERU
		Estructura:	Acero Inox.
<b>CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN</b>			
Fecha de Verificación:	07/12/18	Lugar de Verificación:	JMR EQUIPOS S.A.C.
		Temperatura Inicial/Final:	23 °C / 23 °C
		Humedad Relativa:	74 %
<b>1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS</b>			
Pto	Medición (µm)		<b>JMR EQUIPOS S.A.C.</b>  Tco. RAEL FAVIO SOUZA PIZANGO JEFE LABORATORIO METROLOGIA  Hugo Luis Arevalo Carrico INGENIERO CIVIL CIP N° 13951
N° 1	153		
N° 2	158		
N° 3	153		
N° 4	152		
N° 5	154		
Promedio.: <b>153</b> OK			
<b>METODO Y TRAZABILIDAD</b>			
Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pila de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11			
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. Q5 20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-023-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.			

DIRECCIÓN FISCAL CAL. ANGAS N° 606 BR/SA - LIMA  
OFICINA CENTRAL ASOCIACIÓN DE VIVEROS SAN DIEGO LAS FLORES MZ. 8 LT. 6A - S.M.P. - LIMA  
Tel: +51 (0) 982 822118 - web: www.jmr-equipos.com servicios@jmr-equipos.com

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Certificado de Calibración: N°VTN20018008

<b>DATOS</b>		Fecha de Emisión: 07/12/18													
Cliente: M & V INGENIEROS PERU		Dirección: Corporación San Miguel Mz. D.LI. 8 Urb. Campey - B.O. - Lima - Perú													
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 200</b>															
Marca: PALIO	Serie: 18T0018	Procedencia: PERU													
Tamiz N° 200 Luz: 75 µm	Emp: +0.6 µm	Estructura: Acero Ince													
<b>CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN</b>															
Fecha de Verificación: 07/12/18	Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C.														
<b>1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS</b>															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pto</th> <th>Medición (µm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N° 1</td><td>77</td></tr> <tr><td>N° 2</td><td>78</td></tr> <tr><td>N° 3</td><td>78</td></tr> <tr><td>N° 4</td><td>78</td></tr> <tr><td>N° 5</td><td>79</td></tr> </tbody> </table>		Pto	Medición (µm)	N° 1	77	N° 2	78	N° 3	78	N° 4	78	N° 5	79		
Pto	Medición (µm)														
N° 1	77														
N° 2	78														
N° 3	78														
N° 4	78														
N° 5	79														
Promedio: 78 OK		  													
<p align="center"><b>JMR EQUIPOS S.A.C.</b> Téc. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO Jefe Laboratorio Metrología Hugo Luis Arriola Camar INGENIERO CIVIL (C.R. N° 13864)</p>															

OPCIÓN CENTRAL ASOCIACIÓN DE VIVEROS SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT 84 - S.M.P. - LIMA  
TEL: (011) 261 862 862 / Email: ventas@jmrperu.com.pe, servicio@jmrperu.com.pe, www.jmrperu.com.pe

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Certificado de Calibración: N°VTN018005

<b>DATOS</b>		Fecha de Emisión: 07/12/18													
Cliente: M & V INGENIEROS PERU		Dirección: Corporación San Miguel Mz. D.LI. 8 Urb. Campey - B.O. - Lima - Perú													
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 10</b>															
Marca: PALIO	Serie: 18L011	Procedencia: PERU													
Tamiz N° 10 Luz: 2 mm	Emp: 0.07 mm	Estructura: Acero													
<b>CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN</b>															
Fecha de Verificación: 07/12/18	Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C.														
<b>1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS</b>															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pto</th> <th>Medición (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N° 1</td><td>2.05</td></tr> <tr><td>N° 2</td><td>1.97</td></tr> <tr><td>N° 3</td><td>1.93</td></tr> <tr><td>N° 4</td><td>2.01</td></tr> <tr><td>N° 5</td><td>2.04</td></tr> </tbody> </table>		Pto	Medición (mm)	N° 1	2.05	N° 2	1.97	N° 3	1.93	N° 4	2.01	N° 5	2.04		
Pto	Medición (mm)														
N° 1	2.05														
N° 2	1.97														
N° 3	1.93														
N° 4	2.01														
N° 5	2.04														
Promedio: 2.00 OK		  													
<p align="center"><b>JMR EQUIPOS S.A.C.</b> Téc. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO Jefe Laboratorio Metrología Hugo Luis Arriola Camar INGENIERO CIVIL (C.R. N° 13864)</p>															

OPCIÓN CENTRAL ASOCIACIÓN DE VIVEROS SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT 84 - S.M.P. - LIMA  
TEL: (011) 261 862 862 / Email: ventas@jmrperu.com.pe, servicio@jmrperu.com.pe, www.jmrperu.com.pe



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Certificado de Calibración: N°VTN8918605

<b>DATOS</b>	
Cliente: <b>M &amp; V INGENIEROS PERU</b>	Fecha de Emisión: <b>10/12/18</b>
Dirección: <b>Cooperativa San Miguel Mt. O'J. 8 Urb. Camopy - 521 - Lima - Perú</b>	
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 41</b>	
Marca: <b>PALCO</b>	Serie: <b>18R002</b>
Tamiz N° 60 Luz: <b>180 µm</b>	Procedencia: <b>PERU</b>
	Equip. <b>+/- 9 µm</b>
	Estructura: <b>Acero</b>
<b>CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN</b>	
Fecha de Verificación: <b>10/12/18</b>	Lugar de Verificación: <b>JMR EQUIPOS S.A.C.</b>
	Temperatura Inicial/Final: <b>24,5 °C / 24,4 °C</b>
	Humedad Relativa: <b>67 %</b>
<b>1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS</b>	
Pto	Medición (µm)
N° 1	183
N° 2	188
N° 3	186
N° 4	184
N° 5	187

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Certificado de Calibración: N°VPT118051

<b>DATOS</b>	
Cliente: <b>M &amp; V INGENIEROS PERU</b>	Fecha de Emisión: <b>10/12/18</b>
Dirección: <b>Cooperativa San Miguel Mt. O'J. 8 Urb. Camopy - 521 - Lima - Perú</b>	
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 41</b>	
Marca: <b>PALCO</b>	Serie: <b>18R012</b>
Tamiz N° 60 Luz: <b>25 mm</b>	Procedencia: <b>PERU</b>
	Equip. <b>N° 0.8 mm</b>
	Estructura: <b>Acero</b>
<b>CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN</b>	
Fecha de Verificación: <b>10/12/18</b>	Lugar de Verificación: <b>JMR EQUIPOS S.A.C.</b>
	Temperatura Inicial/Final: <b>24,5 °C / 24,4 °C</b>
	Humedad Relativa: <b>67 %</b>
<b>1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS</b>	
Pto	Medición (mm)
N° 1	25.59
N° 2	25.37
N° 3	25.43
N° 4	25.41
N° 5	25.34

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Certificado de Calibración: N°VTM4010006

<b>DATOS</b>		Fecha de Emisión: 07/12/18													
Cliente: M & V INGENIEROS PERU															
Dirección: Corporación San Miguel Mz. D.LL. 8 Urb. Campoy - 5 J.L. - Lima - Perú.															
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 40</b>															
Marca: PALIO	Serie: 180207	Procedencia: PERU													
Tamiz N° 40 Luz: 425 µm	Emp.: +/- 19 µm	Estructura: Acero													
<b>CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN</b>															
Fecha de Verificación: 07/12/18	Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C.														
Temperatura Inicial/Final: 23 °C / 23 °C		Humedad Relativa: 65 %													
<b>1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS</b>															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pto</th> <th>Medición (µm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° 1</td> <td>428</td> </tr> <tr> <td>N° 2</td> <td>430</td> </tr> <tr> <td>N° 3</td> <td>426</td> </tr> <tr> <td>N° 4</td> <td>427</td> </tr> <tr> <td>N° 5</td> <td>431</td> </tr> </tbody> </table>	Pto	Medición (µm)	N° 1	428	N° 2	430	N° 3	426	N° 4	427	N° 5	431		<p style="text-align: center;"><b>JMR EQUIPOS S.A.C.</b></p> <p style="text-align: center;">Tco. RAUL PRYTO SOLUZA PIZANO JEFE LABORATORIO METROLOGIA</p> <p style="text-align: right;">Ing. Hugo Luis Arevalo Carrero INGENIERO CIVIL D.P. N° 128851</p>	
Pto	Medición (µm)														
N° 1	428														
N° 2	430														
N° 3	426														
N° 4	427														
N° 5	431														
Promedio: 428 OK															
<b>METODO Y TRAZABILIDAD</b>															
Método: Referencia descrito en el PC-012 de Ed. 2012 "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11															
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QG 20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2-18 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015															
<b>OBSERVACIONES</b>															
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.															
DIRECCIÓN REGIONAL INGENIERÍA CIVIL - AREQUIPA OFICINA CENTRAL ASOCIACIÓN DE VARENDAS SAN DIEGO LAS FLORES DE. E.L.T. 34 - S.M.P. - LIMA Tel: (011) 21 82 0872 / E-mail: ventas@jmr-equipos.com; servicioalcliente@jmr-equipos.com; Web: www.jmr-equipos.com															
Certificado de Calibración: N°VTM3010007															
<b>DATOS</b>		Fecha de Emisión: 07/12/18													
Cliente: M & V INGENIEROS PERU															
Dirección: Corporación San Miguel Mz. D.LL. 8 Urb. Campoy - 5 J.L. - Lima - Perú.															
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 30</b>															
Marca: PALIO	Serie: 180206	Procedencia: PERU													
Tamiz N° 30 Luz: 500 µm	Emp.: +/- 25 µm	Estructura: Acero													
<b>CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN</b>															
Fecha de Verificación: 07/12/18	Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C.														
Temperatura Inicial/Final: 18 °C / 18 °C		Humedad Relativa: 76 %													
<b>1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS</b>															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pto</th> <th>Medición (µm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° 1</td> <td>590</td> </tr> <tr> <td>N° 2</td> <td>612</td> </tr> <tr> <td>N° 3</td> <td>615</td> </tr> <tr> <td>N° 4</td> <td>599</td> </tr> <tr> <td>N° 5</td> <td>610</td> </tr> </tbody> </table>	Pto	Medición (µm)	N° 1	590	N° 2	612	N° 3	615	N° 4	599	N° 5	610		<p style="text-align: center;"><b>JMR EQUIPOS S.A.C.</b></p> <p style="text-align: center;">Tco. RAUL PRYTO SOLUZA PIZANO JEFE LABORATORIO METROLOGIA</p> <p style="text-align: right;">Ing. Hugo Luis Arevalo Carrero INGENIERO CIVIL D.P. N° 128851</p>	
Pto	Medición (µm)														
N° 1	590														
N° 2	612														
N° 3	615														
N° 4	599														
N° 5	610														
Promedio: 605 OK															
<b>METODO Y TRAZABILIDAD</b>															
Método: Referencia descrito en el PC-012 de Ed. 2012 "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11															
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QG 20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2-18 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015															
<b>OBSERVACIONES</b>															
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.															

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Certificado de Calibración: N°VT0.37518009

<b>DATOS</b>			
Cliente:	M & V INGENIEROS PERU	Fecha de Emisión:	10/12/18
Dirección: Cooperativa San Miguel Mr. D.L.I. S.Lib. Campoy - S.J.L. - Umg - Peru			
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 318"</b>			
Marca:	PALJO	Serie:	18-013
Tamiz 318"	Lu: 9.5 mm	Emp:	+/- 0.3 mm
		Procedencia:	PERU
		Estructura:	Acero
<b>GARANTIA DE LA VERIFICACIÓN</b>			
Fecha de Verificación:	10/12/18	Lugar de Verificación:	JMR EQUIPOS S.A.C.
		Temperatura Inicial/Final:	24.5 °C / 24.4 °C
		Humedad Relativa:	67 %
<b>1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS</b>			
Pto	Medición ( mm)		
Nº 1	9.67		
Nº 2	9.71		
Nº 3	9.67		
Nº 4	9.70		
Nº 5	9.68		



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Certificado de Calibración: N°VT0.7510014

<b>DATOS</b>			
Cliente:	M & V INGENIEROS PERU	Fecha de Emisión:	10/12/18
Dirección: Cooperativa San Miguel Mr. D.L.I. S.Lib. Campoy - S.J.L. - Umg - Peru			
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 318"</b>			
Marca:	PALJO	Serie:	18-018
Tamiz 318"	Lu: 11.8 mm	Emp:	+/- 0.6 mm
		Procedencia:	PERU
		Estructura:	Acero
<b>GARANTIA DE LA VERIFICACIÓN</b>			
Fecha de Verificación:	10/12/18	Lugar de Verificación:	JMR EQUIPOS S.A.C.
		Temperatura Inicial/Final:	24.5 °C / 24.4 °C
		Humedad Relativa:	67 %
<b>1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS</b>			
Pto	Medición ( mm)		
Nº 1	19.60		
Nº 2	19.43		
Nº 3	19.55		
Nº 4	19.40		
Nº 5	19.55		





**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Certificado de Calibración: N°VT8.7519916

<b>DATOS</b>		Fecha de Emisión: 10/12/18													
Cliente: M & V INGENIEROS PERU		Dirección: Cooperativa San Miguel Mz. O.L. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú													
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 34"</b>															
Marca: PALIO	Serie: 18F019	Procedencia: PERU													
Tamiz 34"	Luiz: 19 mm	Estructura: Acero													
<b>CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN</b>															
Fecha de Verificación: 10/12/18	Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C.		Temperatura Inicial/Final: 24,5 °C / 24,4 °C												
1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS		Humedad Relativa: 67 %													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pto</th> <th>Medición (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° 1</td> <td>19.51</td> </tr> <tr> <td>N° 2</td> <td>19.67</td> </tr> <tr> <td>N° 3</td> <td>19.51</td> </tr> <tr> <td>N° 4</td> <td>19.48</td> </tr> <tr> <td>N° 5</td> <td>19.50</td> </tr> </tbody> </table>	Pto	Medición (mm)	N° 1	19.51	N° 2	19.67	N° 3	19.51	N° 4	19.48	N° 5	19.50	 <p style="text-align: center;"><b>JMR EQUIPOS S.A.C.</b> Tca. PAUL FAVIO SOUZA PIZANCO JEFE LABORATORIO METROLOGIA</p> <p style="text-align: right;">Ing. Hugo Luis Arvelo Cortés INGENIERO CIVIL CIP N° 138551</p>		
Pto	Medición (mm)														
N° 1	19.51														
N° 2	19.67														
N° 3	19.51														
N° 4	19.48														
N° 5	19.50														
Promedio: 19.49 OK															
<b>METODO Y TRAZABILIDAD</b>															
Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pene de Ray" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E 11.															
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. Q5 20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015															
<b>OBSERVACIONES</b>															
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.															
DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANSIAS N° 628, SREÑA - LIMA OFICINA CENTRAL: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DEGO LAG FLORES MZ 8 LT 04 - S.M.P. - LIMA Tel: (51) 01 962 8872 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, contacto@jmrequipos.com / Web: www.jmrequipos.com															
<b>JMR EQUIPOS S.A.C.</b> Certificado de Calibración: N°VT8.7519916															
<b>DATOS</b>		Fecha de Emisión: 10/12/18													
Cliente: M & V INGENIEROS PERU		Dirección: Cooperativa San Miguel Mz. O.L. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú													
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 2"</b>															
Marca: PALIO	Serie: 18C011	Procedencia: PERU													
Tamiz 2"	Luiz: 50 mm	Estructura: Acero													
<b>CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN</b>															
Fecha de Verificación: 10/12/18	Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C.		Temperatura Inicial/Final: 24,5 °C / 24,4 °C												
1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS		Humedad Relativa: 67 %													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pto</th> <th>Medición (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° 1</td> <td>51.14</td> </tr> <tr> <td>N° 2</td> <td>51.16</td> </tr> <tr> <td>N° 3</td> <td>51.19</td> </tr> <tr> <td>N° 4</td> <td>51.21</td> </tr> </tbody> </table>	Pto	Medición (mm)	N° 1	51.14	N° 2	51.16	N° 3	51.19	N° 4	51.21	 <p style="text-align: center;"><b>JMR EQUIPOS S.A.C.</b> Tca. PAUL FAVIO SOUZA PIZANCO JEFE LABORATORIO METROLOGIA</p> <p style="text-align: right;">Ing. Hugo Luis Arvelo Cortés INGENIERO CIVIL CIP N° 138551</p>				
Pto	Medición (mm)														
N° 1	51.14														
N° 2	51.16														
N° 3	51.19														
N° 4	51.21														
Promedio: 51.19 OK															
<b>METODO Y TRAZABILIDAD</b>															
Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pene de Ray" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E 11.															
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. Q5 20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015															
<b>OBSERVACIONES</b>															
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.															

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Certificado de Calibración: NVT210008

<b>DATOS</b>		Fecha de Emisión: 10/12/18	
Cliente:	M & V INGENIEROS PERU		
Dirección:	Copacabana San Miguel Mz. D U.I. E Luis Campoz - S.U.I. - Lima - Peru		
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 2"</b>			
Marca:	PALCO	Sede:	18CD10
Tamiz 2"	Loz: 50 mm	Temp:	+/- 0.5 mm
		Procedencia:	PERU
		Estructura:	Acero
<b>CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN</b>			
Fecha de Verificación:	10/12/18	Lugar de Verificación:	JMR EQUIPOS S.A.C.
		Temperatura Inicial/Final:	24.5 °C / 24.4 °C
		Humedad Relativa:	87 %
<b>1. MEDICION DE LOS PUNTOS</b>			
Pto	Medición ( mm )		
Nº 1	51.23		
Nº 2	51.54		
Nº 3	51.25		
Nº 4	51.17		
Nº 5	51.13		

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Certificado de Calibración: NVTM180011

<b>DATOS</b>		Fecha de Emisión: 10/12/18	
Cliente:	M & V INGENIEROS PERU		
Dirección:	Copacabana San Miguel Mz. D U.I. E Luis Campoz - S.U.I. - Lima - Peru		
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ Nº 4</b>			
Marca:	PALCO	Sede:	18CD10
Tamiz Nº 4	Loz: 4.75 mm	Temp:	+/- 0.15 mm
		Procedencia:	PERU
		Estructura:	Acero
<b>CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN</b>			
Fecha de Verificación:	10/12/18	Lugar de Verificación:	JMR EQUIPOS S.A.C.
		Temperatura Inicial/Final:	24.5 °C / 24.4 °C
		Humedad Relativa:	87 %
<b>1. MEDICION DE LOS PUNTOS</b>			
Pto	Medición ( mm )		
Nº 1	4.78		
Nº 2	4.77		
Nº 3	4.78		
Nº 4	4.74		
Nº 5	4.78		

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
**Certificado de Calibración: N°VT318007**

<b>DATOS</b>	
Cliente: <b>M &amp; V INGENIEROS PERU</b>	Fecha de Emisión: <b>10/12/18</b>
Dirección: <b>Cooperativa San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú</b>	
<b>DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 3"</b>	
Marca: <b>PALJO</b>	Serie: <b>18A005</b>
Tamiz 3": <b>Luz: 75 mm</b>	emp: <b>+/- 2.2 mm</b>
Procedencia: <b>PERU</b>	
Estructura: <b>Acero</b>	
<b>CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN</b>	
Fecha de Verificación: <b>10/12/18</b>	Lugar de Verificación: <b>JMR EQUIPOS S.A.C.</b>
Temperatura Inicial/Final: <b>24,5 °C / 24,4 °C</b>	
Humedad Relativa: <b>67 %</b>	
<b>1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS</b>	
Pto	Medición ( mm )
N° 1	75.07
N° 2	75.12
N° 3	75.06
N° 4	75.14
N° 5	75.09
<b>METODO Y TRAZABILIDAD</b>	
Método: Referencia descrito en el PC-012.5la Ed. 2012. Procedimiento de Calibración de Ho de Rey del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Mexicana ASTM E 542	
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS 7000 Con Certificado de Calibración CLA-030-1033 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Ángulo del Instituto Nacional de Calidad - INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-C-01	
<b>OBSERVACIONES</b>	
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.	


**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
 T. Pablo FAJARDO SOUTO, PIZANGO, Hugo Luis ARAYA Camacho  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 133951

Documento Autorizado para Andrés Exequiel  
 Teófilo Huamán Chirre  
 La Empresa se encarga de la validación de los Ensayos  
 Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.  
 Grupo M & V Ingenieros SAC

DIRECCIÓN FISCAL: C/L. JANGAS N° 001 ARENA - LIMA  
 OFICINA CENTRAL: AV. MANADA SAN DIEGO LAS FLORES 42 B.LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
 Telf: (+51) 01 438 1972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com.pe / contacto@jmr.com.pe Web: www.jmr.com.pe



875 Tollgate Rd., Elgin IL 60123 U.S.A.  
 1.800.544.7220 Fax: 1.708.456.0137  
 e-mail: hmc@humboldtmg.com  
 www.humboldtmg.com

**Humboldt Calibration Certificate**

Model	HIM-2300
Full scale Output	3.000 mV
NTEP#	04990
Serial#	800082
Capacity	1600 lb
Date	01/15/2014

Zero Balance	± 0.00%
Rated Excitation	10V
Compensated Temperature Range	100°F to 100°F (-10°C to 40°C)
Insulation Resistance	> 1,000 Megohms at 50V DC
Barometric Effect	N/A
Input Resistance	85 ± 15Ω
Output Resistance	350 ± 3Ω
Minimum Dead Load	200LB
Yield	0.400LB
Safe overload (150%)	150% of capacity
Ultimate Overload (300%)	

Wiring Code			
Red	+ Excitation	Black	- Excitation
White	+ Output	Green	- Output

**Caution: Cutting cable will affect the Full Scale Output calibration and Voids warranty!**

Data obtained utilizing standards traceable to the National Institute of Standards & Technology.

Documento Autorizado para  
 Tesis Huamani Quispe, Andres  
 La Empresa se Reserva el Derecho Exclusivo  
 de Uso y/o difusion de Validación de los Ensayos  
 Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.  
 Grupo M&V Ingenieros SAC



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 098 - 2019

Página : 1 de 6

Expediente : T 143-2019  
 Fecha de Emisión : 2019-03-25

1. Solicitante : MANUEL TORRES ROGUE S.A.C

Dirección : CAL 13 NCA, X1 LOTE 2 URB. SAN ANTONIO DE CARAPONGO - LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA

Marca de Prensa : ELE INTERNATIONAL

Marca de Anillo : ELE INTERNATIONAL

Modelo de Anillo : NO INDICA

Serie de Anillo : 20014

Capacidad del Anillo : 6000 lbs

Marca del Dial : SOLTEST

Modelo del Dial : LC

Serie del Dial : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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. La presente es un registro de un momento y no garantiza la exactitud de los resultados de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Documento Autorizado para Tesis Huamani Quispe, Andres Exklusivo de Uso y/o difusión de Validación de Instalaciones. Ejecutados en nuestras instalaciones. Grupos M&V Ingenieros SAC

Lugar y fecha de Calibración:  
ALMACÉN DE MANUEL TORRES ROGUE S.A.C  
25 MARZO - 2019

#### 4. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación del dial del anillo y la lectura de celda patrón

#### Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26.5	26.7
Humedad %	54	53

#### 7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

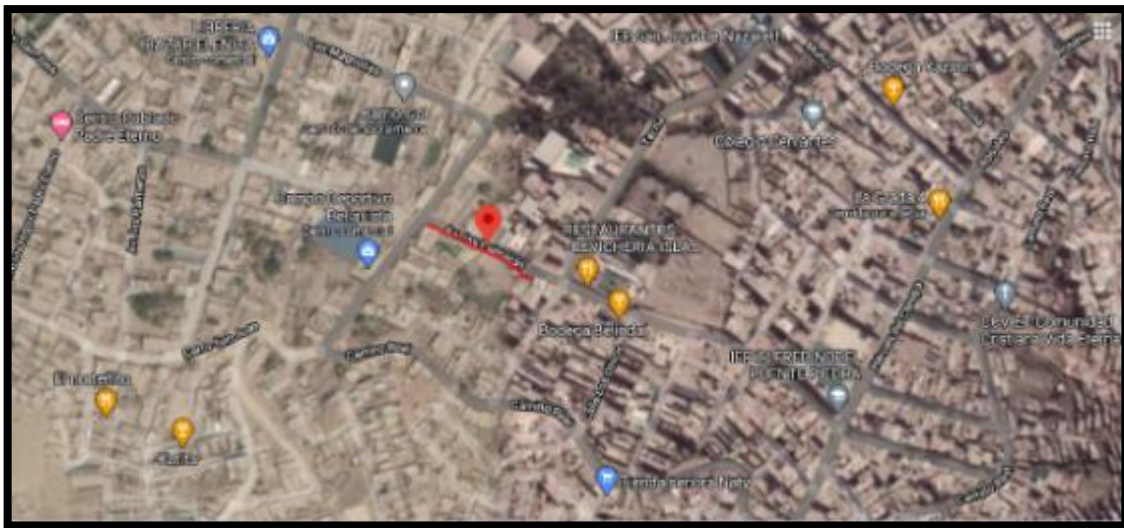


Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telef. 292-51706

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

## Anexo 11: Paneles fotográficos



Fotografía N°01: Vista de Google Map - ubicación de calicata M-01



Fotografía N°02: Av. Las Palmeras Puentes Piedra



Fotografía N°03: Calicata M-01



Fotografía N°04: Trabajo en campo  
Calicata M-01



Fotografía N°05: Calicata M-01- H: 1.50mt.



Fotografía N°06: Calicata M-01





Fotografía N°07: Cenizas Volantes de Carbón



Fotografía N°08: Vidrio Reciclado



Fotografía N°09: Ensayo granulométrico



Fotografía N°10: Ensayo granulométrico



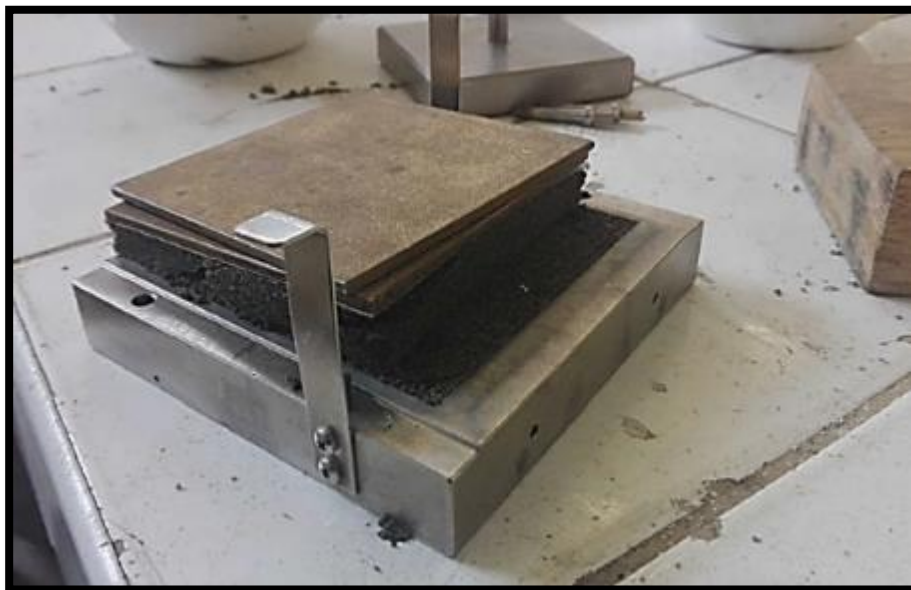
Fotografía N°11: Materiales para ensayo de Proctor



Fotografía N°12: Preparación de la muestra antes de ser colocada a la caja de corte directo



Fotografía N°13: Compactación de la muestra dentro de la caja de corte con un pisón.



Fotografía N°14: Vista del corte de la muestra luego del ensayo de corte directo

