

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**MEJORAMIENTO DEL SUELO ARCILLOSO DE LA  
SUBRASANTE UTILIZANDO CAUCHO GRANULAR DE  
NEUMÁTICOS EN LA CARRETERA AN 1193, TRAMO  
PUENTE BEDOYA – PLAZA DE OLLEROS,  
PROVINCIA DE HUARAZ, 2019**

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

**AUTOR:**

**VIRHUEZ AGUIRRE, LEONARD ELOY**

**ASESOR:**

**Dr. Ing. REYES ROQUE, REYNALDO MELQUIADES**

**HUARAZ – ANCASH – PERÚ  
2023**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



REGISTRO	
LIBRO	FOLIO
01	314

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 310**

En la ciudad de Huaraz, al (a los) 9 día(s) del mes de

ENERO del DOS MIL VEINTICUATRO, siendo las 18:00 horas, se reunieron el

Jurado Evaluador integrado por:

PRESIDENTE : Dr. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA

PRIMER MIEMBRO : Ing. JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA

SEGUNDO MIEMBRO : Mag. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

Para proceder al Acto de Sustentación para optar el Título Profesional de INGENIERO(A) CIVIL, bajo la modalidad de:

Tesis  Trabajo de suficiencia profesional, del (de la) Bachiller

LEONARD ELOY VIRHUEZ AGUIRRE

(de la Tesis) - (del Trabajo de suficiencia profesional) titulada:

**"MEJORAMIENTO DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE UTILIZANDO CAUCHO GRANULAR DE NEUMÁTICOS EN LA CARRETERA AN 1193, TRAMO PUENTE BEDOYA PLAZA DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUARAZ, 2019".**

desarrollada bajo el asesoramiento de:

ASESOR : Dr. REYNALDO MELQUIADES REYES ROQUE

CO - ASESOR : .....

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil; se procedió a recepcionar la exposición del aspirante; luego de las interrogantes, objeciones y aclaraciones y su absolución, el Jurado Evaluador determinó la calificación de:

APROBADO

Siendo las 19:15 horas del mismo día, se dio por concluido el Acto de Sustentación, firmando la presente por triplicado, en señal de conformidad.

\_\_\_\_\_  
PRESIDENTE  
Dr. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA

\_\_\_\_\_  
PRIMER MIEMBRO  
Ing. JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA

\_\_\_\_\_  
SEGUNDO MIEMBRO  
Mag. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

\_\_\_\_\_  
ASESOR  
Dr. REYNALDO MELQUIADES REYES ROQUE

\_\_\_\_\_  
CO - ASESOR

\_\_\_\_\_  
SUSTENTANTE  
LEONARD ELOY VIRHUEZ AGUIRRE



Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM  
ANEXO 1  
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya – plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019

Presentado por: Virhuez Aguirre, Leonard Eloy

con DNI N°: 45861865

para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : .....19%..... de similitud.

**Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).**

Porcentaje		Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado		
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input checked="" type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 15/01/2024

  
Dr. Ing. Reynaldo Reyes Roque, Msc. PhD.  
Doctor en Ingeniería Civil - CIP N° 57900  
Docente TIC - UNASAM

Apellidos y Nombres: Reyes Roque, Reynaldo Melquiades

DNI N°: 31658163

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

## **DEDICATORIA**

Con mucho cariño y aprecio:

A mis padres, Asteria y Samuel, por su apoyo incondicional y motivarme a seguir siempre hacia adelante y luchar por mis metas académicas, proyectos y sueños.

## AGRADECIMIENTOS

A la universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, por brindarme los conocimientos necesarios en la carrera de Ingeniería Civil.

A mi asesor Ing. Reynaldo Melquiades Reyes Roque, por compartirme su conocimiento y experiencia profesional para la ejecución de la presente investigación.

Al jurado examinador Dr. Elio Alejandro Milla Vergara, Ing. John Frayluis Barreto Palma y al Ing. Oscar Fredy Alva Villacorta. Por su tiempo y las revisiones realizadas.

A los compañeros, amigos y todos aquellos que contribuyeron en la elaboración de esta investigación.

## INDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
INDICE .....	IV
LISTA DE TABLAS .....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	X
RESUMEN .....	XII
ABSTRACT .....	XIII
INTRODUCCION .....	XIV
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>1</b>
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.2.1. <i>Problema general</i> .....	3
1.2.2. <i>Problemas específicos</i> .....	3
1.3. DELIMITACIONES.....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	4
1.5. HIPÓTESIS .....	5
1.5.1. <i>Hipótesis general</i> .....	5
1.5.2. <i>Hipótesis específicas</i> .....	5
1.6. OBJETIVOS .....	6
1.6.1. <i>Objetivo general</i> .....	6
1.6.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	6
1.7. VARIABLES .....	7
1.7.1. <i>Variable Independiente (VI)</i> .....	7
1.7.2. <i>Variable Dependiente (VD)</i> .....	7
1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	7
1.8.1. <i>Caucho granular de neumáticos</i> .....	7
1.8.2. <i>Mejoramiento del suelo arcilloso en la subrasante:</i> .....	8
1.9. MATRIZ OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	9
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>10</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
2.1.1. <i>A nivel internacional</i> .....	10

2.1.2. A nivel nacional .....	11
2.1.3. A nivel local .....	12
2.2. BASES TEÓRICAS .....	12
2.2.1. Caucho granular de neumáticos .....	12
2.2.2. Suelo arcilloso .....	13
2.2.3. Subrasante .....	13
2.2.4. Mejoramiento del suelo de la subrasante .....	15
2.2.5. Dimensiones del mejoramiento de suelos arcillosos .....	15
2.2.6. Propiedades físicas .....	15
2.2.7. Clasificación de suelos método SUCS.....	16
2.2.8. Clasificación del suelo método AASHTO.....	17
2.2.9. Propiedades mecánicas .....	18
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	19
2.3.1. Caucho .....	19
2.3.2. Caucho granular de neumáticos .....	19
2.3.3. CBR (California Bearing Ratio) .....	19
2.3.4. Mejoramiento de suelo .....	20
2.3.5. Neumático .....	20
2.3.6. La Subrasante .....	20
2.3.7. Suelo .....	20
2.3.8. Suelos arcillosos .....	20
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>21</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1. PERSPECTIVA METODOLÓGICA .....	21
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	21
3.2.1. Según el enfoque .....	21
3.2.2. Según la orientación.....	22
3.2.3. Según el nivel.....	22
3.3. DISEÑO PARA LA INVESTIGACIÓN .....	22
3.4. LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
3.5. UNIDAD DE ANÁLISIS: POBLACION Y MUESTRA .....	23
3.5.1. Población.....	23
3.5.2. Muestra.....	24
3.5.3. Tamaño de la muestra .....	24
3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	27
3.6.1. Plan de recolección de datos para el caucho granular de neumáticos. ....	27
3.6.2. Plan de recolección de datos para el suelo arcilloso de la subrasante .....	28
3.6.3. Instrumentos.....	29
3.6.4. Equipos e insumos .....	29

3.7. ANÁLISIS DE LABORATORIO .....	30
3.7.1. <i>Proceso de mezcla del caucho granular de neumáticos con la muestra</i> .....	30
3.7.2. <i>Determinación de la plasticidad e índice de plasticidad</i> .....	31
3.7.3. <i>Contenido de humedad (MTC E 108)</i> .....	32
3.7.4. <i>Proctor Modificado (MTC E 115)</i> .....	32
3.7.5. <i>Relación de soporte CBR (MTC E 132)</i> .....	32
3.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	33
3.9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	33
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>34</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>34</b>
4.1. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	34
4.2. DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS.....	35
4.2.1. <i>Análisis granulométrico de suelos por tamizado</i> .....	35
4.2.2. <i>Contenido de humedad y límites de consistencia</i> .....	46
4.2.3. <i>Clasificación de suelo</i> .....	46
4.3. PROPIEDADES MECANICAS.....	48
4.3.1. <i>Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado)</i> .....	48
4.3.2. <i>CBR de suelo en condiciones normales</i> .....	50
4.3.3. <i>CBR de suelo arcilloso con 20% de caucho granular de neumáticos</i> . .....	52
4.3.4. <i>CBR de suelo arcilloso con 40% de caucho granular de neumáticos</i> . .....	54
4.3.5. <i>CBR de suelo arcilloso con 60% de caucho granular de neumáticos</i> .....	56
4.3.6. <i>Resumen de los resultados de laboratorio</i> .....	58
4.4. CAPACIDAD DE SOPORTE POR LA ADICION DE CAUCHO GRANULAR DE NEUMATICOS DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE .....	59
4.4.1. <i>Comparación del CBR del grupo de control y el CBR de los grupos experimentales</i> . .....	59
4.4.2. <i>Gráficos comparativos de los resultados</i> . .....	60
4.4.3. <i>Determinación de la incidencia del caucho granular de neumáticos en el CBR del suelo arcilloso</i> .....	67
4.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	74
4.5.1. <i>Para el aumento de la capacidad de soporte por la adición de caucho granular de neumáticos</i> .....	75
4.5.2. <i>Para el CBR inicial del suelo arcilloso</i> .....	76
4.5.3. <i>Para el aumento de la capacidad de soporte por la adición de caucho granular de neumáticos en 20%, 40% y 60%</i> .....	77
4.5.4. <i>Para determinar el porcentaje adecuado de caucho granular de neumáticos</i> ...	77
4.5.5. <i>Contrastación de hipótesis específicas</i> .....	79
4.5.6. <i>Contrastación de hipótesis general de investigación</i> .....	81



<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>82</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>83</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>



## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Matriz de operacionalización de variables.....	9
TABLA 2. Clasificación SUCS de suelos .....	17
TABLA 3. Clasificación de AASHTO suelos .....	18
TABLA 4. Numero de calicatas para el tramo en estudio.....	25
TABLA 5. Cantidad de CBR para el tramo en estudio.....	26
TABLA 6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
TABLA 7. Ensayos a aplicar.....	30
TABLA 8. Clasificación de suelos a través de su índice de plasticidad.....	31
TABLA 9. Análisis granulométrico de la calicata C-01.....	36
TABLA 10. Análisis granulométrico de la calicata C-02.....	37
TABLA 11. Análisis granulométrico de la calicata C-03.....	38
TABLA 12. Análisis granulométrico de la calicata C-04.....	39
TABLA 13. Análisis granulométrico de la calicata C-05.....	40
TABLA 14. Análisis granulométrico de la calicata C-06.....	41
TABLA 15. Análisis granulométrico de la calicata C-07.....	42
TABLA 16. Análisis granulométrico de la calicata C-08.....	43
TABLA 17. Análisis granulométrico de la calicata C-09.....	44
TABLA 18. Análisis granulométrico de la calicata C-10.....	45
TABLA 19. Contenido de humedad y Limites de Atterberg .....	46
TABLA 20. Clasificación de suelos según AASHTO y SUCS.....	47
TABLA 21. Proctor modificado C-01 .....	48
TABLA 22. Proctor modificado C-05.....	49
TABLA 23. Proctor modificado C-10.....	50
TABLA 24. CBR de suelo natural de las calicatas C-01, C-05 y C-10 .....	51
TABLA 25. CBR de suelo con 20% de caucho granular de neumáticos de las calicatas C-01, C-05 y C-10.....	53
TABLA 26. CBR de suelo con 40% de caucho granular de neumáticos de las calicatas C-01, C-05 y C-10.....	55
TABLA 27. CBR de suelo con 60% de caucho granular de neumáticos de las calicatas C-01, C-05 y C-10.....	57

<b>TABLA 28.</b> <i>Resumen de CBR del grupo de control y CBR de grupos experimentales.....</i>	<b>59</b>
<b>TABLA 29.</b> <i>Prueba de normalidad del CBR.....</i>	<b>75</b>
<b>TABLA 30.</b> <i>Anova de la adición de caucho granular al suelo arcilloso para el CBR al 95% MDS.....</i>	<b>75</b>
<b>TABLA 31.</b> <i>Anova de la adición de caucho granular de al suelo arcillo para el CBR al 100% MDS.....</i>	<b>76</b>
<b>TABLA 32.</b> <i>CBR inicial de suelo natural.....</i>	<b>76</b>
<b>TABLA 33.</b> <i>Capacidad de soporte por la adición del 20%, 40% y 60 de caucho granular... </i>	<b>77</b>
<b>TABLA 34.</b> <i>Prueba de tukey – adición óptima al 60% (95%MDS).....</i>	<b>78</b>
<b>TABLA 35.</b> <i>Prueba de tukey – adición óptima al 60% (100%MDS) .....</i>	<b>78</b>

## LISTADE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> <i>Población para la tesis</i> .....	<b>24</b>
<b>FIGURA 2.</b> <i>Ubicación del tramo en estudio</i> .....	<b>24</b>
<b>FIGURA 3.</b> <i>Relación entre límite plástico y límite líquido</i> .....	<b>32</b>
<b>FIGURA 4.</b> <i>Curva granulométrica de la calicata C-01</i> .....	<b>36</b>
<b>FIGURA 5.</b> <i>Curva granulométrica de la calicata C-02</i> .....	<b>37</b>
<b>FIGURA 6.</b> <i>Curva granulométrica de la calicata C-03</i> .....	<b>38</b>
<b>FIGURA 7.</b> <i>Curva granulométrica de la calicata C-04</i> .....	<b>39</b>
<b>FIGURA 8.</b> <i>Curva granulométrica de la calicata C-05</i> .....	<b>40</b>
<b>FIGURA 9.</b> <i>Curva granulométrica de la calicata C-06</i> .....	<b>41</b>
<b>FIGURA 10.</b> <i>Curva granulométrica de la calicata C-07</i> .....	<b>42</b>
<b>FIGURA 11.</b> <i>Curva granulométrica de la calicata C-08</i> .....	<b>43</b>
<b>FIGURA 12.</b> <i>Curva granulométrica de la calicata C-09</i> .....	<b>44</b>
<b>FIGURA 13.</b> <i>Curva granulométrica de la calicata C-10</i> .....	<b>45</b>
<b>FIGURA 14.</b> <i>Relación de contenido de Humedad – Densidad seca de la C-01</i> .....	<b>48</b>
<b>FIGURA 15.</b> <i>Relación de contenido de Humedad – Densidad seca de la C-05</i> .....	<b>49</b>
<b>FIGURA 16.</b> <i>Relación de contenido de Humedad – Densidad seca de la C-10</i> .....	<b>50</b>
<b>FIGURA 17.</b> <i>Grafica de CBR de la C-01</i> .....	<b>51</b>
<b>FIGURA 18.</b> <i>Grafica de CBR de la C-05</i> .....	<b>51</b>
<b>FIGURA 19.</b> <i>Grafica de CBR de la C-10</i> .....	<b>52</b>
<b>FIGURA 20.</b> <i>Grafica de CBR de la C-01. Con 20% de caucho granular de neumáticos</i> .....	<b>53</b>
<b>FIGURA 21.</b> <i>Grafica de CBR de la C-05. Con 20% de caucho granular de neumáticos</i> .....	<b>54</b>
<b>FIGURA 22.</b> <i>Grafica de CBR de la C-10. Con 20% de caucho granular de neumáticos</i> .....	<b>54</b>
<b>FIGURA 23.</b> <i>Grafica de CBR de la C-01. Con 40% de caucho granular de neumáticos</i> .....	<b>55</b>
<b>FIGURA 24.</b> <i>Grafica de CBR de la C-05. Con 40% de caucho granular de neumáticos</i> .....	<b>56</b>
<b>FIGURA 25.</b> <i>Grafica de CBR de la C-10. Con 40% de caucho granular de neumáticos</i> .....	<b>56</b>
<b>FIGURA 26.</b> <i>Grafica de CBR de la C-01. Con 60% de caucho granular de neumáticos</i> .....	<b>57</b>
<b>FIGURA 27.</b> <i>Grafica de CBR de la C-05. Con 60% de caucho granular de neumáticos</i> .....	<b>58</b>
<b>FIGURA 28.</b> <i>Grafica de CBR de la C-10. Con 60% de caucho granular de neumáticos</i> .....	<b>58</b>

<b>FIGURA 29.</b> <i>Línea de evolución de los niveles del CBR al 100% de las muestras de estudio C-01.....</i>	<b>61</b>
<b>FIGURA 30.</b> <i>Línea de evolución de los niveles del cbr al 95% de las muestras de estudio C-01.....</i>	<b>62</b>
<b>FIGURA 31.</b> <i>Línea de evolución de los niveles del CBR al 100% de las muestras de estudio C-05.....</i>	<b>63</b>
<b>FIGURA 32.</b> <i>Línea de evolución de los niveles del CBR al 95% de las muestras de estudio C-05.....</i>	<b>64</b>
<b>FIGURA 33.</b> <i>Línea de evolución de los niveles del CBR al 100% de las muestras de estudio C-10.....</i>	<b>65</b>
<b>FIGURA 34.</b> <i>Línea de evolución de los niveles del CBR al 95% de las muestras de estudio C-10.....</i>	<b>66</b>

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el aumento que se produce en la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante por la adición de caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193 (tramo puente Bedoya – plaza de Olleros en la provincia de Huaraz); la metodología fue el diseño experimental, en ese sentido se tomaron muestras de suelo arcilloso de la carretera AN 1193 (calicatas: C-01, C-02, C-03, C-04, C-05, C-06, C-07, C-08, C-09, C-10), las muestras extraídas se subdividieron en 4 grupos de estudio: un grupo de control y tres grupos experimentales a los cuales se adicionó de forma progresiva caucho granular de neumáticos en 20%, 40% y 60%. Se realizó los ensayos de laboratorio sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo. La investigación finaliza concluyendo que la adición de caucho granular de neumáticos no ha incidido en el aumento de la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante de la carretera AN 1193, siendo que los cambios que se observan en los niveles del CBR disminuyen por la adición del caucho granular de neumáticos en las muestras de estudio.

**Palabras clave:** CBR, suelo arcilloso, caucho granular; capacidad de soporte.

## ABSTRACT

The objective of this investigation was to determine the increase that occurs in the support capacity of the clay soil of the subgrade by the addition of granular rubber from tires on the AN 1193 highway (Bedoya bridge section - Plaza de Olleros in the province of Huaraz) ; The methodology was the experimental design, in that sense clay soil samples were taken from the AN 1193 highway (pits: C-01, C-02, C-03, C-04, C-05, C-06, C-07, C-08, C-09, C-10), the extracted samples were subdivided into 4 study groups: a control group and three experimental groups to which granular tire rubber was progressively added at 20%, 40% and 60%. Laboratory tests were carried out on the physical and mechanical properties of the soil. The investigation concludes by concluding that the addition of granular tire rubber has not influenced the increase in the support capacity of the clay soil of the subgrade of the AN 1193 road, and the changes observed in the CBR levels decrease due to the addition of granular tire rubber to the study samples.

**Keywords:** CBR, clay soil, granular rubber; support capacity.

## INTRODUCCION

Según el Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (2011) el desarrollo socioeconómico de los países se encuentra estrechamente ligado a la accesibilidad y comunicación de las vías terrestres dentro de sus fronteras, ello debido a que estas facilitan el transporte y comercio de diversos productos, así como también el traslado de la población. Las vías terrestres, en su mayoría carreteras, deben de satisfacer una serie de requisitos y condiciones que puedan garantizar su adecuado funcionamiento ante la existencia de lluvias, suelos blandos, inundaciones y otros que afectan a la subrasante y a la carretera en general.

En el Perú, el MTC, se encarga de construir y rehabilitar las vías, el cual señala que estas deben de estar en buen estado y conservación para el desarrollo social de los pueblos por medio de la comunicación y la accesibilidad hacia diversos espacios geográficos. Sin embargo, las estructuras viales en su mayoría se ven afectadas por los efectos del suelo arcilloso presente en la subrasante de estas.

La presente investigación persigue encontrar una alternativa de solución para aumentar la capacidad de soporte del suelo arcilloso presente en la subrasante; de igual manera contribuir en la investigación y así mismo incentivar al reciclaje de caucho granular de neumáticos.

Se subdivide de la siguiente manera:

*En el Capítulo I. Planteamiento de la investigación*, se enfoca en la realidad problemática, en la formulación del problema general y específicos, en la justificación de la investigación, la hipótesis general y específicas, los objetivos y variables.

*En el capítulo II. Marco teórico*, se encuentra los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y definición de términos.



*En el capítulo III. Materiales y métodos, se enfoca en la perspectiva metodológica, el tipo, diseño y límites de la investigación, unidad de análisis, plan de recolección, análisis e interpretación de datos y análisis de laboratorio.*

*En el capítulo IV. Resultados y discusión de la investigación, se presentan los resultados de la propiedades físicas y mecánicas de la muestra en estudio, los resultados obtenidos de la capacidad de soporte por la adición de caucho granular de neumáticos al suelo arcilloso de la subrasante y la prueba de hipótesis.*

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

#### 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Ministerio de transportes y comunicaciones (2013), indica que dentro del país muchas de las carreteras están construidas en suelos con baja capacidad de soporte, debido a ello es necesario el mejoramiento mediante la mezcla con otro material que permita cumplir con estándares que indica el MTC, estos materiales son: El cloruro de calcio, el cloruro de sodio, el cemento, la cal y otros productos asfálticos y geosintéticos.

Barrera y Garnica (2002), definen al suelo arcilloso como tal, al hallar en él una carencia de gravas y una gran cantidad de partículas finas. La arcilla es aquel material conformado por partículas, con tamaño menor a 0.005 mm. Uno de los problemas presentes en el suelo arcilloso es el aumento de volumen debido a la facilidad para absorber agua entre sus partículas produciéndose así el fenómeno de expansión, lo cual ocasiona que los esfuerzos intergranulares disminuyan a medida que la saturación aumenta.

El tramo comprendido entre el Puente Bedoya y la Plaza de Olleros que tiene una extensión de 5.00 kilómetros y pertenece a la carretera AN 1193, este lugar fue

tomado para realizar la presente tesis, el cual está en Olleros, provincia de Huaraz; a 3 442 m.s.n.m. Llegando a abarcar una área de 230 000 km<sup>2</sup>, con clima polar en la escala de Köppen (DB City, 2019); sobre el aspecto meteorológico, Olleros se caracteriza por tener veranos cortos, secos y nublados e inviernos fríos y nublados.

Weather Spark (2019), señala que, la temperatura varía entre 2 °C y 19 °C. Siendo el mes más caluroso del año es en septiembre y el más frío es en julio.

Con respecto al tramo antes mencionado, este forma parte del circuito turístico: Chavín - quebrada Huachecza – Yanashallash - Olleros, el mismo que inicia del puente Bedoya hasta el complejo arqueológico de Chavín, denotándose su importancia. Sobre toda esta vía, se menciona que es una trocha carrozable, la cual cuenta con la carpeta asfáltica dañada con sectores que ponen en riesgo la ocurrencia de accidentes. Agravado principalmente por las lluvias ocurridas en la zona.

Por último, se menciona que todo esto es debido al comportamiento de la subrasante, la cual presenta una baja capacidad de soporte al ser de tipo arcilloso como lo expresa la investigación de Moreno (2017) denominada: Estimación de pérdida de suelo por erosión hídrica aplicando el Método USLE y haciendo uso del SIG en la subcuenca del río Olleros - Distrito de Olleros periodo 2015; consecuentemente, la sensibilidad del suelo a la humedad provocan variaciones volumétricas, esto puede dañar seriamente las estructuras sobre él, por lo que al colocar el pavimento, es necesario tratar de controlar las fluctuaciones de su volumen debido a la humedad. Además, se indica que dicho tramo es una de las principales áreas afectadas por erosión fluvial, en ambos márgenes del río Santa (700 m), observándose también algunos colapsos de dos zonas inundables (Zavala, Valderrama, Pari, Luque y Barrantes, 2009).

Debido a ello, se propone la estabilización de la subrasante de este tramo caracterizado por su suelo arcilloso, tratando de minimizar el presupuesto de obra y los gastos de mantenimiento de una futura construcción.

En el marco internacional, en la universidad de Antioquia (Colombia), se realizó la siguiente investigación:

López (2013), su investigación consistió en reforzar las arcillas con plástico (PET). Para incrementar su resistencia al corte, dicha investigación concluyó indicando que mientras más se aumenta el porcentaje de fibras, aumenta también la resistencia y deformación del suelo, por lo que los esfuerzos cortantes son mayores y aumenta la durabilidad.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

¿En qué medida aumenta la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante por la adición del caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- 1. P.E. 01:** ¿Cuál es el CBR inicial del suelo arcilloso de la subrasante en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019?
- 2. P.E. 02:** ¿En qué medida aumenta el CBR del suelo arcilloso de la subrasante por la adición del 20%, 40% y 60% de caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019?
- 3. P.E. 03:** ¿Cuál es el porcentaje adecuado de adición del caucho granular de neumáticos que aumenta el CBR del suelo arcilloso de la subrasante en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019?

### 1.3. DELIMITACIONES

#### a) Delimitación geográfica

Para la investigación se elegirá el tramo de la vía AN 1193 comprendido entre puente Bedoya hasta la plaza de la ciudad de Olleros. Siendo en total una longitud de 5 Km.

#### b) Delimitación temporal

El proyecto de tesis se desarrollará en abril del 2021 a enero del 2022.

#### c) Delimitación temática

- **Campo:** Infraestructura de carreteras
- **Área académica:** Pavimentos.
- **Línea de investigación:** Obras civiles
- **Sub línea de investigación:** Construcción

#### d) Delimitación muestral

Se tomará al suelo arcilloso de la subrasante de la carretera AN 1193, tramo puente bedoya hasta la plaza de la ciudad de Olleros.

### 1.4. JUSTIFICACIÓN

Se requiere urgentemente la rehabilitación de una vía adecuada que conecte el distrito de Olleros con la ciudad de Huaraz. Este es un tema vital para fomentar el desarrollo de la población que hace uso de las rutas en mención a su vez que sirve como punto de inicio para el recorrido por el circuito turístico Olleros – Yanashallash – Quebrada Huachecza - Chavín; dicho esto resulta importante enmarcar que, dentro del proceso de construcción o reconstrucción de carreteras se requiere tener un adecuado suelo y un buen diseño de pavimentos que cumplan con lo establecido por el MTC.

Así mismo existe una gran diversidad de investigaciones las cuales señalan que es posible tener un suelo arcilloso con las propiedades físico – mecánico adecuadas utilizando diversas sustancias las cuales son: La cal, ceniza orgánica, plásticos u otros elementos los cuales ayudará a que el pavimento tenga un mayor tiempo de vida útil, y a su vez mejore la comodidad para la circulación vehicular.

Es importante señalar que la correcta planificación y construcción de vías no solo afecta la calidad y comodidad de los usuarios de las vías, sino que ello ayudará a que esta no se deteriore de manera rápida y por lo tanto las acciones de mantenimiento correctivo y de reparación de daños serán minimizados teniendo un impacto en la economía de los órganos competentes al mantenimiento (municipalidades), a su vez la investigación plantea el uso de un material reciclado, el cual es de acceso fácil y económico, y que de emplearse adecuadamente puede reducir los gastos en construcción de carreteras.

## **1.5. HIPÓTESIS**

### **1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La adición del caucho granular de neumáticos aumenta la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.

### **1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- 1. H.E. 01:** El CBR inicial es menor al 6% en el suelo arcilloso de la subrasante de la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.
- 2. H.E. 02:** El suelo arcilloso de la subrasante aumenta su capacidad de soporte por la adición del 20%, 40% y 60% respectivamente de caucho granular de

neumáticos en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.

- H.E. 03:** La adición del 60% de caucho granular de neumáticos es el porcentaje adecuado que aumenta el CBR del suelo arcilloso de la subrasante en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.

## **1.6. OBJETIVOS**

### **1.6.1. Objetivo general**

Cuantificar el aumento de la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante por la adición del caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- O.E. 01:** Determinar el CBR inicial del suelo arcilloso de la subrasante de la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.
- O.E. 02:** Determinar el aumento de la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante por la adición del 20%, 40% y 60% de caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.
- O.E. 03:** Establecer el porcentaje adecuado de adición del caucho granular de neumáticos que aumente el CBR del suelo arcilloso de la subrasante en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.

## 1.7. VARIABLES

### 1.7.1. Variable Independiente (VI)

Caucho granular de neumáticos.

- Definición Conceptual

Rubber (2015), indica que el caucho granular es un producto obtenido con mayor frecuencia a partir de neumáticos usados que luego son reciclados. Para obtener partículas de caucho granular se realiza una trituración continua en molinos especiales. Y luego se clasifica de acuerdo al tamaño y color.

- Definición Operacional

El caucho granular será operacionalizado en base a los porcentajes de adición del mismo y los resultados que proporcionan.

### 1.7.2. Variable Dependiente (VD)

Mejoramiento del suelo arcilloso en la subrasante.

- Definición Conceptual

Adición del caucho granular al suelo arcilloso aumenta el CBR.

- Definición operacional:

Se analizarán las propiedades de la subrasante en los parámetros físicos y mecánico, de acuerdo a los aspectos evaluatorios que las integran.

## 1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### 1.8.1. Caucho granular de neumáticos

- a. **Porcentajes de adición:** 20%, 40% y 60% respectivamente de caucho granular de neumáticos.



### 1.8.2. Mejoramiento del suelo arcilloso en la subrasante:

- a. **Propiedades físicas:** Análisis Mecánico por Tamizado, Contenido de Humedad, Límite Líquido, Límite Plástico, Clasificación de suelos de acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales del MTC mediante los métodos SUCS y AASHTO.
- b. **Propiedades mecánicas:** Proctor Modificado, CBR en laboratorio.

La matriz de operacionalización de las variables, está en la tabla 1.

## 1.9. MATRIZ OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
Independiente: <b>Caucho granular de neumáticos</b>	Rubber (2015), indica que el caucho granular es un producto obtenido con mayor frecuencia a partir de neumáticos reciclados de automóviles y camiones. el procesamiento continuo reduce el tamaño en partículas de caucho granular, que se clasifican de diversas formas según el tamaño y el color de las partículas de caucho molido.	El caucho granular será operacionalizado en base a los porcentajes de adición del mismo y los resultados que proporcionan.	Porcentaje de adición	20% de caucho granular 40% de caucho granular 60% de caucho granular	Subrasante Arcilloso mejorado con caucho granular de neumáticos
Dependiente: <b>Mejoramiento del suelo arcilloso en la subrasante</b>	Adición del caucho granular al suelo arcilloso de la subrasante aumenta las propiedades de la subrasante arcilloso en los parámetros mecánicos y físicos.	Se analizarán las propiedades de la subrasante en los parámetros físicos, mecánico, de acuerdo a los aspectos evaluatorios que las integran.	Propiedades físicas	Análisis Mecánico por Tamizado Contenido de Humedad Límite Líquido Límite Plástico Clasificación de suelos de acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales del MTC mediante los métodos SUCS y AASHTO	mejora de las propiedades físicas y aumento de sus propiedades mecánicas
			Propiedades mecánicas	Proctor Modificado Relación de Soporte (CBR)	

Nota: Elaboración propia.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. A nivel internacional

López (2013), indica que los suelos arcillosos reforzados con materiales de plástico reciclado (PET) aumentan su resistencia. Se llevó a cabo la excavación de calicatas para tomar la suficiente muestra de suelo para moldear 52 probetas de aproximadamente 510 cm<sup>3</sup> y 500 gr. La muestra obtenida se sometió a las pruebas de laboratorio correspondientes para su determinación e identificación de las propiedades físicas, siguiendo la norma ASTM (American Society for Testing and Materials). Se concluye lo siguiente: La cohesión como parámetro para medir la resistencia al corte aumenta su valor, lo que indica que las fibras plásticas recicladas pueden mejorar las propiedades mecánicas del suelo. Mientras más aumenta el porcentaje de fibras, aumenta la resistencia y deformación del suelo, por lo tanto, los esfuerzos cortantes son mayores y aumenta la durabilidad.

López et al (2010), estudió sobre las diferentes soluciones para reducir el cambio volumétrico de las arcillas, en su artículo científico denominado: Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas, este artículo menciona lo siguiente: Para estabilizar el volumen y las propiedades fisicoquímicas de las arcillas, se utiliza el cemento hidráulico, la cal, los fosfatos y los polímeros. Se realizaron comparaciones de muestras de suelo naturales y tratados con polímeros (poliuretano) y se determinaron: La compactación y resistencia al esfuerzo cortante. Se concluyó que los polímeros reducen su hinchazón en 40%.

### **2.1.2. A nivel nacional**

Cusquisibán (2014), logró determinar la mejora del suelo arcilloso utilizando caucho granular de neumáticos reciclados. Los suelos incluidos en este proyecto de investigación provienen de un tramo de 3519 m de la vía Sebastián Díaz Marín-Chachapoyas. Esta vía se ubica en Cajamarca y el suelo utilizado para la investigación es de tipo OH y OL (clasificación SUCS) y A-7-5 (clasificación AASHTO), son arcillas orgánicas moderadamente plásticas y arcillas orgánicas débilmente plásticas y presentan un CBR máximo de 7.1%, dichos suelos no se recomiendan para usar como base o material base. Cusquisibán determinó con el 20% de caucho granular una mejora del 10%; la adición de caucho granular al 40% da un 30.40% de CBR y la adición de caucho granular al 60% le da al suelo un valor de CBR de 41%, que es una buena mezcla como material para subrasante.

Goicochea (2019), en su investigación determinó la mejora del asfalto por adición de caucho, en proporciones de 10%, 15% y 20%, fabricadas a 160 °C, 180 °C y 200 °C respectivamente, la investigación se desarrolló en la ciudad de Chachapoyas, se estudió el efecto que produce la adición de caucho de neumáticos reciclado en el asfalto PEN 60/70, cada muestra preparada se sometió a pruebas de penetración, punto de ablandamiento (anillo y bola) y cálculo del índice de penetración; con base en los resultados obtenidos de los experimentos, se pudo

concluir que la adición de caucho aumenta la resistencia a la deformación, reduce su sensibilidad al calor y aumenta la rigidez del asfalto preservando su elasticidad.

### **2.1.3. A nivel local**

Bello (2018), indica en su investigación denominada: Control de calidad de la carpeta asfáltica modificada con polímeros ubicada a más de 4500 m.s.n.m. En la carretera Callejón de Huaylas Chacas - San Luis, la cual tuvo como objetivo comparar los ensayos de control de calidad en obra, con el Manual para Carreteras. La investigación fue tipo descriptiva.

Bello (2018), indica finalmente que en la mayoría de los ensayos analizados los resultados estaban dentro del rango de los requerimientos para la aceptabilidad del mismo; de todos los ensayos solo dos no están de acuerdo al Manual para Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para construcción, EG-2013, lo cuales son: el flujo en el diseño Marshall y el ensayo de penetración en los cementos asfálticos.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Caucho granular de neumáticos**

Rubber (2015), indica que el caucho granular de neumáticos, también conocido como caucho pulverizado, caucho asfáltico o caucho reducido, se obtiene con mayor frecuencia de llantas recicladas de automóviles y camiones. Para obtener caucho granular se utiliza una trituradora mecánica el cual reduce el tamaño en partículas con diferentes clasificaciones teniendo en cuenta el tamaño y el color.

En la actualidad la producción de caucho asfáltico es la aplicación más importante del caucho granular y consume gran cantidad de llantas al año.

Finalmente, dicho autor refiere que el caucho granular de neumáticos tiene otros usos, como alfombras de caucho, amortiguadores de andenes, cubiertas para

baños, bloques de grado de pista, fabricación de neumáticos nuevos, repuestos automotrices como frenos, como aditivo en moldeo por inyección y extrusión de plásticos, así como en agricultura y horticultura y limpieza de suelos.

### **2.2.2. Suelo arcilloso**

Quesada (2008), indica que el suelo arcilloso es aquel en el que predomina la arcilla sobre otras partículas de diferentes tamaños.

Cusquisibán (2014), menciona que un ingeniero se enfrenta constantemente a varios problemas en su trabajo causados por el suelo arcilloso, como por ejemplo a hundimientos y otros problemas que también perjudican el trabajo realizado.

Quesada (2008), indica que, al tratar el tema de la permeabilidad de los suelos arcillosos, se deben recordar los conceptos más importantes relacionados con la presencia del agua en los suelos, los cuales son: la capilaridad, el fenómeno de adhesión y cohesión.

### **2.2.3. Subrasante**

Hernández, Mejía (2016), indican que es una parte fundamental en el diseño del pavimento. Su particularidad es la respuesta de la estructura y el comportamiento del pavimento durante su construcción y uso.

Hernández et al (2016), indica que la calidad de esta capa depende en gran medida del espesor del revestimiento, ya sea flexible o rígido.

De igual forma, estos autores mencionan que la capa base puede formarse a partir de suelos en su estado natural o a partir de ellos mediante la adición de algún producto químico para mejorar sus propiedades.

- a. Como fundación, se debe determinar el CBR
- b. Relación entre la deformación unitaria y la carga.

c. Tener en cuenta, que el suelo con la compactación, confinamiento y humedad su resistencia varía.

d. El proyecto y los ensayos de laboratorio deben tener las mismas condiciones.

Continuando, estos autores manifiestan que los suelos inestables causan dificultades para la compactación y colocación de la subbase.

J. Hernández et al. (2016), indica que los defectos de construcción de pavimentos son problemas de la subrasante a menudo pasan desapercibidos porque están "ocultos" en el revestimiento final; pero pueden aparecer después de la exposición al tráfico del pavimento y al medio ambiente.

La subrasante influye en los esfuerzos, agrietamientos y desplazamientos de un pavimento. Debe tener las siguientes propiedades: Drenaje, fácil compactación, resistencia a la compactación, estabilidad de volumen.

De acuerdo con estos autores, a continuación de mencionan las causas que afectan a la subrasante:

a) Densidad y humedad: Afecta a la durabilidad y el comportamiento de la subrasante.

b) Propiedades: La mayoría de los tipos de suelo se analizan para clasificarlos en sistemas de uso general en función de su estructura de partículas, plasticidad, tamaño y distribución de las partículas características que afectan significativamente el comportamiento del suelo.

c) El clima: Afecta en las propiedades de la subrasante, dado que la lluvia afecta el nivel del agua subterránea, y con ello la resistencia, la compresibilidad y los cambios de volumen de la subrasante.

#### **2.2.4. Mejoramiento del suelo de la subrasante**

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2015), menciona que este trabajo consiste en excavar el terreno por debajo de la subrasante o de fundación de terraplenes y su remplazo parcial o total con materiales aprobados debidamente conformados, acomodados y compactados, de acuerdo con la presente especificación, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del supervisor.

Rondón y Reyes (2015), definen que, esta capa se puede construir con agregados (diques) o materiales cortados en relleno de piedra o piedra triturada. En el caso de los materiales de terraplén, se pueden utilizar como refuerzos para nivelar y dar forma a la base del pavimento en zonas donde la alineación longitudinal y transversal de la base no está definida.

#### **2.2.5. Dimensiones del mejoramiento de suelos arcillosos**

Para este estudio se aplicaron ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físico - mecánico de las muestras, siguiendo los procedimientos establecidos en la guía de ensayos del MTC (2016).

#### **2.2.6. Propiedades físicas**

Hill (2004), Argumentan que la condición física del suelo depende de su rigidez, poder de soporte y son: La granulometría, los límites de Atterberg y contenido de humedad.

##### **2.2.6.1. Granulometría de suelos por tamizado**

El Manual de ensayos de materiales (2016), indica en la norma MTC E 107 el procedimiento que nos permite determinar de manera cuantitativa la distribución del



tamaño de las partículas del suelo. Este procedimiento operativo nos ayuda a conocer el porcentaje de finos, de arena y grava.

#### **2.2.6.2. Contenido de humedad de los suelos**

El Manual de ensayo de materiales (2016), establece un método para determinar dicho contenido en la Norma MTC E 108.

#### **2.2.6.3. Límite líquido de los suelos**

El procedimiento para determinar el límite líquido de los suelos. Se encuentra en la norma MTC E 110, El cual consiste en hacer uso del aparato de límite líquido (o de Casagrande) para determinar a través de datos el límite líquido de los suelos.

#### **2.2.6.4. Limite Plástico (L.P.) e Índice de Plasticidad (I.P)**

Es muy importante determinar estos parámetros del suelo ya que con ellos se podrá realizar la clasificación.

#### **2.2.7. Clasificación de suelos método SUCS**

Se basa en la clasificación de suelos a partir de sus características estructurales y plasticidad y su agrupación en relación a su comportamiento como material de construcción de ingeniería. Para la clasificación se tiene en cuenta lo siguiente:

1. Forma de la curva de distribución granulométrica.
2. Características de plasticidad y compresibilidad.
3. Porcentaje de grava, arena y finos (fracción que pasa por el tamiz N.º 200).

La clasificación SUCS está en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Clasificación SUCS de suelos.*

DIVISION MAYOR		GRUPO SIMBOLOS	DESCRIPCION	CRITERIO DE CLASIFICACION DEL LABORATORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO Mas de la mitad del material es mayor que el tamiz N° 200.	GRAVAS (Mas de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° 4)	GW	Grava bien graduado o mezcla de arena y grava. Poco o ningunos finos.	$C_u = \frac{D_{60} \text{ mayor que } 4}{D_{10}}$ $C_c = \frac{(D_3)^2}{D_{10} \times D_{60}} \text{ entre } 1 \text{ y } 3$ No reúne los requisitos de granulometría para GW Límites de Atterberg bajo la línea "A" o I.P. menor de 4 Límites de Atterberg sobre la línea "A" o I.P. mayor 7	
			GP		Grava mal graduado o mezcla de grava y arena. Poco o ningunos finos.
		GM	d		Grava con finos, grava mal graduado muy limoso. Mezcla grava, arena y arcilla.
			u		Mezcla bien graduado de grava, arena y arcilla. Excelente aglutinante.
	ARENAS (Mas de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° 40)	SW	Grava con finos, grava mal graduado muy limoso. Mezcla grava, arena y arcilla.	$C_u = \frac{D_{60} \text{ mayor que } 6}{D_{10}}$ $C_c = \frac{(D_3)^2}{D_{10} \times D_{60}} \text{ entre } 1 \text{ y } 3$ No reúne los requisitos de granulometría para SW Límites de Atterberg la línea "A" o I.P. menor de 4 Límites de Atterberg sobre la línea "A" o I.P. mayor de 7	
			GC		Mezcla bien graduado de grava, arena y arcilla. Excelente aglutinante.
		SM	SP		Arena bien graduada y arena gravilosa. Poco o ningunos finos.
			d		Arena mal graduado. Arena gravilosa. Poco o ningunos finos.
			u		Arena con finos. Area muy limoso. Mal graduado mezcla arena y arcilla
			SC		Mezcla bien graduado arena y arcilla. Excelente aglutinante
SUELOS DE GRANO FINO Mas de la mitad del material es menor que el tamiz N° 200	LIMO Y ARCILLA (Límite líquido es menor de 50)	ML	Limos inorgánico y arena muy fina. Polvo roca. Arena fino con tigua plasticidad.		
		CL	Arcilla inorgánica de baja o medias plasticidad. Arcilla arenosa. Arcilla gravilosa. Arcilla limosa. Arcilla fofa		
	ARCILLA (Límite líquido es menor de 50)	OL	Limos. Orgánico. Limos – arcilla orgánico de baja plasticidad.		
		MH	Limos inorgánicos, arena fina micáceo o diamatáceo o suelo limoso, suelo elástico		
	Suelos altamente orgánico	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad. Arcillas grasas		
		OH	Arcilla orgánica de media o alta plasticidad		
		PL	Turba (pect) y otros materiales altamente orgánicos.		

Nota. Adaptada del Manual de Ensayo de Materiales (p.1161), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016.

**2.2.8. Clasificación del suelo método AASHTO**

El sistema describe un método para clasificar los suelos en grupos basados en determinaciones de laboratorio de granulabilidad, límite líquido e índice de plasticidad. La evaluación en cada grupo se realiza mediante un "índice de grupo". Se informa como números enteros y 0 si es negativo. La clasificación AASHTO se presenta en la tabla 3



**Tabla 3**

*Clasificación AASHTO de suelos.*

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
<b>Análisis granulométrico</b> % que pasa por el tamiz de:												
2 mm (N° 10)	máx. 50		mín. 51									
0.425 mm (N° 40)	máx. 30	máx. 50										
F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 15	máx. 25	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 36	mín. 36	mín. 36	mín. 36	mín. 36
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40)												
Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)												
LL: Límite de Líquido				máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín. 41	máx. 40	Mín. 41	máx. 40	mín. 41	mín. 41
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11 <sup>(a)</sup>	mín. 11 <sup>(b)</sup>
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como sub rasante	Excelente a bueno						Regular a insuficiente					

(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30.

(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30.

- Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-18:182-6 (3), A-4(5), A-7-5 (17), etc  
 $IG = (F-35) [0.2+0.005 ((LL-40))] +0.01 (F-15) (IP-10)$ .

*Nota.* Adaptada del Manual de Carreteras Suelos Geología Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos (p.36), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, Servicios Gráficos Squadrito EIRL.

### 2.2.9. Propiedades mecánicas

Son las propiedades del suelo determinadas por proctor modificado y CBR.

#### 2.2.9.1. Proctor Modificado

El Manual de ensayo de materiales (2016), indica en la norma MTC E 115 d el método de prueba para la compactación de suelos en laboratorio usando energía transformada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> o 56000 ft-lbf/ft<sup>3</sup>). Esta prueba incluye procedimientos de compactación de laboratorio para determinar la curva de compactación el cual es una relación entre el contenido de agua y el peso unitario seco.

### **2.2.9.2. CBR de suelos (Laboratorio)**

La norma MTC E 132, indica un procedimiento de prueba para determinar un índice de resistencia del suelo, llamado valor de capacidad de carga, conocido como CBR (California Bearing Ratio).

Este índice se utiliza para evaluar la capacidad soporte de la subrasante y las capas de base, cimentación y refuerzo. Este modo de operación se refiere a experimentos destinados a determinar la relación masa-humedad de una unidad con un dispositivo modificado.

## **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

### **2.3.1. Caucho**

Miranda (2013), indica que es un polímero elástico, cis-1, 4-polisopreno, polímero del isopreno o 2-metilbutadieno.  $C_5H_8$  que surge como una emulsión lechosa (conocida como látex) en la savia de varias plantas, pero que también puede ser producido sintéticamente

### **2.3.2. Caucho granular de neumáticos**

Rubber (2015), define como caucho granular, caucho asfáltico o el caucho reducido, es el material que se obtiene a partir de neumáticos reciclados de automóviles y camiones. Para su obtención se utiliza una trituradora mecánica.

### **2.3.3. CBR (California Bearing Ratio)**

Relación de Soporte de California CBR (California Bearing Ratio), es el método que según:

Ojeda (2015), indica que es un índice de resistencia de los suelos. Se obtiene de los suelos compactados en laboratorio, el método que se utiliza para determinar dicho índice lo establece la norma MTC E 132.

#### **2.3.4. Mejoramiento de suelo**

Consiste en modificar las propiedades del suelo por acción física o mezclando el suelo con material más resistente para mejorar sus propiedades mecánicas. Las áreas de uso de las diferentes técnicas dependen significativamente de la naturaleza y granularidad del suelo a mejorar. (Soletanche Bachy, 2016).

#### **2.3.5. Neumático**

Ucha (2013), indica que es una pieza toroidal de caucho que se encuentra en las ruedas de varios vehículos y máquinas como pueden ser: Automóviles, camión, avión, bicicleta, motocicleta, maquinaria de industria, carretillas y grúas, entre otros.

#### **2.3.6. La Subrasante**

Hernández, Mejía y Zelaya (2016), indican que es la parte esencial en el diseño de pavimentos. Es la encargada de dar respuesta estructural al pavimento en construcción y operación.

#### **2.3.7. Suelo**

Regal (2002), establece que es la capa de material suelto, que cubre un piso de roca sólida, siendo resultado de un proceso doble de desintegración y descomposición.

#### **2.3.8. Suelos arcillosos**

Fernández (2015), denominados también suelos pesados o fuertes. Se caracterizan por presentar baja impermeabilidad y elevada retención al agua y de nutrientes.

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. PERSPECTIVA METODOLÓGICA**

Será de tipo cuantitativa, debido a que, los datos recolectados en campo (calicatas) serán cuantificadas para luego ser procesadas, el procesamiento, estará basados en las normas del MTC; posteriormente estos datos serán trasladados y procesados en el software estadístico SPSS v.25. y Excel v.2021.

#### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.2.1. Según el enfoque**

La presente tesis, es cuantitativa, porque, a partir de las preguntas y los objetivos de investigación planteados, se establecen hipótesis y se construye el marco de las variables estudiadas; siendo posteriormente comprobadas las hipótesis mediante ensayos de laboratorio para lo cual se utilizarán métodos estadísticos.

### **3.2.2. Según la orientación**

Será de tipo aplicada, debido a que el tesista utilizará los conocimientos adquiridos durante su formación profesional, siendo para este caso particular los conocimientos que se relacionan con la rama geotecnia.

### **3.2.3. Según el nivel**

Respecto al nivel de investigación, se desarrollará una investigación experimental, debido a que, se manipulará una variable de manera controlada con el fin de obtener ciertos resultados, siendo en este caso aplicado el caucho granular de neumáticos sobre el suelo arcilloso, para cuantificar las mejoras en las propiedades mecánicas de la subrasante.

## **3.3. DISEÑO PARA LA INVESTIGACIÓN**

Será experimental con corte longitudinal. Experimental por que se busca medir la mejora o el cambio favorable en el suelo arcilloso tras la aplicación de del caucho granular de neumáticos, y longitudinal debido a que se realizará la recolección de datos en diferentes tiempos o momentos para la ejecución del trabajo en laboratorio.

## **3.4. LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN**

Serán efectuados en el laboratorio perteneciente a la UNASAM. Se reconoce la limitante vinculada a los ensayos de suelo del lugar, por lo cual se pone en manifiesto que los resultados a ser hallados solo pueden ser directamente aplicados al suelo del tramo en estudio.

Por otro lado, el tesista no utilizó todas las fuentes de información disponibles del tema de estudio desarrollado en el escenario internacional, nacional y local debido a la falta de dominio de idiomas extranjeros.

Por último, es preciso resaltar que el financiamiento de la tesis es realizado por el investigador, por lo cual las muestras de suelo y los ensayos de laboratorio se realizarán de acuerdo a las limitantes económicas que este posea. Los datos recolectados se realizarán de manera paralela al desarrollo de la obra de recuperación y mejoramiento del servicio de Transitabilidad de esta parte de la vía, por lo que pudieran diferir de manera mínima con los estudios de suelos evaluados por la empresa encargada de ejecutar esta obra debido a la ubicación de las calicatas o la calibración de los instrumentos.

### **3.5. UNIDAD DE ANÁLISIS: POBLACION Y MUESTRA**

#### **3.5.1. Población**

Hernández, Fernández y Baptista (2014), definen a la población como, el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. Por ende, en el caso de la presente tesis, se tomará al suelo arcilloso de la subrasante del tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, distrito de Olleros, Provincia de Huaraz. Como población.

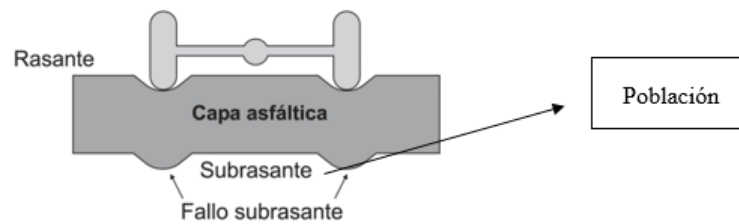
Se toma esta población debida que el presente tramo corresponde al inicio de la ruta turística Olleros – Chavín de Huántar, la cual es una trocha carrozable que conecta al distrito de Olleros con el complejo arqueológico de Chavín. Es así que se pretende que el presente estudio sirva como antecedentes para el desarrollo de obras viales en la ruta mencionada, con la finalidad de proponer el uso de caucho granular de neumáticos para tener un suelo adecuado en la subrasante.

En la figura 1, se indica la subrasante arcilloso considerado como población, para la presente tesis.



**Figura 1**

*Población para la tesis.*



*Nota.* Fuente: Cusquisibán (2014).

El tramo considerado para la tesis se muestra en la figura 2. El cual es un tramo de 5 Km, de la carretera AN 1193.

**Figura 2**

*Ubicación del tramo en estudio.*



*Nota.* Fuente: Google Maps (2019).

### **3.5.2. Muestra**

Fernández (2014), define la muestra como el subconjunto que representa el reflejo fiel del conjunto de la población.

### **3.5.3. Tamaño de la muestra**

La muestra es la capacidad de soporte (CBR) del suelo arcilloso de la subrasante proveniente de la carretera AN 1193 tramo puente Bedoya – plaza de Olleros. Fue

elegido por un tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia. Para el muestreo de las propiedades físicas - mecánicas del suelo arcilloso de la subrasante. Fue basado en las normas del MTC el cual indica la cantidad de calicatas a realizar de acuerdo al tipo de carretera. Las muestras, se obtendrán de acuerdo a las tablas 4 y 5.

**Tabla 4**

*Numero de calicatas para el tramo en estudio.*

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Autopista: carretera de IMDA mayor de 600 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 4 calzadas x km x sentido.</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 4 calzadas x km x sentido.</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 6 calzadas x km x sentido.</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán de manera longitudinal y en forma alternada.
Carreteras duales o multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 4 calzadas x km x sentido.</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 4 calzadas x km x sentido.</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 6 calzadas x km x sentido.</li> </ul>	
Carreteras de primera clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	4 calicatas x km.	Las calicatas se ubicarán de manera longitudinal y en forma alternada.
Carreteras de segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	3 calicatas x km.	
Carreteras de tercera clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	2 calicatas x km.	
Carreteras de bajo volumen de tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	1 calicatas x km.	

*Nota.* Adaptada del Manual de Carreteras Suelos Geología Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos (p.28), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, Servicios Gráficos Squadrito EIRL.

De acuerdo a la tabla 4, se tomarán 2 calicatas por Km, siendo un total de 10 calicatas debido a los 5.00 Km del tramo, esto debido a que la carretera en estudio

presenta IMDA entre 400 – 201 vehículos/día, siendo de tercera clase, el cual presenta dos carriles en una calzada CLASIFICADOR RUTAS (D.S.N° 011-2016-MTC); además, por ser muestreo no probabilístico debido a las condiciones topográficas de la zona, la cantidad de ensayos y de calicatas serán los mismos. Los ensayos de CBR en laboratorio, se realizarán teniendo en cuenta a la tabla 5:

**Tabla 5**

*Cantidad de CBR para el tramo en estudio.*

Tipo de carretera	Número mínimo de calicatas
Autopista: carretera de IMDA mayor de 600 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: <math>1M_R</math> cada 3 Km x sentido y 1CBR cada 1 Km x sentido.</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: <math>1M_R</math> cada 2 Km x sentido y 1CBR cada 1 Km x sentido.</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: <math>1M_R</math> cada 1 Km y 1CBR cada 1 Km x sentido.</li> </ul>
Carreteras duales o multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: <math>1M_R</math> cada 3Km x sentido y 1CBR cada 1 Km x sentido.</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: <math>1M_R</math> cada 2Km x sentido y 1CBR cada 1 Km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: <math>1M_R</math> cada 1Km y 1CBR cada 1 Km x sentido</li> </ul>
Carreteras de primera clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>1M_R</math> cada 3 Km y 1CBR cada 1 Km</li> </ul>
Carreteras de segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> <li>(*)</li> </ul>
Carreteras de tercera clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 2 km se realizará un CBR</li> <li>(*)</li> </ul>
Carreteras de bajo volumen de tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 3 Km se realizará un CBR</li> </ul>

*Nota.* Adaptada del Manual de Carreteras Suelos Geología Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos (p.30), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, Servicios Gráficos Squadrito EIRL.

De acuerdo a la tabla 5, se realizará cada 2 km un ensayo de CBR. Siendo en total 3 ensayos de CBR.

### **3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

#### **3.6.1. Plan de recolección de datos para el caucho granular de neumáticos.**

El caucho granular de neumáticos se obtendrá de la reencauchadora Percy E.I.R.L. ubicado en carretera Huaraz - Lima Nro. S/N Bar. Tacllan (Media Cuadra Antes de Huaraz – Ancash). Y será utilizado para esta tesis. Cabe resaltar que el caucho granular es un producto que es comercializado de esta manera, por lo cual el investigador se limitará únicamente a hacer la compra de este como tal.

El procedimiento de producción que describe la Reencauchadora Percy E.I.R.L. para la obtención del caucho granular se basa en las siguientes etapas:

##### **a. Recepción y almacenamiento**

Los neumáticos usados serán adquiridos de talleres mecánicos y almacenes para luego pasar por la fase de destalonado, en la cual se extrae los alambres del interior de los neumáticos. Posteriormente, se efectúa el lavado de las mismas con el propósito de remover los químicos presentes, además de pasar a secar al aire libre y almacenarse hasta el inicio de la trituration primaria.

##### **b. Trituración mecánica primaria**

En este proceso, los neumáticos se trocearán con la ayuda de una cortadora rotativa, para ser seguidamente agregados a una criba de disco, consiguiéndose trozos superiores al 150 x 150 mm.

##### **c. Trituración mecánica secundaria**

Los trozos de la trituration primaria serán ingresados a otra cortadora rotativa; para subyugar aún más los trozos a un tamaño de 50 mm y ser llevados a un vaciadero.

#### d. Separación magnética

En esta etapa del proceso se separará el 95% del acero presente en los neumáticos, mediante un separador magnético.

#### e. Molienda mecánica

Se llevará los trozos de neumáticos a un granulador, seguidamente pasará a un segundo granulador que tiene una criba con un tamaño de 15mm.

#### f. Granulación

Finalmente, se continuará con el paso de los trozos a través de dos molinos de refinación de los cuales se conseguirá el producto final.

En relación a lo antes mencionado, el caucho granular de neumáticos (producto final) obtenido se tamizará por la malla n°4 (4.75 mm). No se realizará ningún ensayo de laboratorio respecto al caucho granular de neumáticos, ya que no es necesario, esto sustentado en antecedentes anteriores.

### 3.6.2. Plan de recolección de datos para el suelo arcilloso de la subrasante

Para el suelo arcilloso de la subrasante se tendrá en cuenta lo estipulado en el Manual de Ensayo de Materiales (2016).

La recolección de datos se realizará de acuerdo a lo mencionado en la tabla 6:

**Tabla 6**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Inspección</b>	Se analizará de manera visual las características del suelo.
<b>Trabajo de Campo</b>	Herramientas Manuales y equipos.
<b>Ensayo de Laboratorio</b>	Se utilizará los equipos y herramientas del laboratorio.

*Nota:* Elaboración propia.

### **3.6.3. Instrumentos**

Matriz de Análisis: Se construirá una matriz de análisis para poder recolectar la información necesaria, es decir los datos que no sean útiles en la investigación se dejarán de lado, la finalidad de esta matriz será filtrar netamente la información más importante.

### **3.6.4. Equipos e insumos**

#### **a. Lista de requerimientos**

El caucho para esta investigación será obtenido a partir de la granulación de los neumáticos, en la Reencauchadora Percy E.I.R.L. ubicado en Carretera Huaraz - Lima Nro. S/N Bar. Tacllan (Media Cuadra Antes de Huaraz – Ancash, luego el caucho granular obtenido se tamizará por el tamiz n°4 y con ello se trabajará la presente investigación.

#### **b. Herramientas y equipos**

Cinta métrica adecuada para la medición de las calicatas de 1.50 m de profundidad; cámara fotográfica para la recolección de material gráfico para la investigación; picos, palas, para la realizar la excavación de las calicatas. En laboratorio se utilizará los siguientes equipos: Máquina de ensayo de CBR, pistón de compactación, balanzas y como herramientas: Juego de tamices, recipientes de metal, comba de goma, molde de metal cilíndrico.

#### **c. Materiales**

Para la recolección de la muestra, serán empleadas tanto bolsas plásticas como costales de rafia con etiquetas que faciliten su identificación.

### 3.7. ANÁLISIS DE LABORATORIO.

El suelo extraído, se colocarán en bolsas de plástico y costales de rafia (muestras alteradas en bolsa), para su traslado al laboratorio y se almacenarán bajo techo, para su secado. Para poder desmenuzar los terrones se utilizará un martillo de goma. Luego de ello se tomará diferentes cantidades de suelo por el método del cuarteo y se determinará sus propiedades físico - mecánicas.

Las propiedades físicas y mecánicas se determinarán de acuerdo a la tabla 7:

**Tabla 7**

*Ensayos a aplicar*

ENSAYOS	REFERENCIA NORMATIVA
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	
Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado	MTC E 107
Determinación del Contenido de Humedad de un Suelo	MTC E 108
determinación del Límite líquido de los suelos	MTC E 110
Determinación del Límite Plástico (L.P.) de los Suelos e Índice de Plasticidad (I.P.)	MTC E 111
<b>PROPIEDADES MECÁNICAS</b>	
Compactación de Suelos en Laboratorio Utilizando una Energía Modificada (Proctor Modificado)	MTC E 115
CBR de Suelos (Laboratorio)	MTC E 132

*Nota:* Elaboración propia.

#### 3.7.1. Proceso de mezcla del caucho granular de neumáticos con la muestra

El caucho granular será adicionado a un 20%, 40% y 60% sobre las muestras extraídas del tramo mencionado, previo a los ensayos señalados más adelante para la determinación del mejoramiento de la subrasante que, serán realizados en laboratorio.

### 3.7.2. Determinación de la plasticidad e índice de plasticidad

Son llamados límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo, son: Límite líquido y el límite plástico.

#### a. Límite Líquido (LL)

Manual de ensayo de materiales (2016), indica que es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico

#### b. Límite Plástico (LP)

El suelo se rompe debido a que pasa de un estado plástico a un estado semisólido.

A continuación, la tabla 8, muestra el rango del I.P.

**Tabla 8**

*Clasificación de suelos a través de su índice de plasticidad.*

Índice de plasticidad	Plasticidad	Característica
$IP > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos
$7 \leq IP \leq 20$	Media	Suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
$IP = 0$	No plástico	Suelos exentos de arcilla

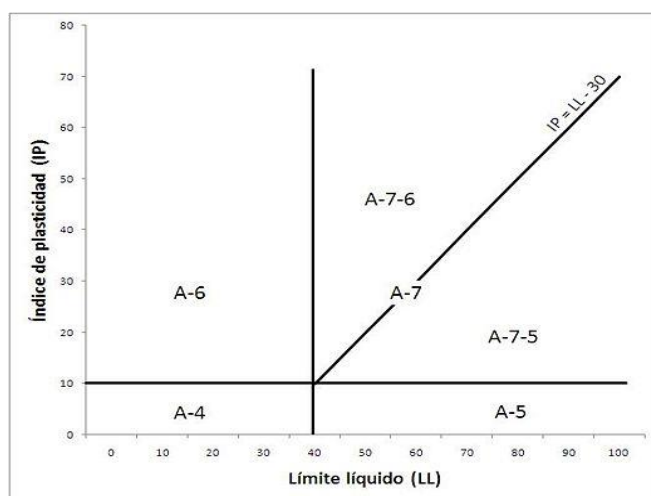
*Nota.* Adaptada del Manual de Carreteras Suelos Geología Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos (p.34), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, Servicios Gráficos Squadrito EIRL.

Por otra parte, el MTC menciona que se aplica el método AASHTO para clasificar los suelos, según la figura3:



**Figura 3**

*Relación entre límite plástico y límite líquido.*



*Nota:* Adaptado del Manual de Ensayo de Materiales (2016)

### **3.7.3. Contenido de humedad (MTC E 108)**

El método de ensayo que se utiliza para determinar el contenido de humedad de los suelos, está determinado en la norma MTC E 108.

### **3.7.4. Proctor Modificado (MTC E 115)**

Esta prueba incluye técnicas de compactación de laboratorio para determinar la relación entre el contenido de agua del suelo y la masa de materia seca (curva de compactación), de acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales del MTC (2016).

### **3.7.5. Relación de soporte CBR (MTC E 132)**

Esta prueba se puede utilizar para obtener el índice de resistencia del suelo, llamado capacidad de soporte. Con este ensayo determinamos el CBR del suelo arcilloso de la subrasante en condiciones normales y con la adición de caucho granular de neumáticos, que es el objetivo de este proyecto de investigación.

### **3.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Se realiza la evaluación de los datos de los ensayos de laboratorio, para posteriormente utilizar la confiabilidad de dicho estudio, para ello se utilizarán herramientas estadísticas.

### **3.9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Para la interpretación de la base de datos obtenida en los ensayos de laboratorio, se utilizó el software Microsoft Excel 2021 para poder elaborar las tablas y los gráficos respectivos; producto del análisis se entregarán los siguientes:

#### **a. Gráficos y tablas**

Para tener una mayor facilidad de explicar la información se elaborarán gráficos y tablas.

#### **b. Interpretación**

Con base en el diseño experimental de la investigación se concluyó los efectos del caucho granular sobre las muestras experimentales respecto de la muestra de control de la investigación.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4.1. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Se expone resultados de la investigación el cual ha sido producto tanto de la recolección, ordenación, representación e interpretación de los datos que lograron obtenerse durante la ejecución del trabajo de laboratorio. La investigación ha tenido un marco temporal perteneciente al año 2021.

En ese sentido, tomando las normas del MTC, se procedió a ejecutar diez calicatas que estuvieron comprendidos en la carretera AN 1193 (tramo puente Bedoya - plaza de Olleros), las calicatas fueron denominados con los siguientes acrónimos: C-01, C-02, C-03, C-04, C-05, C-06, C-07, C-08, C-09, C-10; luego se determinó las propiedades físicas y mecánicas.

Posteriormente, el suelo arcilloso extraído de las tres calicatas mencionadas anteriormente (C-01, C-05, C-10), fueron subdivididas en cuatro grupos de estudio respectivamente: Un grupo de control y tres grupos experimentales; siendo que, a los grupos experimentales se les añadió el caucho granular de neumáticos para

posteriormente medir si existió un aumento en la capacidad de soporte (CBR) del suelo arcilloso de la muestra de estudio.

En ese sentido, al grupo de control no se le añadió caucho granular de neumáticos, al grupo experimental 1 se le añadió un 20% de caucho granular de neumáticos, al grupo experimental 2 se le añadió un 40% de caucho granular de neumáticos y al grupo experimental 3 se le añadió un 60% de caucho granular de neumáticos. Este procedimiento fue desarrollado para cada una de las tres calicatas de la muestra de estudio: C-01, C-05 y C-10.

Luego se comparó los CBR obtenidos del grupo control respecto a los CBR que alcanzó el suelo perteneciente a los tres grupos experimentales, este estudio comparativo fue realizado para las 3 calicatas que conforman una muestra de estudio; finalmente, con base en a la información obtenida se logró establecer si la evidencia empírica apoyó o no la hipótesis de estudio.

## **4.2. DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS.**

### **4.2.1. Análisis granulométrico de suelos por tamizado**

Se tomo muestras de suelo de 10 calicatas realizadas en la carretera AN 1193 tramo puente Bedoya – plaza de Olleros, el procedimiento utilizado para realizar el análisis granulométrico se basó en norma MTC E107.

El tramo analizado fue de 5 Km. Y se realizó 02 calicatas por cada kilómetro. Siendo en total 10 calicatas de 1.50 m. De profundidad.

Para la calicata C-01, los ensayos de laboratorio se muestran en la tabla 9 y en la figura 4.

**Tabla 9**

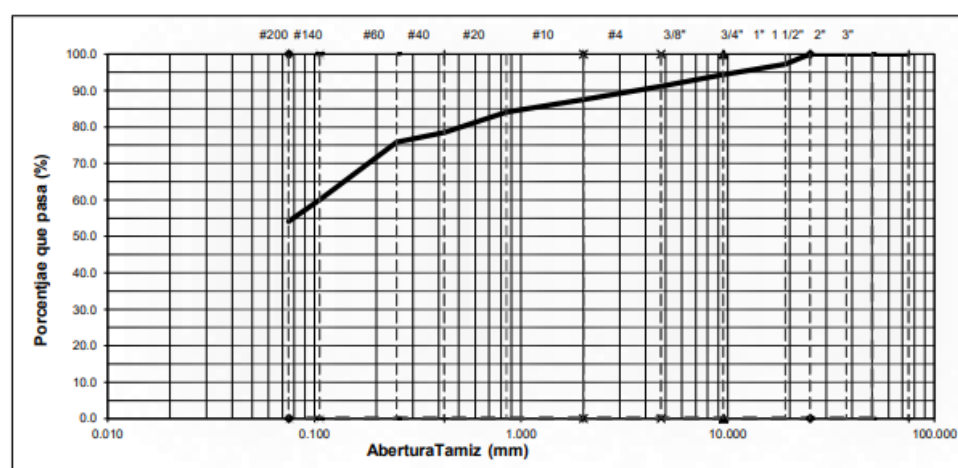
*Análisis granulométrico de la calicata C-01.*

Tamiz	Abertura	Peso retenido	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Acumulado que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 ½"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.00	0.0	100.0
¾"	19.000	56.50	2.75	2.7	97.3
⅜"	9.500	60.50	2.94	5.7	94.3
#4	4.750	65.00	3.16	8.9	91.1
#10	2.000	75.50	3.67	12.5	87.5
#20	0.850	5.10	3.43	16.0	84.0
#40	0.425	8.20	5.52	21.5	78.5
#60	0.250	3.90	2.62	24.1	75.9
#140	0.106	23.60	15.88	40.0	60.0
#200	0.075	8.80	5.92	45.9	54.1
< 200	fondo	6.30	4.24	50.1	49.9
Total		313.40	50.13		

Nota: Análisis elaborado en laboratorio.

**Figura 4**

*Curva granulométrica de la calicata C-01.*



% GRAVA	8.85	% Gruesa :	2.75	D60 (mm) =	0.106
		% Fina :	6.10	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	37.05	% Gruesa :	3.67	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	8.95	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	24.43	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	54.10				

Nota: Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

Para la calicata C-02, los ensayos de laboratorio se muestran en la tabla 10 y en la figura 5.

**Tabla 10**

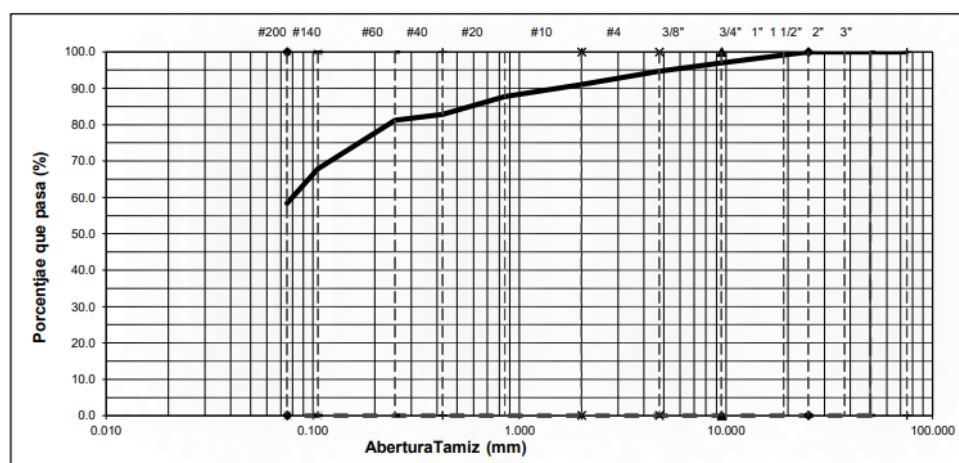
*Análisis granulométrico de la calicata C-02.*

Tamiz	Abertura	Peso retenido	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Acumulado que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 ½"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.00	0.0	100.0
¾"	19.000	18.90	0.90	0.9	99.1
⅜"	9.500	43.60	2.08	3.0	97.0
#4	4.750	47.60	2.27	5.2	94.8
#10	2.000	77.00	3.67	8.9	91.1
#20	0.850	4.80	3.36	12.3	87.7
#40	0.425	7.00	4.90	17.2	82.8
#60	0.250	2.30	1.61	18.8	81.2
#140	0.106	19.00	13.31	32.1	67.9
#200	0.075	13.60	9.53	41.6	58.4
< 200	fondo	15.80	11.07	52.7	47.3
Total		249.60	52.70		

Nota: Análisis elaborado en laboratorio.

**Figura 5**

*Curva granulométrica de la calicata C-02.*



% GRAVA	5.25	% Gruesa :	0.90	D60 (mm) =	0.080
		% Fina :	4.35	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	36.39	% Gruesa :	3.67	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	8.27	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	24.45	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	58.36				

Nota: Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

Para la calicata C-03, los ensayos de laboratorio se muestran en la tabla 11 y en la figura 6.

**Tabla 11**

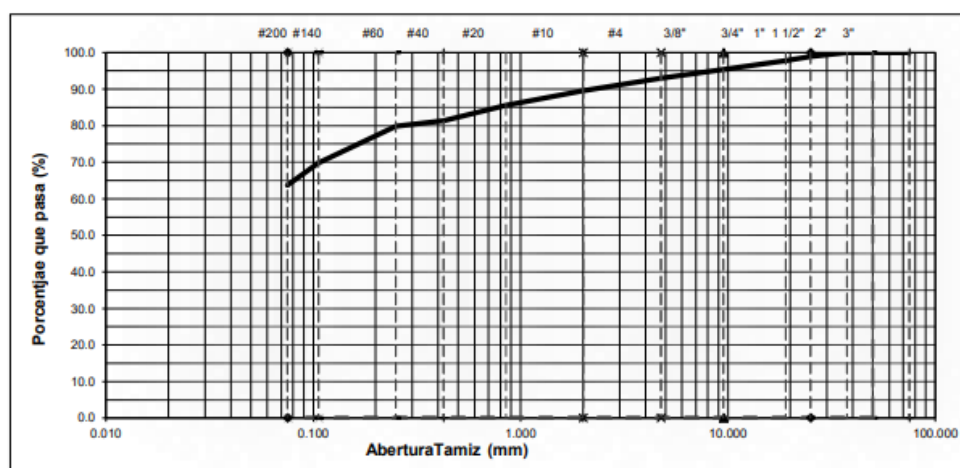
*Análisis granulométrico de la calicata C-03.*

Tamiz	Abertura	Peso retenido	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Acumulado que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 ½"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	20.00	1.02	1.0	99.0
¾"	19.000	24.30	1.24	2.3	97.7
⅜"	9.500	46.80	2.39	4.7	95.3
#4	4.750	46.00	2.35	7.0	93.0
#10	2.000	67.70	3.46	10.5	89.5
#20	0.850	5.80	3.99	14.5	85.5
#40	0.425	6.10	4.20	18.7	81.3
#60	0.250	2.20	1.52	20.2	79.8
#140	0.106	14.50	9.99	30.2	69.8
#200	0.075	8.90	6.13	26.3	63.7
< 200	fondo	5.60	3.86	40.1	59.9
Total		247.90	40.15		

Nota: Análisis elaborado en laboratorio.

**Figura 6**

*Curva granulométrica de la calicata C-03.*



% GRAVA	7.00	% Gruesa :	2.26	D60 (mm) =	0.000
		% Fina :	4.74	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	29.29	% Gruesa :	3.46	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	8.20	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	17.63	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	63.71				

Nota: Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

Para la calicata C-04, los ensayos de laboratorio se muestran en la tabla 12 y en la figura 7.

**Tabla 12**

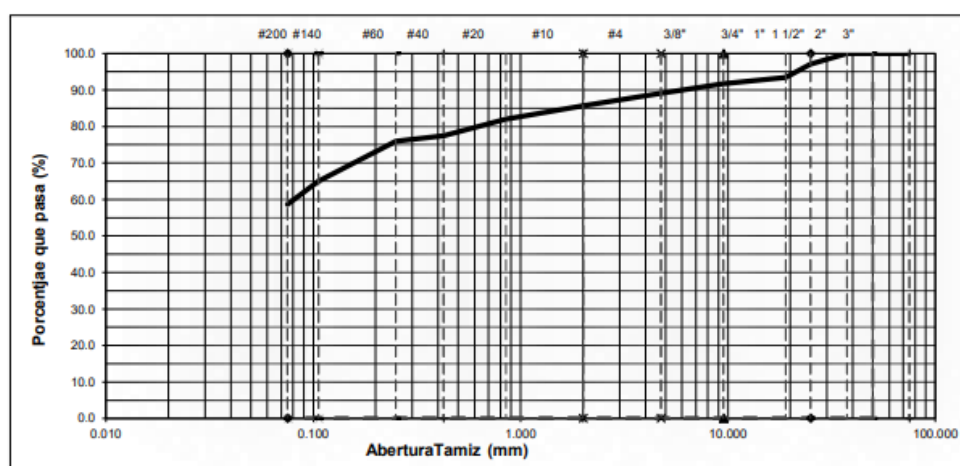
*Análisis granulométrico de la calicata C-04.*

Tamiz	Abertura	Peso retenido	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Acumulado que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	49.30	2.90	2.9	97.1
3/4"	19.000	62.30	3.67	6.6	93.4
3/8"	9.500	28.70	1.69	8.3	91.7
#4	4.750	44.40	2.61	10.9	89.1
#10	2.000	59.10	3.48	14.3	85.7
#20	0.850	5.50	3.62	18.0	82.0
#40	0.425	6.90	4.55	22.5	77.5
#60	0.250	2.30	1.52	24.0	76.0
#140	0.106	16.60	10.94	35.0	65.0
#200	0.075	9.70	6.39	41.4	58.6
< 200	fondo	9.10	6.00	47.4	52.6
Total		293.90	47.37		

Nota: Análisis elaborado en laboratorio.

**Figura 7**

*Curva granulométrica de la calicata C-04.*



% GRAVA	10.87	% Gruesa :	6.57	D60 (mm) =	0.082
		% Fina :	4.30	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	30.49	% Gruesa :	3.48	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	8.17	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	18.84	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	58.64				

Nota: Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.



Para la calicata C-05, los ensayos de laboratorio se muestran en la tabla 13 y en la figura 8.

**Tabla 13**

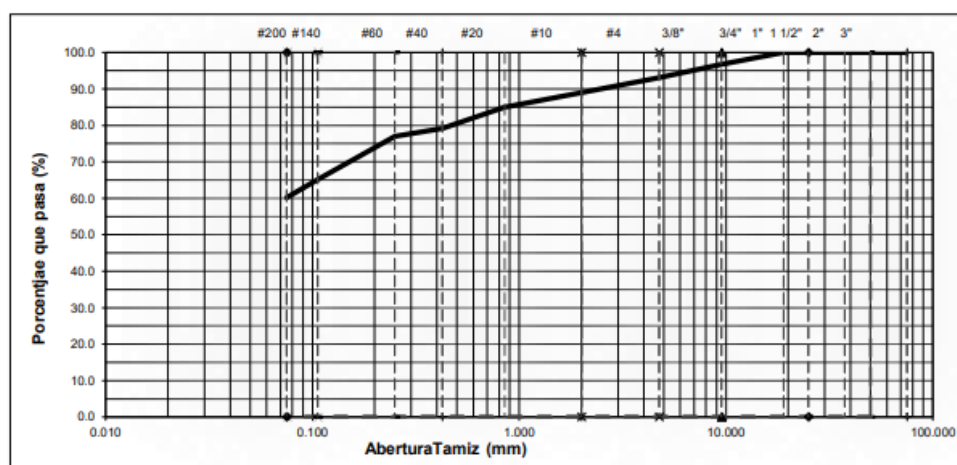
*Análisis granulométrico de la calicata C-05.*

Tamiz	Abertura	Peso retenido	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Acumulado que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 ½"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.00	0.0	100.0
¾"	19.000	0.00	0.00	0.0	100.0
⅜"	9.500	61.50	3.27	3.3	96.7
#4	4.750	68.60	3.65	6.9	93.1
#10	2.000	76.60	4.07	11.0	89.0
#20	0.850	5.90	4.04	15.0	85.0
#40	0.425	8.40	5.75	20.8	79.2
#60	0.250	3.20	2.19	23.0	77.0
#140	0.106	17.40	11.91	34.9	65.1
#200	0.075	7.20	4.93	39.8	60.2
< 200	fondo	5.50	3.77	43.6	56.4
Total		254.30	43.58		

Nota: Análisis elaborado en laboratorio.

**Figura 8**

*Curva granulométrica de la calicata C-05.*



% GRAVA	6.91	% Gruesa :	0.00	D60 (mm) =	0.000
		% Fina :	6.91	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	32.90	% Gruesa :	4.07	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	9.79	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	19.04	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	60.19				

Nota: Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

Para la calicata C-06, los ensayos de laboratorio se muestran en la tabla 14 y en la figura 9.

**Tabla 14**

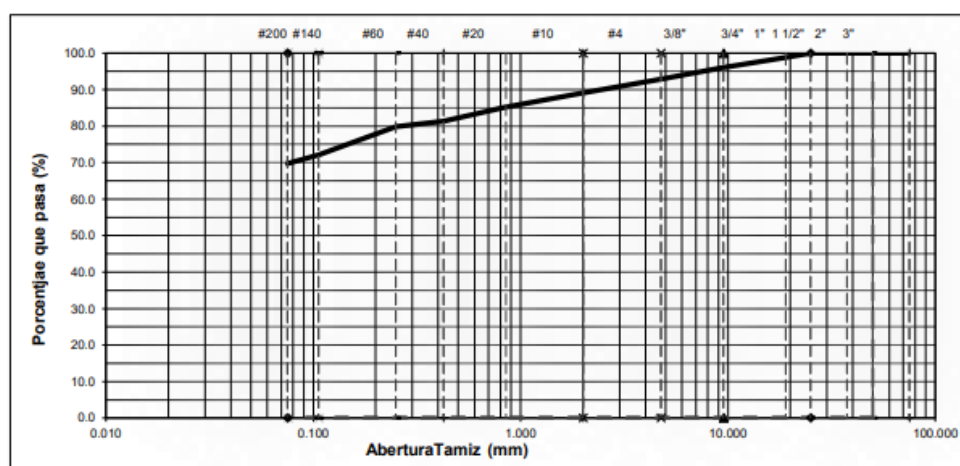
*Análisis granulométrico de la calicata C-06.*

Tamiz	Abertura	Peso retenido	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Acumulado que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.000	23.50	1.19	1.2	98.8
3/8"	9.500	54.00	2.73	3.9	96.1
#4	4.750	63.50	3.20	7.1	92.9
#10	2.000	74.20	3.74	10.9	89.1
#20	0.850	5.70	3.91	14.8	85.2
#40	0.425	5.70	3.91	18.7	81.3
#60	0.250	2.20	1.51	20.2	79.8
#140	0.106	11.30	7.75	27.9	72.1
#200	0.075	3.40	2.33	30.3	69.7
< 200	fondo	0.70	0.48	30.7	69.3
Total		244.20	30.75		

Nota: Análisis elaborado en laboratorio.

**Figura 9**

*Curva granulométrica de la calicata C-06.*



% GRAVA	7.12	% Gruesa :	1.19	D60 (mm) =	0.000
		% Fina :	5.93	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	23.15	% Gruesa :	3.74	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	7.82	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	11.59	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	69.73				

Nota: Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

Para la calicata C-07, los ensayos de laboratorio se muestran en la tabla 15 y en la figura 10.

**Tabla 15**

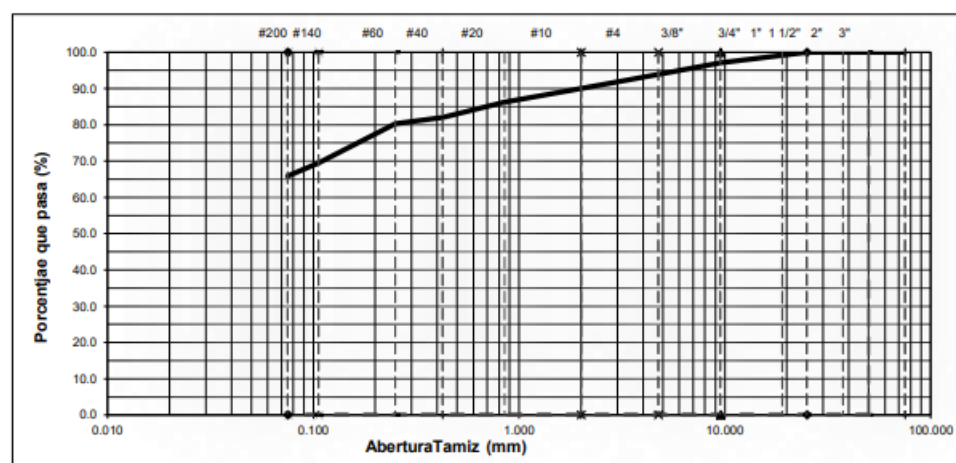
*Análisis granulométrico de la calicata C-07.*

Tamiz	Abertura	Peso retenido	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Acumulado que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 ½"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.00	0.0	100.0
¾"	19.000	17.70	0.85	0.9	99.1
⅜"	9.500	41.70	2.10	2.9	97.1
#4	4.750	67.70	3.26	6.1	93.9
#10	2.000	79.80	3.84	10.0	90.0
#20	0.850	5.50	3.81	13.8	86.2
#40	0.425	6.10	4.22	18.0	82.0
#60	0.250	2.50	1.73	19.7	80.3
#140	0.106	15.60	10.80	30.5	69.5
#200	0.075	5.20	3.60	34.1	65.9
< 200	fondo	1.30	0.90	35.0	65.0
Total		243.10	35.11		

Nota: Análisis elaborado en laboratorio.

**Figura 10**

*Curva granulométrica de la calicata C-07.*



% GRAVA	6.12	% Gruesa :	0.85	D60 (mm) =	0.000
		% Fina :	5.27	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	28.01	% Gruesa :	3.84	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	8.03	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	16.14	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	65.87				

Nota: Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

Para la calicata C-08, los ensayos de laboratorio se muestran en la tabla 16 y en la figura 11.

**Tabla 16**

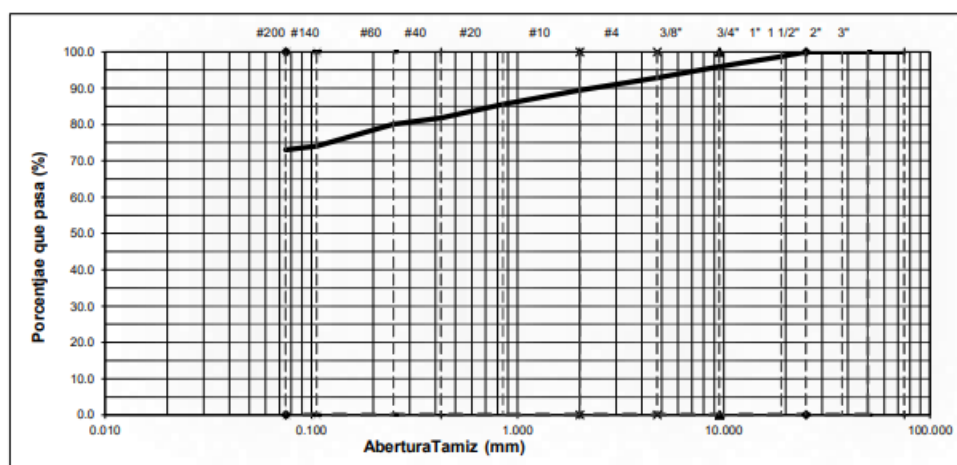
*Análisis granulométrico de la calicata C-08.*

Tamiz	Abertura	Peso retenido	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Acumulado que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 ½"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.00	0.0	100.0
¾"	19.000	26.80	1.31	1.3	98.7
⅜"	9.500	55.80	2.73	4.0	96.0
#4	4.750	63.60	3.12	7.2	92.8
#10	2.000	70.10	3.43	10.6	89.4
#20	0.850	5.60	3.85	14.4	85.6
#40	0.425	5.50	3.78	18.2	81.8
#60	0.250	2.50	1.72	19.9	80.1
#140	0.106	8.70	5.98	25.9	74.1
#200	0.075	1.50	1.03	27.0	73.0
< 200	fondo	0.00	0.00	27.0	73.0
Total		240.10	26.95		

Nota: Análisis elaborado en laboratorio.

**Figura 11**

*Curva granulométrica de la calicata C-08.*



% GRAVA	7.16	% Gruesa :	1.31	D60 (mm) =	0.000
		% Fina :	5.85	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	19.80	% Gruesa :	3.43	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	7.63	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	8.73	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	73.04				

Nota: Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

Para la calicata C-09, los ensayos de laboratorio se muestran en la tabla 17 y en la figura 12.

**Tabla 17**

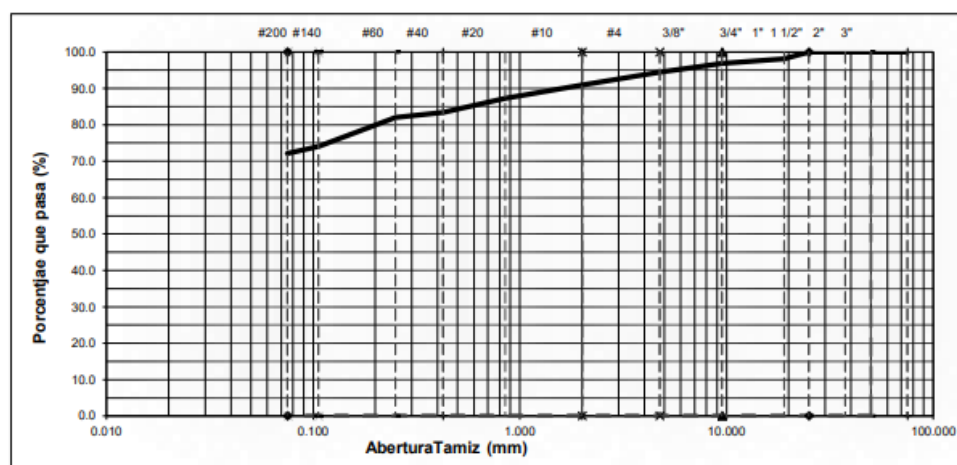
*Análisis granulométrico de la calicata C-09.*

Tamiz	Abertura	Peso retenido	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Acumulado que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 ½"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.00	0.0	100.0
¾"	19.000	32.90	1.88	1.9	98.1
⅜"	9.500	21.40	1.23	3.1	96.9
#4	4.750	41.90	2.40	5.5	94.5
#10	2.000	61.60	3.53	9.0	91.0
#20	0.850	5.30	3.71	12.7	87.3
#40	0.425	5.50	3.85	16.6	83.4
#60	0.250	2.00	1.40	18.0	82.0
#140	0.106	11.40	7.98	26.0	74.0
#200	0.075	2.70	1.89	27.9	72.1
< 200	fondo	0.40	0.28	28.1	71.9
Total		185.10	28.15		

Nota: Análisis elaborado en laboratorio.

**Figura 12**

*Curva granulométrica de la calicata C-09.*



% GRAVA	5.51	% Gruesa :	1.88	D60 (mm) =	0.000
		% Fina :	3.63	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	22.35	% Gruesa :	3.53	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	7.56	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	11.27	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	72.14				

Nota: Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

Para la calicata C-10 los ensayos de laboratorio se muestran en la tabla 18 y en la figura 13 respectivamente.

**Tabla 18**

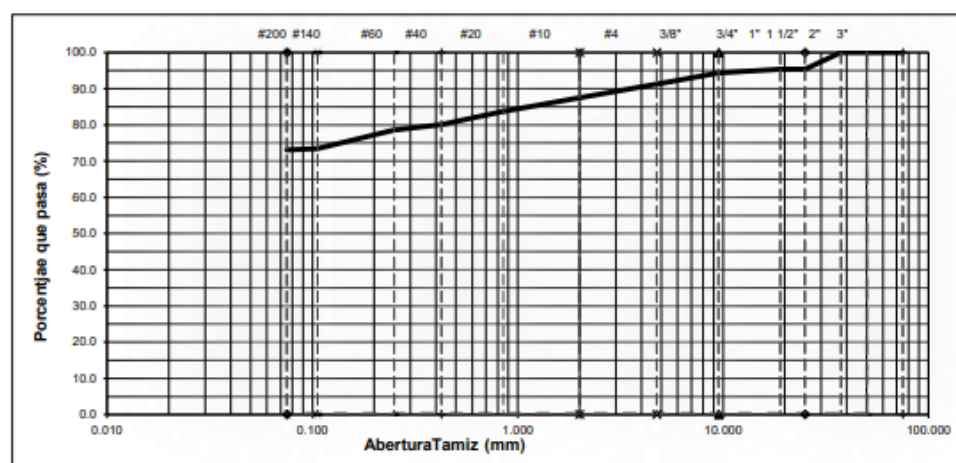
*Análisis granulométrico de la calicata C-10.*

Tamiz	Abertura	Peso retenido	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Acumulado que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 ½"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	83.40	4.59	4.6	95.4
¾"	19.000	0.00	0.00	4.6	95.4
⅜"	9.500	19.30	1.06	5.7	94.3
#4	4.750	55.50	3.06	8.7	91.3
#10	2.000	68.80	3.79	12.5	87.5
#20	0.850	5.60	3.77	16.3	83.7
#40	0.425	5.50	3.70	20.0	80.0
#60	0.250	2.20	1.48	21.5	78.5
#140	0.106	7.60	5.12	26.6	73.4
#200	0.075	0.50	0.34	26.9	73.1
< 200	fondo	0.00	0.00	26.9	73.1
Total		248.40	26.91		

Nota: Análisis elaborado en laboratorio.

**Figura 13**

Curva granulométrica de la calicata C-10.



% GRAVA	8.71	% Gruesa :	4.59	D60 (mm) =	0.000
		% Fina :	4.12	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	18.19	% Gruesa :	3.79	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	7.47	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	6.93	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	73.09				

Nota: Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

#### 4.2.2. Contenido de humedad y límites de consistencia

Para determinar contenido de humedad, límite líquido (L.L), límite plástico (L.P) e índice de plasticidad (I.P) se utilizó el procedimiento estipulado en el Manual de ensayo de materiales MTC E 108, MTC E 110 y MTC E 111. Respectivamente.

Los límites de Atterberg y contenido de humedad están en la tabla 19.

**Tabla 19**

*Contenido de humedad y Límites de Atterberg.*

Calicatas	Humedad natural (%)	Límites de consistencia		
		L.L	L.P	IP
C-01	3.87	31	16	15
C-02	3.41	32	16	16
C-03	11.17	34	16	18
C-04	10.78	33	18	15
C-05	11.17	30	14	16
C-06	11.04	31	12	19
C-07	11.42	30	14	16
C-08	11.39	33	15	18
C-09	11.38	32	16	16
C-10	11.07	34	14	20

*Nota:* Elaborada con los resultados de laboratorio.

#### 4.2.3. Clasificación de suelo.

##### a. Método SUCS

Considerando la cantidad finos, límites de Atterberg y diagrama de plasticidad, se clasificó el suelo de cada calicata.

##### b. Método AASHTO

Para clasificar por este método se utilizó el porcentaje de finos.

La clasificación AASHTO y SUCS de las muestras de suelo de cada calicata, correspondiente al tramo en estudio. Están en la tabla 20.

**Tabla 20**

*Clasificación de suelos según AASHTO y SUCS.*

Calicata	Índice de Grupo			Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS	Descripción
	IG - LL	IG - IP	Índice de grupo			
C-01	2.96	1.95	5	A-6(5)	CL	Arcilla Arenosa de baja plasticidad
C-02	3.74	2.60	6	A-6(6)	CL	Arcilla Arenosa de baja plasticidad
C-03	4.88	3.90	9	A-6(9)	CL	Arcilla Arenosa de baja plasticidad
C-04	3.90	2.18	6	A-6(6)	CL	Arcilla Arenosa de baja plasticidad
C-05	3.78	2.71	6	A-6(6)	CL	Arcilla Arenosa de baja plasticidad
C-06	5.38	4.93	10	A-6(10)	CL	Arcilla Arenosa de baja plasticidad
C-07	4.63	3.05	8	A-6(8)	CL	Arcilla Arenosa de baja plasticidad
C-08	6.28	4.64	11	A-6(11)	CL	Arcilla de baja plasticidad con arena
C-09	5.94	3.43	9	A-6(9)	CL	Arcilla de baja plasticidad con arena
C-10	6.48	5.81	12	A-6(12)	CL	Arcilla de baja plasticidad con arena

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.



### 4.3. PROPIEDADES MECANICAS

#### 4.3.1. Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado)

El procedimiento utilizado para determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco se basó en la norma MTC E 115. Teniendo en cuenta la tabla 5 se realizó dicho ensayo de laboratorio de tres calicatas, siendo estas: Calicata C-01, calicata C-05 y calicata C-10.

Para la calicata C-01, el ensayo de Proctor Modificado y la gráfica de relación humedad – densidad se muestran en la tabla 21 y figura 14 respectivamente.

**Tabla 21**

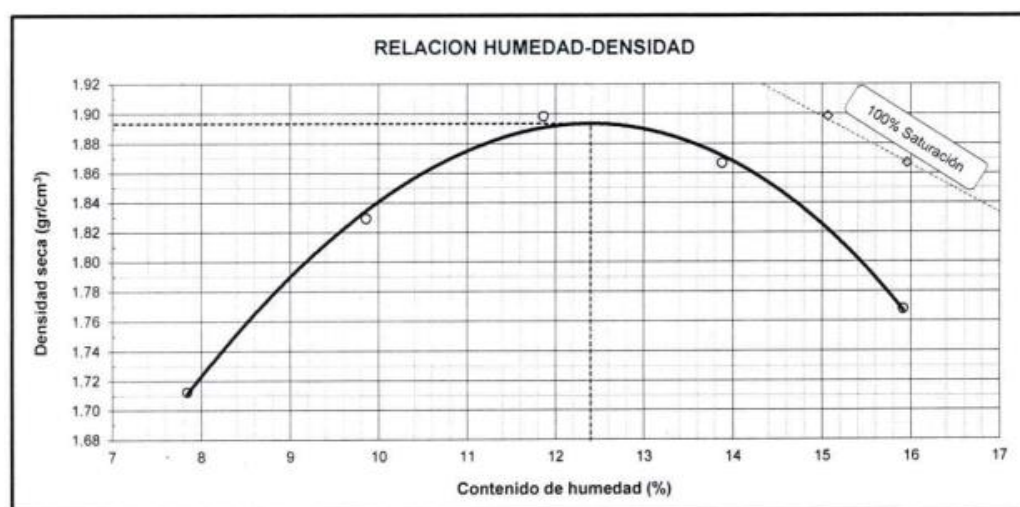
*Proctor Modificado C-01.*

Procedimiento de Compactación: A	capas: Cinco
Pistón: Manual	Golpes por capa: 25
Método de Preparación: Húmedo	Gravedad Específica: 2.62
Resultados Obtenidos	
Densidad Seca Compactada Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	: 1.89
Peso Unitario Seco Compactado (kN/m <sup>3</sup> )	: 18.60
Humedad Óptima (%)	: 12.40

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

**Figura 14**

*Relación de contenido de Humedad – Densidad seca de la C-01.*



*Nota:* Elaborado con datos del ensayo de laboratorio.

Para la calicata C-05, el ensayo de Proctor Modificado y la gráfica de relación humedad – densidad se muestran en la tabla 22 y figura 15 respectivamente.

**Tabla 22**

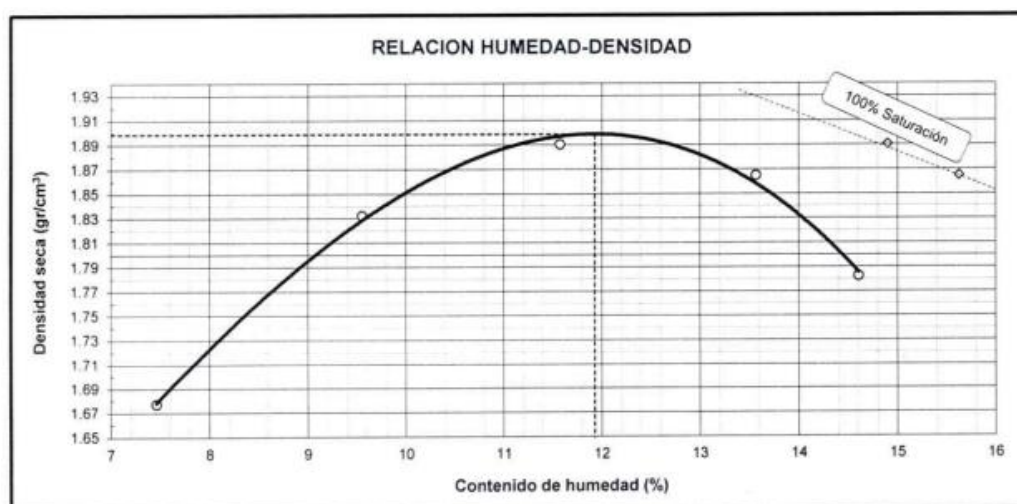
*Proctor Modificado C-05.*

Procedimiento de Compactación: A	capas: Cinco
Pistón: Manual	Golpes por capa: 25
Método de Preparación: Húmedo	Gravedad Específica: 2.62
Resultados Obtenidos	
Densidad Seca Compactada Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	: 1.90
Peso Unitario Seco Compactado (kN/m <sup>3</sup> )	: 18.60
Humedad Óptima (%)	: 11.93

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

**Figura 15**

*Relación de contenido de Humedad - Densidad seca de la C-05.*



*Nota:* Elaborado con datos del ensayo de laboratorio.

Para la calicata C-10, el ensayo de Proctor Modificado y la gráfica de relación humedad – densidad se muestran en la tabla 23 y figura 16 respectivamente.

**Tabla 23**

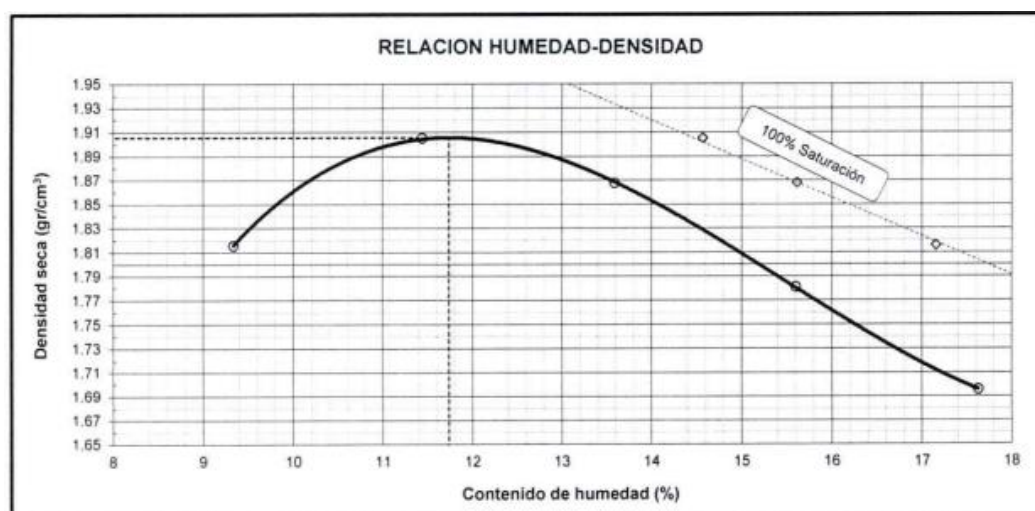
*Proctor Modificado C-10.*

Procedimiento de Compactación: A	capas: Cinco
Pistón: Manual	Golpes por capa: 25
Método de Preparación: Húmedo	Gravedad Específica: 2.62
Resultados Obtenidos	
Densidad Seca Compactada Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	: 1.91
Peso Unitario Seco Compactado (kN/m <sup>3</sup> )	: 18.70
Humedad Óptima (%)	: 11.74

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

**Figura 16**

*Relación de contenido de Humedad - Densidad seca de la C-10.*



*Nota:* Elaborado con datos del ensayo de laboratorio.

**Nota:** los suelos con la adición de caucho granular de neumáticos no presentaron variación en la densidad seca compactada máxima, tampoco en el peso unitario seco compactado y la humedad óptima de mantuvo.

#### 4.3.2. CBR de suelo en condiciones normales

Considerando el procedimiento de la norma MTC E 132, obtenemos el CBR para las calicatas en estudio. Las cuales son: Calicata C-01, Calicata C-05 y calicata C-10. A este resultado, se le denominó Grupo de Control. En la tabla 24 se muestran los resultados de CBR y sus gráficos correspondientes en las figuras 17, 18 y 19.

**Tabla 24**

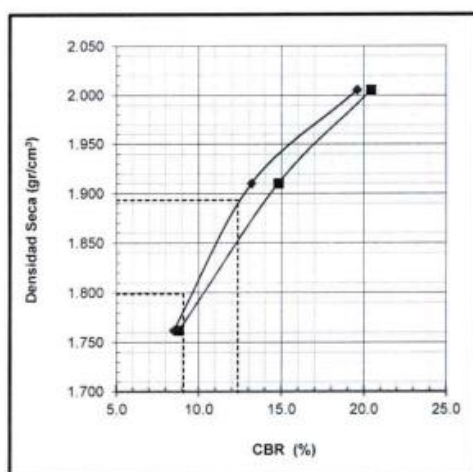
*CBR de suelo natural de las calicatas C-01, C-05 y C-10.*

<b>CALICATA C-01</b>	
Método de Compactación	: ASTM D1557
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.98
Óptimo contenido de humedad (%)	: 12.40
95% Máxima densidad seca	: 1.80
Resultados	
Valor de CBR al 100% de la MDS:	12.4 (%)
Valor de CBR al 95% de la MDS:	9.1(%)
<b>CALICATA C-05</b>	
Método de Compactación	: ASTM D1557
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.90
Óptimo contenido de humedad (%)	: 11.93
95% Máxima densidad seca	: 1.80
Resultados	
Valor de CBR al 100% de la MDS:	14.3 (%)
Valor de CBR al 95% de la MDS:	7.8(%)
<b>CALICATA C-10</b>	
Método de Compactación	: ASTM D1557
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.91
Óptimo contenido de humedad (%)	: 11.74
95% Máxima densidad seca	: 1.81
Resultados	
Valor de CBR al 100% de la MDS:	11.2(%)
Valor de CBR al 95% de la MDS:	6.7(%)

*Nota:* Elaborada con los resultados de laboratorio.

**Figura 17**

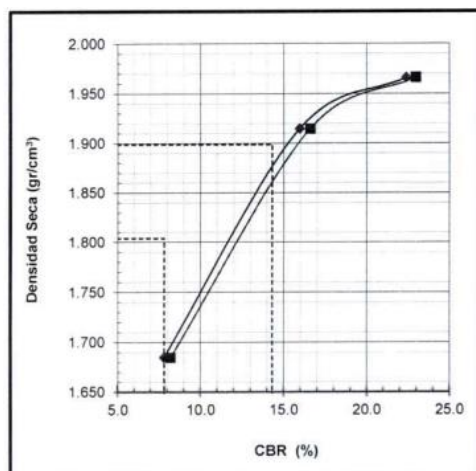
*Grafica de CBR de la calicata C-01*



*Nota:* Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

**Figura 18**

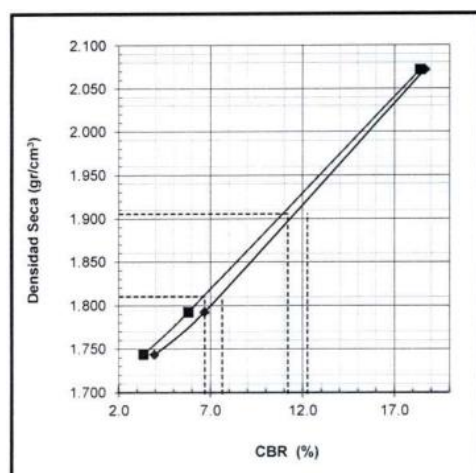
*Grafica de CBR de la calicata C-05.*



*Nota:* Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

**Figura 19**

*Grafica de CBR de la calicata C-10.*



*Nota:* Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

#### **4.3.3. CBR de suelo arcilloso con 20% de caucho granular de neumáticos.**

Al suelo arcilloso se le adicionó 20% de caucho granular de neumáticos pasantes la malla n°4. A esta mezcla se le denominó Grupo Experimental 1. Para hallar el CBR se utilizó el procedimiento de la norma MTC E 132. En la tabla 25 se muestran los resultados de CBR y sus gráficos correspondientes en las figuras 20, 21 y 22.

**Tabla 25**

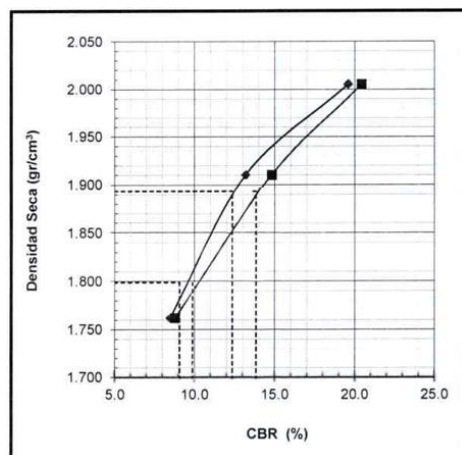
*CBR de suelo con 20% de caucho granular de neumáticos de las calicatas C-01, C-05 y C-10.*

<b>CALICATA C-01 CON 20% DE CAUCHO GRANULAR DE NEUMATICOS</b>	
Método de Compactación	: ASTM D1557
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.98
Óptimo contenido de humedad (%)	: 12.40
95% Máxima densidad seca	: 1.80
Resultados	
Valor de CBR al 100% de la MDS:	12.1 (%)
Valor de CBR al 95% de la MDS:	8.8 (%)
<b>CALICATA C-05 CON 20% DE CAUCHO GRANULAR DE NEUMATICOS</b>	
Método de Compactación	: ASTM D1557
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.90
Óptimo contenido de humedad (%)	: 11.93
95% Máxima densidad seca	: 1.80
Resultados	
Valor de CBR al 100% de la MDS:	13.8 (%)
Valor de CBR al 95% de la MDS:	7.3 (%)
<b>CALICATA C-10 CON 20% DE CAUCHO GRANULAR DE NEUMATICOS</b>	
Método de Compactación	: ASTM D1557
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.91
Óptimo contenido de humedad (%)	: 11.74
95% Máxima densidad seca	: 1.81
Resultados	
Valor de CBR al 100% de la MDS:	11.1 (%)
Valor de CBR al 95% de la MDS:	6.5 (%)

*Nota:* Elaborada con los resultados de laboratorio.

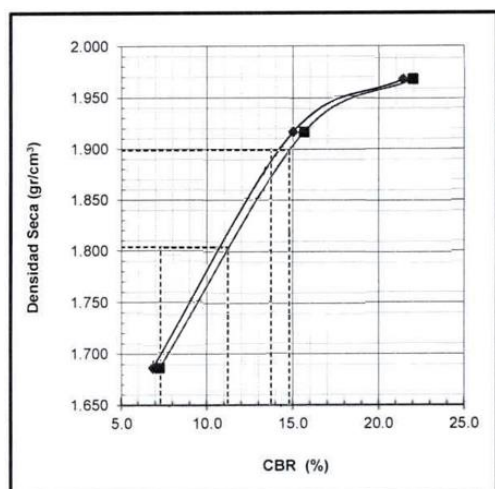
**Figura 20**

*Grafica de CBR de la calicata C-01. Con 20% de caucho granular de neumáticos.*



**Figura 21**

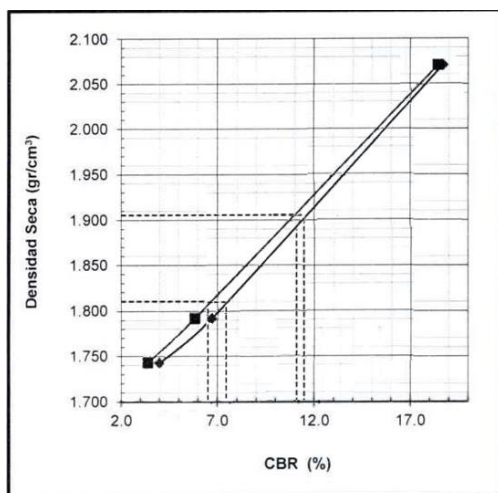
*Grafica de CBR de la calicata C-05. Con 20% de caucho granular de neumáticos.*



*Nota:* Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

**Figura 22**

*Grafica de CBR de la calicata C-10. Con 20% de caucho granular de neumáticos.*



*Nota:* Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

#### **4.3.4. CBR de suelo arcilloso con 40% de caucho granular de neumáticos.**

Al suelo arcilloso se le adicionó 40% de caucho granular de neumáticos pasantes la malla n°4. A esta mezcla se le denominó Grupo Experimental 2. Para hallar el CBR se utilizó el procedimiento de la norma MTC E 132. En la tabla 26 se muestran los resultados de CBR y sus gráficos correspondientes en las figuras 23, 24 y 25.

**Tabla 26**

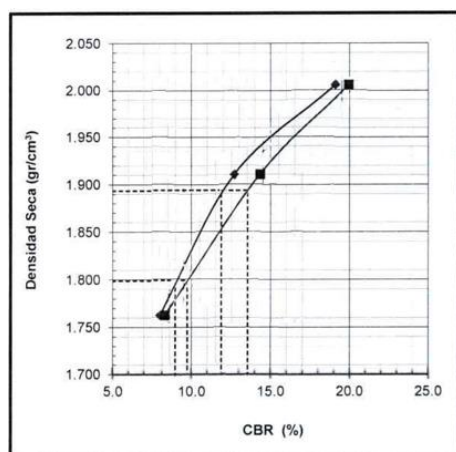
*CBR de suelo con 40% de caucho granular de neumáticos de las calicatas C-01, C-05 y C-10.*

<b>CALICATA C-01 CON 40% DE CAUCHO GRANULAR DE NEUMATICOS</b>	
Método de Compactación	: ASTM D1557
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.98
Óptimo contenido de humedad (%)	: 12.40
95% Máxima densidad seca	: 1.80
Resultados	
Valor de CBR al 100% de la MDS:	12.0(%)
Valor de CBR al 95% de la MDS:	8.5(%)
<b>CALICATA C-05 CON 40% DE CAUCHO GRANULAR DE NEUMATICOS</b>	
Método de Compactación	: ASTM D1557
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.90
Óptimo contenido de humedad (%)	: 11.93
95% Máxima densidad seca	: 1.80
Resultados	
Valor de CBR al 100% de la MDS:	13.7(%)
Valor de CBR al 95% de la MDS:	7.1(%)
<b>CALICATA C-10 CON 40% DE CAUCHO GRANULAR DE NEUMATICOS</b>	
Método de Compactación	: ASTM D1557
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.91
Óptimo contenido de humedad (%)	: 11.74
95% Máxima densidad seca	: 1.81
Resultados	
Valor de CBR al 100% de la MDS:	11.0(%)
Valor de CBR al 95% de la MDS:	6.4(%)

*Nota:* Elaborada con los resultados de laboratorio.

**Figura 23**

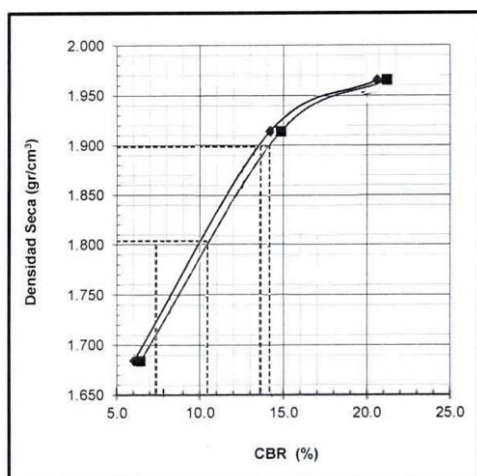
*Grafica de CBR de la calicata C-01. Con 40% de caucho granular de neumáticos.*





**Figura 24**

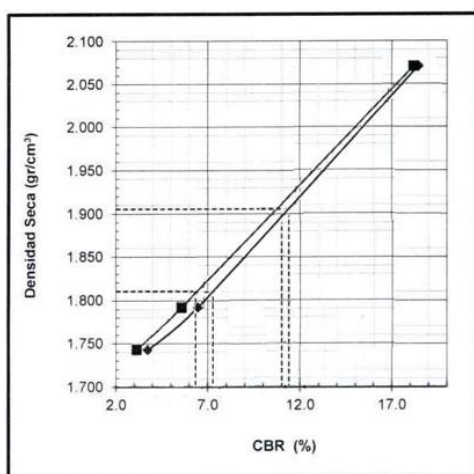
*Grafica de CBR de la calicata C-05. Con 40% de caucho granular de neumáticos.*



*Nota:* Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

**Figura 25**

*Grafica de CBR de la calicata C-10. Con 40% de caucho granular de neumáticos.*



*Nota:* Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

#### **4.3.5. CBR de suelo arcilloso con 60% de caucho granular de neumáticos**

Al suelo arcilloso se le adicionó 60% de caucho granular de neumáticos pasantes la malla n°4. A esta mezcla se le denominó Grupo Experimental 3. Para hallar el CBR se utilizó el procedimiento de la norma MTC E 132. En la tabla 27 se muestran los resultados de CBR y sus gráficos correspondientes en las figuras 26, 27 y 28.

**Tabla 27**

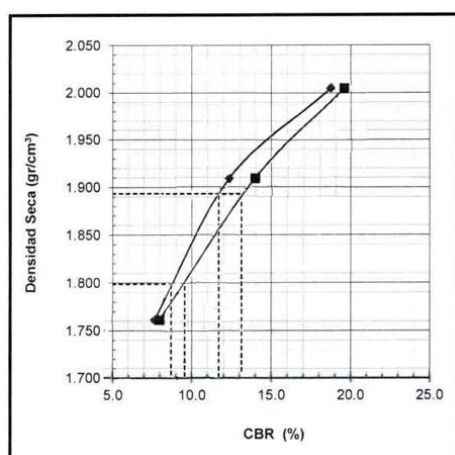
*CBR de suelo con 60% de caucho granular de neumáticos de las calicatas C-01, C-05 y C-10.*

<b>CALICATA C-01 CON 60% DE CAUCHO GRANULAR DE NEUMATICOS</b>	
Método de Compactación	: ASTM D1557
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.98
Óptimo contenido de humedad (%)	: 12.40
95% Máxima densidad seca	: 1.80
Resultados	
Valor de CBR al 100% de la MDS:	11.8(%)
Valor de CBR al 95% de la MDS:	8.4(%)
<b>CALICATA C-05 CON 60% DE CAUCHO GRANULAR DE NEUMATICOS</b>	
Método de Compactación	: ASTM D1557
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.90
Óptimo contenido de humedad (%)	: 11.93
95% Máxima densidad seca	: 1.80
Resultados	
Valor de CBR al 100% de la MDS:	13.5(%)
Valor de CBR al 95% de la MDS:	6.9(%)
<b>CALICATA C-10 CON 60% DE CAUCHO GRANULAR DE NEUMATICOS</b>	
Método de Compactación	: ASTM D1557
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.91
Óptimo contenido de humedad (%)	: 11.74
95% Máxima densidad seca	: 1.81
Resultados	
Valor de CBR al 100% de la MDS:	10.8(%)
Valor de CBR al 95% de la MDS:	6.1(%)

*Nota:* Elaborada con los resultados de laboratorio.

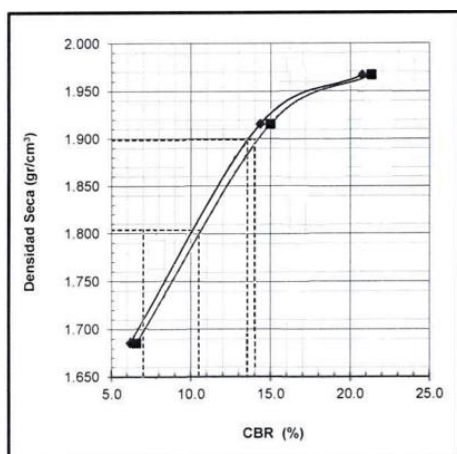
**Figura 26**

*Grafica de CBR de la calicata C-01. Con 60% de caucho granular de neumáticos.*



**Figura 27**

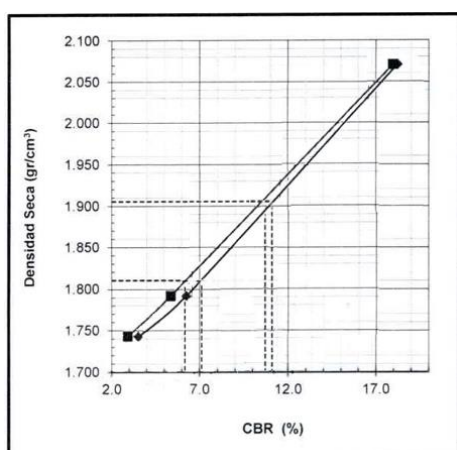
*Grafica de CBR de la calicata C-05. Con 60% de caucho granular de neumáticos.*



*Nota:* Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

**Figura 28**

*Grafica de CBR de la calicata C-10. Con 60% de caucho granular de neumáticos.*



*Nota:* Elaboración propia con datos del ensayo de laboratorio.

#### **4.3.6. Resumen de los resultados de laboratorio.**

Los ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de las muestras de suelo correspondientes a cada calicata. Se realizaron utilizando los procedimientos establecidos en el Manual de Ensayo de materiales (MTC E 107, MTC E 108, MTC E 110, MTC E 111, MTC E 115, MTC E 132). Los resultados de los ensayos se muestran en los siguientes anexos:

- Anexo C. Resultados de los ensayos de laboratorio correspondiente a las propiedades físicas y mecánicas.
- Anexo E. Elaboración de calicatas y extracción de muestra de suelos.
- Anexo F. Ensayo de laboratorio para determinar propiedades físicas de los suelos.
- Anexo G. Ensayo de laboratorio para determinar propiedades mecánicas de los suelos.

#### 4.4. CAPACIDAD DE SOPORTE POR LA ADICION DE CAUCHO GRANULAR DE NEUMATICOS DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE

##### 4.4.1. Comparación del CBR del grupo de control y el CBR de los grupos experimentales.

Se tomó como grupo de control al CBR obtenido por ensayo de laboratorio de las muestras de suelo arcilloso en condiciones normales de cada calicata. Y grupo experimental al CBR obtenido con caucho granular de neumáticos al 20%, 40% y 60%. Siendo en total tres grupos experimentales.

Los CBR del grupo de control y de los grupos experimentales. Están en la tabla 28 Estos datos fueron tomados de las tablas 24, 25, 26 y 27.

**Tabla 28**

*Resumen de CBR del grupo de control y CBR de grupos experimentales.*

Calicata	M.D.S.	CBR Grupo de control (%)	CBR con adición de caucho granular de neumáticos		
			Con 20% Grupo Experimental 1 (%)	Con 40% Grupo Experimental 2 (%)	Con 60% Grupo Experimental 3 (%)
C-01	Al 100%	12.4	12.1	12.0	11.8
	Al 95%	9.1	8.8	8.5	8.4
C-05	Al 100%	14.3	13.8	13.7	13.5
	Al 95%	7.8	7.3	7.1	6.9
C-10	Al 100%	11.2	11.1	11.0	10.8
	Al 95%	6.7	6.5	6.4	6.1

*Nota:* Elaborada con los datos de las tablas 24, 25, 26 y 27.

#### 4.4.2. Gráficos comparativos de los resultados.

##### a. CBR de suelo arcilloso con caucho granular de neumáticos de la calicata C-01

Al suelo arcilloso se le adicionó caucho granular de neumáticos en una proporción de 20%, 40% y 60%. Luego de ello se determinó el CBR en laboratorio, y con los datos de la tabla 28 se realizó gráficos comparativos los cuales se muestran a continuación:

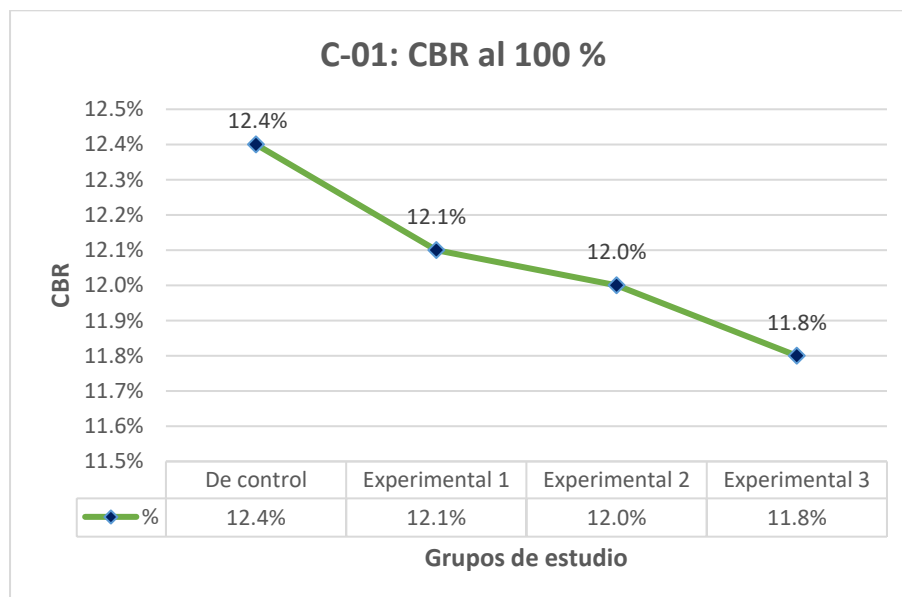
##### - Valor del CBR al 100% de la M.D.S

En la figura 29 se presenta la comparación entre el CBR de la muestra de control y los CBR de los grupos experimentales. Para el grupo de control se obtuvo el CBR igual a 12.4%; para el grupo experimental 1 al cual se le adicionó 20% de caucho granular de neumáticos resultó el CBR igual a 12.1%; para el grupo experimental 2 al cual se le adicionó 40% de caucho granular de neumáticos el CBR resultó igual a 12.0%; al grupo experimental 3 se le adicionó 60% de caucho granular de neumáticos y se obtuvo el CBR igual a 11.8%.

Por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos no favorece el aumento del CBR. Es evidente que mientras se aumenta la proporción de caucho granular de neumáticos, el valor del CBR al 100% de la M.D.S disminuye.

**Figura 29**

*Línea de evolución de los niveles del CBR al 100% de las muestras de estudio C-01.*



*Nota:* Gráfica elaborada con los datos de la tabla 28.

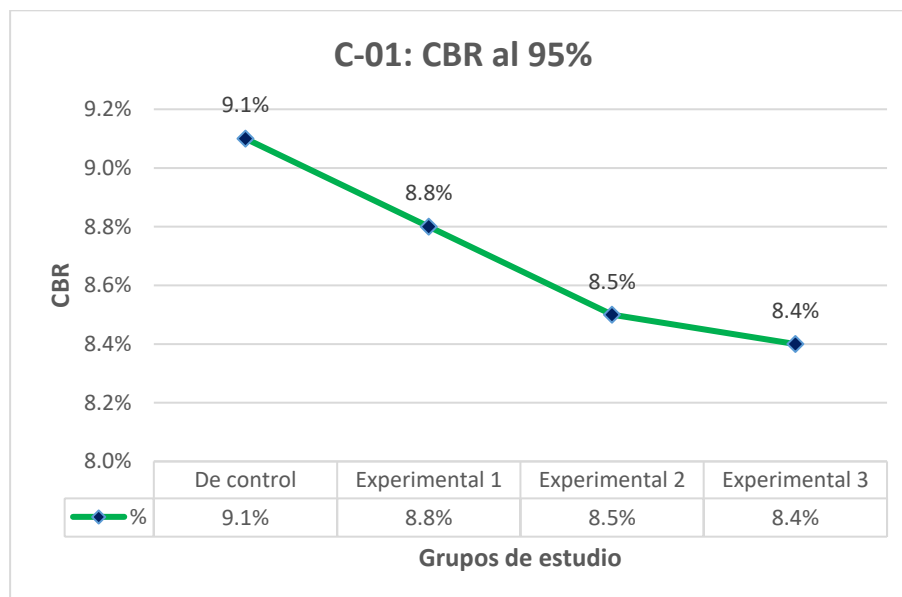
- **Valor del CBR al 95% de la M.D.S**

En la figura 30 se presenta la comparación entre el CBR de la muestra de control y los CBR de los grupos experimentales. Para el grupo de control se obtuvo el CBR igual a 9.1% mientras que para el grupo experimental 1 al cual se le adicionó 20% de caucho granular de neumáticos resultó el CBR igual a 8.8%; al grupo experimental 2 se le adicionó 40% de caucho granular de neumáticos y se obtuvo el CBR igual a 8.5%; al grupo experimental 3 se le adicionó 60% de caucho granular de neumáticos y se obtuvo el CBR igual a 8.4%.

Por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos no favorece el aumento del CBR. Es evidente que mientras se aumenta la proporción de caucho granular de neumáticos, el valor del CBR al 95% de la M.D.S disminuye.

**Figura 30**

*Línea de evolución de los niveles del CBR al 95% de las muestras de estudio C-01.*



*Nota:* Gráfica elaborada con los datos de la tabla 28.

**b. CBR de suelo arcilloso con caucho granular de neumáticos de la calicata C-05**

Al suelo arcilloso, se le adicionó caucho granular de neumáticos en una proporción de 20%, 40% y 60%. Luego de ello se determinó el CBR en laboratorio, y con los datos de la tabla 28 se realizó gráficos comparativos los cuales se muestran a continuación:

**- Valor del CBR al 100% de la M.D.S**

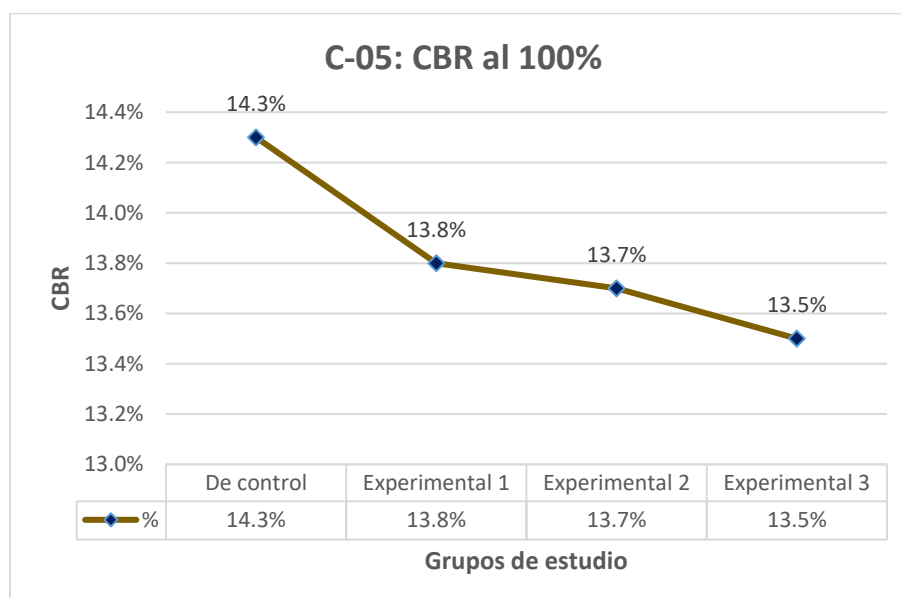
En la figura 31 se presenta la comparación entre el CBR de la muestra de control y los CBR de los grupos experimentales. Para el grupo de control se obtuvo el CBR igual a 14.3%; para el grupo experimental 1 al cual se le adicionó 20% de caucho granular de neumáticos resultó el CBR igual a 13.8%; para el grupo experimental 2 al cual se le adicionó 40% de caucho granular de neumáticos el CBR resultó igual a 13.7%; al grupo experimental 3 se le

adicionó 60% de caucho granular de neumáticos y se obtuvo el CBR igual a 13.5%.

Por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos no favorece el aumento del CBR. Es evidente que mientras se aumenta la proporción de caucho granular de neumáticos, el valor del CBR al 100% de la M.D.S disminuye.

### Figura 31

*Línea de evolución de los niveles del CBR al 100% de las muestras de estudio C-05.*



*Nota:* gráfica elaborada con los datos de la tabla 28.

#### - Valor del CBR al 95% de la M.D.S

En la figura 32 se presenta la comparación entre el CBR de la muestra de control y los CBR de los grupos experimentales. Para el grupo de control se obtuvo el CBR igual a 7.8% mientras que para el grupo experimental 1 al cual se le adicionó 20% de caucho granular de neumáticos resultó el CBR igual a 7.3%; al grupo experimental 2 se le adicionó 40% de caucho granular de neumáticos y se obtuvo el CBR igual a 7.1%; al grupo experimental 3 se le

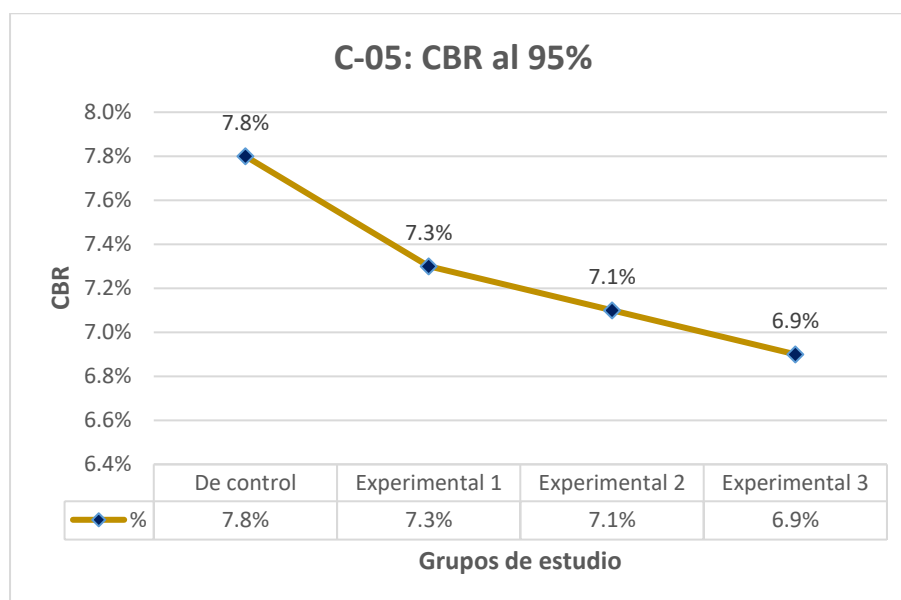


adicionó 60% de caucho granular de neumáticos y se obtuvo el CBR igual a 6.9%.

Por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos no favorece el aumento del CBR. Es evidente que mientras se aumenta la proporción de caucho granular de neumáticos, el valor del CBR al 95% de la M.D.S disminuye.

### Figura 32

*Línea de evolución de los niveles del CBR al 95% de las muestras de estudio C-05.*



*Nota:* Gráfica elaborada con los datos de la tabla 28.

### c. CBR de suelo arcilloso con caucho granular de neumáticos de la calicata C-10

Al suelo arcilloso, se le adicionó caucho granular de neumáticos en una proporción de 20%, 40% y 60%. Luego de ello se determinó el CBR en laboratorio, y con los datos de la tabla 28 se realizó gráficos comparativos los cuales se muestran a continuación:

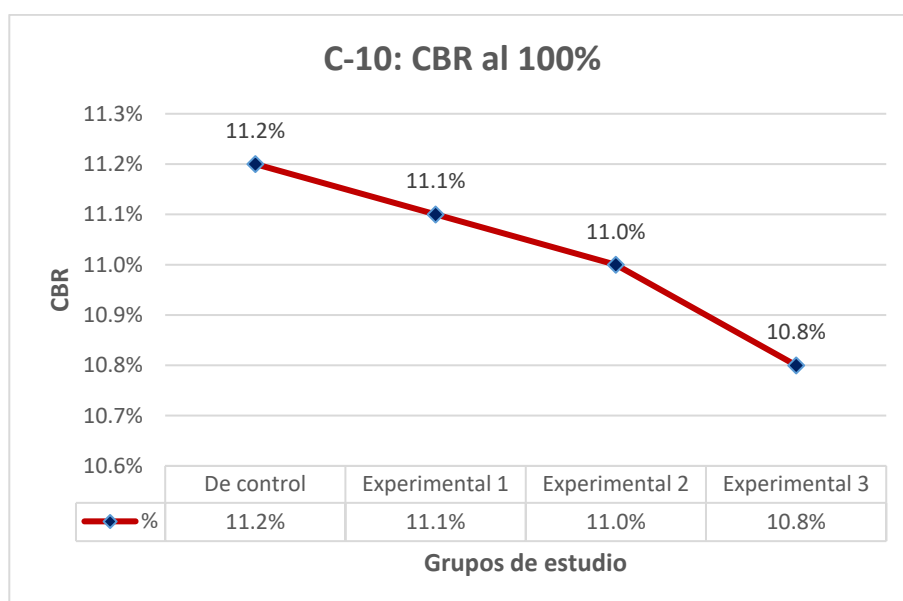
- **Valor del CBR al 100% de la M.D.S**

En la figura 33 se presenta la comparación entre el CBR de la muestra de control y los CBR de los grupos experimentales. Para el grupo de control se obtuvo el CBR igual a 11.2%; para el grupo experimental 1 al cual se le adicionó 20% de caucho granular de neumáticos resultó el CBR igual a 11.1%; para el grupo experimental 2 al cual se le adicionó 40% de caucho granular de neumáticos el CBR resultó igual a 11.0%; al grupo experimental 3 se le adicionó 60% de caucho granular de neumáticos y se obtuvo el CBR igual a 10.8%.

Por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos no favorece el aumento del CBR. Es evidente que mientras se aumenta la proporción de caucho granular de neumáticos, el valor del CBR al 100% de la M.D.S disminuye.

**Figura 33**

*Línea de evolución de los niveles del CBR al 100% de las muestras de estudio C-10.*



*Nota:* Gráfica elaborada con los datos de la tabla 28.

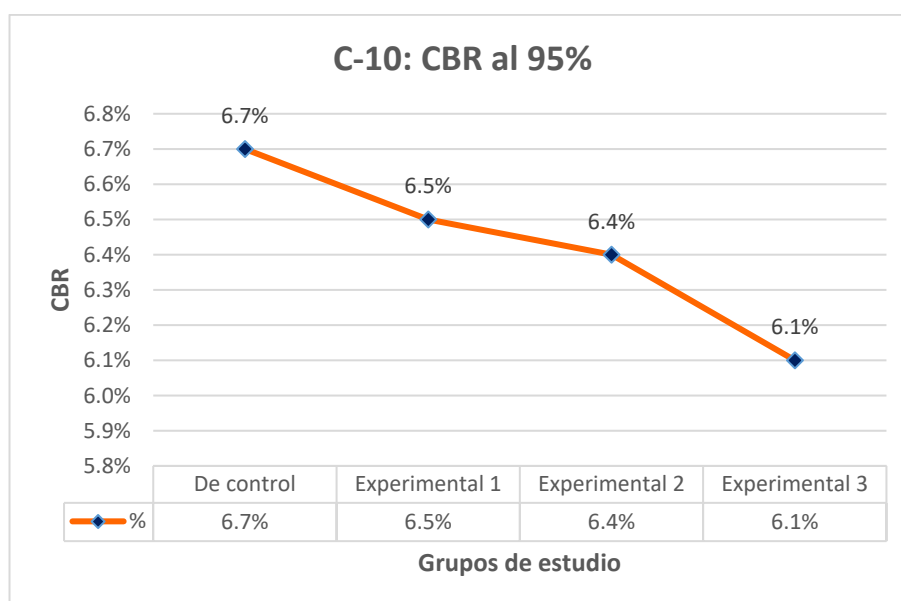
- **Valor del CBR al 95 % de la M.D.S**

En la figura 34 se presenta la comparación entre el CBR de la muestra de control y los CBR de los grupos experimentales. Para el grupo de control se obtuvo el CBR igual a 6.7% mientras que para el grupo experimental 1 al cual se le adicionó 20% de caucho granular de neumáticos resultó el CBR igual a 6.5%; al grupo experimental 2 se le adicionó 40% de caucho granular de neumáticos y se obtuvo el CBR igual a 6.4%; al grupo experimental 3 se le adicionó 60% de caucho granular de neumáticos y se obtuvo el CBR igual a 6.1%.

Por lo tanto, se evidencia que la adición de caucho granular de neumáticos no favorece el aumento de la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la calicata C-10. Se observa que mientras se aumenta la proporción de caucho granular de neumáticos, el valor del CBR al 95% de la M.D.S disminuye

**Figura 34**

*Línea de evolución de los niveles del CBR al 95% de las muestras de estudio C-10.*



*Nota:* Gráfica elaborada con los datos de la tabla 28.

#### 4.4.3. Determinación de la incidencia del caucho granular de neumáticos en el CBR del suelo arcilloso.

##### a. Incidencia del caucho granular de neumáticos en el suelo arcilloso de la calicata C-01

Para la calicata C-01, se determinó la incidencia que produce en el suelo arcilloso de la subrasante la adición del caucho granular de neumáticos en proporciones de 20%, 40% y 60%. A partir de los datos mostrados en la tabla 28. Se tiene lo siguiente:

Para el 20% de adición (grupo experimental 1):

- En el caso del valor del CBR al 100 % de la M.D.S: Se obtuvo un valor de 12.4% (suelo natural) y 12.1% (con 20% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.3 ( $12.1 - 12.4 = -0.3$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 2.42% el valor inicial.
- En el caso del valor del CBR al 95 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 9.1% (suelo natural) y 8.8% (con 20% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.3 ( $8.8 - 9.1 = -0.3$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 3.30 % el valor inicial.

Para el 40% de adición (grupo experimental 2):

- En el caso del valor del CBR al 100 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 12.4% (suelo natural) y 12.0% (con 40% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.4 ( $12.0 - 12.4 = -0.4$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 3.23 % el valor inicial.
- En el caso del valor del CBR al 95 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 9.1% (suelo natural) y 8.5% (con 40% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.6 ( $8.5 - 9.1 = -0.6$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 6.59 % el valor inicial.

Para el 60% de adición (grupo experimental 3):

- En el caso del valor del CBR al 100 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 12.4% (suelo natural) y 11.8% (con 60% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.6 ( $11.8 - 12.4 = -0.6$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 4.84 % el valor inicial.
- En el caso del valor del CBR al 95 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 9.1% (suelo natural) y 8.4% (con 60% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.7 ( $8.4 - 9.1 = -0.7$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 7.69 % el valor inicial.

**b. Incidencia del caucho granular de neumáticos en el suelo arcilloso de la calicata C-05**

Para la calicata C-05, se determinó la incidencia que produce en el suelo arcilloso de la subrasante la adición del caucho granular de neumáticos en proporciones de 20%, 40% y 60%. A partir de los datos mostrados en la tabla 28. Se tiene lo siguiente:

Para el 20% de adición (grupo experimental 1):

- En el caso del valor del CBR al 100 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 14.3% (suelo natural) y 13.8% (con 20% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.5 ( $13.8 - 14.3 = -0.5$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 3.5 % el valor inicial.
- En el caso del valor del CBR al 95 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 7.8% (suelo natural) y 7.3% (con 20% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.5 ( $7.3 - 7.8 = -0.5$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 6.41 % el valor inicial.

Para el 40 % de adición (grupo experimental 2):

- En el caso del valor del CBR al 100 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 14.3% (suelo natural) y 13.7% (con 40% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.6 ( $13.7 - 14.3 = -0.6$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 4.20 % el valor inicial.
- En el caso del valor del CBR al 95 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 7.8% (suelo natural) y 7.1% (con 40% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.7 ( $7.1 - 7.8 = -0.7$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 8.97 % el valor inicial.

Para el 60 % de adición (grupo experimental 3):

- En el caso del valor del CBR al 100 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 14.3% (suelo natural) y 13.5% (con 60% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.8 ( $13.5 - 14.3 = -0.8$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 5.59 % el valor inicial.
- En el caso del valor del CBR al 95 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 7.8% (suelo natural) y 6.9% (con 60% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.9 ( $6.9 - 7.8 = -0.9$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 11.54 % el valor inicial.

**c. Incidencia del caucho granular de neumáticos en el suelo arcilloso de la calicata C-10**

Para la calicata C-10, se determinó la incidencia que produce en el suelo arcilloso de la subrasante la adición del caucho granular de neumáticos en proporciones de 20%, 40% y 60%. A partir de los datos mostrados en la tabla 28. Se tiene lo siguiente:

Para el 20% de adición (grupo experimental 1):

- En el caso del valor del CBR al 100 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 11.2% (suelo natural) y 11.1% (con 20% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.1 ( $11.1 - 11.2 = -0.1$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 0.89 % el valor inicial.
- En el caso del valor del CBR al 95 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 6.7% (suelo natural) y 6.5% (con 20% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.2 ( $6.5 - 6.7 = -0.2$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 2.99 % el valor inicial.

Para el 40 % de adición (grupo experimental 2):

- En el caso del valor del CBR al 100 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 11.2% (suelo natural) y 11.0% (con 40% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.2 ( $11.0 - 11.2 = -0.2$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 1.79 % el valor inicial.
- En el caso del valor del CBR al 95 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 6.7% (suelo natural) y 6.4% (con 40% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.3 ( $6.4 - 6.7 = -0.3$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 4.48 % el valor inicial.

Para el 60 % de adición (grupo experimental 3):

- En el caso del valor del CBR al 100 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 11.2% (suelo natural) y 10.8% (con 60% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.4 ( $10.8 - 11.2 = -0.4$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 3.57 % el valor inicial.

- En el caso del valor del CBR al 95 % de la M.D.S. Se obtuvo un valor de 6.7% (suelo natural) y 6.1% (con 60% de adición), se puede ver que ha disminuido en -0.6 ( $6.1 - 6.7 = -0.6$ ), por lo tanto, la adición de caucho granular de neumáticos incide en el CBR reduciendo en 8.96 % el valor inicial.

#### **d. Divergencia entre los resultados obtenidos y los objetivos planteados en la tesis**

Se ha considerado la investigación de Cusquisibán (2014), el cual desarrolló un estudio para mejorar los suelos arcillosos. El cual concluye con los siguientes resultados: al añadirse el 20% del volumen de las muestras con caucho granular el nivel del CBR aumenta en un 10%; mientras que al añadirse el 40% de caucho granular tiene como efecto que el CBR de las muestras de estudio aumentó en un 30.40%; finalmente, el 60% de caucho granular añadido a las muestras de estudio, aumentó el nivel del CBR hasta en un 41% de su valor inicial.

Las conclusiones a las que ha arribado Cusquisibán (2014), respecto de las conclusiones de la presente investigación, presenta una clara discrepancia al comparar ambas investigaciones: Mientras que en la presente investigación se ha concluido que la adición de caucho granular de neumáticos no ha generado un efecto directo sobre el aumento del CBR del material arcilloso extraído de la subrasante de la vía en estudio, los resultados del estudio de Cusquisibán (2014) indica que se produce un aumento considerable en los niveles de CBR de suelo arcilloso al añadirse caucho granular de neumático en dicho material, alcanzando aumentos constantes en su CBR del 10%, 30.40% y 41% a medida que el porcentaje de caucho granular añadido iba en aumento.

Con respecto al tipo de suelo, en la presente investigación se estuvo frente a un suelo que según AASHTO corresponde al suelo tipo A-6, mientras que según la SUCS corresponde al suelo C.L. Por el contrario, en la investigación de Cusquisibán



(2014) se estuvo frente a un suelo que según AASHTO correspondió al suelo A-7 (5), mientras que según la clasificación SUCS correspondió al tipo OH y OL, estando conformada estos suelos por arcillas orgánicas de media plasticidad y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad. Tomando en consideración una diferencia de suelos se entiende el porqué de la discrepancia de los resultados.

En el mismo sentido, existe una diferencia notable en el contexto geográfico y climático en los que se ejecutaron estas investigaciones: En el caso de la investigación de Cusquisibán (2014) éste realizó su investigación ubicada en la ciudad de Chachapoyas, el cual presenta un clima de alta humedad, de clima cálido ubicándose en la ecorregión de la selva baja (por debajo de los 1000 msnm); a diferencia de la presente investigación, cuyo estudio estuvo ubicada la ciudad de Olleros, provincia de Huaraz (ubicada a una altura de 3500 msnm) el cual presenta un clima seco, de temperaturas frías y baja precipitación. Estos factores geográficos y climáticos representan las causas que originan la discrepancia entre los resultados de las dos investigaciones comentadas.

Algunos posibles factores que pueden ocasionar la discrepancia de resultados se citan a continuación:

#### **a. Composición del suelo**

El tipo y porcentaje de arcilla presente en la subrasante pueden influir en su respuesta a la adición de caucho granular de neumáticos. Es posible que, en este caso en particular, la arcilla presente en la subrasante no interactúe de manera significativa con el caucho; es decir que las partículas del suelo arcilloso son menores a 0.005 mm mientras que el caucho granular de neumáticos utilizados en la presente tesis fueron las pasantes de la malla n°4 los cuales tuvieron un tamaño de 4.75 mm. Debido a la diferencia de tamaño entre las partículas no se logró llenar adecuadamente los vacíos del suelo arcilloso, facilitando así el ingreso y retención de agua. Motivo por el cual no se logró aumentar la capacidad de soporte.

## **b. Método de aplicación**

El método utilizado para adicionar el caucho granular de neumáticos a la muestra de suelo arcilloso, fue de manera manual en laboratorio; este proceso de mezcla puede influir en los resultados. Si el caucho no se mezcla adecuadamente con el material arcilloso o no se logra una distribución homogénea, es posible que no se obtenga el efecto esperado en las propiedades mecánicas.

## **c. Porcentaje de adición de caucho granular de neumáticos**

La cantidad de caucho granular de neumáticos añadido al suelo arcilloso de la subrasante puede ser demasiado para lograr un cambio significativo en las propiedades mecánicas. Debido a que el valor de CBR disminuyó a medida que aumentó la tasa de adición de caucho granular de neumáticos. Es posible que se requiera menor concentración de caucho granular de neumáticos para observar efectos notables que aumenta el valor del CBR.

## **d. Condiciones ambientales**

La investigación de Cusquisibán (2014), el cual se tomó como antecedente y referencia, se realizó en un clima tropical mientras que la presente tesis se realizó en un clima seco teniendo en cuenta ello, las condiciones climáticas y ambientales locales pueden influir en la interacción entre el caucho y el material arcilloso. Por ejemplo, la humedad y la temperatura pueden afectar la capacidad de unión entre ambos materiales y, por lo tanto, influir en las propiedades mecánicas resultantes.

Es importante tener en cuenta que los hallazgos de este estudio en particular podrían no ser generalizables a todas las situaciones.

Para realizar la presente tesis se tuvo como justificación la necesidad de rehabilitar una vía adecuada que conecte al distrito de Olleros con la ciudad de

Huaraz a través de la carretera AN 1193 tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, dicha carretera presenta un suelo arcilloso según la investigación de Moreno (2017), debido a ello con la presente investigación se busca aumentar la capacidad de soporte de la subrasante. Para esta investigación en particular se tomó como referencia la investigación de Cusquisibán (2014), el cual desarrolló un estudio para mejorar las propiedades de los suelos arcillosos.

En base a los resultados mostrados en la tabla 28 de la presente tesis, se evidencia que se encontraron nuevos resultados los cuales difieren en cuanto a los objetivos e hipótesis planteados inicialmente. Ya que la adición progresiva caucho granular de neumáticos (20%, 40% y 60%), no resulta en un aumento de la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la vía en estudio.

#### 4.5. PRUEBA DE HIPOTESIS

A fin de poder contrastar las hipótesis, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de CBR tienen comportamiento paramétrico o no paramétrico, para tal fin y en vista que las series de los datos son en cantidad menor a 30, se procedió al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk de acuerdo a la regla de decisión:

*Si  $p_{valor} \leq 0,05$  los datos tienen un comportamiento no paramétrico*

*Si  $p_{valor} \geq 0,05$  los datos tienen un comportamiento paramétrico*

La prueba de normalidad del CBR, se muestra en la tabla 29, correspondiente al grupo de control y a los grupos experimentales.

**Tabla 29***Prueba de normalidad del CBR.*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
CBR-Grupo Control	0,967	6	0,874
CBR-Grupo 20% (grupo experimental 1)	0,951	6	0,745
CBR-Grupo 40% (grupo experimental 2)	0,941	6	0,670
CBR-Grupo 60% (grupo experimental 3)	0,948	6	0,725

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 29, los datos siguen una distribución normal, lo cual indica un comportamiento paramétrico. En consecuencia, se utilizó el estadístico de Anova.

**a. Regla de decisión:**

En pos de contrarrestar las hipótesis ya establecidas, se mantuvo presente la siguiente regla en cada caso pertinente:

- Si el p valor es  $> 0,05$  se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0$ ).
- Si el p valor  $< 0,05$  se rechaza la Hipótesis Nula, por lo tanto, se acepta la Hipótesis Alterna ( $H_1$ ).

**4.5.1. Para el aumento de la capacidad de soporte por la adición de caucho granular de neumáticos**

En la tabla 30 y la tabla 31, se muestran los resultados de la prueba Anova para el CBR al 95 % MDS y al 100% MDS, respectivamente.

**Tabla 30***Anova de la adición de caucho granular al suelo arcilloso para el CBR al 95% MDS*

A.V.	gl	Suma de Cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	P-Valor
E.G.	3	0.000088	2.9333E-05	0,22	0,879
D.G.	8	0.00106267	0.00013283		
Total	11	0.00115067			

*Nota:* Elaboración propia.

**Tabla 31***Anova de la adición de caucho granular de al suelo arcillo para el CBR al 100% MDS*

A.V.	gl	Suma de Cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	P-Valor
E.G.	3	5.625E-05	1.875E-05	0,09	0,961
D.G.	8	0.00160667	0.00020083		
Total	11	0.00166292			

*Nota:* Elaboración propia.

Al aplicar ANOVA con un nivel de significancia del 5% se encontró respecto al 95% de la MDS un p-valor de  $0,879 > 0,05$ , así mismo, en cuanto al 100% de la MDS se halló un p-valor de  $0,961 > 0,05$ ; razón por la cual se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna, por lo cual se afirma que, la adición del caucho granular de neumáticos no aumenta la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante de la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, Provincia de Huaraz, 2019.

#### 4.5.2. Para el CBR inicial del suelo arcilloso

En la tabla 32, se obtiene el promedio del CBR hallado en laboratorio del grupo de control, al cual no se le adicionó ningún porcentaje de caucho granular de neumáticos.

**Tabla 32***CBR inicial de suelo natural.*

CBR	95% MDS	100% MDS
C-01	9,1%	12,4%
C-05	7,8%	14,3%
C-10	6,7%	11,2%
Promedio	7,87%	12,63%

*Nota:* Elaboración propia.

A partir de la tabla anterior, se observó que en el suelo natural al 95% de la máxima densidad seca se tuvo una media de 7,87% mientras que al 100% de la MDS la media fue de 12,63%, siendo en ambos casos mayores al 6% razón por la cual se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna, afirmándose que, el CBR inicial no

es menor al 6% en el suelo arcilloso de la subrasante de la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, Provincia de Huaraz, 2019.

#### **4.5.3. Para el aumento de la capacidad de soporte por la adición de caucho granular de neumáticos en 20%, 40% y 60%**

En la tabla 33, se tiene el P-valor para el CBR al 95% de la MDS y al 100% de la MDS.

**Tabla 33**

*Capacidad de soporte por la adición del 20%, 40% y 60 de caucho granular.*

	<b>95% MDS</b>	<b>100% MDS</b>
P-Valor	0,879	0,961

*Nota.* Fuente: elaboración propia.

Después de aplicar el ANOVA para un nivel de significancia del 5% se encontró respecto al 95% de la MDS un p-valor de  $0,879 > 0,05$ , así mismo, en cuanto al 100% de la MDS se halló un p-valor de  $0,961 > 0,05$ ; razón por la cual se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna, por lo cual se afirma que, el suelo arcilloso de la subrasante no mejora su capacidad de soporte por la adición progresiva de caucho granular de neumáticos en 20%, 40% y 60% respectivamente en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, Provincia de Huaraz, 2019.

#### **4.5.4. Para determinar el porcentaje adecuado de caucho granular de neumáticos**

Se utilizó tukey, el cual es un método para comparar pares de medias de los tratamientos.

Las tablas 34 y tabla 35, muestran las pruebas tukey, para la adición del 60% de caucho granular de neumáticos correspondiente al 95% MDS y al 100% MDS, respectivamente.

**Tabla 34***Prueba de Tukey – Adición óptima al 60% (95%MDS)*

<b>Grupos</b>	<b>N</b>	<b>Promedio</b>
Grupo 60%	3	7,133
Grupo 40%	3	7,333
Grupo 20%	3	7,533
Grupo Control	3	7,867
Sig.		0,862

*Nota:* Elaboración propia.**Tabla 35***Prueba de Tukey – Adición óptima al 60% (100%MDS)*

<b>Grupos</b>	<b>N</b>	<b>Promedio</b>
Grupo 60%	3	12,033
Grupo 40%	3	12,233
Grupo 20%	3	12,333
Grupo Control	3	12,633
Sig.		0,952

*Nota:* Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla anterior respecto a la Prueba de Tukey, se observó que con una significancia de 0,952 para el 100% de la MDS y 0,862 para el 95% de la MDS no existe diferencia significativa entre el suelo natural y las distintas adiciones de caucho granular, razón por la cual se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, afirmándose que, la adición del 60% de caucho granular de neumáticos no es el porcentaje adecuado que aumenta la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante de la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, Provincia de Huaraz, 2019. Asimismo, se puede mencionar que el suelo natural entrega mejores resultados en comparación a los demás sin ser significativo.

#### 4.5.5. Contrastación de hipótesis específicas

1. **H.E 01:** El CBR inicial es menor al 6% en el suelo arcilloso de la subrasante de la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.

En la investigación de Moreno (2017), se determinó que la subrasante de la carretera AN 1193, es de tipo arcilloso, por lo tanto, presenta baja capacidad de soporte. En la presente tesis, se encontró que el suelo de la subrasante es de tipo CL (arcilla arenosa de baja plasticidad) y el CBR es mayor a 6%, debido a ello:

Se rechaza la hipótesis ya que al realizar los ensayos de laboratorio para determinar el CBR inicial se obtuvo en promedio 7.87% al 95% de la MSD (tabla 32) y 12.63% al 100% de la MDS (tabla 32). Con los resultados de la presente tesis, se evidencia en cuanto a los niveles de CBR superan a la predicción de 6% de la hipótesis.

2. **H.E 02:** El suelo arcilloso de la subrasante aumenta su capacidad de soporte por la adición del 20%, 40% y 60% respectivamente de caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.

En la investigación de Cusquisibán (2014), la adición del 20% de caucho granular de neumáticos aumenta en 10% al CBR, para la adición del 40% de caucho aumenta al CBR en un 30.4% y para el caso de adición del 60% de caucho resulta un aumento del CBR en 41%. Caso contrario en la presente tesis se encontró que la adición del 20% de caucho granular de neumáticos disminuye el CBR hasta en un 6.41%, para la adición del 40% de caucho granular de neumáticos disminuye el CBR hasta en un 8.87% y para el caso



de la adición del 60% de caucho granular de neumáticos disminuye el CBR hasta en un 11.54%. debido a ello:

Se rechaza la hipótesis, ya que al realizar el cotejo del CBR obtenido por la adición progresiva de caucho granular de neumáticos en 20%, 40% y 60% respectivamente, se ha observado que el valor del CBR va disminuyendo a medida que se le adiciona caucho granular de neumáticos.

3. **H.E 03:** La adición del 60% de caucho granular de neumáticos es el porcentaje adecuado que aumenta el CBR del suelo arcilloso de la subrasante en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.

En la investigación de Cusquisibán (2014) el 60% de adición de caucho granular de neumáticos aumenta al CBR hasta en un 41%. En la presente tesis se ha encontrado q dicha adición disminuye el valor del CBR hasta en un 11.54%. debido a ello:

Se rechaza la hipótesis sobre el porcentaje adecuado de adición de caucho granular de neumáticos que aumenta la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante, debido a que la adición del 60%, no presenta una mejora a la capacidad de soporte, por el contrario, la adición de dicho porcentaje reduce el valor del CBR del suelo arcilloso, presente en la subrasante.

#### 4.5.6. Contrastación de hipótesis general de investigación

La adición del caucho granular de neumáticos aumenta la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.

En la investigación de Cusquisibán (2014) se tiene un suelo de tipo OH y OL al cual se le adiciona caucho granular de neumáticos y su capacidad de soporte aumenta, a diferencia de la presente investigación que se tiene un suelo de tipo CL y a pesar que se le adicionó caucho granular de neumáticos el CBR, disminuye. Debido a ello:

Se rechaza la hipótesis señalando que el CBR del suelo arcilloso de la subrasante, no aumenta por la adición de caucho granular de neumáticos. Por lo tanto, luego de realizar la presente investigación experimental se determina que la hipótesis planteada no es verdadera.

Los ensayos de laboratorio indican que el uso de caucho granular de neumáticos no aumenta el CBR del suelo tipo CL presente en la subrasante de la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, Provincia de Huaraz.

## CONCLUSIONES

**PRIMERO:** La adición de caucho granular de neumáticos no ha aumentado la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante de la carretera AN 1193 tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, Provincia de Huaraz. Siendo que los cambios observados en los niveles de CBR disminuyen al añadir caucho granular de neumáticos en las muestras de estudio.

**SEGUNDO:** Se determinó el CBR inicial del suelo arcilloso de la subrasante de la carretera AN 1193 tramo puente Bedoya – Plaza de Olleros. El CBR obtenido para cada calicata al 100 % de la M.D.S. Son los siguientes: Para la calicata C-01 es 12.4%; para la calicata C-05 es 14.3%; para la calicata C-10 es 11.2%. Y el CBR obtenido para cada calicata al 95 % de la M.D.S. Son los siguientes: Para la calicata C-01 es 9.1%; para la calicata C-05 es 7.8%; para la calicata C-10 es 6.7%.

**TERCERO:** Se determinó que la adición de caucho granular de neumáticos en 20%, 40% y 60% no aumenta la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante en la carretera AN 1193 tramo Puente Bedoya-plaza de Olleros. Siendo que la adición del 20% de caucho granular de neumáticos disminuye al CBR hasta en un 3.5% para el 100% de la MDS y hasta en un 6.41% para el 95% de la MDS. Al añadir el 40% de caucho granular de neumáticos disminuye al CBR hasta en un 4.20% para el 100% de la MDS y hasta en un 8.97% para el 95% de la MDS. La adición del 60% de caucho granular de neumáticos disminuye al CBR hasta en un 5.59% para el 100% de la MDS y hasta en un 11.54% para el 95% de la MDS.

**CUARTO:** Se estableció que no existe un porcentaje adecuado de adición de caucho granular de neumáticos que aumente el CBR del suelo arcilloso de la subrasante en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya – Plaza de Olleros. En la presente investigación se encontró que mientras mayor sea la adición de caucho granular de neumáticos al suelo arcilloso, éste disminuye los niveles del CBR en valor.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERO:** Para los suelos tipo CL (arcilla arenosa de baja plasticidad), no es recomendable usar caucho granular de neumáticos ya que en la presente investigación se ha demostrado que no es efectiva para el aumento de la capacidad de soporte, se recomienda realizar una evaluación de otras alternativas disponibles para mejorar la capacidad de soporte del suelo arcilloso en la subrasante. También tener en cuenta las características y condiciones particulares del sitio.

**SEGUNDO:** Determinar siempre el CBR inicial de la subrasante ya que ello nos indicará si el suelo presenta o no una buena capacidad de soporte.

**TERCERO:** Considerar el uso de otros materiales para aumentar la capacidad de soporte de la subrasante tales como: Cemento, cal, escoria y otros materiales. Tal como lo recomienda el MTC (2014). Dichos materiales pueden aumentar la capacidad de soporte del suelo arcilloso.

**CUARTO:** Realizar estudios adicionales para determinar que material es adecuado para el aumento del CBR del suelo arcilloso para el tramo específico de la carretera AN 1193.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Arias, F. (2012). *El proyecto de inversión* (6ta ed.). Recuperado de <https://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACIÓN-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>
- Barrera, M., & Garnica, P. (2002). *Introducción a la mecánica de suelos no saturados en vías terrestres* (Documento). Instituto Mexicano de transporte, México.
- Bello, G. (2018). *Control de calidad de la carpeta asfáltica modificada con polímeros ubicada a más de 4500 m.s.n.m. en la carretera Callejón de Huaylas - Chacas - San Luis, de acuerdo al manual para carreteras, especificaciones técnicas y generales para construcción, EG* -. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Castillo, F. (2015). *Construcción de columnas de grava para aumentar la capacidad portante de suelos blandos*. Lima.
- Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. (2011). La importancia de las infraestructuras para el desarrollo económico. Recuperado de CEPLAN website: [https://www.ceplan.gob.pe/wp-content/uploads/files/plan\\_bicentenario/200-infraestructura.pdf](https://www.ceplan.gob.pe/wp-content/uploads/files/plan_bicentenario/200-infraestructura.pdf)
- Cusquisibán, W. (2014). *Mejoramiento de suelos arcillosos utilizando caucho granular de neumáticos para fines constructivos de pavimento* (Universidad Nacional de Cajamarca). Recuperado de [http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/685/T\\_631.4\\_C984\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/685/T_631.4_C984_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- DB City. (2019). Olleros. Recuperado el 30 de septiembre de 2019, de DB City website: <https://es.db-city.com/Perú--Áncash--Huaraz--Olleros>
- Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.); H.

McGraw, Ed.). Recuperado de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Fernández, P. (2015). *Geomorfología: Los Suelos*. Madrid.

Goicochea, F. (2019). *Estudio de un asfalto con adición de caucho de neumático reciclado como polímero base, Chachapoyas - Amazonas - 2017*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Hernández, J., Mejía, D., & Zelaya, C. (2016). *Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para sus aplicación en pavimentos rígidos en la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador*. San Miguel.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed). México D.F.: McGraw-Hill.

López, J. (2013). *Suelos arcillosos reforzados con materiales de plástico reciclado (PET)*. Escuela de Ingeniería de Antioquia.

López, T., Hernández, J., Horta, J., Coronado, A., & Castaño, V. (2010). Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 11, 159–168.

Ministerio de transportes y comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras MTC*. Recuperado de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4955.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4955.pdf)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2003). *Plan Vial Provincial de Huari*. Huari.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos*. Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2015). *Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013*. Lima.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayos de materiales*. Lima.
- Miranda, R. (2013). *El caucho*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/mardecorreo/el-caucho-triptico>
- Moreno, H. (2017). *Estimación de pérdida de suelo por erosión hídrica aplicando el Método USLE y haciendo uso del SIG en la subcuenca del Río Olleros-Distrito de Olleros periodo 2015*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Ojeda, S. (2015). *Determinación del ensayo de soporte del suelo*. Recuperado de [http://ingeconuvdocs.weebly.com/uploads/8/9/4/7/8947127/capacidad\\_de\\_soporte\\_del\\_suelo.pdf](http://ingeconuvdocs.weebly.com/uploads/8/9/4/7/8947127/capacidad_de_soporte_del_suelo.pdf)
- Paguanian, E. (2016). Tipos de investigación: Investigación aplicada vs Investigación Básica.
- Quesada, S. (2008). *Clasificación de un suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)*. San José.
- Regal, A. (2002). *La ingeniería del suelo*. Lima: Universidad Católica del Perú.
- Rondón, H., & Reyes, F. (2015). *Pavimentos materiales, construcción y diseño* (Primera). México D.F: ECOE.
- Rubber, E. (2015). Caucho Granulado. Recuperado el 21 de mayo de 2019, de Flexicon website: <http://www.flexicon.es/Materiales-Manejados/Caucho-Granulado.html>
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill, M. (2004). *Propiedades físicas del suelo*. Montevideo.
- Soletanche Bachy. (2016). *Technologie & Expérience*. Recuperado de <https://www.google.com/search?client=opera&q=capital+de+francia&sourceid=>

opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8

Ucha, F. (2013). Neumáticos. Recuperado el 30 de agosto de 2019, de DefiniciónABC  
website: <https://www.definicionabc.com/general/neumaticos.php>

Weather Spark. (2019). El clima promedio en Olleros. Recuperado el 7 de noviembre  
de 2019, de Weather Spark website:  
<https://es.weatherspark.com/y/20502/Clima-promedio-en-Olleros-Perú-durante-todo-el-año>

Zavala, B., Valderrama, P., Pari, W., Luque, G., & Barrantes, R. (2009). *Riesgos Geológicos en la Región Ancash*. Lima.





## ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Anexo B. Constancia de aceptación de la municipalidad distrital de Olleros para la extracción de muestras de suelo de la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya – plaza de Olleros.

Anexo C. Resultados de los ensayos de laboratorio correspondiente a las propiedades físicas y mecánicas.

Anexo D. Prueba de hipótesis ANOVA.

Anexo E. Elaboración de calicatas y extracción de muestra de suelos.

Anexo F. Ensayo de laboratorio para determinar propiedades físicas de los suelos.

Anexo G. Ensayo de laboratorio para determinar propiedades mecánicas de los suelos.

Anexo H. Procedimiento para la obtención de caucho granular de neumáticos.

Anexo I. Certificado de calibración de los equipos y herramientas de laboratorio.

**Anexo A.**  
**Matriz de Consistencia**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	MÉTODOLOGÍA
<p><b>PG=</b> ¿En qué medida aumenta la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante por la adición del caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019?</p> <p><b>Pe1=</b> ¿Cuál es el CBR inicial del suelo arcilloso de la subrasante en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019?</p> <p><b>Pe2=</b> ¿En qué medida aumenta el CBR del suelo arcilloso de la subrasante por la adición del 20%, 40% y 60% de caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019?</p> <p><b>Pe3=</b> ¿Cuál es porcentaje adecuado de adición del caucho granular de neumáticos que aumenta el CBR del suelo arcilloso de la subrasante en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019?</p>	<p><b>OG=</b> Cuantificar el aumento de la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante por la adición del caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.</p> <p><b>Oe1=</b> Determinar el CBR inicial del suelo arcilloso de la subrasante de la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.</p> <p><b>Oe2=</b> Determinar el aumento de la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante por la adición del 20%, 40% y 60% de caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.</p> <p><b>Oe3=</b> Establecer el porcentaje adecuado de adición del caucho granular de neumáticos que aumente el CBR del suelo arcilloso de la subrasante en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.</p>	<p><b>HG=</b> La adición del caucho granular de neumáticos aumenta la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.</p> <p><b>He1=</b> El CBR inicial es menor al 6% en el suelo arcilloso de la subrasante de la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.</p> <p><b>He2=</b> El suelo arcilloso de la subrasante aumenta su capacidad de soporte por la adición del 20%, 40% y 60% respectivamente de caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.</p> <p><b>He3=</b> La adición del 60% de caucho granular de neumáticos es el porcentaje adecuado que aumenta el CBR del suelo arcilloso de la subrasante en la carretera AN 1193, tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019.</p>	<p>Caucho granular de neumáticos</p> <p>Mejoramiento del suelo arcilloso en la subrasante.</p>	<p>X1: Porcentaje de adición</p> <p>Y1: Propiedades físicas</p> <p>Y2: Propiedades mecánicas</p>	<p>- 20% de caucho granular - 40% de caucho granular - 60% de caucho granular</p> <p>- Análisis Mecánico por Tamizado - Contenido de Humedad - Límite Líquido - Límite Plástico - Clasificación de suelos de acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales del MTC mediante los métodos SUCS y AASHTO</p> <p>- Proctor Modificado - Relación de Soporte (CBR)</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p><b>Según el enfoque:</b> Cuantitativa.</p> <p><b>Según su orientación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Según su nivel:</b> Descriptiva.</p> <p><b>Muestra:</b> 10 calicatas en el tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros, Provincia de Huaraz.</p> <p><b>Procesamiento de datos:</b> Paquete estadístico IBM, SPSS en su versión 23.</p>

**Nota:** Elaboración propia.



## **Anexo B.**

**Constancia de aceptación de la municipalidad distrital de Olleros para la extracción de muestras de suelo de la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya – plaza de Olleros.**



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OLLEROS

Gestión Municipal 2019 - 2022

“Juntos, trabajando por el cambio de nuestro distrito”

EL ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OLLEROS,  
PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH OTORGA LA

PRESENTE:

## CONSTANCIA DE ACEPTACION

De acuerdo a la solicitud realizada por el Sr. Leonard Eloy Virhuez Aguirre, identificado con DNI N° 456861865, egresado de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, el cual solicito la recolección de muestras de suelo en el tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros en el presente año, **para fines netamente académicos** y que contribuirán con el desarrollo del distrito Olleros.

Según lo manifestado la investigación a desarrollarse por el solicitante persigue como finalidad el determinar cómo se mejorara la subrasante del tramo en mención mediante la aplicación de caucho granular, lo cual servirá como estudio preliminar o antecedente para la ejecución de obras de mejoramiento en la carretera que comprende el tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros.

Por ello se le autoriza al Sr. Leonard Eloy Virhuez Aguirre, la recolección de muestras de suelo en el tramo Puente Bedoya – Plaza de Olleros del distrito de Olleros provincia de Huaraz en el 2020, **la cual se desarrollara únicamente para fines académicos y que cuyos resultados al igual que la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo serán presentados en copia a la Municipalidad Distrital de Olleros** para su almacenamiento y remisión a la oficina de Provias Descentralizado de Ancash.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OLLEROS  
Huaraz - Ancash  
*Rommel Estepher Gloria Huerta*  
ROMMEL ESTEPHER GLORIA HUERTA  
DNI: 40757055  
ALCALDE

Av. Dagoberto Cáceres N° 117 - Olleros, Huaraz - Ancash

+51 - 928407702

Municipalidad Distrital de Olleros

## **Anexo C.**

**Resultados de los ensayos de laboratorio  
correspondiente a las propiedades físicas  
y mecánicas.**

## **Anexo C.1.**

**Resultados de los ensayos de laboratorio  
correspondiente a las propiedades físicas  
y mecánicas. Calicata C-01**



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS

(MTC ANEXO 1, NTP 339.134, NTP 339.135, ASTM D 2487)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019

Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021

Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado

Técnico : -.-

DATOS DE LA MUESTRA		Progresiva	Km 0+500			
		Cantera	-.-			
		Calicata	C-01			
		Profundidad	0.00-1.50 m			
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"		3"	100.00			
		2"	100.00			
		1 1/2"	100.00			
		1"	100.00			
		3/4"	97.25			
		3/8"	94.31			
		# 4	91.15			
		# 10	87.47			
		# 20	84.04			
		# 40	78.52			
		# 60	75.90			
	# 140	60.02				
	# 200	54.10				
Coef. de Uniformidad Cu			-.-			
Coef. de Curvatura Cc			-.-			
Porcentaje de Material	Grava		8.85			
	Arena		37.05			
	Finos		54.10			
Mitad de Fracción Gruesa			22.95			
Limites de	L.L.		31			
	L.P.		16			
Consistencia	I.P.		15			
Humedad Natural (%)			3.87			
Indice de Grupo	IG - LL		2.96			
	IG - IP		1.95			
	Indice de Grupo		5			
Clasificación AASTHO			A-6(5)			
Clasificación SUCS			CL			
Descripción			Arcilla Arenosa de baja plasticidad			

EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



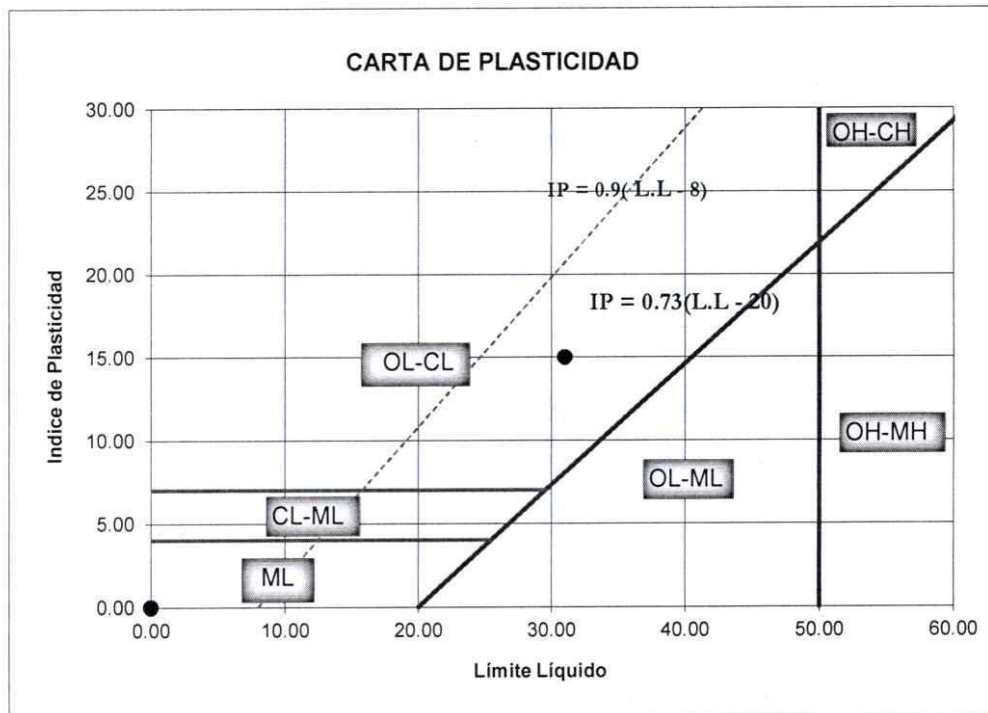


**HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS**  
(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **V-024-2021**

**UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019				
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Fecha	: Julio 2021		
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	: Interesado		
		Técnico	: -,-		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
Cantera	: -,-	Progresiva	: Km 0+500	Material	: Subrasante
Calicata	: C-01	Muestra	: mab-01	Profundidad	: 0.00-1.50 m



**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
  
**Alfredo Rolando Huaman Livia**  
JEFE DE LABORATORIO



**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
(MTC E 108)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera : -- Progresiva : Km 0+500 Material : Subrasante  
Calicata : C-01 Muestra : mab-01 Profundidad : 0.00-1.50 m

DESCRIPCION			M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	g.	Mcws	238.07	232.75
Peso Suelo Seco + Contenedor	g.	Mcs	229.90	225.17
Peso Contenedor	g.	Mc	24.15	24.57
Peso Partículas Sólidas (Ms=Mcs-Mc)	g.	Ms	205.75	200.60
Peso del Agua (Mw=Mcws-Mcs)	g.	Mw	8.17	7.58
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	%	w	3.97	3.78

<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>3.9</b>
-----------------------------	------------

  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**  
 (MTC E 107)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
 Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
 Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
 Técnico : --

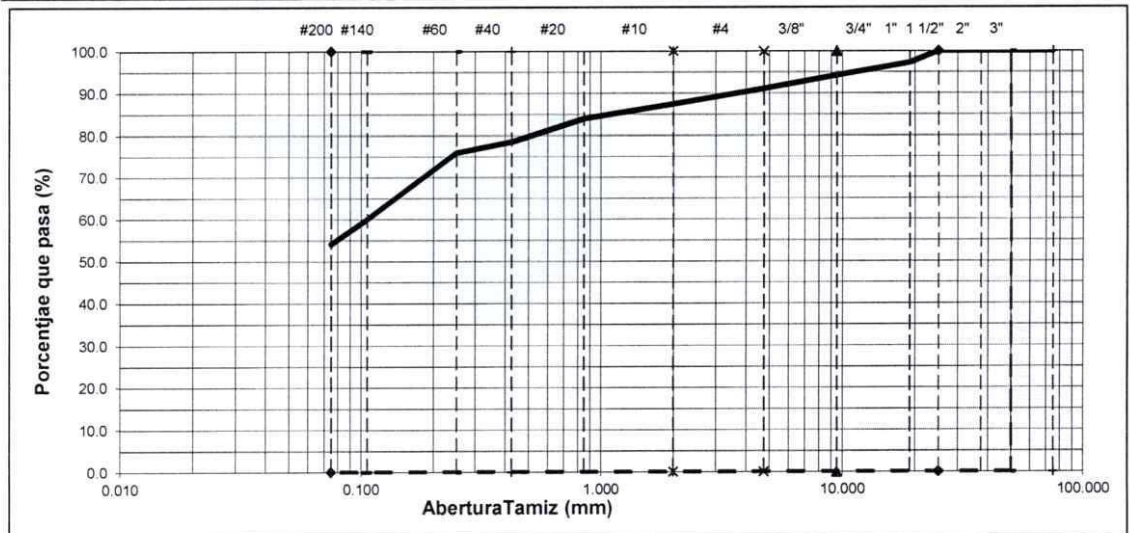
**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera : -- Progresiva : Km 0+500 Material : Subrasante  
 Calicata : C-01 Muestra : mab-01 Tamaño Máximo: 1"

**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA**

Masa Inicial Seca (gr) = 2055.70 Porción de masa que pasa tamiz N° 10 (gr) = 130.0  
 Masa Lavada y Seca (gr) = 1030.73 Masa de Material Grueso (gr) = 257.50  
 Masa Retenido 3"(gr) = 0.00 % que pasa N° 200 = 54.10

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.000	56.50	2.75	2.7	97.3
3/8"	9.500	60.50	2.94	5.7	94.3
# 4	4.750	65.00	3.16	8.9	91.1
# 10	2.000	75.50	3.67	12.5	87.5
# 20	0.850	5.10	3.43	16.0	84.0
# 40	0.425	8.20	5.52	21.5	78.5
# 60	0.250	3.90	2.62	24.1	75.9
# 140	0.106	23.60	15.88	40.0	60.0
# 200	0.075	8.80	5.92	45.9	54.1
< 200	Fondo	6.30	4.24	50.1	49.9



% GRAVA	8.85	% Gruesa :	2.75	D60 (mm) =	0.106
		% Fina :	6.10	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	37.05	% Gruesa :	3.67	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	8.95	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	24.43	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	54.10				

**EMV** LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com

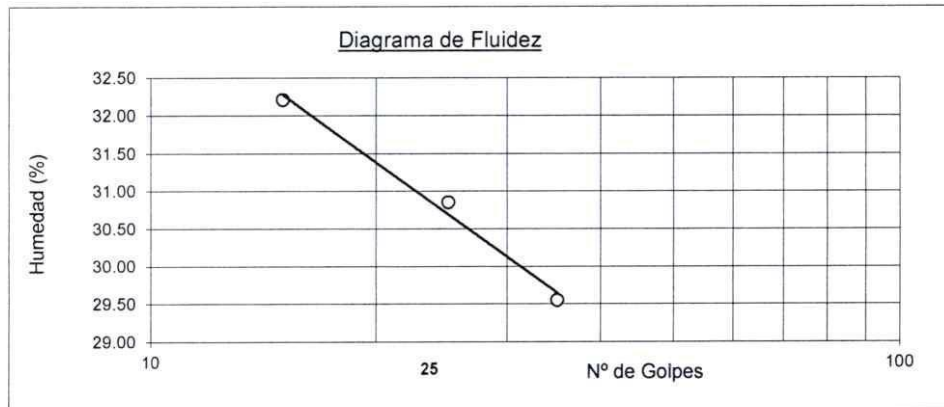


**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
 DE LOS SUELOS  
 (MTC E 110 y MTC E 111)**

		Solicitud N°	V-024-2021
Proyecto	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita	Leonard Virhuez Aguirre	Fecha	Julio 2021
Lugar	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	Interesado
		Técnico	-.-
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Cantera	-.-	Progresiva	Km 0+500
Calicata	C-01	Muestra	mab-01
		Material	Subrasante
		Profundidad	0.00-1.50 m

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, MTC E110**

N° de golpes	15	25	35
P. Suelo Húmedo+Rec.	31.31	34.21	30.93
P. Suelo Seco+Rec.	27.67	30.15	27.70
Peso del Recipiente	16.37	16.99	16.77
Peso Suelo Seco	11.30	13.16	10.93
Peso del Agua	3.64	4.06	3.23
C. de Humedad %	32.21	30.85	29.55



**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, MTC E111**

P. Suelo Húmedo+Rec.	25.78	27.46
P. Suelo Seco+Rec.	24.30	25.81
Peso del Recipiente	14.78	15.18
Peso Suelo Seco	9.52	10.63
Peso del Agua	1.48	1.65
C. de Humedad %	15.55	15.52

Limite Líquido = **31**

Limite Plástico = **16**

Indice Plasticidad = **15**

  
**Alfredo Rolando Huaman Livia**  
 JEFE DE LABORATORIO



**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA**  
 ( 2 700 kN-m/m<sup>3</sup> - 56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup> )  
 (MTC E115)

Solicitud N° V-024-2021

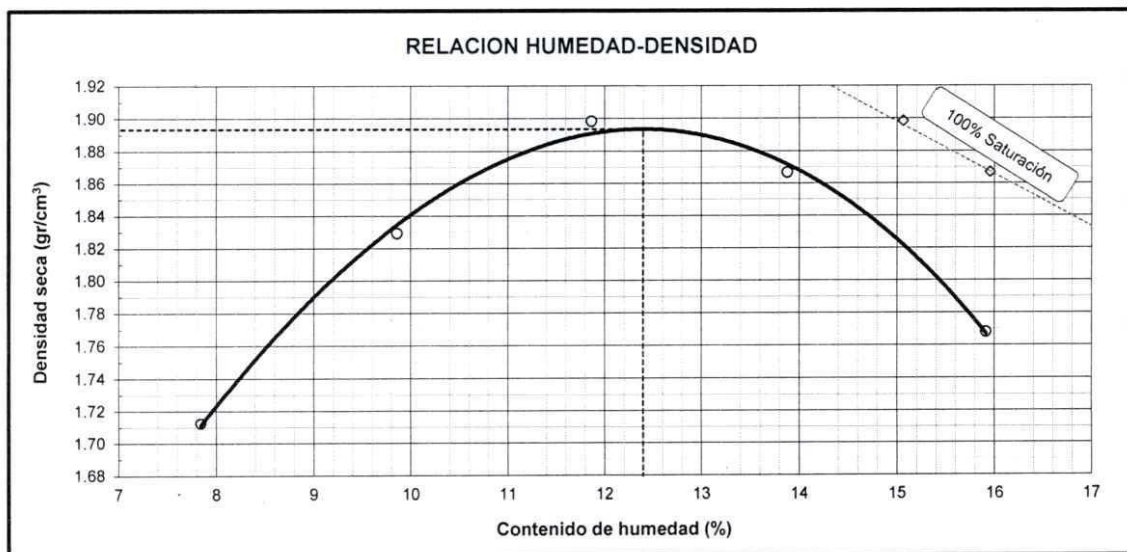
Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos  
 en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 20      Fecha : Julio 2021  
 Solicitado : Leonard Virhuez Aguirre      Muestreado por : Interesado  
 Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz      Técnico : --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera : --      Progresiva : Km 0+500  
 Calicata : C-01      Muestra : mab-01      Clasif. (SUCS) : CL  
 Material : Subrasante      Clasif. (AASHTO): A-6(5)

PROCEDIMIENTO DE COMPACTACION: **A**      Método de Preparación : Húmedo      Molde N° : 04  
 Pisón: Manual      Gravedad Específica (Gs) : 2.62      Tamiz N° : # 4  
 Golpes por capa: 25      Capas : Cinco      P<sub>c</sub> (%) : 8.85

Masa suelo húmedo + molde	gr	3670.1	3822.7	3929.5	3931.7	3860.0
Masa del molde	gr	1938.0	1938.0	1938.0	1938.0	1938.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	1732.1	1884.7	1991.5	1993.7	1922.0
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	937.9	937.9	937.9	937.9	937.9
Densidad húmeda compactada	gr/cm <sup>3</sup>	1.847	2.010	2.123	2.126	2.049
Cálculo Contenido de Humedad						
Masa del suelo húmedo+ recip.	gr	385.63	352.03	347.72	348.06	397.74
Masa del suelo seco + recipiente	gr	359.81	323.19	314.07	309.36	347.34
Masa del recipiente	gr	30.69	30.61	30.46	30.51	30.64
Masa del agua	gr	25.82	28.84	33.65	38.70	50.40
Masa del suelo seco	gr	329.12	292.58	283.61	278.85	316.70
Contenido de Humedad	%	7.85	9.86	11.86	13.88	15.91
Densidad seca compactada	gr/cm <sup>3</sup>	1.71	1.83	1.90	1.87	1.77
						<i>Densidad Seca Compactada Máxima (gr/cm<sup>3</sup>) γ<sub>d</sub></i>
						<b>1.89</b>
						<i>Peso Unitario Seco Compactado (kN/m<sup>3</sup>) γ<sub>d</sub></i>
						<b>18.6</b>
						<i>Humedad óptima (%)</i>
						<b>12.40</b>



Observaciones:

**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



## EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

### PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO MTC E 113

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto :	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita :	Leonard Virhuez Aguirre	Fecha :	Julio 2021
Lugar :	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por :	Interesado
Calicata :	C-01	Muestra :	mab-01
		Profundidad :	0.00-1.50 m

Muestra de Ensayo	M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo	Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado	Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua	637.80	639.90
Masa picnómetro+ agua + suelo	718.90	721.00
Masa muestra seco al horno + recip.	130.00	130.00
Masa recipiente	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno ( $M_0 = A-B$ )	130.00	130.00
Peso Específico Relativo de Sólidos ( $G_s = M_0 / (M_0 + (M_a - M_b))$ )	2.66	2.66
<b>Peso Específico Relativo de Sólidos (<math>G_s</math>) (B/E)</b>	<b>2.66</b>	

\* Muestreo e Identificación realizada por el interesado

Observación:

  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**  
 (MTC E 132)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha de Ensayo	: 19-08-21
Solicitado	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: -.-

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	: C-01	Progresiva	: Km 0+500
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)

**PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)**

Compactación	: Modificado	Método	: A			
Molde N°	1	2	3			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	55	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12692.6	12782.3	12519.5	12679.2	12226.5	12437.6
Peso de molde (g)	7929.8	7929.8	7994.1	7994.1	8042.9	8042.9
Peso del suelo húmedo (g)	4762.8	4852.5	4525.4	4685.1	4183.6	4394.7
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2134.3	2134.3	2123.1	2123.1	2125.7	2125.7
Peso Unitario húmedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.23	2.27	2.13	2.21	1.97	2.07
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	335.69	341.60	332.38	366.43	348.60	454.36
Peso suelo seco + recipiente (g)	304.71	306.53	301.00	322.76	315.24	392.90
Peso del recipiente (g)	30.31	30.64	30.47	30.65	30.47	30.69
Peso de agua (g)	30.98	35.07	31.38	43.67	33.36	61.46
Peso de suelo seco (g)	274.40	275.89	270.53	292.11	284.77	362.21
Contenido de humedad (%)	11.29	12.71	11.60	14.95	11.71	16.97
Peso Unitario seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.01	2.02	1.91	1.92	1.76	1.77
Datos del Ensayo Proctor Modificado						
Peso Unitario Seco =			1.893	gr/cm <sup>3</sup>	C.H.O. = 12.40 %	

**INMERSIÓN**

Sobrecarga de saturación =		4.54 Kg									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/08/2021	16:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
20/08/2021	16:00	24	0.095	2.375	1.9	0.080	2.000	1.6	0.180	4.500	3.5
21/08/2021	16:00	48	0.170	4.250	3.3	0.180	4.500	3.5	0.230	5.750	4.5
22/08/2021	16:00	72	0.250	6.250	4.9	0.240	6.000	4.7	0.290	7.250	5.7
23/08/2021	16:00	96	0.330	8.250	6.5	0.280	7.000	5.5	0.331	8.275	6.5

**PENETRACION**

Sobrecarga de penetración =		4.54 Kg											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.625		20	96.5			10	60.6			8	53.4		
1.250		40	168.4			18	89.4			12	67.8		
1.875		48	197.2			30	132.5			19	93.0		
2.540	70.31	75	294.3	270.5	19.6	50	204.4	182.2	13.2	26	118.1	117.4	8.5
5.080	105.46	105	402.1	423.4	20.4	76	297.9	307.1	14.8	42	175.6	182.3	8.8
7.500		135	510.0			100	384.2			56	226.0		
10.000		155	581.9			120	456.1			63	251.1		
12.500		172	643.0			130	492.0			75	294.3		

Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



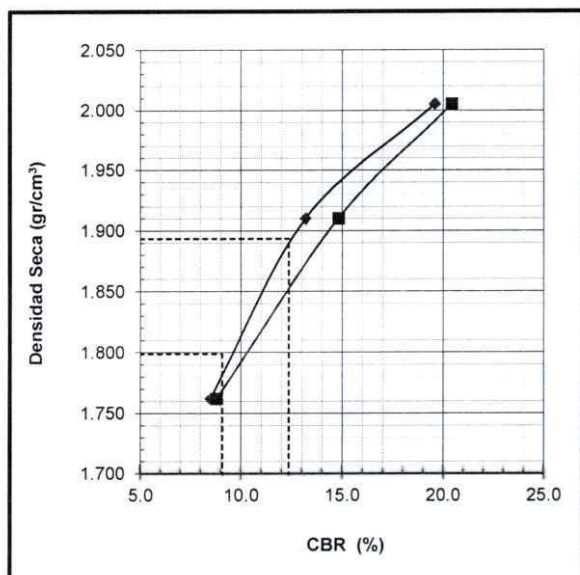
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (MTC E 132-2000)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto :	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha : 23/08/2021
Solicitado :	Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por : Interesado
Lugar :	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico : --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata :	C-01	Progresiva :	Km 0+500
Muestra :	mab-01	Clasif. (SUCS) :	CL
Material :	Subrasante	Clasif. (AASHTO) :	A-6(5)



METODO DE COMPACTACION :	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) :	1.89
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	12.40
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) :	1.80

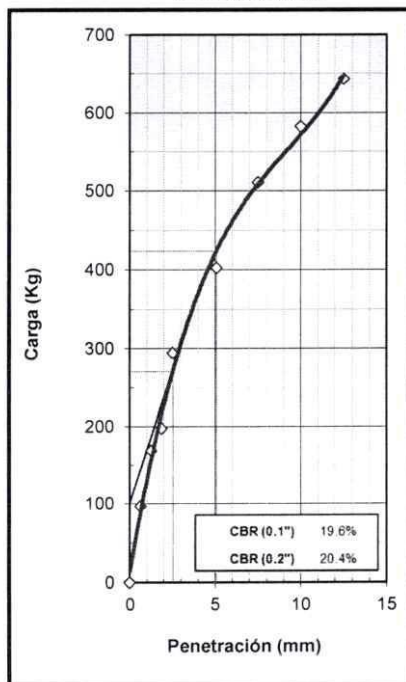
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	12.4	0.2":	14.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	9.1	0.2":	10.0

**RESULTADOS:**

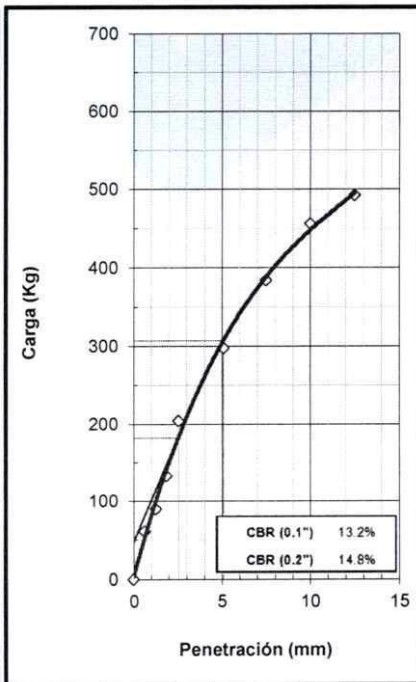
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	12.4 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	9.1 (%)

**OBSERVACIONES:**

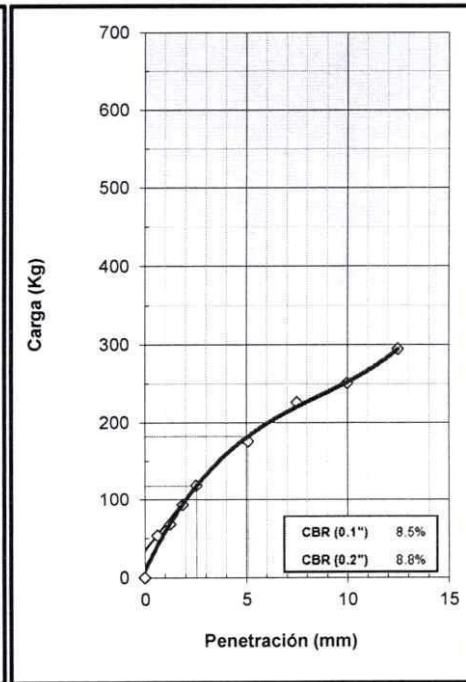
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES







**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**  
 (MTC E 132)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha de Ensayo	: 09-09-21
Solicitado	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: -

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	: C-01	Progresiva	: Km 0+500
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)

**PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)**

Compactación	: Modificado	Método	: A			
Molde N°	1	2	3			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	55	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10897.9	11499.8	10851.9	11431.4	10765.8	11353.9
Peso de molde (g)	7929.8	7929.8	7994.1	7994.1	8042.9	8042.9
Peso del suelo húmedo (g)	2968.1	3570.0	2857.8	3437.3	2722.9	3311.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2134.3	2134.3	2123.1	2123.1	2125.7	2125.7
Peso Unitario húmedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.39	1.67	1.35	1.62	1.28	1.56
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	277.25	388.17	270.62	372.01	280.96	300.75
Peso suelo seco + recipiente (g)	255.13	308.47	249.02	290.69	257.29	238.97
Peso del recipiente (g)	30.47	30.34	30.47	30.51	30.65	30.64
Peso de agua (g)	22.12	79.70	21.60	81.32	23.67	61.78
Peso de suelo seco (g)	224.66	278.13	218.55	260.18	226.64	208.33
Contenido de humedad (%)	9.85	28.66	9.88	31.26	10.44	29.65
Peso Unitario seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.27	1.30	1.22	1.23	1.16	1.20

Datos del Ensayo Proctor Modificado      Peso Unitario Seco = 1.893 gr/cm<sup>3</sup>      C.H.O. = 12.40 %

**INMERSIÓN**

Sobrecarga de saturación =		4.54 Kg									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
09/09/2021	12:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
10/09/2021	12:00	24	0.095	2.375	1.9	0.080	2.000	1.6	0.180	4.500	3.5
11/09/2021	12:00	48	0.170	4.250	3.3	0.180	4.500	3.5	0.230	5.750	4.5
12/09/2021	12:00	72	0.250	6.250	4.9	0.240	6.000	4.7	0.290	7.250	5.7
13/09/2021	12:00	96	0.330	8.250	6.5	0.280	7.000	5.5	0.331	8.275	6.5

**PENETRACION**

Sobrecarga de penetración =		4.54 Kg											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.625		18	96.3			10	60.0			8	53.0		
1.250		40	168.0			18	79.4			12	67.7		
1.875		48	198.2			30	132.0			19	93.0		
2.540	70.31	75	293.3	266.4	19.3	50	204.0	179.4	13.0	26	117.1	114.6	8.3
5.080	105.46	105	400.0	416.1	20.1	76	297.6	296.0	14.3	42	175.7	178.0	8.6
7.500		135	510.0			100	384.0			56	226.0		
10.000		155	581.9			120	456.0			63	251.0		
12.500		172	643.0			130	492.0			75	294.0		

Nota: 20% de Caucho

**Alfredo Rolando Huaman Livia**  
 JEFE DE LABORATORIO



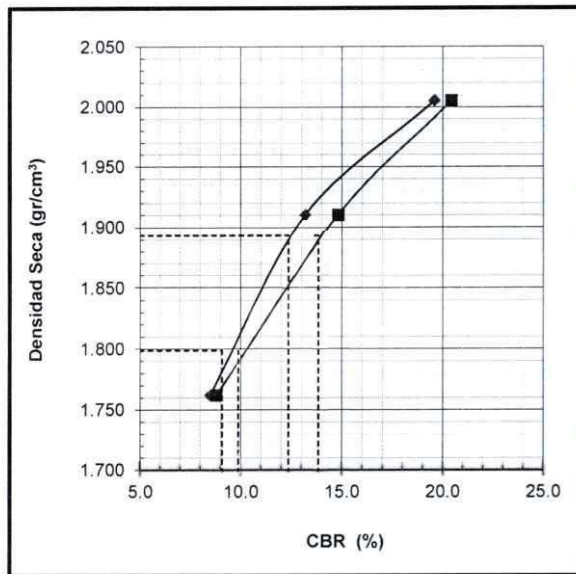
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (MTC E 132-2000)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto :	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha : 23/08/2021
Solicitado :	Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por : Interesado
Lugar :	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico : --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata :	C-01	Progresiva :	Km 0+500
Muestra :	mab-01	Clasif. (SUCS) :	CL
Material :	Subrasante	Clasif. (AASHTO) :	A-6(5)



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.89
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12.40
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.80

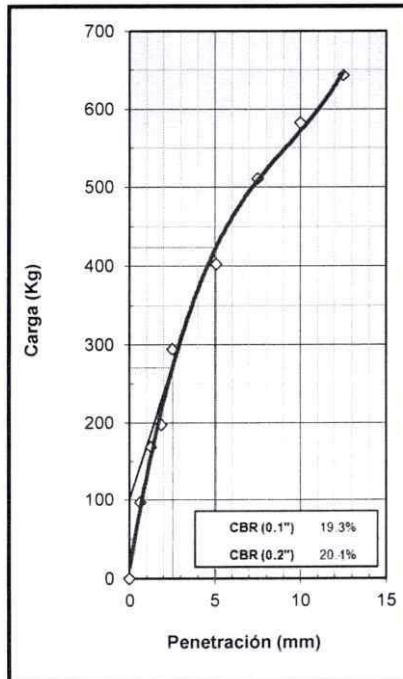
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	12.1	0.2":	13.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	8.8	0.2":	9.9

**RESULTADOS:**

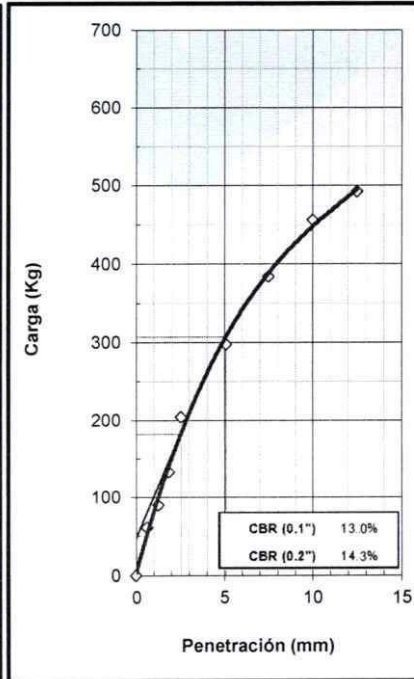
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	12.1 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	8.8 (%)

**OBSERVACIONES:**

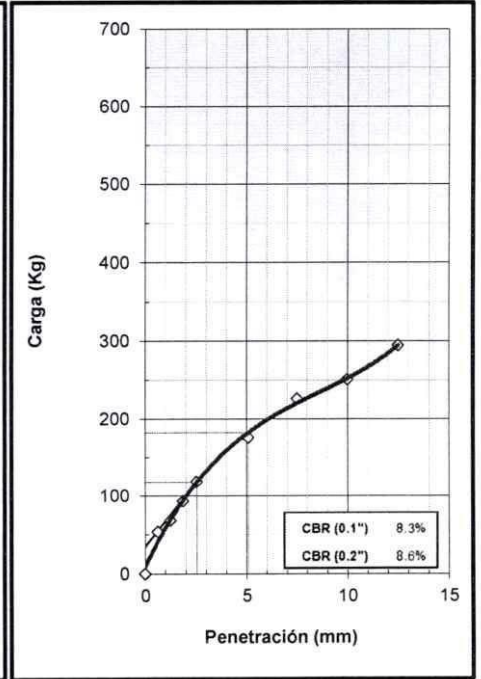
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES





**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**  
 (MTC E 132)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha de Ensayo	: 09-09-21
Solicitado	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	: C-01	Progresiva	: Km 0+500
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)

**PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)**

Compactación	: Modificado	Método	: A			
Molde N°	4	5	6			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	55	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9989.4	10639.5	9777.2	10422.7	9576.5	10232.7
Peso de molde (g)	7546.0	7546.0	7324.6	7324.6	7290.6	7290.6
Peso del suelo húmedo (g)	2443.4	3093.5	2452.6	3098.1	2285.9	2942.1
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113.9	2113.9	2120.4	2120.4	2115.5	2115.5
Peso Unitario húmedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.16	1.46	1.16	1.46	1.08	1.39
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	245.89	339.46	171.83	306.12	169.35	274.54
Peso suelo seco + recipiente (g)	229.08	264.71	160.19	233.49	158.05	212.24
Peso del recipiente (g)	30.46	30.44	26.03	30.31	24.15	30.61
Peso de agua (g)	16.81	74.75	11.64	72.63	11.30	62.30
Peso de suelo seco (g)	198.62	234.27	134.16	203.18	133.90	181.63
Contenido de humedad (%)	8.46	31.91	8.68	35.75	8.44	34.30
Peso Unitario seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.07	1.11	1.06	1.08	1.00	1.04

Datos del Ensayo Proctor Modificado      Peso Unitario Seco = 1.893 gr/cm<sup>3</sup>      C.H.O. = 12.40 %

**INMERSION**

Sobrecarga de saturación =		4.54 Kg									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
09/09/2021	12:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
10/09/2021	12:00	24	0.007	0.175	0.1	0.006	0.150	0.1	0.032	0.800	0.6
11/09/2021	12:00	48	0.016	0.400	0.3	0.010	0.250	0.2	0.043	1.075	0.8
12/09/2021	12:00	72	0.024	0.600	0.5	0.015	0.375	0.3	0.065	1.625	1.3
13/09/2021	12:00	96	0.030	0.750	0.6	0.020	0.500	0.4	0.081	2.025	1.6

**PENETRACION**

Sobrecarga de penetración =		4.54 Kg											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.625		18	96.0			9	55.4			8	53.4		
1.250		35	167.9			18	89.4			12	67.8		
1.875		48	197.2			29	132.5			18	89.4		
2.540	70.31	70	293.0	262.2	19.0	40	168.4	172.5	12.5	25	118.1	107.7	7.8
5.080	105.46	100	384.2	407.8	19.7	76	297.9	289.8	14.0	41	175.1	165.6	8.0
7.500		125	456.1			100	384.2			55	226.1		
10.000		128	481.9			120	446.1			63	251.1		
12.500		130	492.0			125	456.1			75	294.3		

Nota: 40% de Caucho

**Alfredo Rolando Huaman Livia**  
 JEFE DE LABORATORIO



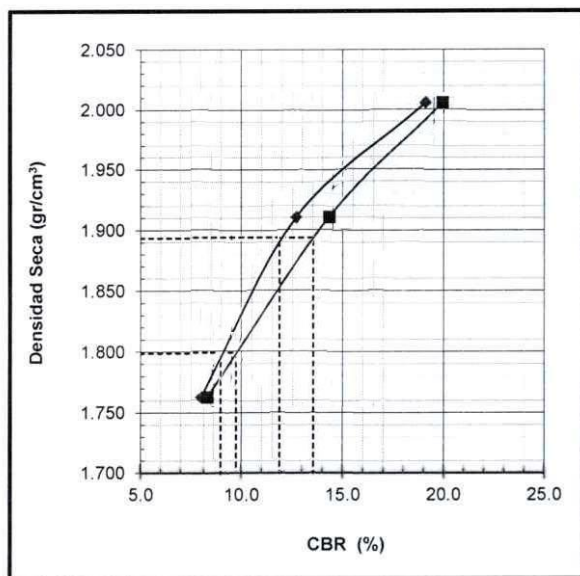
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (MTC E 132-2000)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha : 23/08/2021
Solicitado	Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por : Interesado
Lugar	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico : - -

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	C-01	Progresiva	: Km 0+500
Muestra	mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.89
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12.40
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.80

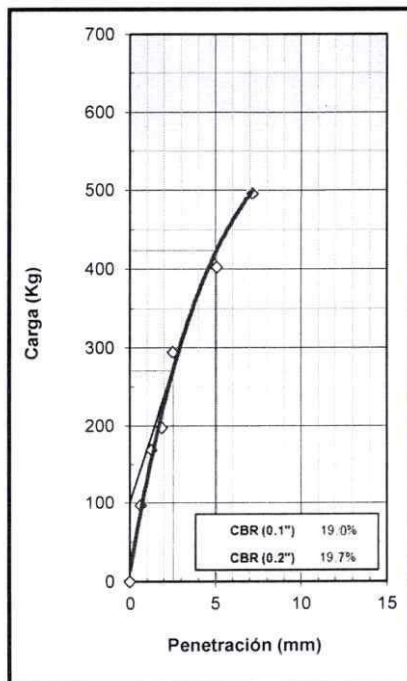
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	12.0	0.2":	13.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	8.5	0.2":	9.9

**RESULTADOS:**

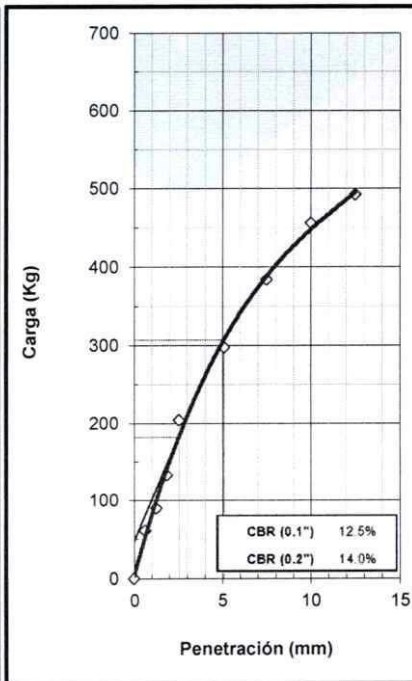
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	12.0 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	8.5 (%)

**OBSERVACIONES:**

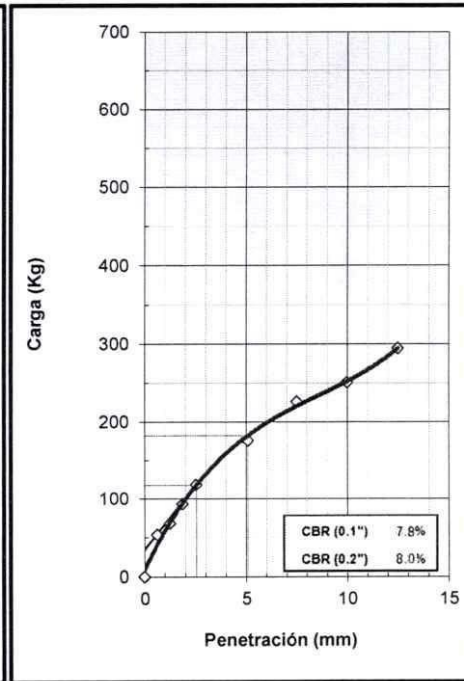
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES





**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**  
(MTC E 132)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha de Ensayo	: 24-05-22
Solicitado	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: -/-

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	: C-01	Progresiva	: Km 0+500
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)

**PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)**

Compactación	: Modificado	Método	: A			
Molde N°	1	2	3			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	55	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11117.3	11226.3	11118.8	11303.6	11099.8	11280.9
Peso de molde (g)	7929.8	7929.8	7994.1	7994.1	8042.9	8042.9
Peso del suelo húmedo (g)	3187.5	3296.5	3124.7	3309.5	3056.9	3238.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2134.3	2134.3	2123.1	2123.1	2125.7	2125.7
Peso Unitario húmedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.49	1.54	1.47	1.56	1.44	1.52
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	178.81	197.39	203.04	176.83	203.70	189.25
Peso suelo seco + recipiente (g)	160.04	174.18	181.17	150.78	182.17	165.89
Peso del recipiente (g)	23.98	41.85	24.15	35.23	22.50	34.90
Peso de agua (g)	18.77	23.21	21.87	26.05	21.53	23.36
Peso de suelo seco (g)	136.06	132.33	157.02	115.55	159.67	130.99
Contenido de humedad (%)	13.80	17.54	13.93	22.54	13.48	17.83
Peso Unitario seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.31	1.31	1.29	1.27	1.27	1.29

Datos del Ensayo Proctor Modificado      Peso Unitario Seco = 1.893 gr/cm<sup>3</sup>      C.H.O. = 12.40 %

**IMMERSION**

Sobrecarga de saturación =		4.54 Kg									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/05/2022	10:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
25/05/2022	10:00	24	0.006	0.150	0.1	0.010	0.250	0.2	0.024	0.600	0.5
26/05/2022	10:00	48	0.010	0.250	0.2	0.019	0.475	0.4	0.030	0.750	0.6
27/05/2022	10:00	72	0.018	0.450	0.4	0.024	0.600	0.5	0.036	0.900	0.7
28/05/2022	10:00	96	0.025	0.625	0.5	0.034	0.850	0.7	0.040	1.000	0.8

**PENETRACION**

Sobrecarga de penetración =		4.54 Kg											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.625		16	93.3			8	53.4			8	53.4		
1.250		34	167.0			15	89.0			12	67.8		
1.875		45	196.2			25	118.1			18	89.4		
2.540	70.31	65	290.0	254.0	18.4	40	168.4	165.6	12.0	25	118.1	96.6	7.0
5.080	105.46	88	374.2	395.4	19.1	76	297.9	269.1	13.0	41	175.1	161.5	7.8
7.500		124	446.1			100	384.2			55	226.1		
10.000		128	481.9			120	446.1			63	251.1		
12.500		130	492.0			125	456.1			75	294.3		

Nota: 60% de Caucho

**Alfredo Rolando Huaman Livia**  
 JEFE DE LABORATORIO



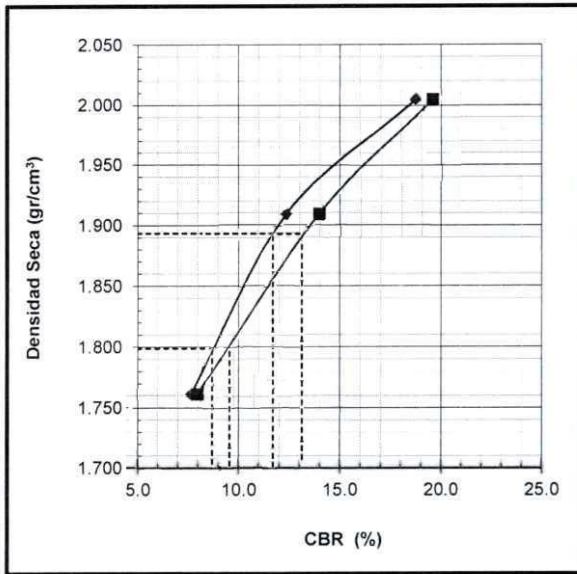
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (MTC E 132-2000)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha : 23/08/2021
Solicitado	Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por : Interesado
Lugar	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico : -.-

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	C-01	Progresiva	: Km 0+500
Muestra	mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(5)



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.89
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12.40
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.80

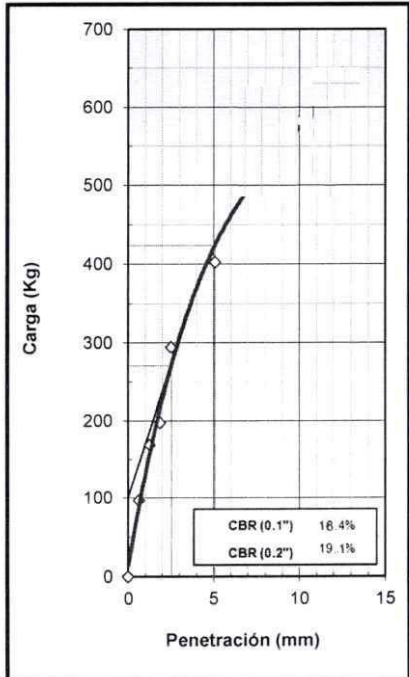
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	11.8	0.2":	13.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	8.4	0.2":	9.5

**RESULTADOS:**

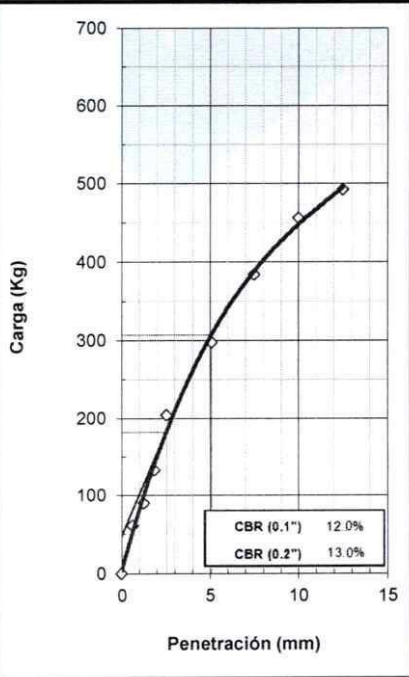
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	11.8 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	8.4 (%)

**OBSERVACIONES:**

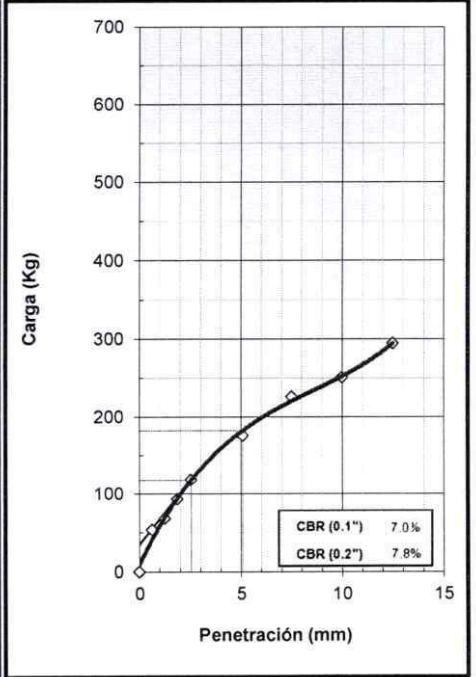
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



## **Anexo C.2.**

**Resultados de los ensayos de laboratorio  
correspondiente a las propiedades físicas.**

**Calicata C-02**



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS

OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS

(MTC ANEXO 1, NTP 339.134, NTP 339.135, ASTM D 2487)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : -.-

DATOS DE LA MUESTRA	Progresiva	Km 1+000				
	Cantera	--				
	Calicata	C-02				
	Profundidad	0.00-1.50 m				
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00				
	2"	100.00				
	1 1/2"	100.00				
	1"	100.00				
	3/4"	99.10				
	3/8"	97.02				
	# 4	94.75				
	# 10	91.08				
	# 20	87.72				
	# 40	82.81				
	# 60	81.20				
# 140	67.89					
# 200	58.36					
Coef. de Uniformidad Cu		--				
Coef. de Curvatura Cc		--				
Porcentaje de Material	Grava	5.25				
	Arena	36.39				
	Finos	58.36				
Mitad de Fracción Gruesa		20.82				
Limites de	L.L.	32				
	L.P.	16				
Consistencia	I.P.	16				
Humedad Natural (%)		3.41				
Indice de Grupo	IG - LL	3.74				
	IG - IP	2.60				
	Indice de Grupo	6				
Clasificación AASTHO		A-6(6)				
Clasificación SUCS		CL				
Descripción		Arcilla arenosa de baja plasticidad				

  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com





# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

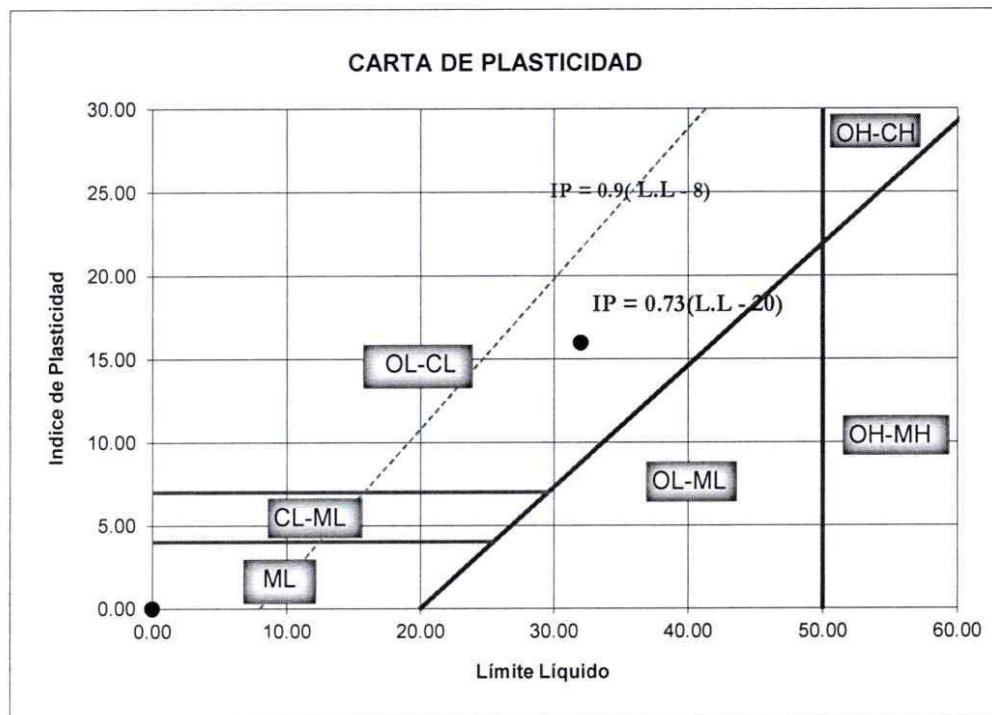
## HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS

(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° V-024-2021

### UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Fecha	: Julio 2021
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	: Interesado
		Técnico	: -.-
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Cantera	: -.-	Progresiva	: Km 1+000
Calicata	: C-02	Muestra	: mab-01
		Material	: Subrasante
		Profundidad	: 0.00-1.50 m



 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
*Alfredo Rolando Huaman Livia*  
JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
(MTC E 108)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera : -- Progresiva : Km 1+000 Material : Subrasante  
Calicata : C-02 Muestra : mab-01 Profundidad : 0.00-1.50 m

DESCRIPCION			M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	g.	Mcws	255.35	244.07
Peso Suelo Seco + Contenedor	g.	Mcs	247.35	237.14
Peso Contenedor	g.	Mc	26.03	21.51
Peso Partículas Sólidas (Ms=Mcs-Mc)	g.	Ms	221.32	215.63
Peso del Agua (Mw=Mcws-Mcs)	g.	Mw	8.00	6.93
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	%	w	3.61	3.21

<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>3.4</b>
-----------------------------	------------

  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**  
 (MTC E 107)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
 Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
 Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
 Técnico : -.-

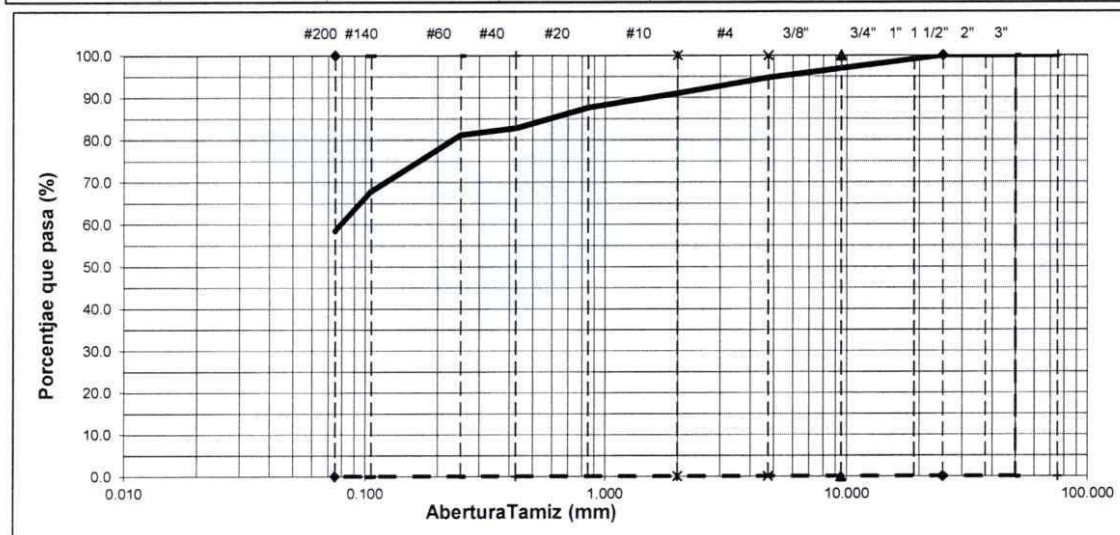
**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera : -.- Progresiva : Km 1+000 Material : Subrasante  
 Calicata : C-02 Muestra : mab-01 Tamaño Máximo: 2"

**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA**

Masa Inicial Seca (gr) = 2098.00 Porción de masa que pasa tamiz N° 10 (gr) = 130.0  
 Masa Lavada y Seca (gr) = 1105.80 Masa de Material Grueso (gr) = 187.10  
 Masa Retenido 3"(gr) = 0.00 % que pasa N° 200 = 58.36

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.000	18.90	0.90	0.9	99.1
3/8"	9.500	43.60	2.08	3.0	97.0
# 4	4.750	47.60	2.27	5.2	94.8
# 10	2.000	77.00	3.67	8.9	91.1
# 20	0.850	4.80	3.36	12.3	87.7
# 40	0.425	7.00	4.90	17.2	82.8
# 60	0.250	2.30	1.61	18.8	81.2
# 140	0.106	19.00	13.31	32.1	67.9
# 200	0.075	13.60	9.53	41.6	58.4
< 200	Fondo	15.80	11.07	52.7	47.3



% GRAVA	5.25	% Gruesa :	0.90	D60 (mm) =	0.080
		% Fina :	4.35	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	36.39	% Gruesa :	3.67	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	8.27	Coef. Unif. (Cu) =	-.-
		% Fina :	24.45	Coef. Conc. (Cc) =	-.-
% FINOS	58.36				

**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
 DE LOS SUELOS  
 (MTC E 110 y MTC E 111)**

Solicitud N° **V-024-2021**

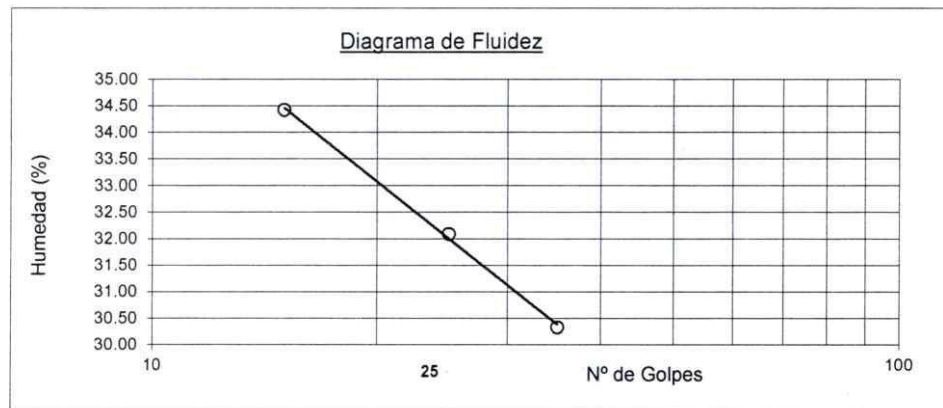
Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha	: Julio 2021
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera	: --	Progresiva	: Km 1+000	Material	: Subrasante
Calicata	: C-02	Muestra	: mab-01	Profundidad	: 0.00-1.50 m

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, MTC E110**

N° de golpes	15	25	35
P. Suelo Húmedo+Rec.	32.54	52.35	31.03
P. Suelo Seco+Rec.	28.53	48.15	27.80
Peso del Recipiente	16.88	35.06	17.15
Peso Suelo Seco	11.65	13.09	10.65
Peso del Agua	4.01	4.20	3.23
C. de Humedad %	34.42	32.09	30.33



**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, MTC E111**

P. Suelo Húmedo+Rec.	54.79	50.77
P. Suelo Seco+Rec.	52.49	48.88
Peso del Recipiente	38.41	37.12
Peso Suelo Seco	14.08	11.76
Peso del Agua	2.30	1.89
C. de Humedad %	16.34	16.07

Limite Liquido = **32**

Limite Plástico = **16**

Indice Plasticidad = **16**

 **EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

### **Anexo C.3.**

**Resultados de los ensayos de laboratorio  
correspondiente a las propiedades físicas.**

**Calicata C-03**



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS

OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS

(MTC ANEXO 1, NTP 339.134, NTP 339.135, ASTM D 2487)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019

Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021

Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado

Técnico : -.-

DATOS DE LA MUESTRA	Progresiva	Km 1+500			
	Cantera	--			
	Calicata	C-03			
	Profundidad	0.00-1.50 m			
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00			
	2"	100.00			
	1 1/2"	100.00			
	1"	98.98			
	3/4"	97.74			
	3/8"	95.35			
	# 4	93.00			
	# 10	89.54			
	# 20	85.54			
	# 40	81.34			
	# 60	79.83			
# 140	69.84				
# 200	63.71				
Coef. de Uniformidad Cu		--			
Coef. de Curvatura Cc		--			
Porcentaje de Material	Grava	7.00			
	Arena	29.29			
	Finos	63.71			
Mitad de Fracción Gruesa		18.15			
Limites de	L.L.	34			
	L.P.	16			
Consistencia	I.P.	18			
Humedad Natural (%)		11.17			
Índice de Grupo	IG - LL	4.88			
	IG - IP	3.90			
	Índice de Grupo	9			
Clasificación AASTHO		A-6(9)			
Clasificación SUCS		CL			
Descripción		Arcilla arenosa de baja plasticidad			

  
**Alfredo Rolando Huaman Livia**  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com

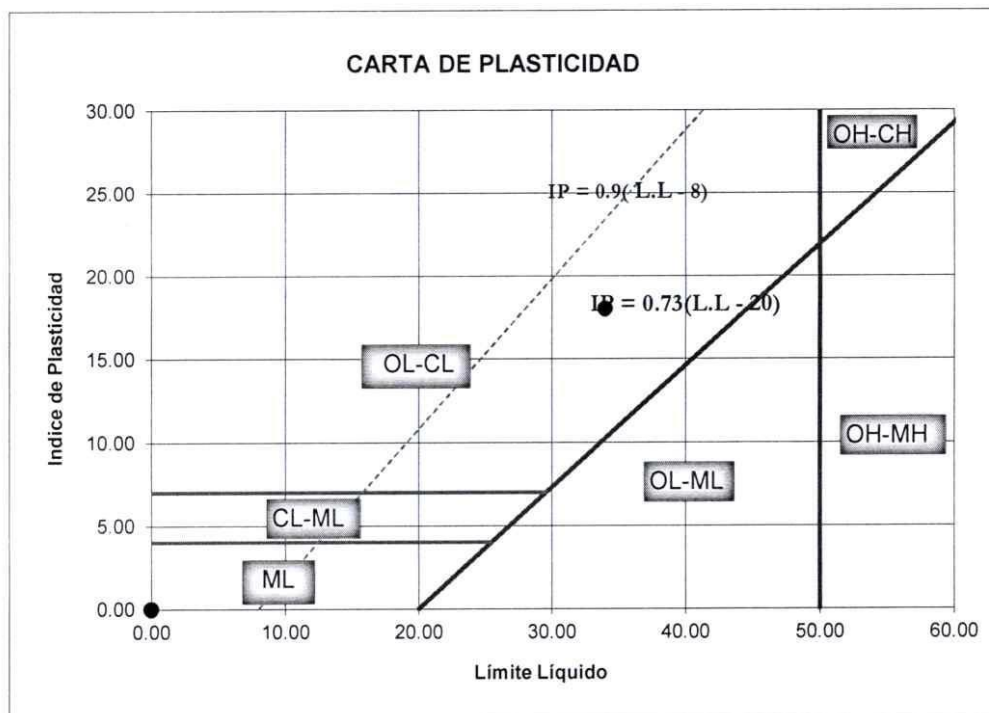


**HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS**  
(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **V-024-2021**

**UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Fecha	: Julio 2021
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	: Interesado
		Técnico	: -.-
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Cantera	: -.-	Progresiva	: Km 1+500
Calicata	: C-03	Muestra	: mab-01
		Material	: Subrasante
		Profundidad	: 0.00-1.50 m



Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
(MTC E 108)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera : -- Progresiva : Km 1+500 Material : Subrasante  
Calicata : C-03 Muestra : mab-01 Profundidad : 0.00-1.50 m

DESCRIPCION			M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	g.	Mcws	336.58	334.46
Peso Suelo Seco + Contenedor	g.	Mcs	305.28	304.46
Peso Contenedor	g.	Mc	30.65	30.47
Peso Partículas Sólidas (Ms=Mcs-Mc)	g.	Ms	274.63	273.99
Peso del Agua (Mw=Mcws-Mcs)	g.	Mw	31.30	30.00
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	%	w	11.40	10.95

<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>11.2</b>
-----------------------------	-------------

  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO





**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**  
 (MTC E 107)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
 Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
 Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
 Técnico : -.-

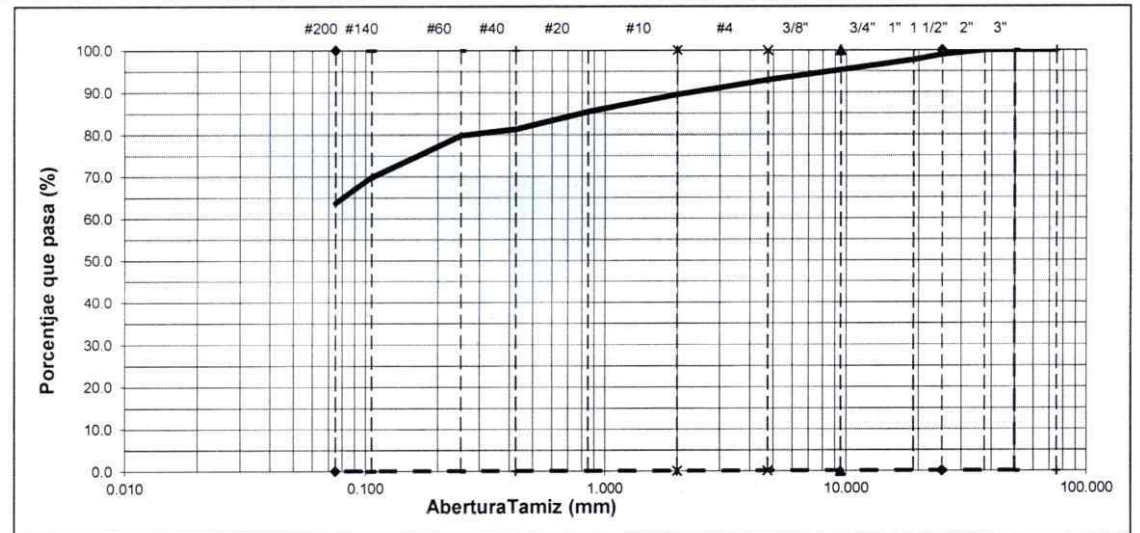
**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera : -.- Progresiva : Km 1+500 Material : Subrasante  
 Calicata : C-03 Muestra : mab-01 Tamaño Máximo: 1 1/2"

**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA**

Masa Inicial Seca (gr) = 1957.30 Porción de masa que pasa tamiz N° 10 (gr) = 130.0  
 Masa Lavada y Seca (gr) = 785.82 Masa de Material Grueso (gr) = 204.80  
 Masa Retenido 3"(gr) = 0.00 % que pasa N° 200 = 63.71

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	20.00	1.02	1.0	99.0
3/4"	19.000	24.30	1.24	2.3	97.7
3/8"	9.500	46.80	2.39	4.7	95.3
# 4	4.750	46.00	2.35	7.0	93.0
# 10	2.000	67.70	3.46	10.5	89.5
# 20	0.850	5.80	3.99	14.5	85.5
# 40	0.425	6.10	4.20	18.7	81.3
# 60	0.250	2.20	1.52	20.2	79.8
# 140	0.106	14.50	9.99	30.2	69.8
# 200	0.075	8.90	6.13	36.3	63.7
< 200	Fondo	5.60	3.86	40.1	59.9



% GRAVA	7.00	% Gruesa :	2.26	D60 (mm) =	0.000
		% Fina :	4.74	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	29.29	% Gruesa :	3.46	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	8.20	Coef. Unif. (Cu) =	-.-
		% Fina :	17.63	Coef. Conc. (Cc) =	-.-
% FINOS	63.71				

**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO



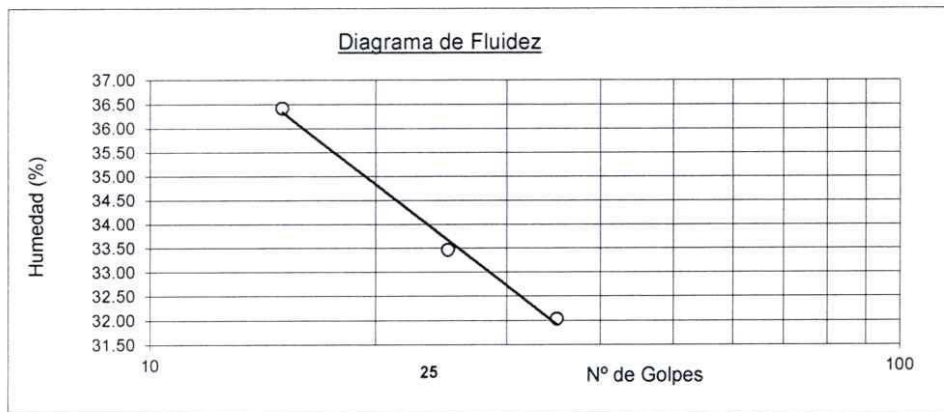
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD  
 DE LOS SUELOS  
 (MTC E 110 y MTC E 111)**

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita	Leonard Virhuez Aguirre	Fecha : Julio 2021	
Lugar	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	Interesado
Técnico : -:-			
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Cantera	-:-	Progresiva	Km 1+500
Calicata	C-03	Muestra	mab-01
		Material	Subrasante
		Profundidad	0.00-1.50 m

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, MTC E110**

N° de golpes	15	25	35
P.Suelo Húmedo+Rec.	39.01	34.00	34.25
P.Suelo Seco+Rec.	35.35	29.68	30.05
Peso del Recipiente	25.30	16.77	16.94
Peso Suelo Seco	10.05	12.91	13.11
Peso del Agua	3.66	4.32	4.20
C. de Humedad %	36.42	33.46	32.04



**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD, MTC E111**

P.Suelo Húmedo+Rec.	52.42	47.38
P.Suelo Seco+Rec.	50.58	45.66
Peso del Recipiente	38.66	34.90
Peso Suelo Seco	11.92	10.76
Peso del Agua	1.84	1.72
C. de Humedad %	15.44	15.99

Limite Líquido = **34**

Limite Plástico = **16**

Índice Plasticidad = **18**

**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
  
**Alfredo Rolando Huaman Livia**  
**JEFE DE LABORATORIO**

**Anexo C.4.**  
**Resultados de los ensayos de laboratorio**  
**correspondiente a las propiedades físicas.**  
**Calicata C-04**



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS

(MTC ANEXO 1, NTP 339.134, NTP 339.135, ASTM D 2487)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha	: Julio 2021
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: -.-

DATOS DE LA MUESTRA		Progresiva	Km 2+000			
		Cantera	--			
		Calicata	C-04			
		Profundidad	0.00-1.50 m			
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"		3"	100.00			
		2"	100.00			
		1 1/2"	100.00			
		1"	97.10			
		3/4"	93.43			
		3/8"	91.74			
		# 4	89.13			
		# 10	85.65			
		# 20	82.03			
		# 40	77.48			
		# 60	75.97			
	# 140	65.03				
	# 200	58.64				
Coef. de Uniformidad Cu			--			
Coef. de Curvatura Cc			--			
Porcentaje de Material	Grava		10.87			
	Arena		30.49			
	Finos		58.64			
Mitad de Fracción Gruesa			20.68			
Límites de	L.L.		33			
	L.P.		18			
Consistencia	I.P.		15			
Humedad Natural (%)			10.78			
Índice de Grupo	IG - LL		3.90			
	IG - IP		2.18			
	Índice de Grupo		6			
Clasificación AASTHO			A-6(6)			
Clasificación SUCS			CL			
Descripción			Arcilla arenosa de baja plasticidad			

 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



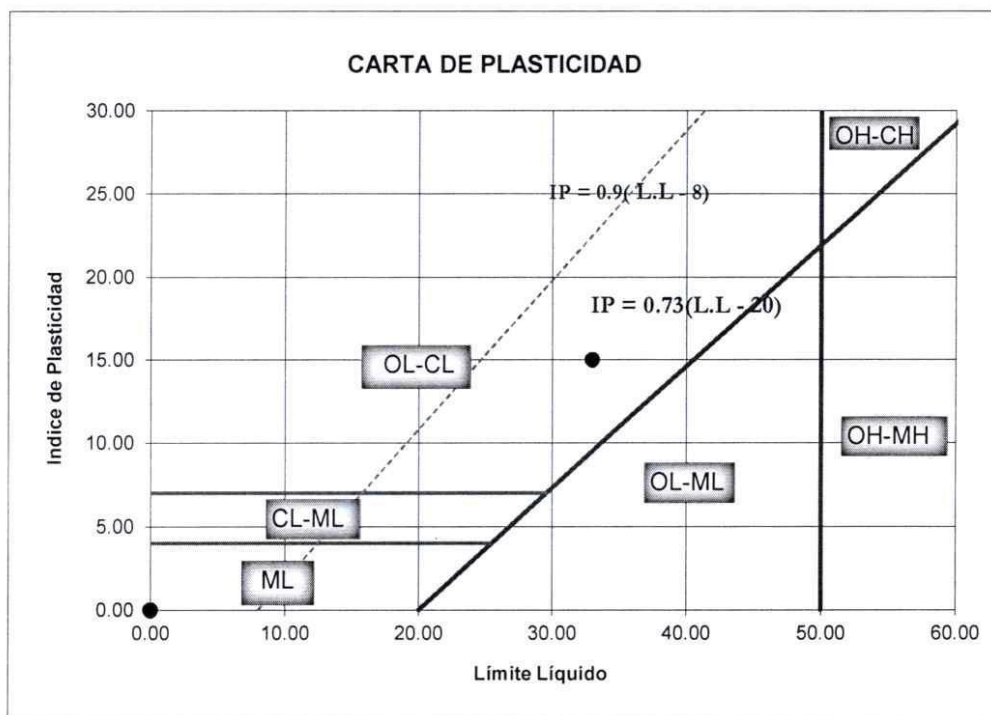
**HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS**

(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **V-024-2021**

**UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD**

Proyecto	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita	Leonard Virhuez Aguirre	Fecha	Julio 2021
Lugar	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	Interesado Técnico : -,-
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Cantera	-,-	Progresiva	Km 2+000
Calicata	C-04	Muestra	mab-01
		Material	Subrasante
		Profundidad	0.00-1.50 m



Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS

OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : -.-

### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -.- Progresiva : Km 2+000 Material : Subrasante  
Calicata : C-04 Muestra : mab-01 Profundidad : 0.00-1.50 m

DESCRIPCION			M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	g.	Mcws	337.63	323.98
Peso Suelo Seco + Contenedor	g.	Mcs	308.52	294.70
Peso Contenedor	g.	Mc	30.69	30.63
Peso Partículas Sólidas (Ms=Mcs-Mc)	g.	Ms	277.83	264.07
Peso del Agua (Mw=Mcws-Mcs)	g.	Mw	29.11	29.28
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	%	w	10.48	11.09

<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>10.8</b>
-----------------------------	-------------

  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS

OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(MTC E 107)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019

Solicita : Leonard Virhuez Aguirre

Fecha : Julio 2021

Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz

Muestreado por : Interesado

Técnico : -.-

### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -.-

Progresiva : Km 2+000

Material : Subrasante

Calicata : C-04

Muestra : mab-01

Tamaño Máximo: 1 1/2"

### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Masa Inicial Seca (gr) = 1699.20

Porción de masa que pasa tamiz N° 10 (gr) = 130.0

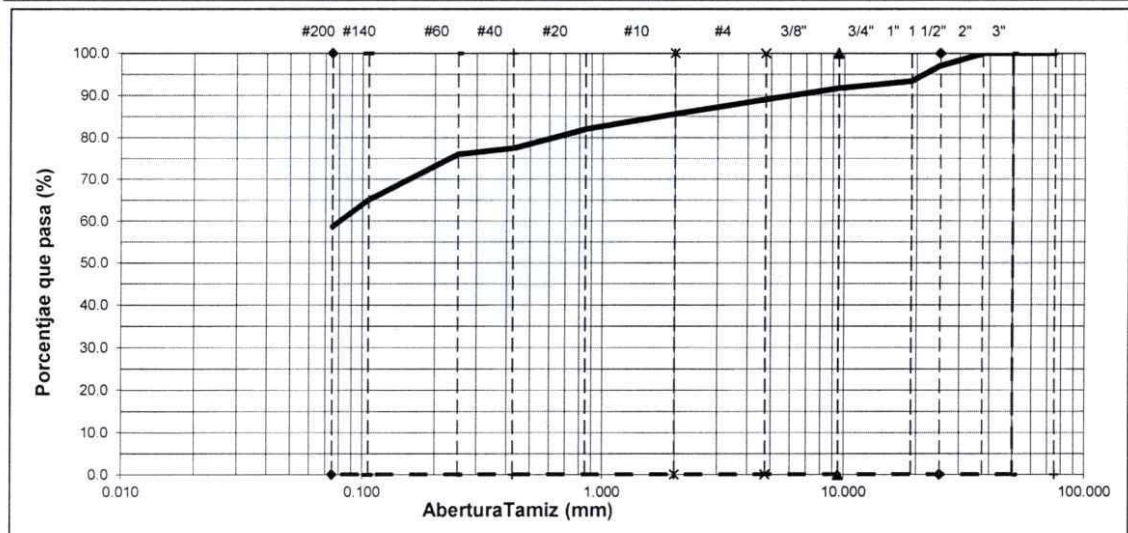
Masa Lavada y Seca (gr) = 804.69

Masa de Material Grueso (gr) = 243.80

Masa Retenido 3"(gr) = 0.00

% que pasa N° 200 = 58.64

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	49.30	2.90	2.9	97.1
3/4"	19.000	62.30	3.67	6.6	93.4
3/8"	9.500	28.70	1.69	8.3	91.7
# 4	4.750	44.40	2.61	10.9	89.1
# 10	2.000	59.10	3.48	14.3	85.7
# 20	0.850	5.50	3.62	18.0	82.0
# 40	0.425	6.90	4.55	22.5	77.5
# 60	0.250	2.30	1.52	24.0	76.0
# 140	0.106	16.60	10.94	35.0	65.0
# 200	0.075	9.70	6.39	41.4	58.6
< 200	Fondo	9.10	6.00	47.4	52.6



% GRAVA	10.87	% Gruesa :	6.57	D60 (mm) =	0.082
		% Fina :	4.30	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	30.49	% Gruesa :	3.48	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	8.17	Coef. Unif. (Cu) =	-.-
		% Fina :	18.84	Coef. Conc. (Cc) =	-.-
% FINOS	58.64				

EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
  
 Alfredo Rolando Huaman LIMA  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



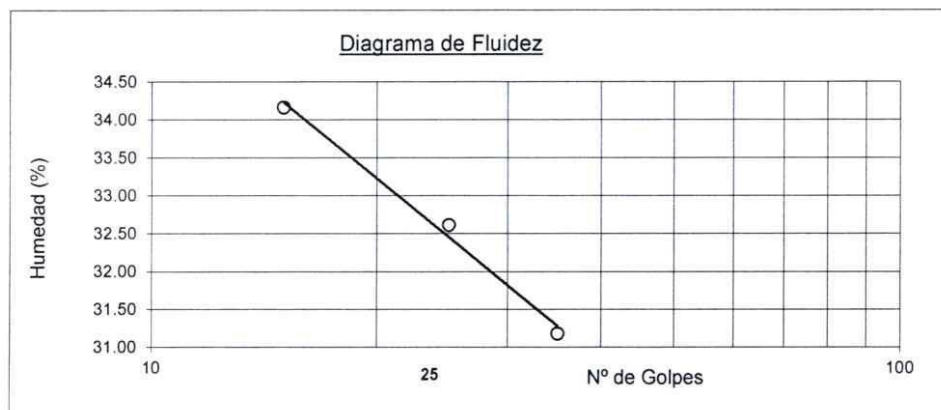
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
DE LOS SUELOS**  
(MTC E 110 y MTC E 111)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Fecha	: Julio 2021
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	: Interesado
		Técnico	: -.-
DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera	: -.-	Progresiva	: Km 2+000
Calicata	: C-04	Muestra	: mab-01
		Material	: Subrasante
		Profundidad	: 0.00-1.50 m

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, MTC E110**

N° de golpes	15	25	35
P.Suelo Húmedo+Rec.	30.13	34.17	31.89
P.Suelo Seco+Rec.	26.70	29.78	27.64
Peso del Recipiente	16.66	16.32	14.01
Peso Suelo Seco	10.04	13.46	13.63
Peso del Agua	3.43	4.39	4.25
C. de Humedad %	34.16	32.62	31.18



**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, MTC E111**

P.Suelo Húmedo+Rec.	39.20	38.04
P.Suelo Seco+Rec.	36.80	35.65
Peso del Recipiente	23.26	22.50
Peso Suelo Seco	13.54	13.15
Peso del Agua	2.40	2.39
C. de Humedad %	17.73	18.17

Limite Líquido = **33**

Limite Plástico = **18**

Indice Plasticidad = **15**

 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



## **Anexo C.5.**

**Resultados de los ensayos de laboratorio  
correspondiente a las propiedades físicas  
y mecánicas. Calicata C-05**



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS

(MTC ANEXO 1, NTP 339.134, NTP 339.135, ASTM D 2487)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : -.-

DATOS DE LA MUESTRA		Progresiva	Km 2+500				
		Cantera	-.-				
		Calicata	C-05				
		Profundidad	0.00-1.50 m				
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"		100.00				
	2"		100.00				
	1 1/2"		100.00				
	1"		100.00				
	3/4"		100.00				
	3/8"		96.73				
	# 4		93.09				
	# 10		89.02				
	# 20		84.98				
	# 40		79.22				
	# 60		77.03				
# 140		65.12					
# 200		60.19					
Coef. de Uniformidad Cu			-.-				
Coef. de Curvatura Cc			-.-				
Porcentaje de Material	Grava		6.91				
	Arena		32.90				
	Finos		60.19				
Mitad de Fracción Gruesa			19.91				
Limites de	L.L.		30				
	L.P.		14				
Consistencia	I.P.		16				
Humedad Natural (%)			11.17				
Indice de Grupo	IG - LL		3.78				
	IG - IP		2.71				
	Indice de Grupo		6				
Clasificación AASTHO			A-6(6)				
Clasificación SUCS			CL				
Descripción			Arcilla arenosa de baja plasticidad				

  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



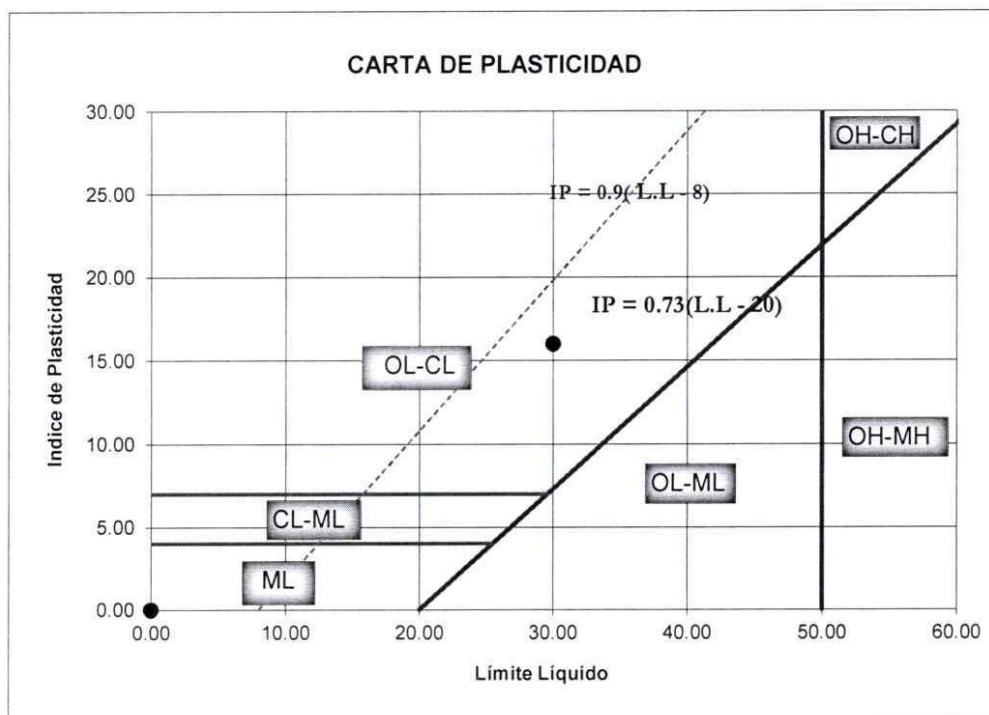
**HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS**

(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **V-024-2021**

**UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Fecha	: Julio 2021
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	: Interesado
		Técnico	: --
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Cantera	: --	Progresiva	: Km 2+500
Calicata	: C-05	Muestra	: mab-01
		Material	: Subrasante
		Profundidad	: 0.00-1.50 m



Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
(MTC E 108)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera : -- Progresiva : Km 2+500 Material : Subrasante  
Calicata : C-05 Muestra : mab-01 Profundidad : 0.00-1.50 m

DESCRIPCION			M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	g.	Mcws	206.97	207.17
Peso Suelo Seco + Contenedor	g.	Mcs	190.63	190.04
Peso Contenedor	g.	Mc	41.85	39.15
Peso Partículas Sólidas (Ms=Mcs-Mc)	g.	Ms	148.78	150.89
Peso del Agua (Mw=Mcws-Mcs)	g.	Mw	16.34	17.13
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	%	w	10.98	11.35

**Humedad Promedio (%)**

**11.2**

  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS

OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(MTC E 107)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
 Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
 Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
 Técnico : -.-

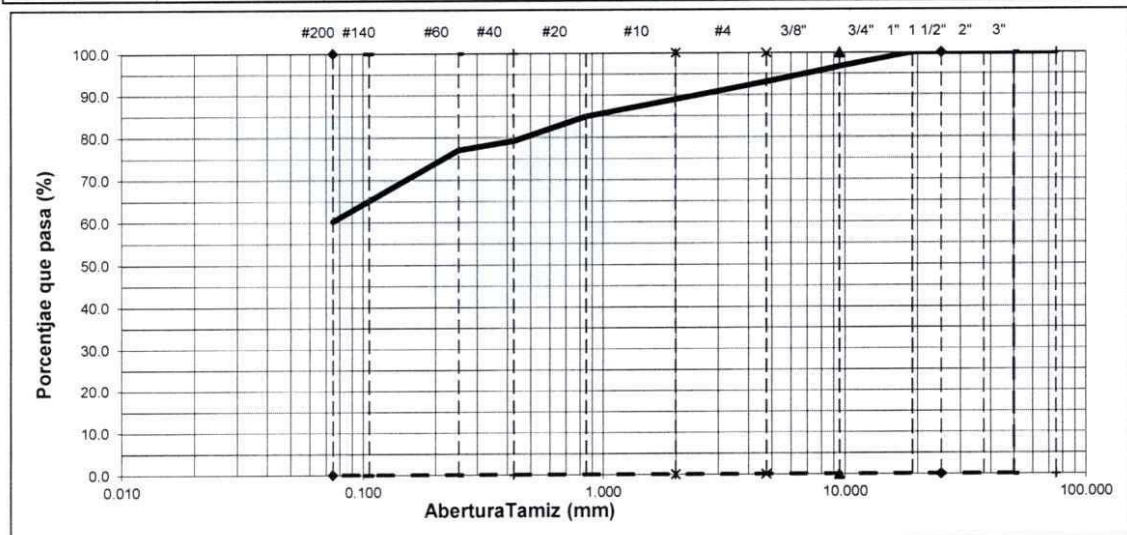
### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -.- Progresiva : Km 2+500 Material : Subrasante  
 Calicata : C-05 Muestra : mab-01 Tamaño Máximo: 3/4"

### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Masa Inicial Seca (gr) = 1881.90 Porción de masa que pasa tamiz N° 10 (gr) = 130.0  
 Masa Lavada y Seca (gr) = 820.08 Masa de Material Grueso (gr) = 206.70  
 Masa Retenido 3"(gr) = 0.00 % que pasa N° 200 = 60.19

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.0	100.0
3/8"	9.500	61.50	3.27	3.3	96.7
# 4	4.750	68.60	3.65	6.9	93.1
# 10	2.000	76.60	4.07	11.0	89.0
# 20	0.850	5.90	4.04	15.0	85.0
# 40	0.425	8.40	5.75	20.8	79.2
# 60	0.250	3.20	2.19	23.0	77.0
# 140	0.106	17.40	11.91	34.9	65.1
# 200	0.075	7.20	4.93	39.8	60.2
< 200	Fondo	5.50	3.77	43.6	56.4



% GRAVA	6.91	% Gruesa :	0.00	D60 (mm) =	0.000
		% Fina :	6.91	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	32.90	% Gruesa :	4.07	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	9.79	Coef. Unif. (Cu) =	-.-
		% Fina :	19.04	Coef. Conc. (Cc) =	-.-
% FINOS	60.19				


 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (MTC E 110 y MTC E 111)

Solicitud N° V-024-2021

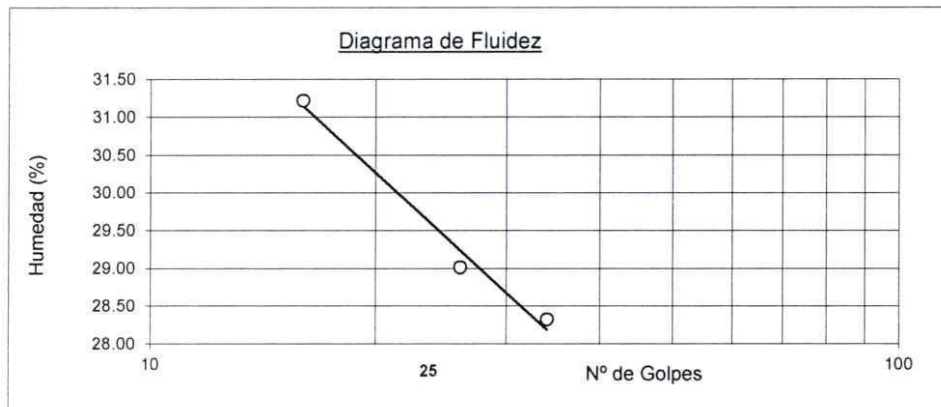
Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha	: Julio 2021
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: -.-

### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -.-	Progresiva	: Km 2+500	Material	: Subrasante
Calicata	: C-05	Muestra	: mab-01	Profundidad	: 0.00-1.50 m

### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, MTC E110

N° de golpes	16	26	34
P. Suelo Húmedo+Rec.	30.44	26.94	27.08
P. Suelo Seco+Rec.	27.24	24.59	24.78
Peso del Recipiente	16.99	16.49	16.66
Peso Suelo Seco	10.25	8.10	8.12
Peso del Agua	3.20	2.35	2.30
C. de Humedad %	31.22	29.01	28.33



### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, MTC E111

P. Suelo Húmedo+Rec.	26.11	25.84
P. Suelo Seco+Rec.	24.78	24.50
Peso del Recipiente	15.18	14.78
Peso Suelo Seco	9.60	9.72
Peso del Agua	1.33	1.34
C. de Humedad %	13.85	13.79

Limite Líquido = **30**

Limite Plástico = **14**

Indice Plasticidad = **16**

EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA**  
**( 2 700 kN-m<sup>3</sup> - 56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup> )**  
 (MTC E115)

Solicitud N° V-024-2021

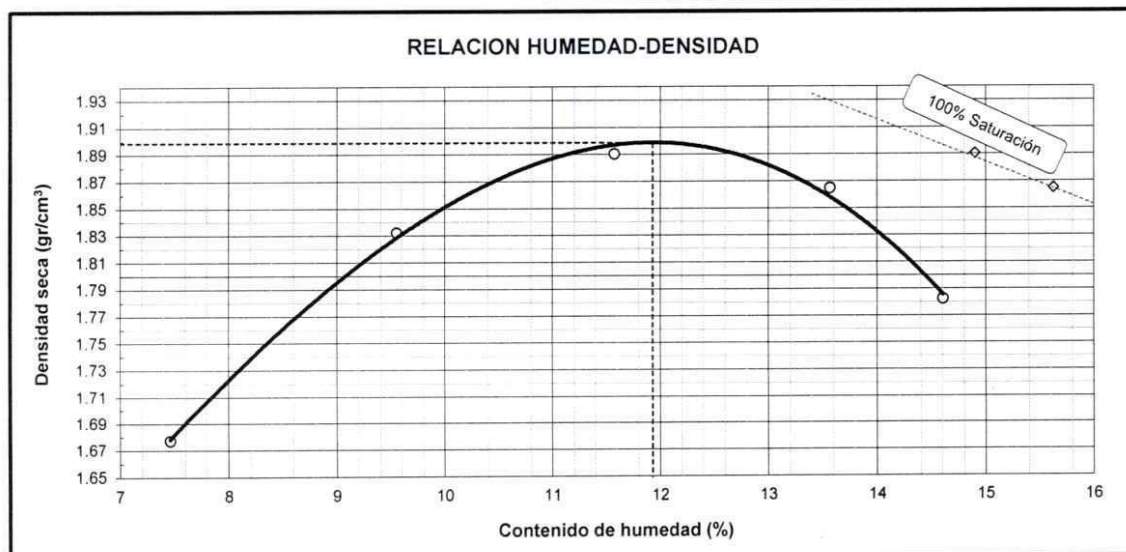
Proyecto	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 20	Fecha	: Julio 2021
Solicitado	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: -.-

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera	: -.-	Muestra	: mab-01	Progresiva	: Km 2+500
Calicata	: C-05			Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante			Clasif. (AASHTO)	: A-6(6)

PROCEDIMIENTO DE COMPACTACION:	A	Método de Preparación	: Húmedo	Molde N°	: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">04</span>
Pisón:	Manual	Gravedad Especifica (Gs)	: 2.62	Tamiz N°	: # 4
Golpes por capa:	25	Capas	: Cinco	P <sub>c</sub> (%)	: 6.91

Masa suelo húmedo + molde	gr	3628.5	3820.5	3916.0	3924.1	3853.8
Masa del molde	gr	1938.0	1938.0	1938.0	1938.0	1938.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	1690.5	1882.5	1978.0	1986.1	1915.8
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	937.9	937.9	937.9	937.9	937.9
Densidad húmeda compactada	gr/cm <sup>3</sup>	1.803	2.007	2.109	2.118	2.043
Cálculo Contenido de Humedad						
Masa del suelo húmedo+ recip.	gr	380.49	238.59	356.61	370.12	430.65
Masa del suelo seco + recipiente	gr	356.18	219.93	322.76	329.54	379.66
Masa del recipiente	gr	30.47	24.57	30.31	30.47	30.51
Masa del agua	gr	24.31	18.66	33.85	40.58	50.99
Masa del suelo seco	gr	325.71	195.36	292.45	299.07	349.15
Contenido de Humedad	%	7.46	9.55	11.57	13.57	14.60
Densidad seca compactada	gr/cm <sup>3</sup>	1.68	1.83	1.89	1.86	1.78
<i>Densidad Seca Compactada Máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i> $\gamma_d$						<b>1.90</b>
<i>Peso Unitario Seco Compactado (kN/m<sup>3</sup>)</i> $\gamma_d$						<b>18.6</b>
<i>Humedad óptima (%)</i>						<b>11.93</b>



Observaciones:

LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO MTC E 113

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto :	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita :	Leonard Virhuez Aguirre	Fecha :	Julio 2021
Lugar :	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por :	Interesado
Calicata :	C-05	Muestra :	mab-01
		Profundidad :	0.00-1.50 m

Muestra de Ensayo		M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo		Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado		Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua	gr (M <sub>a</sub> )	637.80	639.90
Masa picnómetro+ agua + suelo	(M <sub>b</sub> )	718.30	720.60
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A)	130.00	130.00
Masa recipiente	gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (M <sub>0</sub> = A-B)	gr (M <sub>0</sub> )	130.00	130.00
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs = M <sub>0</sub> /(M <sub>0</sub> +M <sub>a</sub> -M <sub>b</sub> ))		2.63	2.64
<b>Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs) (B/E)</b>		<b>2.63</b>	

\* Muestreo e Identificación realizada por el interesado  
Observación:

 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO





**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**  
 (MTC E 132)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha de Ensayo	: 27-08-21
Solicitado	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	: C-05	Progresiva	: Km 2+500
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(6)

**PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)**

Compactación	: Modificado	Método	: A			
Molde N°	1	2	3			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	55	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12627.7	12692.4	12550.7	12670.9	12017.9	12329.7
Peso de molde (g)	7929.8	7929.8	7994.1	7994.1	8042.9	8042.9
Peso del suelo húmedo (g)	4697.9	4762.6	4556.6	4676.8	3975.0	4286.8
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2134.3	2134.3	2123.1	2123.1	2125.7	2125.7
Peso Unitario húmedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.20	2.23	2.15	2.20	1.87	2.02
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	213.41	314.64	224.58	390.63	225.26	424.37
Peso suelo seco + recipiente (g)	192.92	283.24	202.77	347.07	205.01	366.43
Peso del recipiente (g)	21.51	30.65	22.43	30.47	21.24	30.69
Peso de agua (g)	20.49	31.40	21.81	43.56	20.25	57.94
Peso de suelo seco (g)	171.41	252.59	180.34	316.60	183.77	335.74
Contenido de humedad (%)	11.95	12.43	12.09	13.76	11.02	17.26
Peso Unitario seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.97	1.98	1.91	1.94	1.68	1.72

Datos del Ensayo Proctor Modificado      Peso Unitario Seco = 1.899 gr/cm<sup>3</sup>      C.H.O. = 11.93 %

**INMERSIÓN**

Sobrecarga de saturación =		4.54 Kg									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/08/2021	11:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
28/08/2021	11:00	24	0.080	2.000	1.6	0.120	3.000	2.4	0.180	4.500	3.5
29/08/2021	11:00	48	0.150	3.750	3.0	0.160	4.000	3.1	0.230	5.750	4.5
30/08/2021	11:00	72	0.180	4.500	3.5	0.220	5.500	4.3	0.270	6.750	5.3
31/08/2021	11:00	96	0.210	5.250	4.1	0.290	7.250	5.7	0.320	8.000	6.3

**PENETRACION**

Sobrecarga de penetración =		4.54 Kg											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.625		18	89.4			8	53.4			4	39.0		
1.250		50	204.4			30	132.5			9	57.0		
1.875		69	272.7			45	186.4			16	82.2		
2.540	70.31	87	337.4	309.3	22.4	55	222.4	220.4	16.0	22	103.7	107.8	7.8
5.080	105.46	108	412.9	475.9	23.0	86	333.8	344.0	16.6	42	175.6	170.0	8.2
7.500		155	581.9			105	402.1			52	211.6		
10.000		188	700.5			125	474.0			63	251.1		
12.500		218	808.4			140	528.0			85	330.2		

**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
  
**Alfredo Rolando Huaman Livia**  
 JEFE DE LABORATORIO



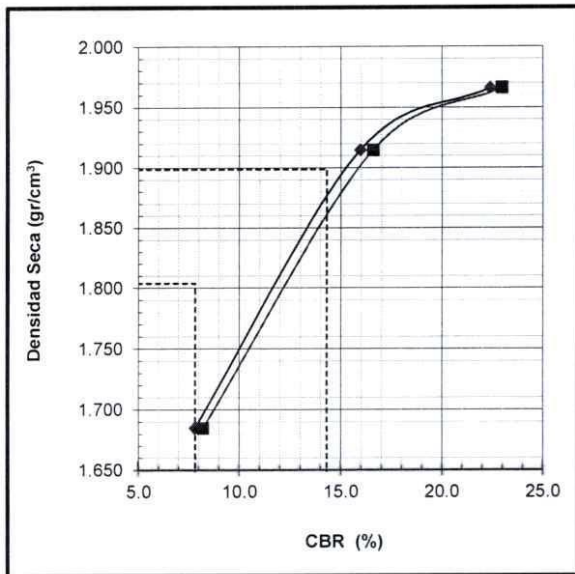
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (MTC E 132-2000)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto :	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha : 31/08/2021
Solicitado :	Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por : Interesado
Lugar :	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico : -.-

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata :	C-05	Progresiva	: Km 2+500
Muestra :	mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material :	Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(6)



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.90
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 11.93
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.80

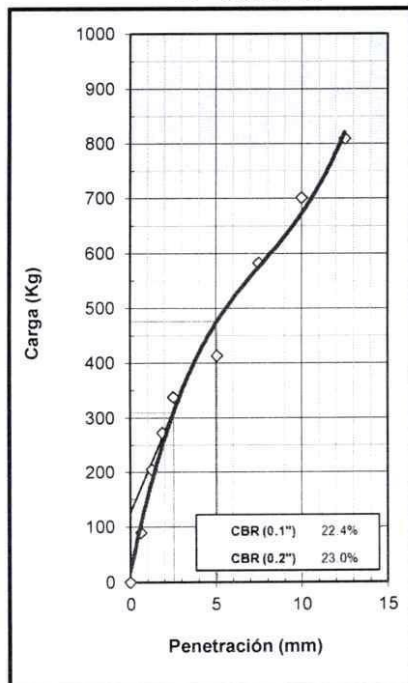
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	14.3	0.2":	15.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	7.8	0.2":	8.5

**RESULTADOS:**

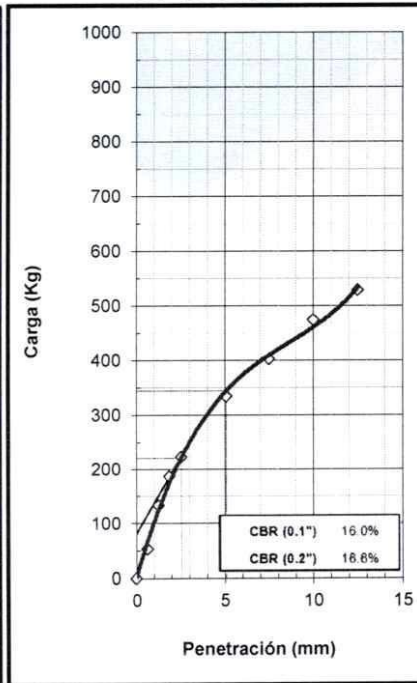
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	14.3 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	7.8 (%)

**OBSERVACIONES:**

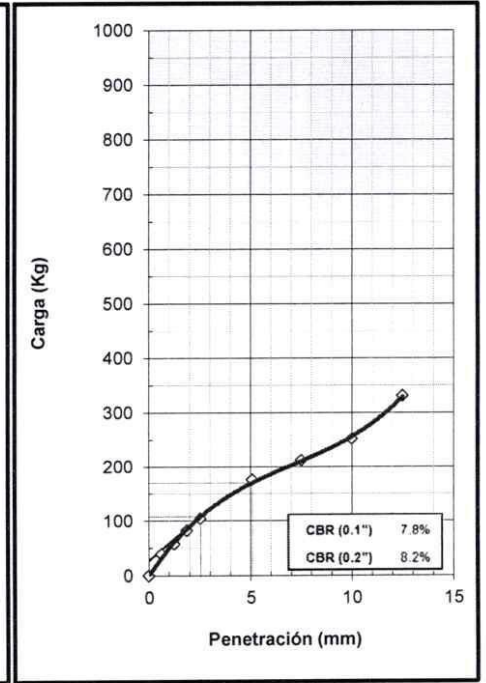
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES





**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**  
 (MTC E 132)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha de Ensayo	: 26-05-22
Solicitado	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	: C-05	Progresiva	: Km 2+500
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(6)

**PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)**

Compactación	: Modificado	Método	: A				
Molde N°	4		5		6		
Capas N°	5		5		5		
Golpes por capa N°	55		26		12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11479.7	11562.0	11237.1	11332.9	11020.8	11203.9	
Peso de molde (g)	7546.0	7546.0	7324.6	7324.6	7290.6	7290.6	
Peso del suelo húmedo (g)	3933.7	4016.0	3912.5	4008.3	3730.2	3913.3	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113.9	2113.9	2120.4	2120.4	2115.5	2115.5	
Peso Unitario húmedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.86	1.90	1.85	1.89	1.76	1.85	
Contenido de Humedad							
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	266.62	221.93	298.98	206.96	292.47	213.08	
Peso suelo seco + recipiente (g)	239.72	197.61	267.78	183.88	262.89	187.99	
Peso del recipiente (g)	30.65	38.41	30.69	35.87	30.65	37.12	
Peso de agua (g)	26.90	24.32	31.20	23.08	29.58	25.09	
Peso de suelo seco (g)	209.07	159.20	237.09	148.01	232.24	150.87	
Contenido de humedad (%)	12.87	15.28	13.16	15.59	12.74	16.63	
Peso Unitario seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.65	1.65	1.63	1.64	1.56	1.59	

Datos del Ensayo Proctor Modificado      Peso Unitario Seco = 1.899 gr/cm<sup>3</sup>      C.H.O. = 11.93 %

**INMERSIÓN**

Sobrecarga de saturación =		4.54 Kg									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/05/2022	11:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
27/05/2022	11:00	24	0.020	0.500	0.4	0.005	0.125	0.1	0.001	0.025	0.0
28/05/2022	11:00	48	0.025	0.625	0.5	0.008	0.200	0.2	0.003	0.063	0.0
29/05/2022	11:00	72	0.030	0.750	0.6	0.015	0.375	0.3	0.005	0.125	0.1
30/05/2022	11:00	96	0.038	0.950	0.7	0.020	0.500	0.4	0.010	0.250	0.2

**PENETRACION**

Sobrecarga de penetración =		4.54 Kg											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.625		18	89.4			8	53.4			4	39.0		
1.250		45	200.5			25	130.5			5	55.0		
1.875		65	272.7			45	186.4			18	89.4		
2.540	70.31	86	333.8	303.6	22.0	50	204.4	216.7	15.7	22	103.7	106.3	7.7
5.080	105.46	105	411.9	469.9	22.7	86	333.8	337.4	16.3	42	175.6	165.6	8.0
7.500		150	580.9			103	400.0			50	204.4		
10.000		188	700.5			125	474.0			60	251.0		
12.500		210	801.4			141	528.0			84	330.2		

Nota: 20% de Caucho

 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



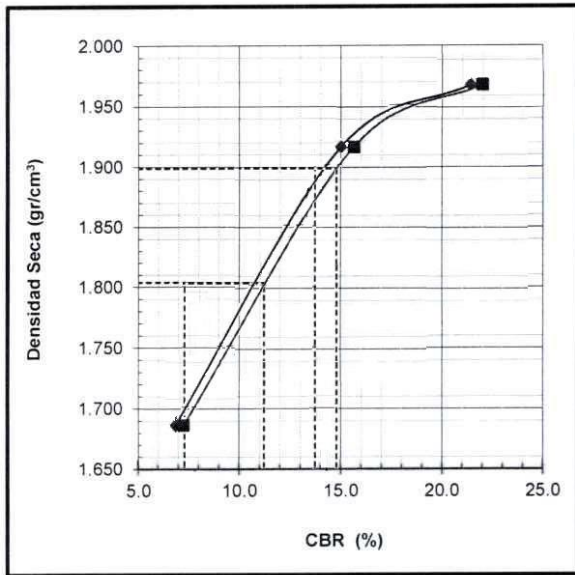
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (MTC E 132-2000)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto :	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha : 31/08/2021
Solicitado :	Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por : Interesado
Lugar :	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico : --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata :	C-05	Progresiva	: Km 2+500
Muestra :	mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material :	Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(6)



**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.90  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 11.93  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.80

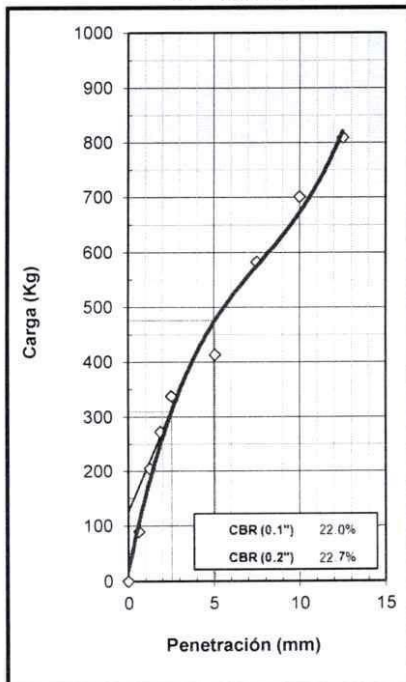
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	13.8	0.2":	14.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	7.3	0.2":	11.1

**RESULTADOS:**

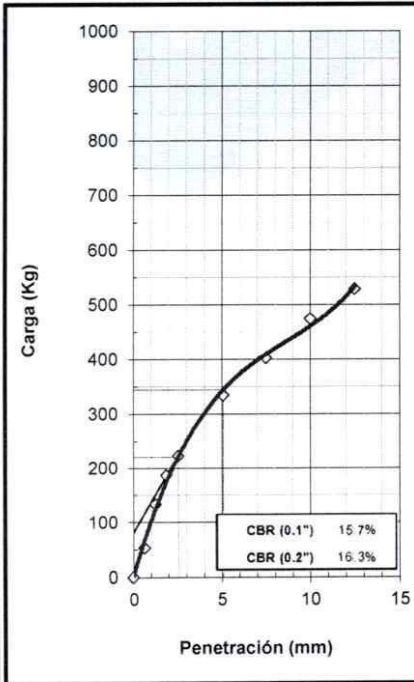
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 13.8 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 7.3 (%)

**OBSERVACIONES:**

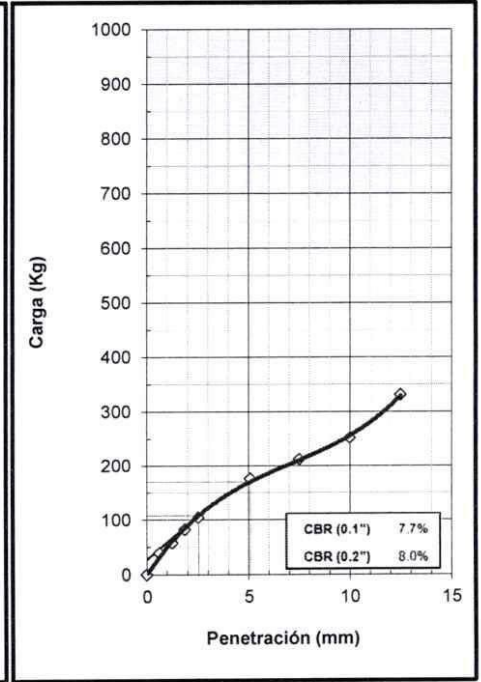
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES





**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**  
 (MTC E 132)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha de Ensayo	: 26-05-22
Solicitado	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: -.-

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	: C-05	Progresiva	: Km 2+500
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(6)

**PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)**

Compactación	: Modificado	Método	: A			
Molde N°	7	8	9			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	55	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11016.4	11096.4	10825.0	10962.8	10957.2	11138.1
Peso de molde (g)	7400.8	7400.8	7421.5	7421.5	7563.8	7563.8
Peso del suelo húmedo (g)	3615.6	3695.6	3403.5	3541.3	3393.4	3574.3
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2139.9	2139.9	2117.6	2117.6	2126.7	2126.7
Peso Unitario húmedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.73	1.61	1.67	1.60	1.68
Contenido de Humedad						
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	271.98	187.53	263.30	231.04	212.32	199.36
Peso suelo seco + recipiente (g)	244.27	168.20	236.57	201.23	190.61	173.14
Peso del recipiente (g)	30.63	38.77	30.91	39.14	23.26	38.26
Peso de agua (g)	27.71	19.33	26.73	29.81	21.71	26.22
Peso de suelo seco (g)	213.64	129.43	205.66	162.09	167.35	134.88
Contenido de humedad (%)	12.97	14.93	13.00	18.39	12.97	19.44
Peso Unitario seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.50	1.50	1.42	1.41	1.41	1.41

Datos del Ensayo Proctor Modificado      Peso Unitario Seco = 1.899 gr/cm<sup>3</sup>      C.H.O. = 11.93 %

**INMERSIÓN**

Sobrecarga de saturación = 4.54 Kg											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/05/2022	11:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
27/05/2022	11:00	24	0.008	0.200	0.2	0.004	0.100	0.1	0.001	0.025	0.0
28/05/2022	11:00	48	0.009	0.225	0.2	0.006	0.150	0.1	0.003	0.075	0.1
29/05/2022	11:00	72	0.015	0.375	0.3	0.013	0.325	0.3	0.004	0.100	0.1
30/05/2022	11:00	96	0.022	0.550	0.4	0.018	0.450	0.4	0.008	0.200	0.2

**PENETRACION**

Sobrecarga de penetración = 4.54 Kg													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.625		16	85.4			7	53.0			3	38.0		
1.250		43	200.0			21	130.5			5	55.0		
1.875		61	262.7			45	186.4			18	89.4		
2.540	70.31	85	300.8	298.1	21.6	50	203.4	211.2	15.3	21	103.7	102.1	7.4
5.080	105.46	100	401.9	463.7	22.4	82	333.0	331.2	16.0	40	175.6	159.4	7.7
7.500		146	560.9			103	400.0			48	204.4		
10.000		185	700.5			120	474.0			60	251.0		
12.500		206	800.4			135	518.0			80	330.2		

Nota: 40% de Caucho

 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO



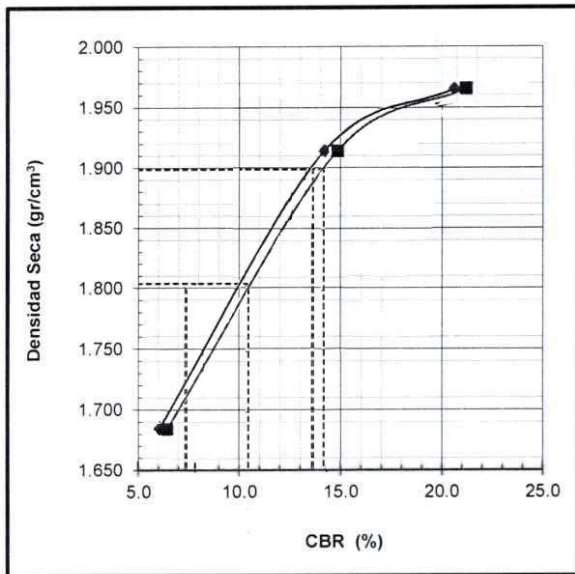
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (MTC E 132-2000)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto :	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha : 31/08/2021
Solicitado :	Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por : Interesado
Lugar :	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico : -.-

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata :	C-05	Progresiva :	Km 2+500
Muestra :	mab-01	Clasif. (SUCS) :	CL
Material :	Subrasante	Clasif. (AASHTO) :	A-6(6)



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.90
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 11.93
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.80

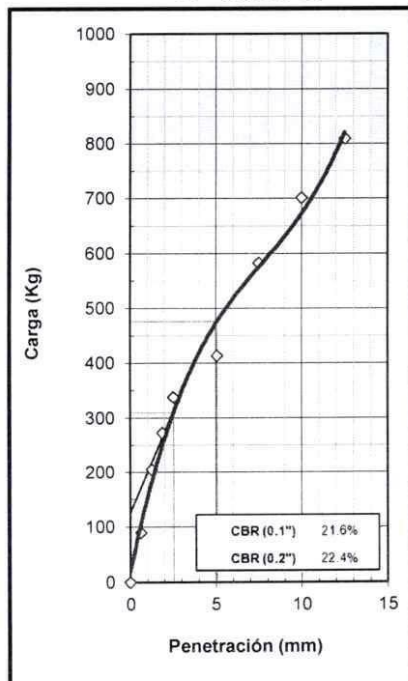
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 13.7	0.2": 14.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 7.1	0.2": 10.4

**RESULTADOS:**

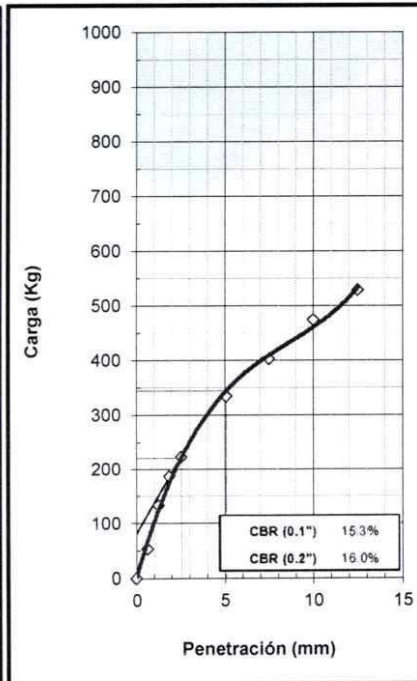
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	13.7 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	7.1 (%)

**OBSERVACIONES:**

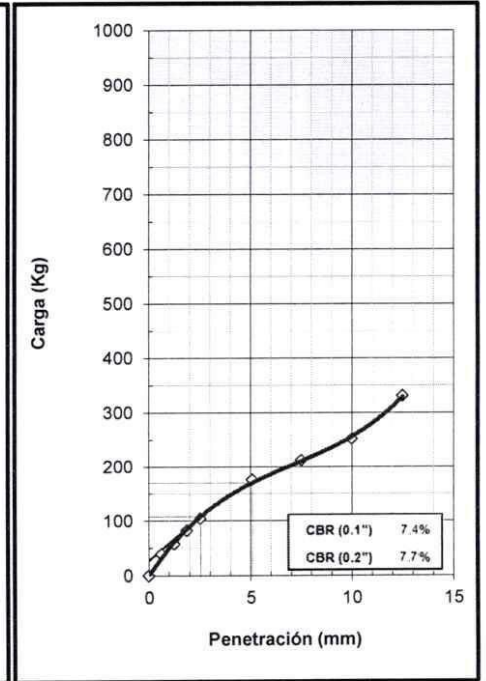
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES





**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**  
(MTC E 132)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha de Ensayo	: 09-06-22
Solicitado	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	: C-05	Progresiva	: Km 2+500
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(6)

**PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)**

Compactación	: Modificado	Método	: A				
Molde N°		1	2	3			
Capas N°		5	5	5			
Golpes por capa N°		55	26	12			
Condición de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		11124.3	11253.9	11117.9	11324.0	11078.4	11356.1
Peso de molde (g)		7929.8	7929.8	7994.1	7994.1	8042.9	8042.9
Peso del suelo húmedo (g)		3194.5	3324.1	3123.8	3329.9	3035.5	3313.2
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )		2134.3	2134.3	2123.1	2123.1	2125.7	2125.7
Peso Unitario húmedo (g/cm <sup>3</sup> )		1.50	1.56	1.47	1.57	1.43	1.56
Contenido de Humedad							
Peso suelo húmedo + recipiente (g)		156.26	335.28	153.75	328.71	152.89	288.11
Peso suelo seco + recipiente (g)		143.50	296.79	140.48	291.69	140.08	249.20
Peso del recipiente (g)		41.85	30.46	35.58	30.64	39.14	22.50
Peso de agua (g)		12.76	38.49	13.27	37.02	12.81	38.91
Peso de suelo seco (g)		101.65	266.33	104.90	261.05	100.94	226.70
Contenido de humedad (%)		12.55	14.45	12.65	14.18	12.69	17.16
Peso Unitario seco (g/cm <sup>3</sup> )		1.33	1.36	1.31	1.37	1.27	1.33

Datos del Ensayo Proctor Modificado      Peso Unitario Seco = 1.899 gr/cm<sup>3</sup>      C.H.O. = 11.93 %

**INMERSIÓN**

Sobrecarga de saturación =		4.54 Kg									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
09/06/2022	11:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
10/06/2022	11:00	24	0.001	0.025	0.0	0.001	0.025	0.0	0.001	0.025	0.0
11/06/2022	11:00	48	0.002	0.050	0.0	0.002	0.050	0.0	0.001	0.025	0.0
12/06/2022	11:00	72	0.002	0.050	0.0	0.003	0.075	0.1	0.002	0.050	0.0
13/06/2022	11:00	96	0.005	0.125	0.1	0.003	0.075	0.1	0.003	0.075	0.1

**PENETRACION**

Sobrecarga de penetración =		4.54 Kg											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.625		15	85.0			7	53.0			3	38.0		
1.250		43	200.0			20	130.0			5	55.0		
1.875		61	262.7			42	176.4			18	89.4		
2.540	70.31	81	300.0	295.4	21.4	46	203.4	207.0	15.0	21	102.2	98.0	7.1
5.080	105.46	90	400.0	457.5	22.1	80	333.0	325.0	15.7	40	165.6	153.2	7.4
7.500		144	560.0			103	400.0			45	204.4		
10.000		185	700.5			120	474.0			59	241.0		
12.500		200	780.5			130	518.0			75	330.0		

Nota: 60% de Caucho

 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO



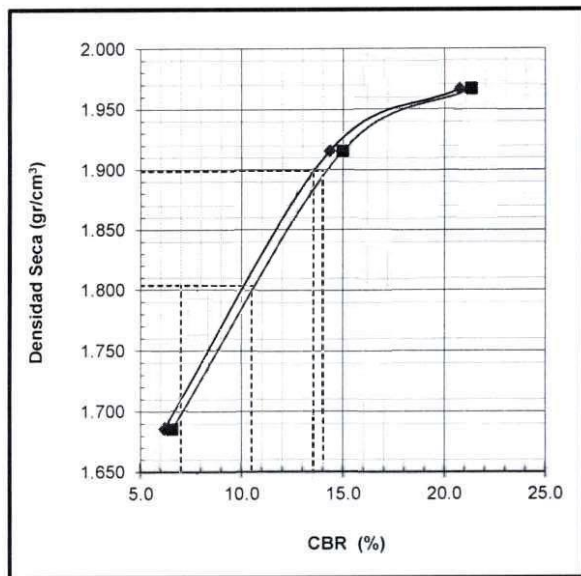
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (MTC E 132-2000)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019 Fecha : 31/08/2021  
 Solicitado : Leonard Virhuez Aguirre Muestreado por : Interesado  
 Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Técnico : -.-

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata : C-05	Progresiva	: Km 2+500
Muestra : mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material : Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(6)



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.90  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.93  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.80

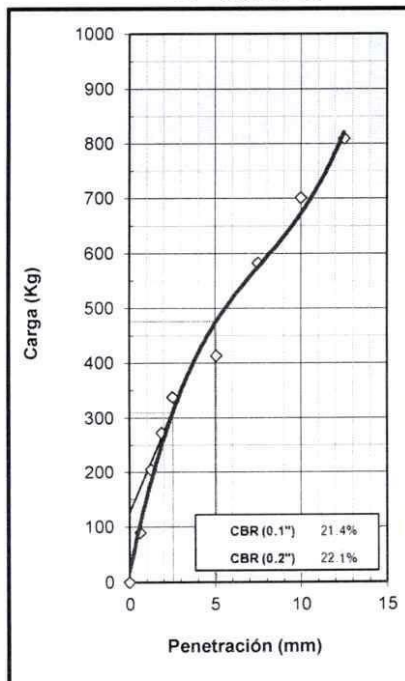
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	13.5	0.2":	13.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	6.9	0.2":	10.3

**RESULTADOS:**

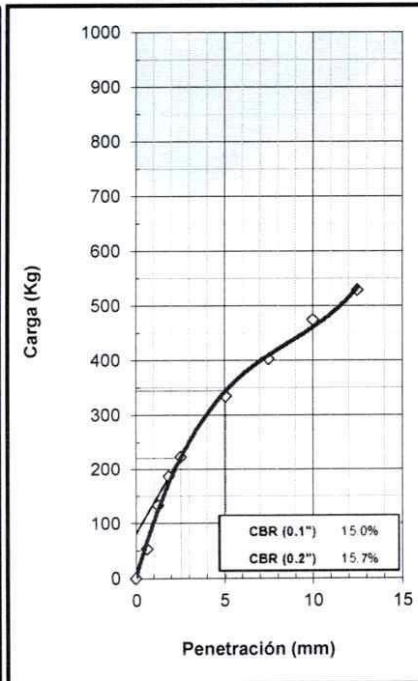
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 13.5 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 6.9 (%)

**OBSERVACIONES:**

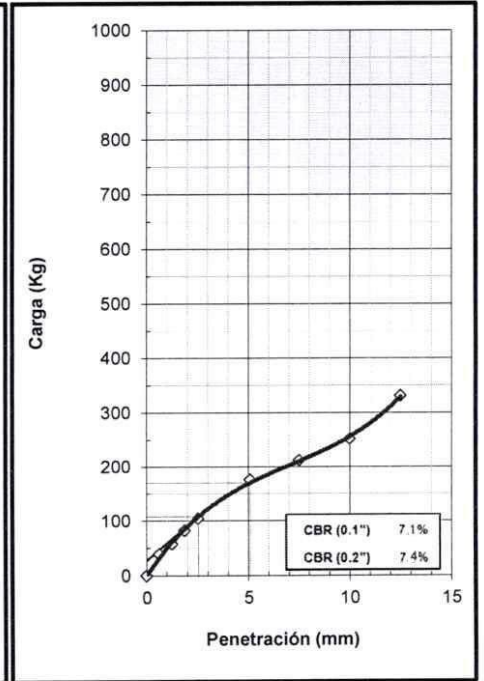
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES





## **Anexo C.6.**

**Resultados de los ensayos de laboratorio  
correspondiente a las propiedades físicas.**

**Calicata C-06.**



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS

(MTC ANEXO 1, NTP 339.134, NTP 339.135, ASTM D 2487)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019

Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021

Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado Técnico : -.-

DATOS DE LA MUESTRA		Progresiva	Km 3+000			
		Cantera	--			
		Calicata	C-06			
		Profundidad	0.00-1.50 m			
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"		3"	100.00			
		2"	100.00			
		1 1/2"	100.00			
		1"	100.00			
		3/4"	98.81			
		3/8"	96.09			
		# 4	92.88			
		# 10	89.14			
		# 20	85.23			
		# 40	81.32			
		# 60	79.81			
	# 140	72.07				
	# 200	69.73				
Coef. de Uniformidad Cu			--			
Coef. de Curvatura Cc			--			
Porcentaje de Material	Grava		7.12			
	Arena		23.15			
	Finos		69.73			
Mitad de Fracción Gruesa			15.13			
Limites de	L.L.		31			
	L.P.		12			
Consistencia	I.P.		19			
Humedad Natural (%)			11.04			
Indice de Grupo	IG - LL		5.38			
	IG - IP		4.93			
	Indice de Grupo		10			
Clasificación AASTHO			<b>A-6(10)</b>			
Clasificación SUCS			CL			
Descripción			Arcilla arenosa de baja plasticidad			

EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



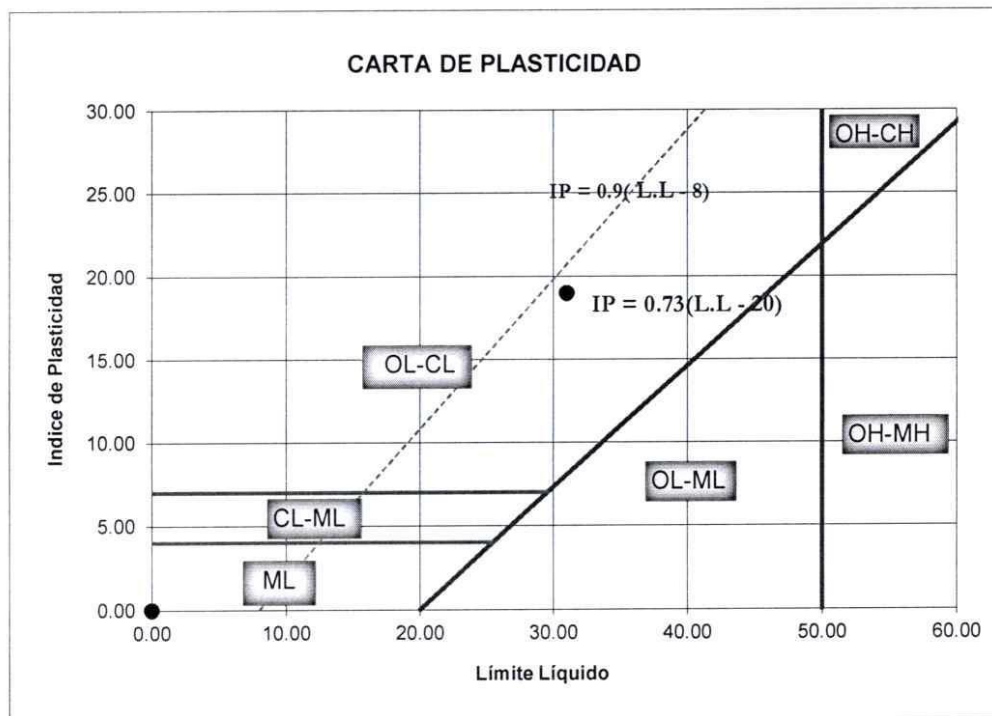
**HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS**

(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **V-024-2021**

**UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Fecha	: Julio 2021
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	: Interesado
		Técnico	: -.-
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Cantera	: -.-	Progresiva	: Km 3+000
Calicata	: C-06	Muestra	: mab-01
		Material	: Subrasante
		Profundidad	: 0.00-1.50 m



  
Alfredo Rotando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
(MTC E 108)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera : -- Progresiva : Km 3+000 Material : Subrasante  
Calicata : C-06 Muestra : mab-01 Profundidad : 0.00-1.50 m

DESCRIPCION			M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	g.	Mcws	183.79	186.61
Peso Suelo Seco + Contenedor	g.	Mcs	168.92	171.96
Peso Contenedor	g.	Mc	34.90	38.66
Peso Partículas Sólidas (Ms=Mcs-Mc)	g.	Ms	134.02	133.30
Peso del Agua (Mw=Mcws-Mcs)	g.	Mw	14.87	14.65
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	%	w	11.10	10.99

<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>11.0</b>
-----------------------------	-------------

 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(MTC E 107)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019

Solicita : Leonard Virhuez Aguirre

Fecha : Julio 2021

Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz

Muestreado por : Interesado

Técnico : -.-

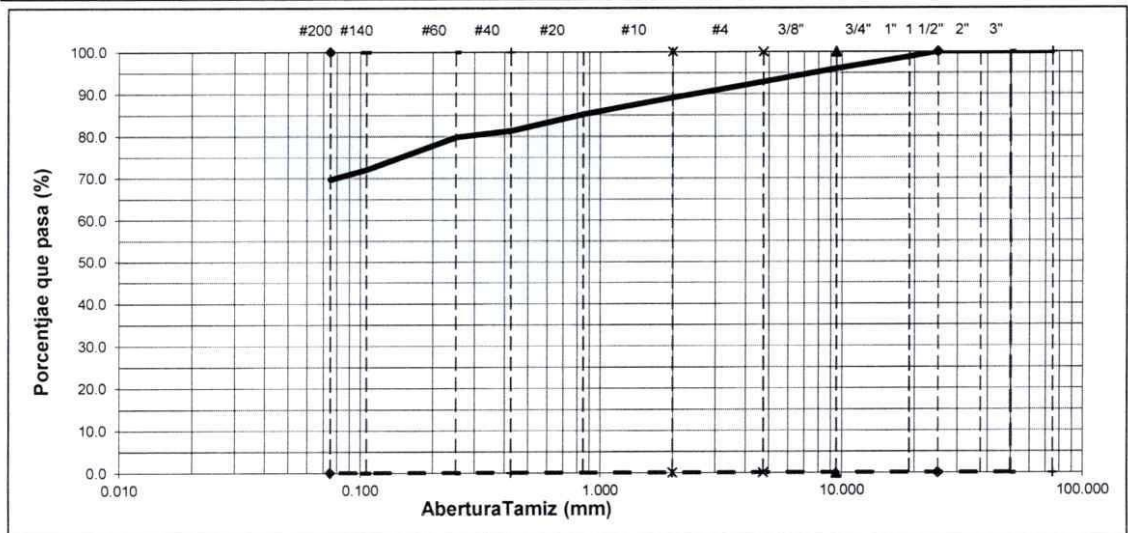
### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -.- Progresiva : Km 3+000 Material : Subrasante  
Calicata : C-06 Muestra : mab-01 Tamaño Máximo: 1"

### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Masa Inicial Seca (gr) = 1981.60 Porción de masa que pasa tamiz N° 10 (gr) = 130.0  
Masa Lavada y Seca (gr) = 609.24 Masa de Material Grueso (gr) = 215.20  
Masa Retenido 3"(gr) = 0.00 % que pasa N° 200 = 69.73

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.000	23.50	1.19	1.2	98.8
3/8"	9.500	54.00	2.73	3.9	96.1
# 4	4.750	63.50	3.20	7.1	92.9
# 10	2.000	74.20	3.74	10.9	89.1
# 20	0.850	5.70	3.91	14.8	85.2
# 40	0.425	5.70	3.91	18.7	81.3
# 60	0.250	2.20	1.51	20.2	79.8
# 140	0.106	11.30	7.75	27.9	72.1
# 200	0.075	3.40	2.33	30.3	69.7
< 200	Fondo	0.70	0.48	30.7	69.3



% GRAVA	7.12	% Gruesa :	1.19	D60 (mm) =	0.000
		% Fina :	5.93	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	23.15	% Gruesa :	3.74	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	7.82	Coef. Unif. (Cu) =	-.-
		% Fina :	11.59	Coef. Conc. (Cc) =	-.-
% FINOS	69.73				

EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
DE LOS SUELOS  
(MTC E 110 y MTC E 111)**

Solicitud N° **V-024-2021**

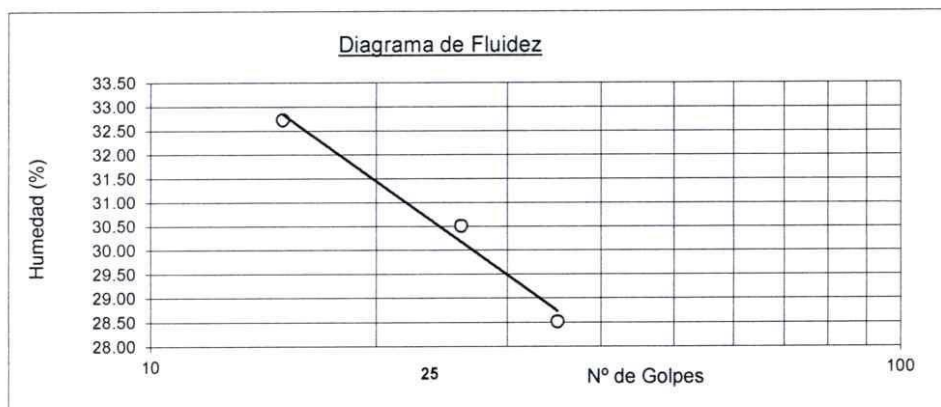
Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : -.-

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera : -.- Progresiva : Km 3+000 Material : Subrasante  
Calicata : C-06 Muestra : mab-01 Profundidad : 0.00-1.50 m

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, MTC E110**

N° de golpes	15	26	35
P.Suelo Húmedo+Rec.	25.13	26.65	23.70
P.Suelo Seco+Rec.	22.98	24.38	21.55
Peso del Recipiente	16.41	16.94	14.01
Peso Suelo Seco	6.57	7.44	7.54
Peso del Agua	2.15	2.27	2.15
C. de Humedad %	32.72	30.51	28.51



**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, MTC E111**

P.Suelo Húmedo+Rec.	20.51	24.69
P.Suelo Seco+Rec.	19.42	23.78
Peso del Recipiente	10.53	16.14
Peso Suelo Seco	8.89	7.64
Peso del Agua	1.09	0.91
C. de Humedad %	12.26	11.91

Limite Líquido = **31**

Limite Plástico = **12**

Indice Plasticidad = **19**

  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO

## **Anexo C.7.**

**Resultados de los ensayos de laboratorio  
correspondiente a las propiedades físicas.**

**Calicata C-07.**



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS

(MTC ANEXO 1, NTP 339.134, NTP 339.135, ASTM D 2487)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : -.-

DATOS DE LA MUESTRA		Progresiva	Km 3+500				
		Cantera	--				
		Calicata	C-07				
		Profundidad	0.00-1.50 m				
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00					
	2"	100.00					
	1 1/2"	100.00					
	1"	100.00					
	3/4"	99.15					
	3/8"	97.14					
	# 4	93.88					
	# 10	90.04					
	# 20	86.23					
	# 40	82.00					
	# 60	80.27					
# 140	69.47						
# 200	65.87						
Coef. de Uniformidad Cu		--					
Coef. de Curvatura Cc		--					
Porcentaje de Material	Grava	6.12					
	Arena	28.01					
	Finos	65.87					
Mitad de Fracción Gruesa		17.07					
Limites de	L.L.	30					
	L.P.	14					
Consistencia	I.P.	16					
Humedad Natural (%)		11.42					
Indice de Grupo	IG - LL	4.63					
	IG - IP	3.05					
	Indice de Grupo	8					
Clasificación AASTHO		A-6(8)					
Clasificación SUCS		CL					
Descripción		Arcilla arenosa de baja plasticidad					

  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com





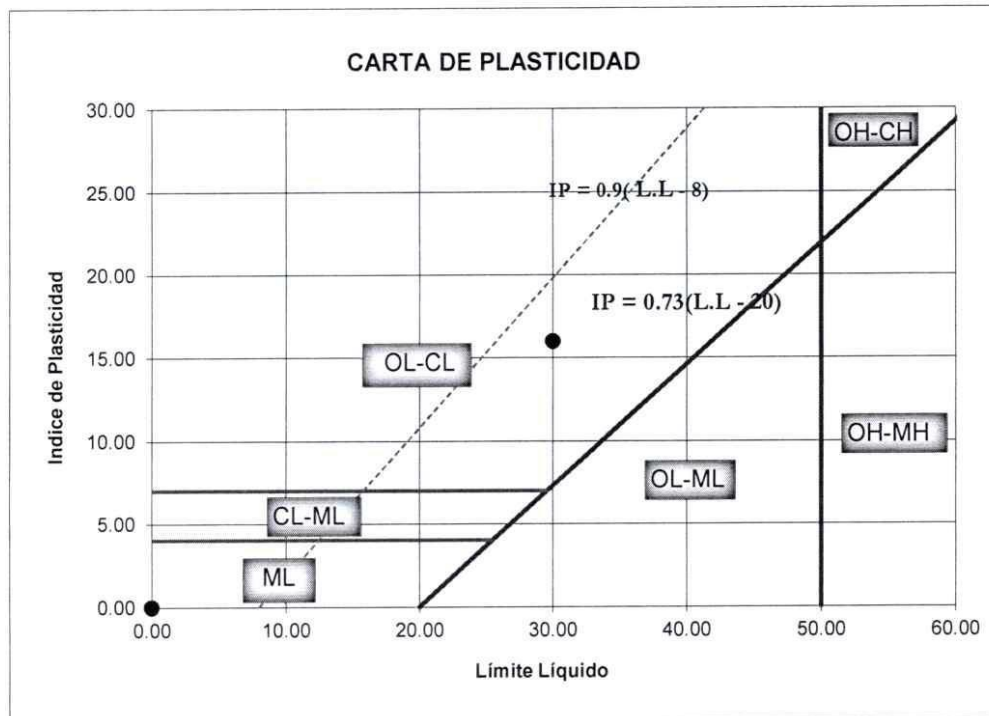
**HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS**

(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **V-024-2021**

**UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha	: Julio 2021		
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado		
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: -,-		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
Cantera	: -,-	Progresiva	: Km 3+500	Material	: Subrasante
Calicata	: C-07	Muestra	: mab-01	Profundidad	: 0.00-1.50 m



  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
(MTC E 108)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera : -- Progresiva : Km 3+500 Material : Subrasante  
Calicata : C-07 Muestra : mab-01 Profundidad : 0.00-1.50 m

DESCRIPCION			M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	g.	Mcws	202.92	208.26
Peso Suelo Seco + Contenedor	g.	Mcs	186.13	190.76
Peso Contenedor	g.	Mc	38.41	38.17
Peso Partículas Sólidas (Ms=Mcs-Mc)	g.	Ms	147.72	152.59
Peso del Agua (Mw=Mcws-Mcs)	g.	Mw	16.79	17.50
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	%	w	11.37	11.47

<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>11.4</b>
-----------------------------	-------------

 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS

OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(MTC E 107)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de Olleros, provincia de Huaraz, 2019

Solicita : Leonard Virhuez Aguirre

Fecha : Julio 2021

Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz

Muestreado por : Interesado

Técnico : -.-

### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -.-

Progresiva : Km 3+500

Material : Subrasante

Calicata : C-07

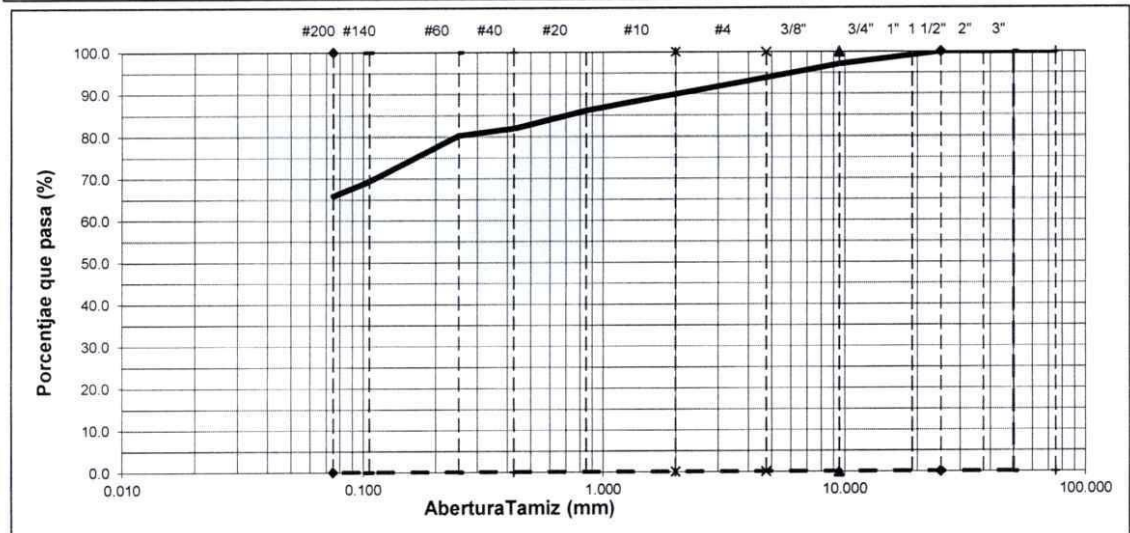
Muestra : mab-01

Tamaño Máximo: 1"

### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Masa Inicial Seca (gr) = 2076.80      Porción de masa que pasa tamiz N° 10 (gr) = 130.0  
 Masa Lavada y Seca (gr) = 727.60      Masa de Material Grueso (gr) = 206.90  
 Masa Retenido 3"(gr) = 0.00      % que pasa N° 200 = 65.87

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.000	17.70	0.85	0.9	99.1
3/8"	9.500	41.70	2.01	2.9	97.1
# 4	4.750	67.70	3.26	6.1	93.9
# 10	2.000	79.80	3.84	10.0	90.0
# 20	0.850	5.50	3.81	13.8	86.2
# 40	0.425	6.10	4.22	18.0	82.0
# 60	0.250	2.50	1.73	19.7	80.3
# 140	0.106	15.60	10.80	30.5	69.5
# 200	0.075	5.20	3.60	34.1	65.9
< 200	Fondo	1.30	0.90	35.0	65.0



% GRAVA	6.12	% Gruesa :	0.85	D60 (mm) =	0.000
		% Fina :	5.27	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	28.01	% Gruesa :	3.84	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	8.03	Coef. Unif. (Cu) =	-.-
		% Fina :	16.14	Coef. Conc. (Cc) =	-.-
% FINOS	65.87				

EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
 DE LOS SUELOS  
 (MTC E 110 y MTC E 111)**

Solicitud N° **V-024-2021**

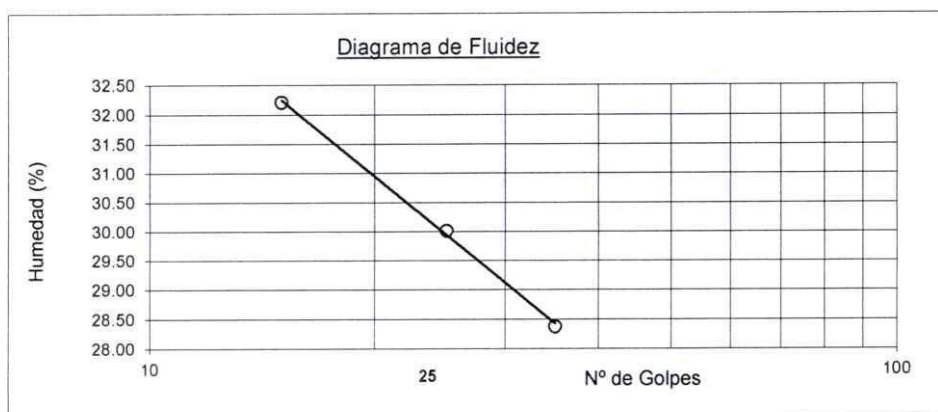
Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha	: Julio 2021
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: -,-

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera	: -,-	Progresiva	: Km 3+500	Material	: Subrasante
Calicata	: C-07	Muestra	: mab-01	Profundidad	: 0.00-1.50 m

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, MTC E110**

N° de golpes	15	25	35
P.Suelo Húmedo+Rec.	26.97	24.57	23.47
P.Suelo Seco+Rec.	24.48	22.76	21.39
Peso del Recipiente	16.75	16.73	14.06
Peso Suelo Seco	7.73	6.03	7.33
Peso del Agua	2.49	1.81	2.08
C. de Humedad %	32.21	30.02	28.38



**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, MTC E111**

P.Suelo Húmedo+Rec.	23.69	24.28
P.Suelo Seco+Rec.	22.54	23.10
Peso del Recipiente	14.62	14.83
Peso Suelo Seco	7.92	8.27
Peso del Agua	1.15	1.18
C. de Humedad %	14.52	14.27

Limite Líquido = **30**

Limite Plástico = **14**

Indice Plasticidad = **16**

 **LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

**Anexo C.8.**

**Resultados de los ensayos de laboratorio  
correspondiente a las propiedades físicas.**

**Calicata C-08.**



**HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS**  
 (MTC ANEXO 1, NTP 339.134, NTP 339.135, ASTM D 2487)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
 Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
 Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
 Técnico : -.-

DATOS DE LA MUESTRA		Progresiva	Km 4+000			
		Cantera	--			
		Calicata	C-08			
		Profundidad	0.00-1.50 m			
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"		3"	100.00			
		2"	100.00			
		1 1/2"	100.00			
		1"	100.00			
		3/4"	98.69			
		3/8"	95.95			
		# 4	92.84			
		# 10	89.40			
		# 20	85.55			
		# 40	81.77			
		# 60	80.05			
	# 140	74.07				
	# 200	73.04				
Coef. de Uniformidad Cu			--			
Coef. de Curvatura Cc			--			
Porcentaje de Material	Grava		7.16			
	Arena		19.80			
	Finos		73.04			
Mitad de Fracción Gruesa			13.48			
Limites de Consistencia	L.L.		33			
	L.P.		15			
	I.P.		18			
Humedad Natural (%)			11.39			
Indice de Grupo	IG - LL		6.28			
	IG - IP		4.64			
	Indice de Grupo		11			
Clasificación AASTHO			<b>A-6(11)</b>			
Clasificación SUCS			<b>CL</b>			
Descripción			Arcilla de baja plasticidad con arena			

  
**Alfredo Rolando Huaman Livia**  
 JEFE DE LABORATORIO



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

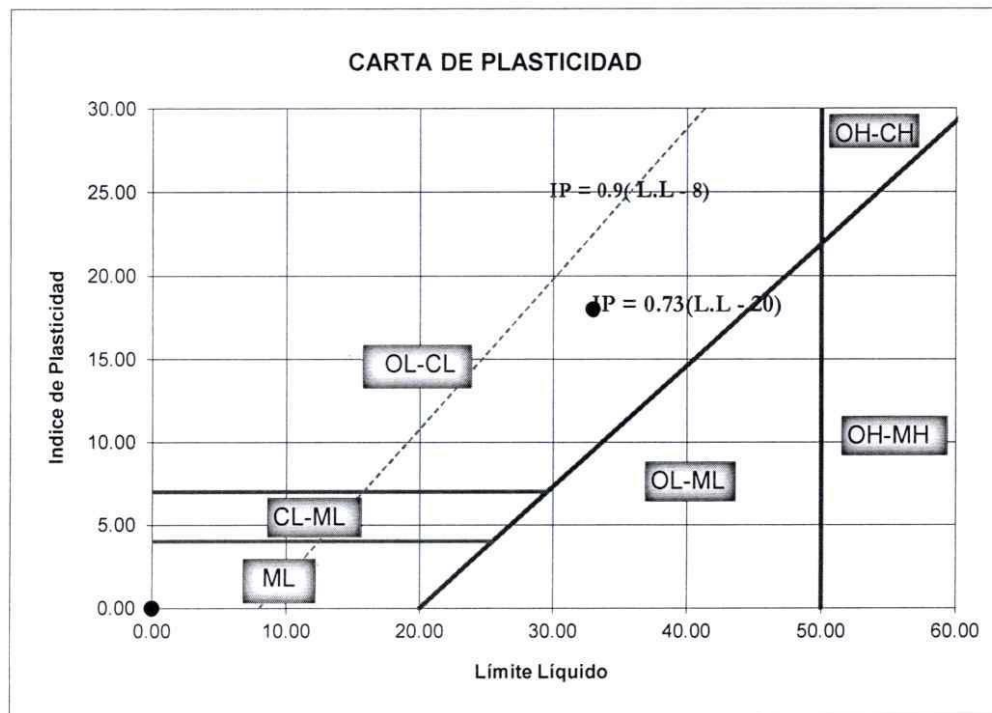
## HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS

(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° V-024-2021

### UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Fecha	: Julio 2021
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	: Interesado
		Técnico	: -.-
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Cantera	: -.-	Progresiva	: Km 4+000
Calicata	: C-08	Muestra	: mab-01
		Material	: Subrasante
		Profundidad	: 0.00-1.50 m



EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : -.-

### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -.- Progresiva : Km 4+000 Material : Subrasante  
Calicata : C-08 Muestra : mab-01 Profundidad : 0.00-1.50 m

DESCRIPCION			M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	g.	Mcws	197.24	203.79
Peso Suelo Seco + Contenedor	g.	Mcs	180.99	186.60
Peso Contenedor	g.	Mc	38.40	35.58
Peso Partículas Sólidas (Ms=Mcs-Mc)	g.	Ms	142.59	151.02
Peso del Agua (Mw=Mcws-Mcs)	g.	Mw	16.25	17.19
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	%	w	11.40	11.38

<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>11.4</b>
-----------------------------	-------------

EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO





# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(MTC E 107)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019

Solicita : Leonard Virhuez Aguirre

Fecha : Julio 2021

Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz

Muestreado por : Interesado

Técnico : -,-

### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -,-

Progresiva : Km 4+000

Material : Subrasante

Calicata : C-08

Muestra : mab-01

Tamaño Máximo: 1"

### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Masa Inicial Seca (gr) = 2041.40

Porción de masa que pasa tamiz N° 10 (gr) = 130.0

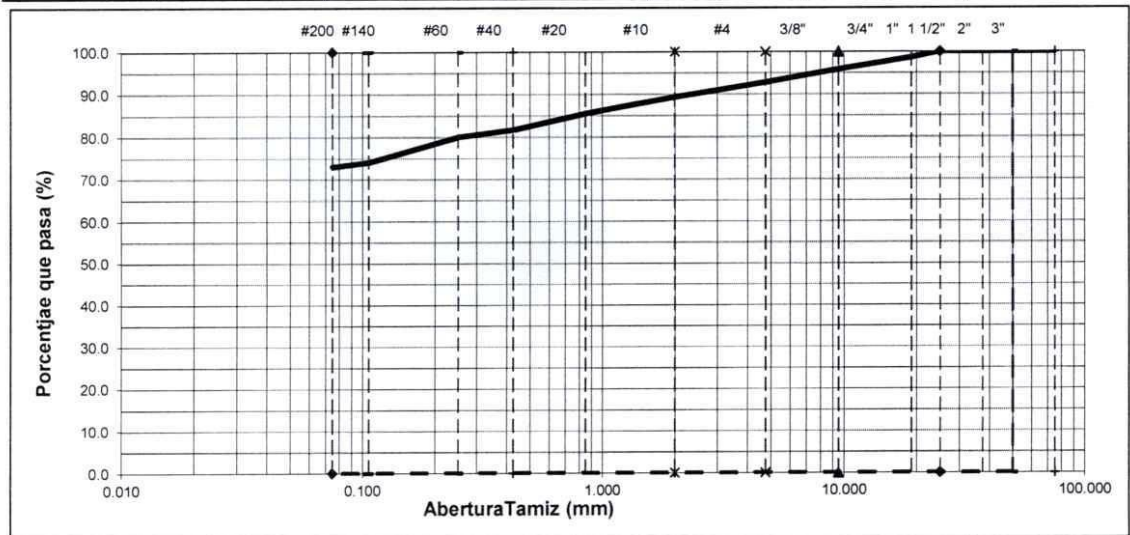
Masa Lavada y Seca (gr) = 550.43

Masa de Material Grueso (gr) = 216.30

Masa Retenido 3"(gr) = 0.00

% que pasa N° 200 = 73.04

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.000	26.80	1.31	1.3	98.7
3/8"	9.500	55.80	2.73	4.0	96.0
# 4	4.750	63.60	3.12	7.2	92.8
# 10	2.000	70.10	3.43	10.6	89.4
# 20	0.850	5.60	3.85	14.4	85.6
# 40	0.425	5.50	3.78	18.2	81.8
# 60	0.250	2.50	1.72	19.9	80.1
# 140	0.106	8.70	5.98	25.9	74.1
# 200	0.075	1.50	1.03	27.0	73.0
< 200	Fondo	0.00	0.00	27.0	73.0



% GRAVA	7.16	% Gruesa :	1.31	D60 (mm) =	0.000
		% Fina :	5.85	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	19.80	% Gruesa :	3.43	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	7.63	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	8.73	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	73.04				

EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



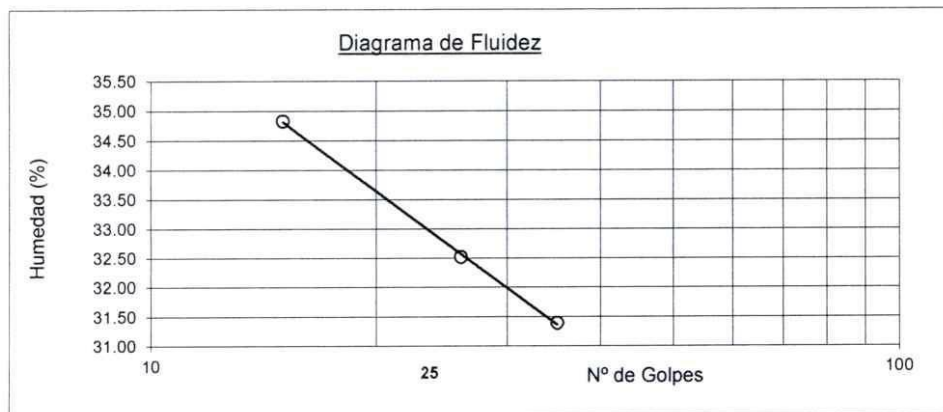
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
 DE LOS SUELOS  
 (MTC E 110 y MTC E 111)**

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Fecha	: Julio 2021
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	: Interesado
		Técnico	: -.-
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Cantera	: -.-	Progresiva	: Km 4+000
		Material	: Subrasante
Calicata	: C-08	Muestra	: mab-01
		Profundidad	: 0.00-1.50 m

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, MTC E110**

N° de golpes	15	26	35
P.Suelo Húmedo+Rec.	46.48	25.33	27.64
P.Suelo Seco+Rec.	43.53	23.20	25.00
Peso del Recipiente	35.06	16.65	16.59
Peso Suelo Seco	8.47	6.55	8.41
Peso del Agua	2.95	2.13	2.64
C. de Humedad %	34.83	32.52	31.39



**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, MTC E111**

P.Suelo Húmedo+Rec.	22.58	25.31
P.Suelo Seco+Rec.	21.27	23.98
Peso del Recipiente	12.52	15.06
Peso Suelo Seco	8.75	8.92
Peso del Agua	1.31	1.33
C. de Humedad %	14.97	14.91

Limite Líquido = **33**

Limite Plástico = **15**

Indice Plasticidad = **18**

 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

**Anexo C.9.**

**Resultados de los ensayos de laboratorio  
correspondiente a las propiedades físicas.**

**Calicata C-09.**



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS

(MTC ANEXO 1, NTP 339.134, NTP 339.135, ASTM D 2487)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha	: Julio 2021
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: -.-

DATOS DE LA MUESTRA		Progresiva	Km 4+500				
		Cantera	--				
		Calicata	C-09				
		Profundidad	0.00-1.50 m				
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"		3"	100.00				
		2"	100.00				
		1 1/2"	100.00				
		1"	100.00				
		3/4"	98.12				
		3/8"	96.89				
		# 4	94.49				
		# 10	90.96				
		# 20	87.25				
		# 40	83.40				
		# 60	82.00				
	# 140	74.03					
	# 200	72.14					
Coef. de Uniformidad Cu			--				
Coef. de Curvatura Cc			--				
Porcentaje de Material	Grava		5.51				
	Arena		22.35				
	Finos		72.14				
Mitad de Fracción Gruesa			13.93				
Limites de	L.L.		32				
	L.P.		16				
Consistencia	I.P.		16				
Humedad Natural (%)			11.38				
Indice de Grupo	IG - LL		5.94				
	IG - IP		3.43				
	Indice de Grupo		9				
Clasificación AASTHO			A-6(9)				
Clasificación SUCS			CL				
Descripción			Arcilla de baja plasticidad con arena				

EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



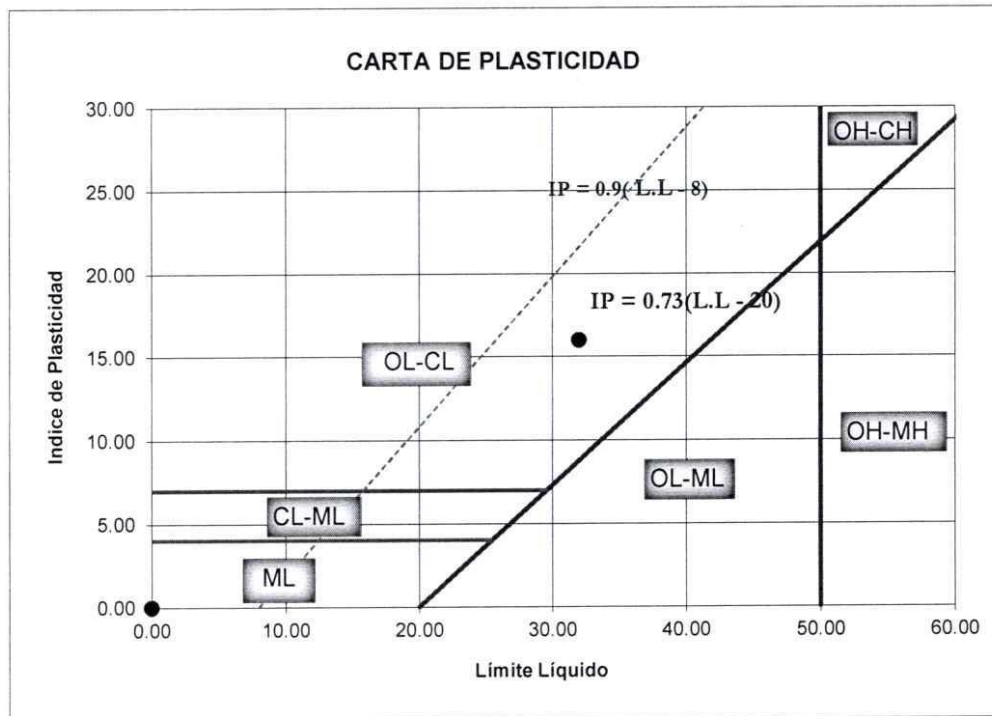
**HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS**

(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **V-024-2021**

**UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Fecha	: Julio 2021
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	: Interesado
		Técnico	: -.-
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Cantera	: -.-	Progresiva	: Km 4+500
Calicata	: C-09	Muestra	: mab-01
		Material	: Subrasante
		Profundidad	: 0.00-1.50 m



EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
  
Alfredo Rolando Human Livia  
JEFE DE LABORATORIO



**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
(MTC E 108)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : -.-

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera : -.- Progresiva : Km 4+500 Material : Subrasante  
Calicata : C-09 Muestra : mab-01 Profundidad : 0.00-1.50 m

DESCRIPCION			M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	g.	Mcws	351.22	324.29
Peso Suelo Seco + Contenedor	g.	Mcs	319.06	293.70
Peso Contenedor	g.	Mc	30.44	30.61
Peso Partículas Sólidas (Ms=Mcs-Mc)	g.	Ms	288.62	263.09
Peso del Agua (Mw=Mcws-Mcs)	g.	Mw	32.16	30.59
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	%	w	11.14	11.63

<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>11.4</b>
-----------------------------	-------------

  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS

OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(MTC E 107)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019

Solicita : Leonard Virhuez Aguirre

Fecha : Julio 2021

Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz

Muestreado por : Interesado

Técnico : -,-

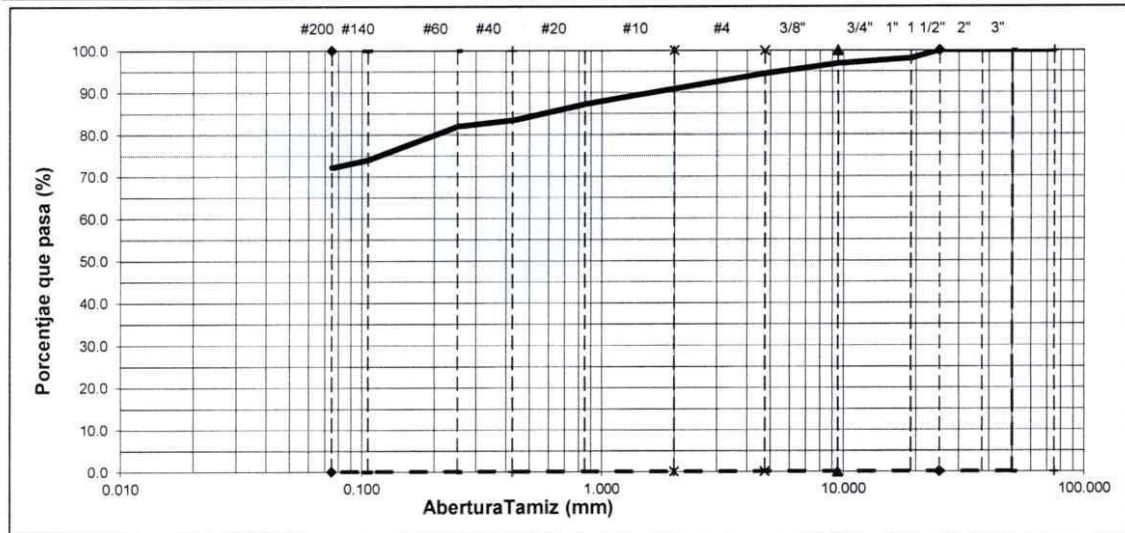
### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -,- Progresiva : Km 4+500 Material : Subrasante  
Calicata : C-09 Muestra : mab-01 Tamaño Máximo: 1"

### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Masa Inicial Seca (gr) = 1745.60 Porción de masa que pasa tamiz N° 10 (gr) = 130.0  
Masa Lavada y Seca (gr) = 491.24 Masa de Material Grueso (gr) = 157.80  
Masa Retenido 3"(gr) = 0.00 % que pasa N° 200 = 72.14

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.000	32.90	1.88	1.9	98.1
3/8"	9.500	21.40	1.23	3.1	96.9
# 4	4.750	41.90	2.40	5.5	94.5
# 10	2.000	61.60	3.53	9.0	91.0
# 20	0.850	5.30	3.71	12.7	87.3
# 40	0.425	5.50	3.85	16.6	83.4
# 60	0.250	2.00	1.40	18.0	82.0
# 140	0.106	11.40	7.98	26.0	74.0
# 200	0.075	2.70	1.89	27.9	72.1
< 200	Fondo	0.40	0.28	28.1	71.9



% GRAVA	5.51	% Gruesa :	1.88	D60 (mm) =	0.000
		% Fina :	3.63	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	22.35	% Gruesa :	3.53	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	7.56	Coef. Unif. (Cu) =	-,-
		% Fina :	11.27	Coef. Conc. (Cc) =	-,-
% FINOS	72.14				

EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.



Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com

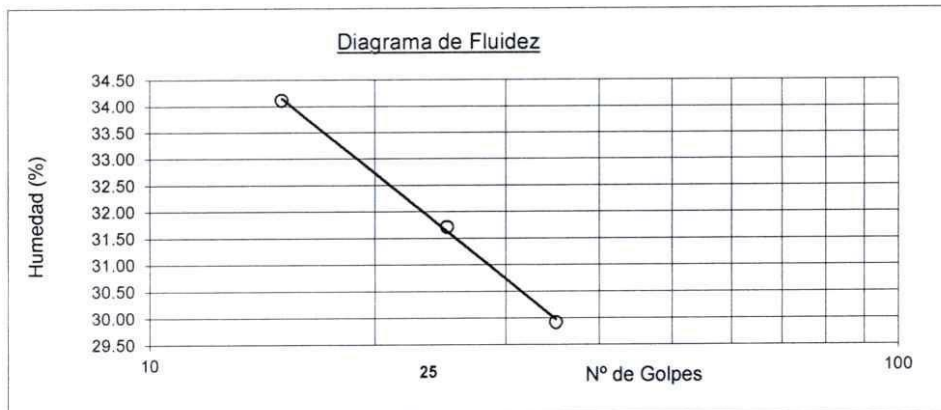


**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD  
 DE LOS SUELOS  
 (MTC E 110 y MTC E 111)**

		Solicitud N°	V-024-2021
Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Fecha	: Julio 2021
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	: Interesado
		Técnico	: -.-
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Cantera	: -.-	Progresiva	: Km 4+500
Calicata	: C-09	Muestra	: mab-01
		Material	: Subrasante
		Profundidad	: 0.00-1.50 m

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, MTC E110**

N° de golpes	15	25	35
P.Suelo Húmedo+Rec.	26.03	35.31	26.41
P.Suelo Seco+Rec.	23.56	32.90	24.19
Peso del Recipiente	16.32	25.30	16.77
Peso Suelo Seco	7.24	7.60	7.42
Peso del Agua	2.47	2.41	2.22
C. de Humedad %	34.12	31.71	29.92



**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, MTC E111**

P.Suelo Húmedo+Rec.	23.73	24.68
P.Suelo Seco+Rec.	22.48	23.45
Peso del Recipiente	14.62	15.50
Peso Suelo Seco	7.86	7.95
Peso del Agua	1.25	1.23
C. de Humedad %	15.90	15.47

Limite Líquido = **32**

Limite Plástico = **16**

Indice Plasticidad = **16**

 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO



### **Anexo C.10.**

**Resultados de los ensayos de laboratorio correspondiente a las propiedades físicas y mecánicas. Calicata C-10.**



**HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS**  
(MTC ANEXO 1, NTP 339.134, NTP 339.135, ASTM D 2487)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : -.-

DATOS DE LA MUESTRA	Progresiva	Km 5+000				
	Cantera	--				
	Calicata	C-10				
	Profundidad	0.00-1.50 m				
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00				
	2"	100.00				
	1 1/2"	100.00				
	1"	95.41				
	3/4"	95.41				
	3/8"	94.34				
	# 4	91.29				
	# 10	87.50				
	# 20	83.73				
	# 40	80.03				
	# 60	78.55				
# 140	73.43					
# 200	73.09					
Coef. de Uniformidad Cu		--				
Coef. de Curvatura Cc		--				
Porcentaje de Material	Grava	8.71				
	Arena	18.19				
	Finos	73.09				
Mitad de Fracción Gruesa		13.45				
Limites de	L.L.	34				
	L.P.	14				
Consistencia	I.P.	20				
Humedad Natural (%)		11.07				
Indice de Grupo	IG - LL	6.48				
	IG - IP	5.81				
	Indice de Grupo	12				
Clasificación AASTHO		<b>A-6(12)</b>				
Clasificación SUCS		CL				
Descripción		Arcilla de baja plasticidad con arena				

 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



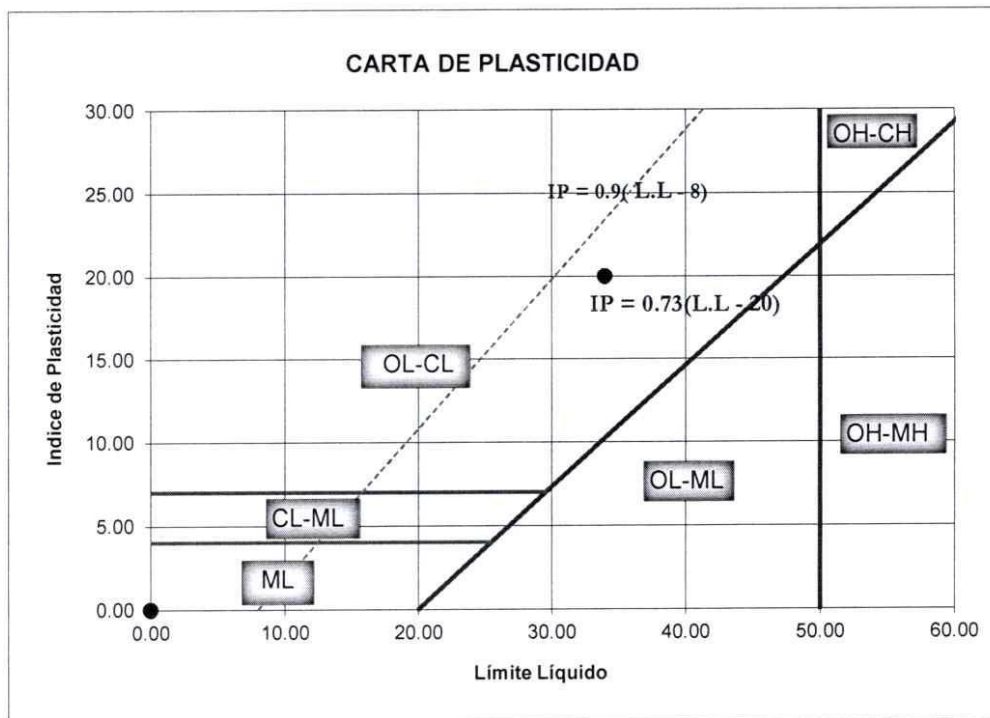
**HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS**

(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **V-024-2021**

**UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019				
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Fecha	: Julio 2021		
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	: Interesado		
		Técnico	: -,-		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
Cantera	: -,-	Progresiva	: Km 5+000	Material	: Subrasante
Calicata	: C-10	Muestra	: mab-01	Profundidad	: 0.00-1.50 m



EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
(MTC E 108)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto : Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019  
Solicita : Leonard Virhuez Aguirre Fecha : Julio 2021  
Lugar : Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz Muestreado por : Interesado  
Técnico : --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera : -- Progresiva : Km 5+000 Material : Subrasante  
Calicata : C-10 Muestra : mab-01 Profundidad : 0.00-1.50 m

DESCRIPCION			M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	g.	Mcws	355.47	353.04
Peso Suelo Seco + Contenedor	g.	Mcs	322.41	321.59
Peso Contenedor	g.	Mc	30.51	30.64
Peso Partículas Sólidas (Ms=Mcs-Mc)	g.	Ms	291.90	290.95
Peso del Agua (Mw=Mcws-Mcs)	g.	Mw	33.06	31.45
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	%	w	11.33	10.81

<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>11.1</b>
-----------------------------	-------------

  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS

OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(MTC E 107)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha	: Julio 2021
Solicita	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: --

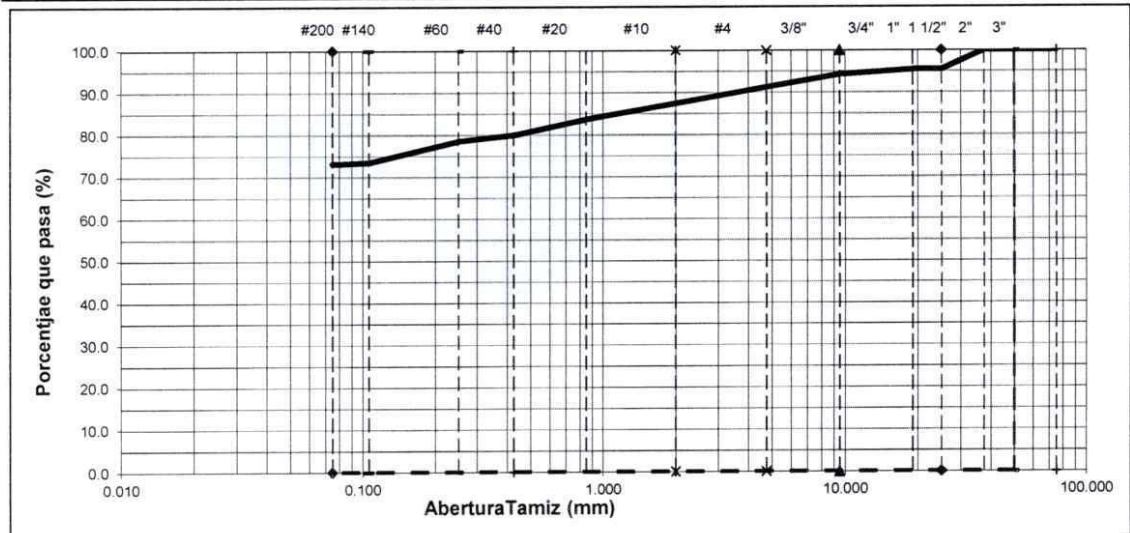
### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: --	Progresiva	: Km 5+000	Material	: Subrasante
Calicata	: C-10	Muestra	: mab-01	Tamaño Máximo	: 1 1/2"

### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Masa Inicial Seca (gr)	= 1815.70	Porción de masa que pasa tamiz N° 10 (gr)	= 130.0
Masa Lavada y Seca (gr)	= 488.52	Masa de Material Grueso (gr)	= 227.00
Masa Retenido 3"(gr)	= 0.00	% que pasa N° 200	= 73.09

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	83.40	4.59	4.6	95.4
3/4"	19.000	0.00	0.00	4.6	95.4
3/8"	9.500	19.30	1.06	5.7	94.3
# 4	4.750	55.50	3.06	8.7	91.3
# 10	2.000	68.80	3.79	12.5	87.5
# 20	0.850	5.60	3.77	16.3	83.7
# 40	0.425	5.50	3.70	20.0	80.0
# 60	0.250	2.20	1.48	21.5	78.5
# 140	0.106	7.60	5.12	26.6	73.4
# 200	0.075	0.50	0.34	26.9	73.1
< 200	Fondo	0.00	0.00	26.9	73.1



% GRAVA	8.71	% Gruesa :	4.59	D60 (mm) =	0.000
		% Fina :	4.12	D30 (mm) =	0.000
% ARENA	18.19	% Gruesa :	3.79	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	7.47	Coef. Unif. (Cu) =	--
		% Fina :	6.93	Coef. Conc. (Cc) =	--
% FINOS	73.09				

EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (MTC E 110 y MTC E 111)

Solicitud N° V-024-2021

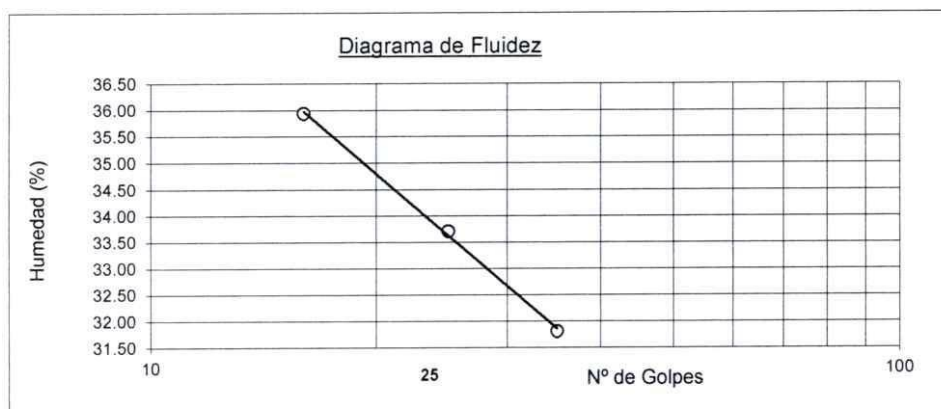
Proyecto	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita	Leonard Virhuez Aguirre	Fecha	Julio 2021
Lugar	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por	Interesado
		Técnico	-.-

### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	-.-	Progresiva	Km 5+000	Material	Subrasante
Calicata	C-10	Muestra	mab-01	Profundidad	0.00-1.50 m

### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, MTC E110

N° de golpes	16	25	35
P.Suelo Húmedo+Rec.	26.98	26.41	26.73
P.Suelo Seco+Rec.	24.31	23.98	24.23
Peso del Recipiente	16.88	16.77	16.37
Peso Suelo Seco	7.43	7.21	7.86
Peso del Agua	2.67	2.43	2.50
C. de Humedad %	35.94	33.70	31.81



### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, MTC E111

P.Suelo Húmedo+Rec.	25.16	38.30
P.Suelo Seco+Rec.	23.92	37.06
Peso del Recipiente	14.95	28.01
Peso Suelo Seco	8.97	9.05
Peso del Agua	1.24	1.24
C. de Humedad %	13.82	13.70

Limite Líquido = **34**

Limite Plástico = **14**

Indice Plasticidad = **20**

EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA**  
**( 2 700 kN-m/m<sup>3</sup> - 56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup> )**  
 (MTC E115)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 20	Fecha	Julio 2021
Solicitado	Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	Interesado
Lugar	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	:-

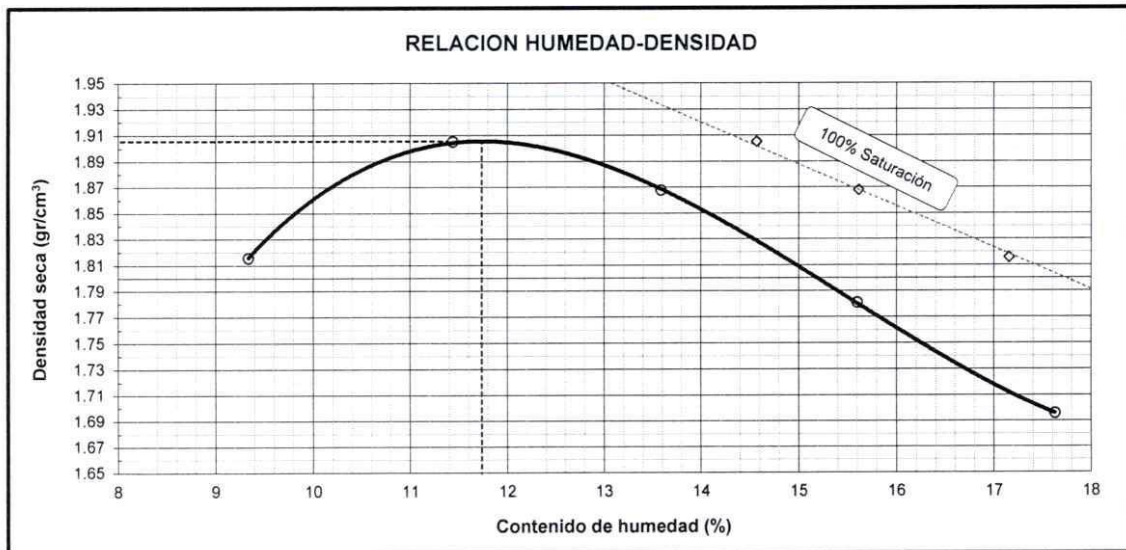
**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera	:-	Muestra	mab-01	Progresiva	Km 5+000
Calicata	C-10			Clasif. (SUCS)	CL
Material	Subrasante			Clasif. (AASHTO)	A-6(12)

PROCEDIMIENTO DE COMPACTACION:	<b>A</b>	Método de Preparación:	Húmedo	Molde N°:	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">04</span>
Pisón:	Manual	Gravedad Especifica (Gs):	2.62	Tamiz N°:	# 4
Golpes por capa:	25	Capas:	Cinco	P <sub>c</sub> (%):	8.71

Masa suelo húmedo + molde	gr	3799.7	3929.0	3927.7	3868.9	3808.6
Masa del molde	gr	1938.0	1938.0	1938.0	1938.0	1938.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	1861.7	1991.0	1989.7	1930.9	1870.6
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	937.9	937.9	937.9	937.9	937.9
Densidad húmeda compactada	gr/cm <sup>3</sup>	1.985	2.123	2.122	2.059	1.995
Cálculo Contenido de Humedad						
Masa del suelo húmedo+ recip.	gr	250.04	340.59	360.92	434.51	360.27
Masa del suelo seco + recipiente	gr	230.67	308.77	321.39	380.00	310.18
Masa del recipiente	gr	23.26	30.65	30.46	30.63	26.03
Masa del agua	gr	19.37	31.82	39.53	54.51	50.09
Masa del suelo seco	gr	207.41	278.12	290.93	349.37	284.15
Contenido de Humedad	%	9.34	11.44	13.59	15.60	17.63
Densidad seca compactada	gr/cm <sup>3</sup>	1.82	1.90	1.87	1.78	1.70

Densidad Seca Compactada Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ) $\gamma_d$	<b>1.91</b>
Peso Unitario Seco Compactado (kN/m <sup>3</sup> ) $\gamma_d$	<b>18.7</b>
Humedad óptima (%)	<b>11.74</b>



**Observaciones:**

LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
**Alfredo Rolando Huaman Livia**  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO MTC E 113

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto :	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019		
Solicita :	Leonard Virhuez Aguirre	Fecha :	Julio 2021
Lugar :	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Muestreado por :	Interesado
Calicata :	C-10	Muestra :	mab-01
		Profundidad :	0.00-1.50 m

Muestra de Ensayo	M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo	Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado	Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua	637.80	639.90
Masa picnómetro+ agua + suelo	718.40	720.70
Masa muestra seco al horno + recip.	130.00	130.00
Masa recipiente	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno ( $M_0 = A-B$ )	130.00	130.00
Peso Específico Relativo de Sólidos ( $G_s = M_0 / (M_0 + (M_a - M_b))$ )	2.63	2.64
<b>Peso Específico Relativo de Sólidos (<math>G_s</math>) (B/E)</b>	<b>2.64</b>	

\* Muestreo e Identificación realizada por el interesado  
Observación:

 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
Alfredo Rolando Huaman Livia  
JEFE DE LABORATORIO





**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**  
 (MTC E 132)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha de Ensayo	: 02-09-21
Solicitado	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	: C-10	Progresiva	: Km 5+000
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(12)

**PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)**

Compactación	: Modificado	Método	: A				
Molde N°		1	2	3			
Capas N°		5	5	5			
Golpes por capa N°		55	26	12			
Condición de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		12812.5	12912.9	12200.7	12470.3	12129.3	12456.9
Peso de molde (g)		7929.8	7929.8	7994.1	7994.1	8042.9	8042.9
Peso del suelo húmedo (g)		4882.7	4983.1	4206.6	4476.2	4086.4	4414.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )		2134.3	2134.3	2123.1	2123.1	2125.7	2125.7
Peso Unitario húmedo (g/cm <sup>3</sup> )		2.29	2.33	1.98	2.11	1.92	2.08
Contenido de Humedad							
Peso suelo húmedo + recipiente (g)		326.37	256.87	345.44	293.23	351.94	284.97
Peso suelo seco + recipiente (g)		298.43	234.10	315.36	257.42	321.99	247.16
Peso del recipiente (g)		30.64	22.43	30.51	24.57	30.47	21.51
Peso de agua (g)		27.94	22.77	30.08	35.81	29.95	37.81
Peso de suelo seco (g)		267.79	211.67	284.85	232.85	291.52	225.65
Contenido de humedad (%)		10.43	10.76	10.56	15.38	10.27	16.76
Peso Unitario seco (g/cm <sup>3</sup> )		2.07	2.11	1.79	1.83	1.74	1.78

Datos del Ensayo Proctor Modificado      Peso Unitario Seco = 1.905 gr/cm<sup>3</sup>      C.H.O. = 11.74 %

**INMERSIÓN**

Sobrecarga de saturación = 4.54 Kg											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
02/09/2021	16:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
03/09/2021	16:00	24	0.002	0.050	0.0	0.010	0.250	0.2	0.020	0.500	0.4
04/09/2021	16:00	48	0.004	0.100	0.1	0.020	0.500	0.4	0.050	1.250	1.0
05/09/2021	16:00	72	0.007	0.175	0.1	0.050	1.250	1.0	0.070	1.750	1.4
06/09/2021	16:00	96	0.010	0.250	0.2	0.070	1.750	1.4	0.080	2.000	1.6

**PENETRACION**

Sobrecarga de penetración = 4.54 Kg													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.625		25	114.5			9	57.0			2	31.8		
1.250		35	150.5			11	64.2			4	39.0		
1.875		45	186.4			15	78.6			7	49.8		
2.540	70.31	72	283.5	257.8	18.7	19	93.0	92.2	6.7	9	57.0	54.8	4.0
5.080	105.46	95	366.2	381.2	18.4	24	110.9	120.1	5.8	10	60.6	69.4	3.4
7.500		114	434.5			27	121.7			12	67.8		
10.000		126	477.6			30	132.5			14	75.0		
12.500		140	528.0			33	143.3			15	78.6		

 LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



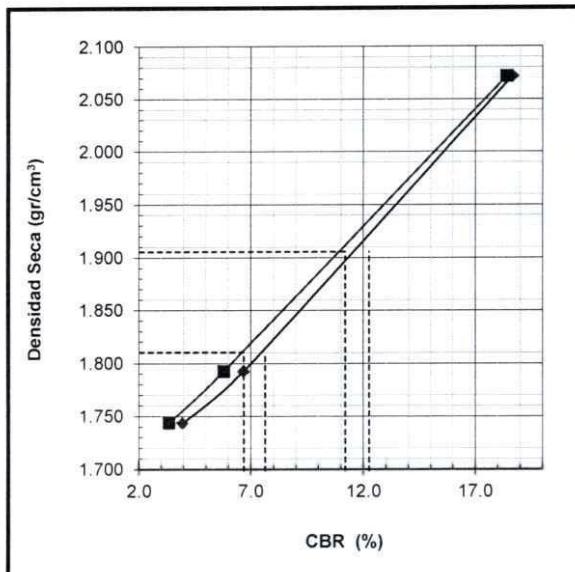
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (MTC E 132-2000)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha : 06/09/2021
Solicitado	Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por : Interesado
Lugar	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico : --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	C-10	Progresiva	: Km 5+000
Muestra	mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(12)



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.91
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 11.74
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.81

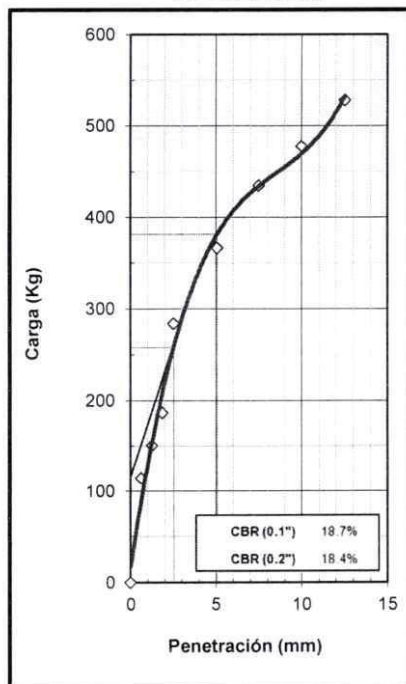
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	12.3	0.2":	11.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	7.6	0.2":	6.7

**RESULTADOS:**

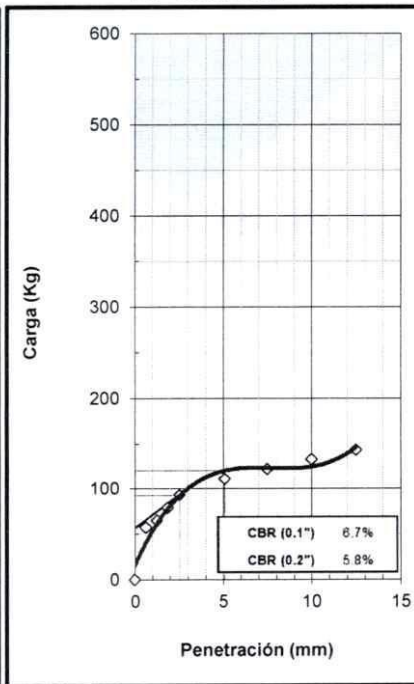
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	11.2 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	6.7 (%)

**OBSERVACIONES:**

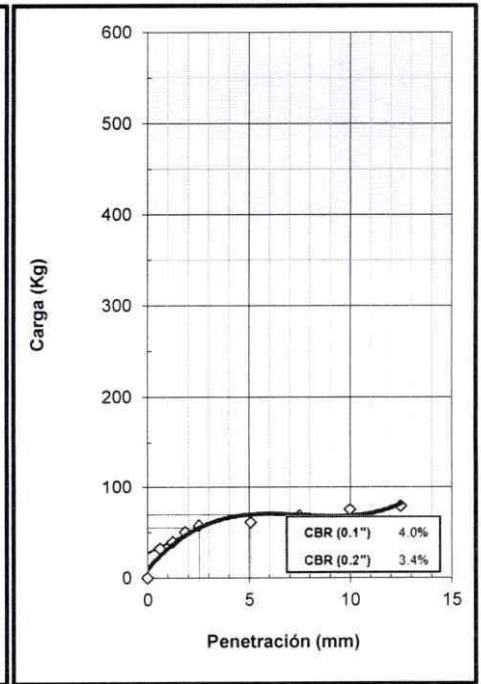
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES





**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**  
 (MTC E 132)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha de Ensayo	: 09-06-22
Solicitado	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: -/-

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	: C-10	Progresiva	: Km 5+000
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(12)

**PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)**

Compactación	: Modificado	Método	: A				
Molde N°		4	5	6			
Capas N°		5	5	5			
Golpes por capa N°		55	26	12			
Condición de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		11302.4	11335.8	11133.3	11173.1	11045.7	11099.3
Peso de molde (g)		7546.0	7546.0	7324.6	7324.6	7290.6	7290.6
Peso del suelo húmedo (g)		3756.4	3789.8	3808.7	3848.5	3755.1	3808.7
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )		2113.9	2113.9	2120.4	2120.4	2115.5	2115.5
Peso Unitario húmedo (g/cm <sup>3</sup> )		1.78	1.79	1.80	1.82	1.78	1.80
Contenido de Humedad							
Peso suelo húmedo + recipiente (g)		156.17	294.32	255.72	394.42	271.01	392.18
Peso suelo seco + recipiente (g)		142.43	263.04	224.28	354.68	237.71	352.65
Peso del recipiente (g)		38.06	22.43	23.98	30.47	21.51	30.51
Peso de agua (g)		13.74	31.28	31.44	39.74	33.30	39.53
Peso de suelo seco (g)		104.37	240.61	200.30	324.21	216.20	322.14
Contenido de humedad (%)		13.16	13.00	15.70	12.26	15.40	12.27
Peso Unitario seco (g/cm <sup>3</sup> )		1.57	1.59	1.55	1.62	1.54	1.60

Datos del Ensayo Proctor Modificado      Peso Unitario Seco = 1.905 gr/cm<sup>3</sup>      C.H.O. = 11.74 %

**INMERSIÓN**

Sobrecarga de saturación =		4.54 Kg									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
09/06/2022	15:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
10/06/2022	15:00	24	0.003	0.075	0.1	0.060	1.500	1.2	0.007	0.175	0.1
11/06/2022	15:00	48	0.005	0.125	0.1	0.007	0.175	0.1	0.008	0.200	0.2
12/06/2022	15:00	72	0.008	0.200	0.2	0.009	0.225	0.2	0.012	0.300	0.2
13/06/2022	15:00	96	0.009	0.225	0.2	0.010	0.250	0.2	0.015	0.375	0.3

**PENETRACION**

Sobrecarga de penetración =		4.54 Kg																	
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°						MOLDE N°						MOLDE N°					
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
		Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%			
0.000		0	0			0	0			0	0			0	0				
0.625		24	114.0			4	39.0			2	31.8			5	42.6				
1.250		35	150.5			6	46.2			7	49.8			7	49.8				
1.875		40	176.4			7	49.8			7	49.8			7	49.8				
2.540	70.31	70	283.5	255.3	18.5	9	57.0	60.5	4.4	8	53.4	55.4	4.0	8	53.4	55.4	4.0		
5.080	105.46	94	366.2	374.7	18.1	15	78.6	82.8	4.0	12	67.8	74.6	3.6	12	67.8	74.6	3.6		
7.500		110	424.5			18	89.4			15	78.6			15	78.6				
10.000		120	457.6			20	96.5			18	89.4			18	89.4				
12.500		135	518.0			21	100.1			19	93.0			19	93.0				

Nota: 20% de Caucho

 **EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



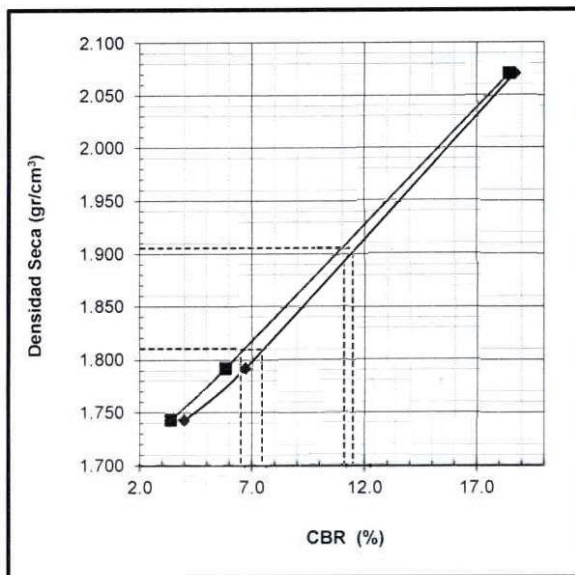
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (MTC E 132-2000)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha : 13/06/2022
Solicitado	Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por : Interesado
Lugar	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico : -.-

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	C-10	Progresiva	: Km 5+000
Muestra	mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(12)



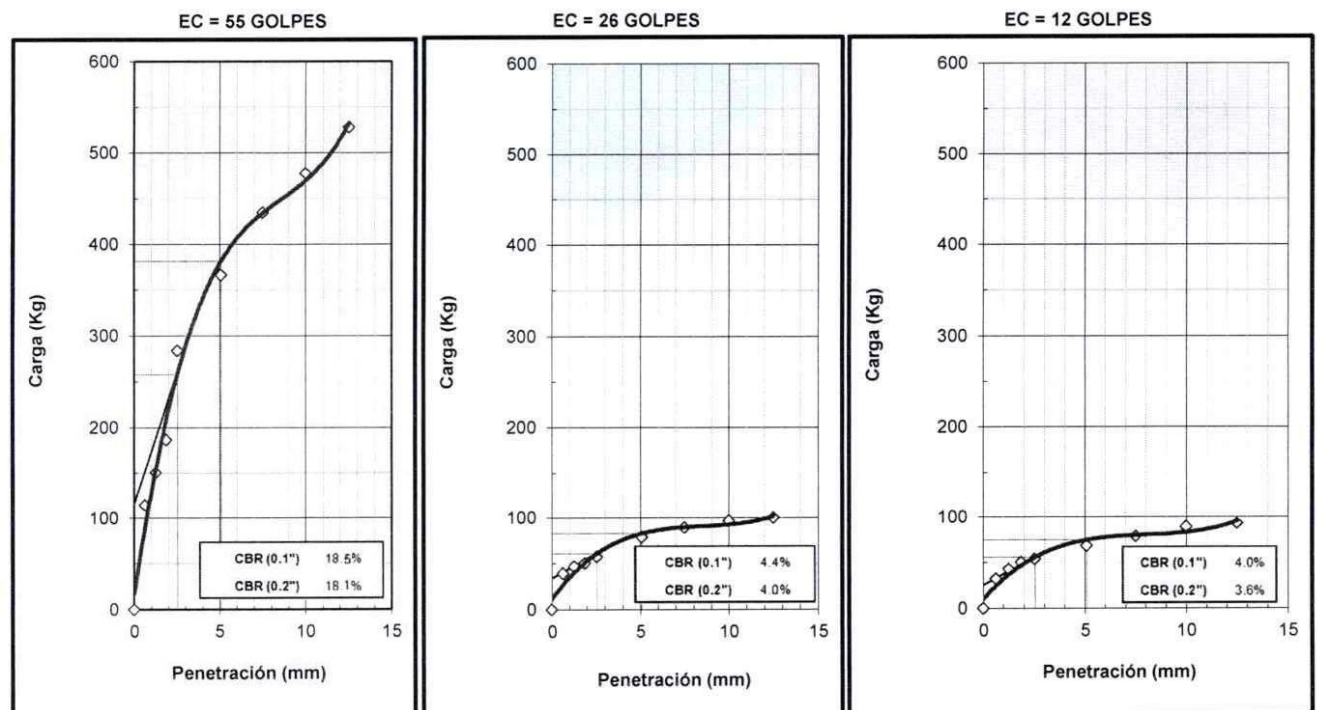
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.91  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.74  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.81

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 11.4	0.2": 11.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 7.5	0.2": 6.5

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 11.1 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 6.5 (%)

**OBSERVACIONES:**





**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**  
 (MTC E 132)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha de Ensayo	: 09-06-22
Solicitado	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	: C-10	Progresiva	: Km 5+000
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO)	: A-6(12)

**PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)**

Compactación	: Modificado	Método	: A				
Molde N°		7	8	9			
Capas N°		5	5	5			
Golpes por capa N°		55	26	12			
Condición de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		10868.9	10915.7	10847.7	10911.0	11017.7	11079.1
Peso de molde (g)		7400.8	7400.8	7421.5	7421.5	7563.8	7563.8
Peso del suelo húmedo (g)		3468.1	3514.9	3426.2	3489.5	3453.9	3515.3
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )		2139.9	2139.9	2117.6	2117.6	2126.7	2126.7
Peso Unitario húmedo (g/cm <sup>3</sup> )		1.62	1.64	1.62	1.65	1.62	1.65
Contenido de Humedad							
Peso suelo húmedo + recipiente (g)		252.54	383.80	261.72	365.06	247.81	372.24
Peso suelo seco + recipiente (g)		225.50	346.66	231.61	329.42	217.13	335.45
Peso del recipiente (g)		24.15	30.61	26.03	30.31	24.57	30.63
Peso de agua (g)		27.04	37.14	30.11	35.64	30.68	36.79
Peso de suelo seco (g)		201.35	316.05	205.58	299.11	192.56	304.82
Contenido de humedad (%)		13.43	11.75	14.65	11.92	15.93	12.07
Peso Unitario seco (g/cm <sup>3</sup> )		1.43	1.47	1.41	1.47	1.40	1.47

Datos del Ensayo Proctor Modificado      Peso Unitario Seco = 1.905 gr/cm<sup>3</sup>      C.H.O. = 11.74 %

**INMERSIÓN**

Sobrecarga de saturación =		4.54 Kg									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
09/06/2022	16:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
10/06/2022	16:00	24	0.005	0.125	0.1	0.006	0.150	0.1	0.012	0.300	0.2
11/06/2022	16:00	48	0.007	0.175	0.1	0.010	0.250	0.2	0.014	0.350	0.3
12/06/2022	16:00	72	0.008	0.200	0.2	0.015	0.375	0.3	0.020	0.500	0.4
13/06/2022	16:00	96	0.019	0.475	0.4	0.020	0.500	0.4	0.024	0.600	0.5

**PENETRACION**

Sobrecarga de penetración =		4.54 Kg											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.625		24	114.0			2	31.8			1	28.2		
1.250		33	140.5			4	39.0			3	35.4		
1.875		40	176.4			6	46.2			6	46.2		
2.540	70.31	68	283.0	252.6	18.3	8	53.4	51.6	3.7	7	49.8	49.9	3.6
5.080	105.46	88	360.2	368.5	17.8	10	60.6	71.9	3.5	10	60.6	68.8	3.3
7.500		110	424.5			16	82.2			14	75.0		
10.000		120	457.6			19	93.0			17	85.8		
12.500		130	510.0			20	96.5			18	89.4		

Nota: 40% de Caucho

**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
  
**Alfredo Rolando Huaman Livia**  
 JEFE DE LABORATORIO



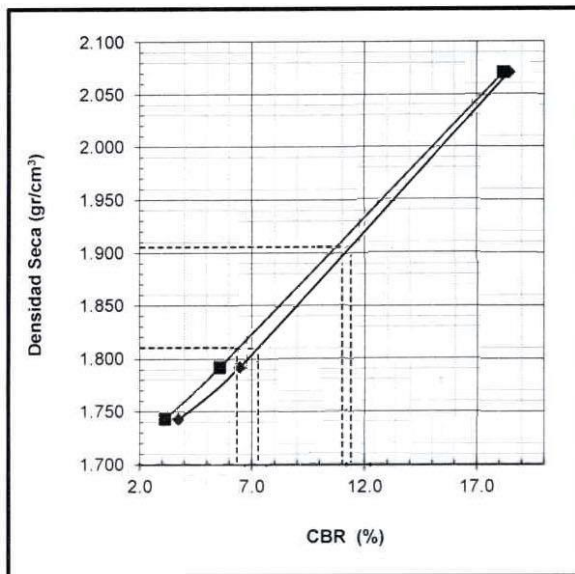
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (MTC E 132-2000)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha	13/06/2022
Solicitado	Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	Interesado
Lugar	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	--

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	C-10	Progresiva	Km 5+000
Muestra	mab-01	Clasif. (SUCS)	CL
Material	Subrasante	Clasif. (AASHTO)	A-6(12)



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.91
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 11.74
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.81

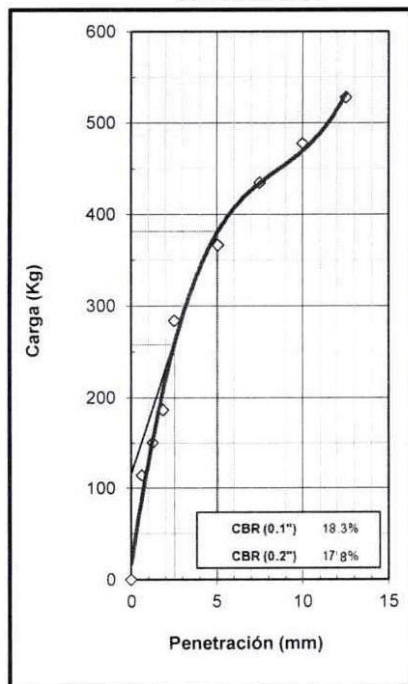
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	11.2	0.2":	11.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	7.3	0.2":	6.4

**RESULTADOS:**

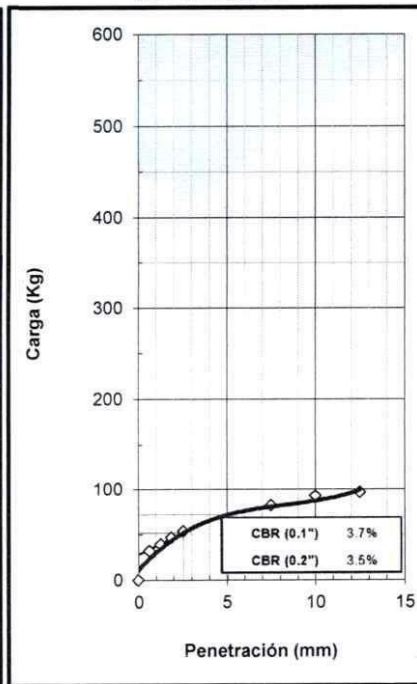
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	11.0 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	6.4 (%)

**OBSERVACIONES:**

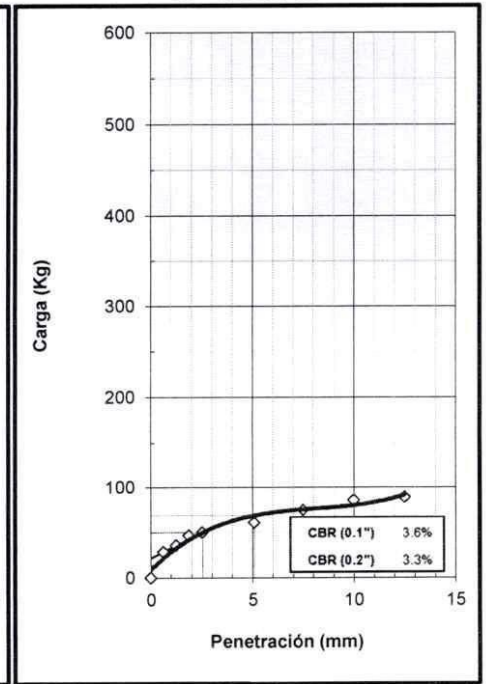
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES





**EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS  
 OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

**CBR (Relación de soporte de California) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**  
 (MTC E 132)

Solicitud N° **V-024-2021**

Proyecto	: Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha de Ensayo	: 09-06-22
Solicitado	: Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico	: --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata	: C-10	Progresiva	: Km 5+000
Muestra	: mab-01	Clasif. (SUCS)	: CL
Material	: Subrasante	Clasif. (AASHTO):	: A-6(12)

**PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (COMPACTACION)**

Compactación	: Modificado	Método:	A				
Molde N°		10	11	12			
Capas N°		5	5	5			
Golpes por capa N°		55	26	12			
Condición de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		10962.2	11017.2	10988.4	11091.2	10886.1	11077.4
Peso de molde (g)		7635.0	7635.0	7790.0	7790.0	7822.6	7822.6
Peso del suelo húmedo (g)		3327.2	3382.2	3198.4	3301.2	3063.5	3254.8
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )		2135.8	2135.8	2127.5	2127.5	2126.1	2126.1
Peso Unitario húmedo (g/cm <sup>3</sup> )		1.56	1.58	1.50	1.55	1.44	1.53
Contenido de Humedad							
Peso suelo húmedo + recipiente (g)		215.68	249.36	212.75	306.10	301.01	274.98
Peso suelo seco + recipiente (g)		190.87	223.08	189.28	278.12	274.37	241.64
Peso del recipiente (g)		23.26	30.44	21.24	30.91	30.65	30.34
Peso de agua (g)		24.81	26.28	23.47	27.98	26.64	33.34
Peso de suelo seco (g)		167.61	192.64	168.04	247.21	243.72	211.30
Contenido de humedad (%)		14.80	13.64	13.97	11.32	10.93	15.78
Peso Unitario seco (g/cm <sup>3</sup> )		1.36	1.39	1.32	1.39	1.30	1.32

Datos del Ensayo Proctor Modificado      Peso Unitario Seco = 1.905 gr/cm<sup>3</sup>      C.H.O. = 11.74 %

**INMERSIÓN**

Sobrecarga de saturación =		4.54 Kg									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
09/06/2022	17:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
10/06/2022	17:00	24	0.007	0.175	0.1	0.007	0.175	0.1	0.008	0.200	0.2
11/06/2022	17:00	48	0.008	0.200	0.2	0.008	0.200	0.2	0.009	0.225	0.2
12/06/2022	17:00	72	0.009	0.225	0.2	0.013	0.325	0.3	0.015	0.375	0.3
13/06/2022	17:00	96	0.012	0.300	0.2	0.015	0.375	0.3	0.017	0.425	0.3

**PENETRACION**

Sobrecarga de penetración =		4.54 Kg											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.625		22	111.0			3	35.4			3	35.4		
1.250		33	140.5			6	46.2			5	42.6		
1.875		35	150.5			8	53.4			7	49.8		
2.540	70.31	58	280.0	249.8	18.1	10	60.6	61.4	4.4	9	57.0	56.1	4.1
5.080	105.46	88	360.2	364.4	17.6	14	75.0	84.9	4.1	11	64.2	74.0	3.6
7.500		110	424.5			20	96.5			15	78.6		
10.000		120	457.6			22	103.7			18	89.4		
12.500		130	510.0			25	114.5			20	96.5		

Nota: 60% de Caucho

 **EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
 Alfredo Rolando Huaman Livia  
 JEFE DE LABORATORIO

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



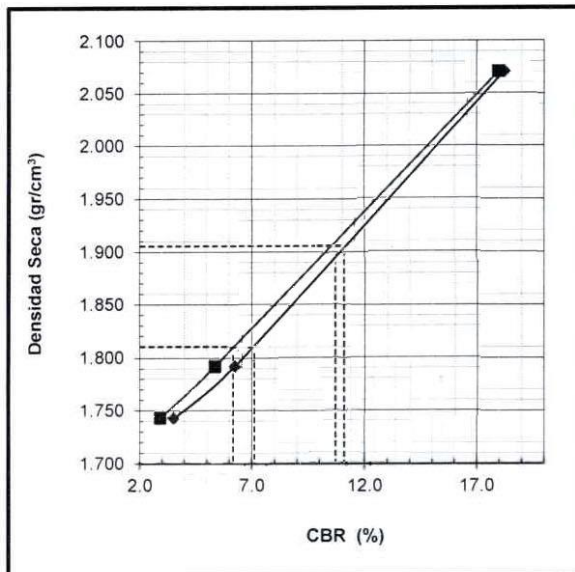
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 (MTC E 132-2000)

Solicitud N° V-024-2021

Proyecto :	Mejoramiento del suelo arcilloso de la subrasante utilizando caucho granular de neumáticos en la carretera AN 1193, tramo puente Bedoya-Plaza de olleros, provincia de Huaraz, 2019	Fecha : 13/06/2022
Solicitado :	Leonard Virhuez Aguirre	Muestreado por : Interesado
Lugar :	Carretera AN 1193-Olleros-Huaraz	Técnico : --

**DATOS DE LA MUESTRA**

Calicata :	C-10	Progresiva :	Km 5+000
Muestra :	mab-01	Clasif. (SUCS) :	CL
Material :	Subrasante	Clasif. (AASHTO) :	A-6(12)



METODO DE COMPACTACION	:	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.91
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	11.74
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.81

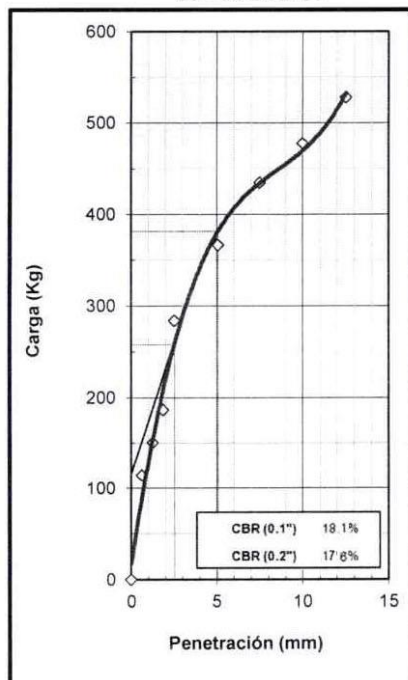
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	11.0	0.2":	10.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	7.1	0.2":	6.1

**RESULTADOS:**

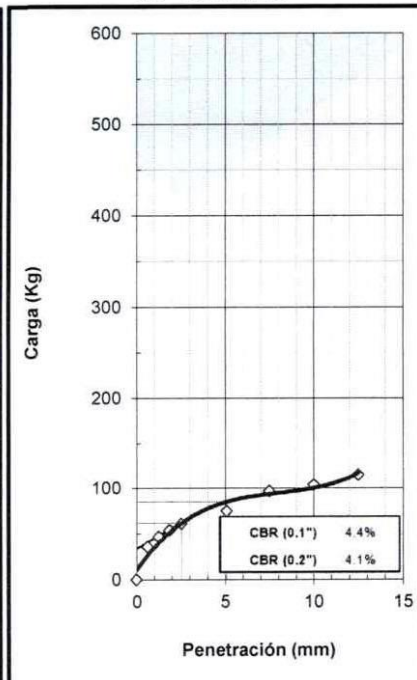
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	10.8 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	6.1 (%)

**OBSERVACIONES:**

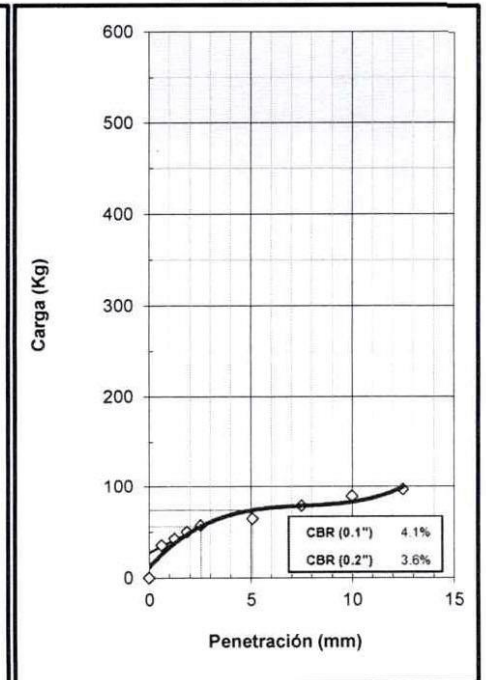
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES





**Anexo D.**  
**Prueba de hipótesis ANOVA.**

## Cuadro 1

Prueba de Normalidad con programa IBM SPSS.

### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
CBR-Grupo Control	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
CBR-Grupo 20%	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
CBR-Grupo 40%	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
CBR-Grupo 60%	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR-Grupo Control	,154	6	,200 <sup>*</sup>	,967	6	,874
CBR-Grupo 20%	,158	6	,200 <sup>*</sup>	,951	6	,745
CBR-Grupo 40%	,171	6	,200 <sup>*</sup>	,941	6	,670
CBR-Grupo 60%	,162	6	,200 <sup>*</sup>	,948	6	,725

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

## CBR-Grupo Control

CBR-Grupo Control Gráfico de tallo y hojas

Frecuencia Stem & Hoja

## Cuadro 2

Prueba ANOVA para el CBR al 95% de la MDS.

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	3	0.236	0.07866667	0.000144333		
Columna 2	3	0.226	0.07533333	0.000136333		
Columna 3	3	0.22	0.07333333	0.000114333		
Columna 4	3	0.214	0.07133333	0.000136333		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.000088	3	2.9333E-05	0.22	0.879	4.066180551
Dentro de los grupos	0.00106267	8	0.00013283			
Total	0.00115067	11				

## Cuadro 3

Prueba ANOVA para el CBR al 100% de la MDS.

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	3	0.379	0.126333333	0.00024433		
Columna 2	3	0.37	0.123333333	0.00018633		
Columna 3	3	0.367	0.122333333	0.00018633		
Columna 4	3	0.361	0.120333333	0.00018633		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5.625E-05	3	1.875E-05	0.093	0.961599307	4.066180551
Dentro de los grupos	0.001606667	8	0.000200833			
Total	0.001662917	11				

#### Cuadro 4

Prueba de Tukey (95% MDS)

#### Subconjuntos homogéneos

**CBR**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1
Grupo 60%	3	7,133
Grupo 40%	3	7,333
Grupo 20%	3	7,533
Grupo Control	3	7,867
Sig.		,862

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

#### Cuadro 5

Prueba de Tukey (95% MDS)

#### Subconjuntos homogéneos

**CBR**

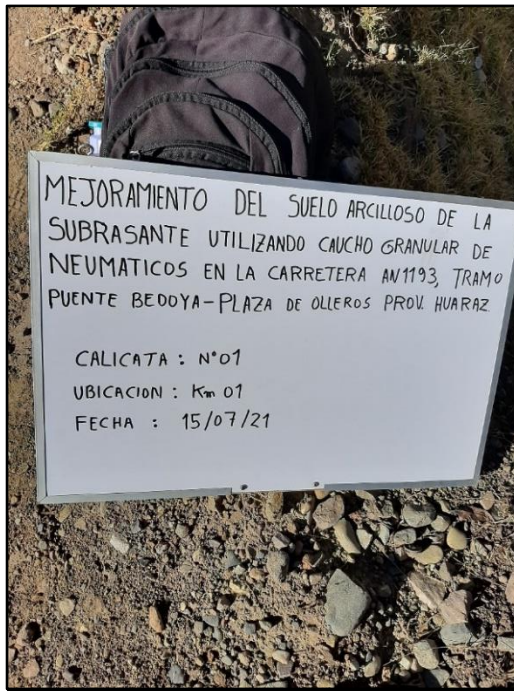
HSD Tukey<sup>a</sup>

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1
Grupo 60%	3	12,033
Grupo 40%	3	12,233
Grupo 20%	3	12,333
Grupo Control	3	12,633
Sig.		,952

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**Anexo E.**  
**Elaboración de calicatas y extracción de  
muestra de suelos.**



**Fotografía 1:** Ubicación de calicata C-01



**Fotografía 2:** Excavación de calicata C-01



**Fotografía 3:** Calicata N°01



**Fotografía 4:** Profundidad 1.5 m de calicata N°01



**Fotografía 5:** calicata N°02



**Fotografía 6:** Extracción de muestra calicata N°02



**Fotografía 7:** Excavación de calicata N°03



**Fotografía 8:** Calicata N°03



**Fotografía 9:** Profundidad 1.5 m de calicata N°04



**Fotografía 10:** Calicata N°04



**Fotografía 11:** Excavación de calicata N°05



**Fotografía 12:** Excavación de calicata N°05





**Fotografía 13:** Profundidad 1.50 m calicata N°05



**Fotografía 14:** Calicata N°05



**Fotografía 15:** Profundidad 1.50 m calicata N°06



**Fotografía 16:** Calicata N°06



**Fotografía 17:** Excavación de calicata N°07



**Fotografía 18:** Profundidad 1.50 m. Calicata N°07



**Fotografía 19:** calicata N°08



**Fotografía 20:** Profundidad 1.5 m. Calicata N°08



**Fotografía 21:** Excavación 1.50 m.  
Calicata N°09



**Fotografía 22:** Calicata N°09



**Fotografía 23:** Excavación de calicata N°10



**Fotografía 24:** Calicata N°10



**Fotografía 25:** Medición de profundidad. Calicata N°010



**Fotografía 26:** Profundidad 1.5 m. Calicata N°010

## **Anexo F.**

**Ensayo de laboratorio para determinar propiedades físicas de los suelos.**



**Fotografía 27:** Secado de muestra al aire libre.



**Fotografía 28:** Tamizaje de muestra.



**Fotografía 29:** Material retenido en la malla N°40



**Fotografía 30:** Tamizaje de muestra para contenido de humedad



**Fotografía 31:** Lavado de muestra con agua potable



**Fotografía 32:** Lavado de muestra



**Fotografía 33:** muestra para LL y LP



**Fotografía 34:** Ensayo para contenido de humedad.



**Fotografía 35:** Ensayo para determinar L.P.



## **Anexo G.**

**Ensayo de laboratorio para determinar propiedades mecánicas de los suelos.**



**Fotografía 36:** Saturación de muestra con diferentes porcentajes de agua.



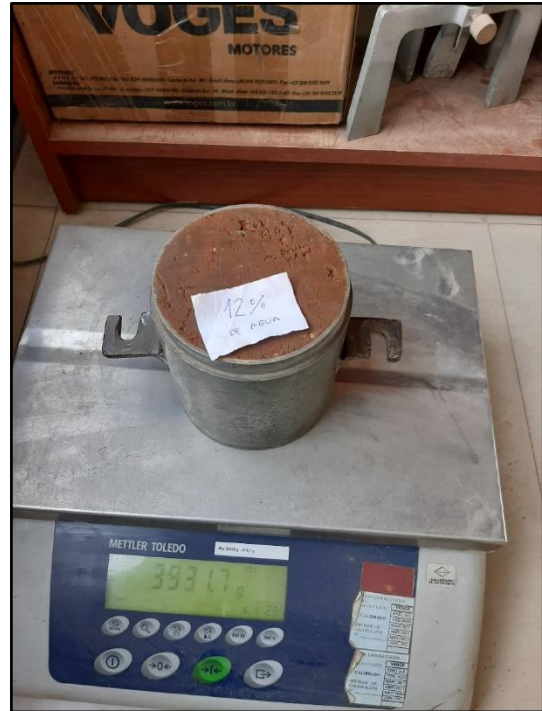
**Fotografía 37:** Proceso de compactación



**Fotografía 38:** Compactación con 25 golpes.



**Fotografía 39:** Enrasado de muestra



**Fotografía 40:** Peso de muestra con 12% de agua.



**Fotografía 41:** Muestra para ensayo de CBR



**Fotografía 42:** Saturación de muestra compactada para ensayo de CBR.



**Fotografía 43:** Ensayo de CBR.



**Fotografía 44:** Toma de datos de ensayo de CBR.



**Fotografía 45:** Tamizaje del caucho granular de neumáticos.



**Fotografía 46:** Mezcla de suelo arcilloso con caucho granular de neumáticos.



**Fotografía 47:** Compactación de la muestra con caucho granular de neumáticos.



**Fotografía 48:** Muestra con caucho granular de neumáticos.



**Fotografía 49:** Saturación de muestra con caucho granular de neumáticos.



**Fotografía 50:** Ensayo de CBR de muestra con caucho granular de neumáticos.

**Anexo H.**  
**Procedimiento para la obtención de  
caucho granular de neumáticos.**



**Fotografía 51:** Acopio de neumáticos



**Fotografía 52:** Proceso de molido de caucho



**Fotografía 53:** Caucho granular.

**Anexo I.**  
**Certificado de calibración de los equipos  
y herramientas de laboratorio**



**Anexo I.1.**  
**Certificado de calibración de copa casa  
grande**

# Certificado de calibración de copa casa grande



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 16408 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión: 2021 - 10 - 20 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.  
Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash - Huaraz - Huaraz

### INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASA GRANDE

Marca : ELE International  
Modelo : 24.0437  
N° de Serie : H060601  
Procedencia : USA  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2021 - 10 - 06

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma MTCE 110 - 2000.

### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,8 °C	22,5 °C
Humedad Relativa	58,2 %	57,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe



Certificado : TC - 16408 - 2021

Página : 2 de 2

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC - 17040 - 2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

	Descripción		Dimensiones				
			Valor nominal (mm)	Valor medido (mm)	Desviación (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
Copa	Radio de la copa	<b>A</b>	54,0	50,00	4,00	0,5	0,05
	Espesor de la copa	<b>B</b>	2,0	2,03	-0,03	0,1	0,05
	Profundidad de la copa	<b>C</b>	27,0	27,16	-0,16	0,5	0,05
Base	Copa desde la guía del elevador hasta la base	<b>N</b>	47,0	47,15	-0,15	1,0	0,05
	Espesor	<b>K</b>	50,0	50,79	-0,79	2,0	0,05
	Largo	<b>L</b>	150,0	149,96	0,04	2,0	0,05
	Ancho	<b>M</b>	125,0	124,84	0,16	2,0	0,05

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

**Anexo I.2.**  
**Certificado de calibración de Prensa CBR**

# Certificado de calibración de Prensa CBR



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-20011-2022

PROFORMA : 14884A

Fecha de emisión : 2022-10-21

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash-Huaraz-Huaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR**

Marca : ORION  
Modelo : PCBR-1  
Serie : 08050402  
Alcance : NO INDICA  
Procedencia : PERÚ  
Identificación : NO INDICA  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2022-10-14

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**DATOS DEL INDICADOR : DIAL INDICADOR**

Marca : NO INDICA  
Modelo : NO INDICA  
Serie : NO INDICA  
Alcance de Indicación : 0 a 10 in  
Div. Escala : 0,0001 in

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación indirecta tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 376. Calibración de los instrumentos de medida de fuerza utilizados para la verificación de las máquinas de ensayo uniaxial.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	16,2 °C	16,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	39 % HR	39 % HR

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico.  
CFP : 0316



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
AEP TRANSDUCERS	Celda de Carga 3 MN Serie 922606	12821C

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Valor del patrón ( kg)	Valor del equipo (in)	Error (in)	Incertidumbre (in)
0,0	0,0000	0,0000	0,0001
760,0	2,0000	-0,0790	0,0001
1500,0	4,0000	-0,1033	0,0001
2230,0	6,0000	-0,1003	0,0002
2600,0	7,0000	-0,1125	0,0002
2950,0	8,0000	-0,0699	0,0003
3300,0	9,0000	-0,0274	0,0004
3660,0	10,0000	-0,0122	0,0005



**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



**Anexo I.3.**  
**Certificado de calibración de Horno**

# Certificado de calibración de Horno



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 16412 - 2021

Proforma : 5471A

Fecha de Emisión : 2021-10-18

**SOLICITANTE** : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.  
Dirección : JR. PROLONGACION CARAZ NRO. 1019 BARR. CONO ALUVIÓNIC EST ÁNCASH-  
HUARAZ

**EQUIPO** : HORNO  
Marca : ELE  
Modelo : 40GC - 1  
Número de Serie : G41 - 2756  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Circulación del aire : Ventilación natural  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2021-10-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	ANALÓGICO	0 °C a 225 °C	25 °C
Selector	ANALÓGICO	0 °C a 225 °C	25 °C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### LUGAR DE LA CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático" publicada por el SNM INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

### CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	18,2 °C	63 %hr	219 V
Final	18,1 °C	63 %hr	218 V

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

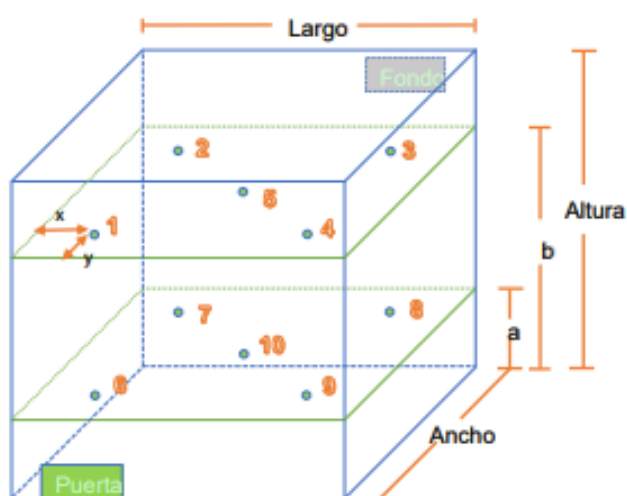


Certificado : TC - 16412 - 2021

**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrones de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,13 °C hasta 0,16 °C	LT - 0346 - 2021 Abril 2021

**UBICACIÓN DE LOS SENSORES DENTRO DEL MEDIO ISOTERMO**



**Largo :** 40,0 cm                      **a :** 13,0 cm                      **x :** 5,0 cm  
**Ancho :** 35,0 cm                      **b :** 42,0 cm                      **y :** 6,0 cm  
**Altura :** 55,0 cm

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.  
 El medio isoterma tenía 2 bandejas al momento de iniciar la calibración.

**NOMENCLATURA DE ABREVIATURAS**

<b>t</b> :	Instante de tiempo en minutos.	<b>T.PROM</b> :	Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de
<b>l</b> :	Indicación del termómetro del equipo.	<b>Tprom</b> :	Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante
<b>T. MÁX</b> :	Temperatura máxima por sensor	<b>DTT</b> :	Desviación de temperatura en el tiempo.
<b>T. MÍN</b> :	Temperatura mínima por sensor		
<b>T. max</b> :	Temperatura máxima para un instante dado.		
<b>T. min</b> :	Temperatura mínima para un instante dado.		

Certificado : TC - 16412 - 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN (1ER PUNTO DE CALIBRACIÓN)

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador/ Selector	Tiempo de Calentamiento Estabilización	Porcentaje de carga	Descripción de la carga
110 °C ± 10 °C	110 °C	60 min	40%	Envase de Acero con muestras

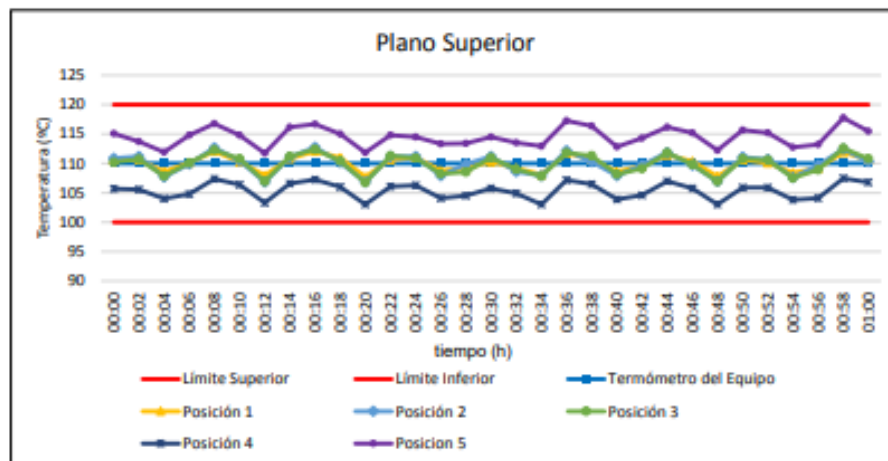
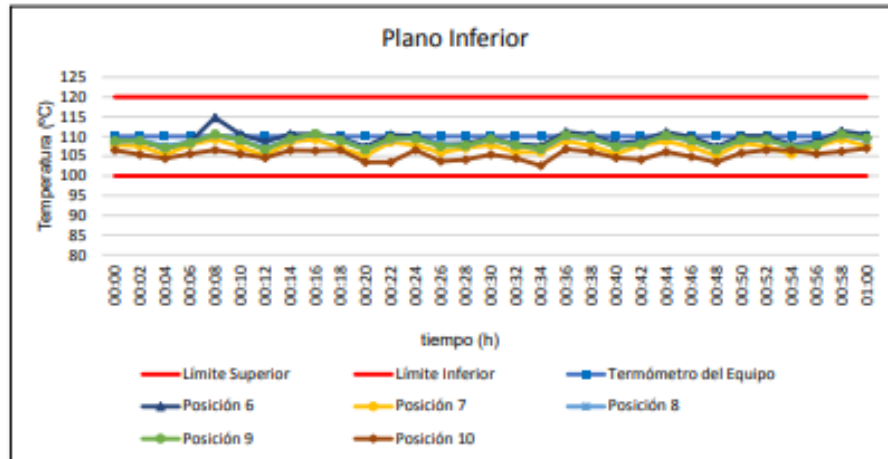
t (h)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>máx</sub> - T <sub>mín</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
00:00	110	110,5	110,9	110,2	105,7	115,1	108,9	107,8	108,8	108,9	106,5	109,3	9,4
00:02	110	110,7	111,2	110,7	105,6	113,7	108,9	107,6	109,0	108,9	105,4	109,2	8,3
00:04	110	108,6	107,7	107,8	104,0	111,9	107,1	105,3	107,7	107,1	104,4	107,2	7,9
00:06	110	110,1	109,9	110,1	104,8	114,8	108,6	107,9	108,5	108,3	105,6	108,9	10,0
00:08	110	112,1	112,7	112,3	107,4	116,8	114,8	109,3	110,4	110,6	106,6	111,3	10,2
00:10	110	110,3	110,5	110,8	106,4	114,8	110,6	107,3	109,1	109,1	105,6	109,4	9,2
00:12	110	108,0	106,8	106,9	103,3	111,7	108,6	105,1	107,2	106,6	104,6	106,9	8,4
00:14	110	110,8	111,1	111,2	106,6	116,2	110,6	108,6	109,2	109,4	106,5	110,0	9,7
00:16	110	112,1	112,8	112,4	107,3	116,7	110,6	109,3	110,6	110,7	106,4	110,9	10,3
00:18	110	111,0	110,2	110,4	106,0	115,0	109,8	107,0	109,3	109,0	106,6	109,4	9,0
00:20	110	107,7	106,8	106,7	103,0	111,8	107,4	105,1	106,9	106,6	103,5	106,6	8,8
00:22	110	110,7	111,2	111,3	106,1	114,8	110,4	108,6	109,2	109,6	103,5	109,5	11,3
00:24	110	111,0	111,2	110,9	106,3	114,5	110,2	107,8	109,6	109,4	106,6	109,7	8,2
00:26	110	108,8	107,9	108,2	104,1	113,3	108,1	105,9	108,2	107,5	103,7	107,6	9,6
00:28	110	109,2	109,9	108,5	104,5	113,4	108,2	107,1	107,7	107,7	104,1	108,0	9,3
00:30	110	110,3	111,2	111,0	105,8	114,5	109,6	107,9	109,2	109,4	105,4	109,4	9,1
00:32	110	109,2	108,6	109,0	104,9	113,5	108,1	106,0	107,9	107,7	104,5	107,9	9,0
00:34	110	108,1	107,9	107,8	103,0	112,9	107,7	106,0	106,7	106,9	102,6	107,0	10,3
00:36	110	111,8	112,2	111,8	107,2	117,3	111,2	108,9	110,1	110,4	106,8	110,8	10,5
00:38	110	110,7	110,3	111,3	106,5	116,4	110,4	107,6	109,6	109,6	106,1	109,8	10,3
00:40	110	108,6	107,9	108,1	103,9	112,8	108,2	105,6	107,7	107,4	104,6	107,5	8,9
00:42	110	109,6	109,7	109,1	104,6	114,3	108,9	107,7	108,3	108,1	104,1	108,4	10,2
00:44	110	111,5	111,9	111,8	107,0	116,2	111,1	108,8	110,2	110,3	106,1	110,5	10,1
00:46	110	110,4	109,7	109,8	105,8	115,2	109,9	107,3	108,9	109,1	104,9	109,1	10,3
00:48	110	107,8	106,9	106,9	103,0	112,2	107,4	105,1	106,9	106,6	103,5	106,6	9,2
00:50	110	110,6	111,1	110,8	105,9	115,7	110,1	108,3	109,1	109,3	105,8	109,7	9,9
00:52	110	110,1	110,7	110,6	105,9	115,2	110,1	107,5	109,1	109,3	106,6	109,5	9,3
00:54	110	108,4	107,6	107,5	103,8	112,7	108,0	105,5	107,7	107,2	106,5	107,5	8,9
00:56	110	109,2	109,7	108,9	104,1	113,2	108,6	107,5	108,0	107,8	105,6	108,3	9,1
00:58	110	111,9	112,5	112,6	107,5	117,8	111,4	109,3	110,5	110,6	106,2	111,0	11,6
01:00	110	110,6	110,3	110,8	106,8	115,5	110,4	107,5	109,1	109,6	107,0	109,8	8,7
T.PROM	110	110,0	110,0	109,9	105,4	114,5	109,5	107,3	108,7	108,7	105,4	108,9	
T.MAX	110	112,1	112,8	112,6	107,5	117,8	114,8	109,3	110,6	110,7	107,0		
T.MIN	110	107,7	106,8	106,7	103,0	111,7	107,1	105,1	106,7	106,6	102,6		
DTT	0	4,4	5,9	5,9	4,4	6,0	7,7	4,2	4,0	4,1	4,4		

RESUMEN DE RESULTADOS

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	117,8	0,9
Temperatura Mínima Medida	102,6	0,4
Desviación de Temperatura en el Espacio	9,2	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	7,7	0,1
Estabilidad Medida (±)	3,8	0,05
Uniformidad Medida	11,6	0,6

Certificado : TC - 16412 - 2021

**GRÁFICA PARA LA TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 10 °C**



**DECLARACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LIMITES ESPECIFICADOS DE TEMPERATURA**

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma:

- Cumple con los límites especificados de temperatura.

Certificado : TC - 16412 - 2021

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 2,89 °C.

La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

Fotografía del medio isoterma:



#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

#### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

Fin del Documento

**Anexo I.4.**  
**Certificado de calibración de Tamiz de 3”**

# Certificado de calibración de Tamiz de 3"



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 16388 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-15 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.  
Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash-Huarazhuez

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 173220927  
N° de tamiz : 3"  
Tamaño de abertura : 75 mm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-06

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,8 °C	17,6 °C
HUMEDAD RELATIVA	52,3%	51,2%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.  
El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP : 0316



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-17040-2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (mm)
Horizontal	75,00	74,50	0,50	0,49	2
Vertical		74,53	0,47	0,48	2

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	77,78	76,66	-	1,35
Vertical		77,24		1,30

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	6,300	6,172	0,128	0,111
Vertical		6,140	0,160	0,162

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	7,200	6,780		5,670
Vertical		6,930	5,400	5,530

**OBSERVACIONES**

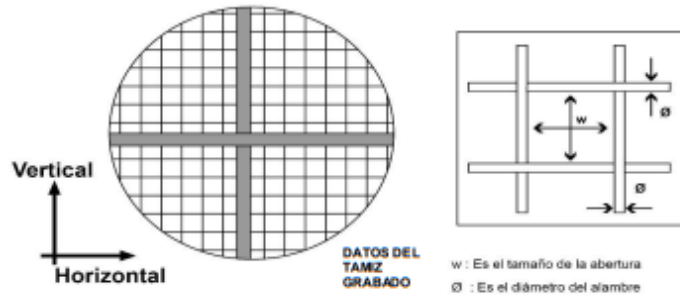
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO



**Anexo I.5.**  
**Certificado de calibración de Tamiz de 2”**

# Certificado de calibración de Tamiz de 2"



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 16391 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-15 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash-Huarazhvaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 173210262  
N° de tamiz : 2"  
Tamaño de abertura : 50 mm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-08

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	18,1 °C	17,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	55,4%	54,3%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CFP : 0316



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-17040-2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (mm)
Horizontal	50,00	50,25	-0,25	0,07	1,34
Vertical		50,19	-0,19	0,07	1,34

(\*) Error máxima permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	52,06	50,54	-	0,17
Vertical		50,69		0,20

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	5,000	5,135	-0,135	0,128
Vertical		5,066	-0,066	0,121

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	5,800	5,700		4,530
Vertical		5,780	4,300	4,510

**OBSERVACIONES**

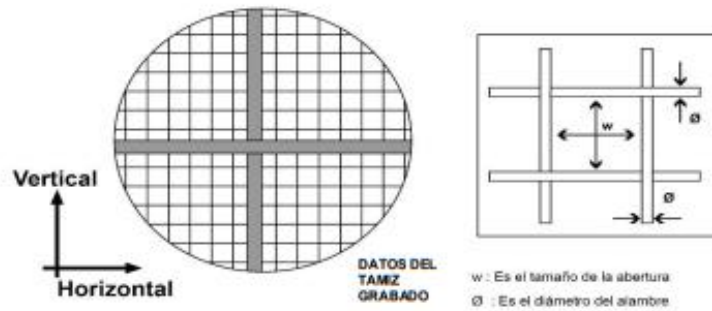
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO

**Anexo I.6.**  
**Certificado de calibración de Tamiz de 1 ½”**

# Certificado de calibración de Tamiz de 1 1/2"



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 16389 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-15 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash-Huarazhuaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 174727132  
N° de tamiz : 1 1/2"  
Tamaño de abertura : 37,5 mm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-06

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,9 °C	17,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	52,3%	53,3%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP : 0316



Jr. Condesa de Lemos N° 117 San Miguel - Lima (01) 2629545 990089889 informes@testcontrol.com.pe

Empresa con **responsabilidad social**, acercando la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología**.



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-17040-2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (mm)
Horizontal	37,50	37,65	-0,15	0,34	1,01
Vertical		37,25	0,25	0,39	1,01

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	39,17	39,15	--	0,92
Vertical		39,10		1,06

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	4,500	4,461	0,039	0,098
Vertical		4,486	0,014	0,080

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	5,200	5,090	3,800	3,900
Vertical		5,030		4,140

**OBSERVACIONES**

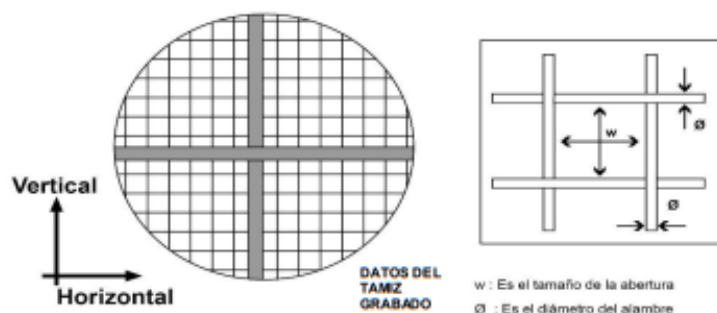
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO



**Anexo I.7.**  
**Certificado de calibración de Tamiz de 1”**

# Certificado de calibración de Tamiz de 1"



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 16394 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-15 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongación Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash-Huarazhuaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 173311270  
N° de tamiz : 1"  
Tamaño de abertura : 25 mm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-06

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,4 °C	17,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	51,2%	52,3%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP : 0316

**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-17040-2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (mm)
Horizontal	25,00	24,94	0,06	0,16	0,682
Vertical		24,97	0,03	0,17	0,682

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	26,24	25,81	--	0,44
Vertical		25,95		0,45

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	3,550	3,607	-0,057	0,076
Vertical		3,520	0,030	0,049

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	4,100	3,970	3,000	3,210
Vertical		3,770		3,270

**OBSERVACIONES**

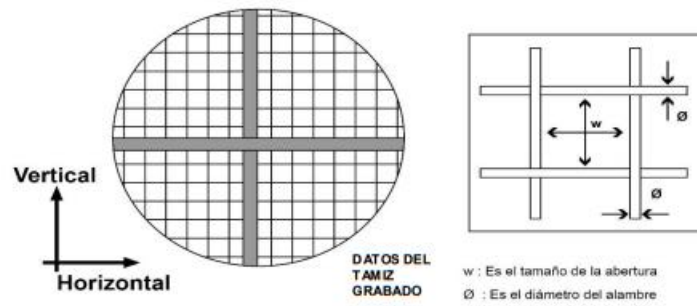
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO

**Anexo I.8.**  
**Certificado de calibración de Tamiz de 3/4”**

# Certificado de calibración de Tamiz de 3/4"



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 16392 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-15 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Áncash-Huarazhuaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 175010506  
N° de tamiz : 3/4"  
Tamaño de abertura : 19 mm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-06

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	18,8 °C	18,6 °C
HUMEDAD RELATIVA	53,3%	54,3%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP : 0316



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-17040-2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (mm)
Horizontal	19,00	19,25	-0,25	0,07	0,522
Vertical		19,18	-0,18		

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	20,01	19,59	0,393	0,18
Vertical		19,49		0,19

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	3,150	3,170	-0,020	0,069
Vertical		3,148	0,002	

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	3,600	3,510	2,700	2,820
Vertical		3,590		2,800

**OBSERVACIONES**

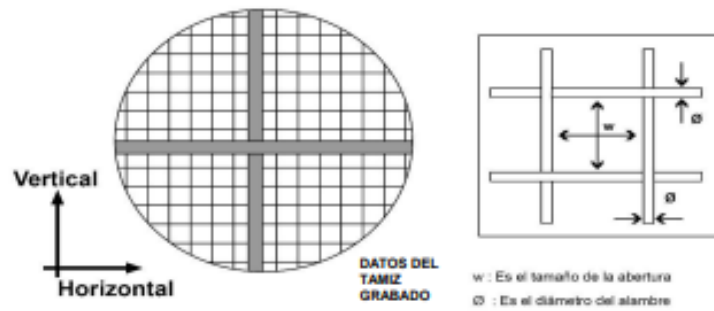
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO



**Anexo I.9.**  
**Certificado de calibración de Tamiz de 3/8”**

# Certificado de calibración de Tamiz de 3/8"



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 16393 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-15 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash-Huarazhuaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : TAMIZ  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 174726865  
N° de tamiz : 3/8"  
Tamaño de abertura : 9,5 mm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-06

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	18,6 °C	18,5 °C
HUMEDAD RELATIVA	53,3%	52,3%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CFP : 0316



Jr. Condesa de Lemos N° 117 San Miguel - Lima (01) 2629545 990089889 informes@testcontrol.com.pe

Empresa con **responsabilidad social**, acercando la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología**.



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-17040-2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (mm)
Horizontal	9,50	9,52	-0,02	0,08	0,265
Vertical		9,40	0,10		0,10

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	10,11	9,97	0,211	0,21
Vertical		9,92		0,27

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	2,240	2,243	-0,003	0,054
Vertical		2,208	0,032	

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	2,600	2,490	1,900	2,040
Vertical		2,500		2,000

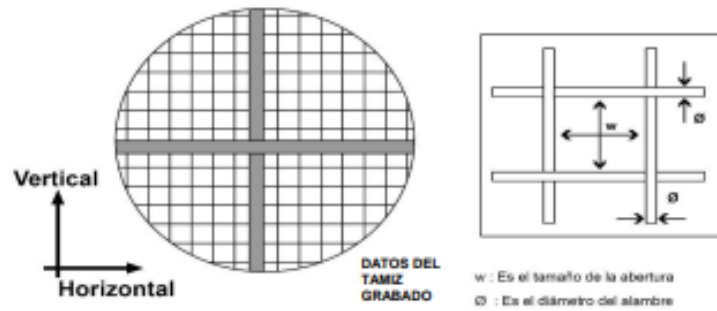
**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**GRAFICOS DE LAS MEDICIONES**



**FIN DEL DOCUMENTO**

**Anexo I.10.**  
**Certificado de calibración de Tamiz N°4**

# Certificado de calibración de Tamiz N°4



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 16390 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-15 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Áncash-Huarazhuaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 174727895  
N° de tamiz : No. 4  
Tamaño de abertura : 4,75 mm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-06

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,7 °C	17,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	54,3%	53,3%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP : 0316



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-17040-2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**
**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (mm)
Horizontal	4,75	4,70	0,05	0,05	0,135
Vertical		4,76	-0,01	0,06	0,135

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	5,12	4,92	0,118	0,12
Vertical		5,03		0,14

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	1,600	1,488	0,112	0,042
Vertical		1,589	0,011	0,051

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	1,900	1,750	1,300	1,340
Vertical		1,850		1,310

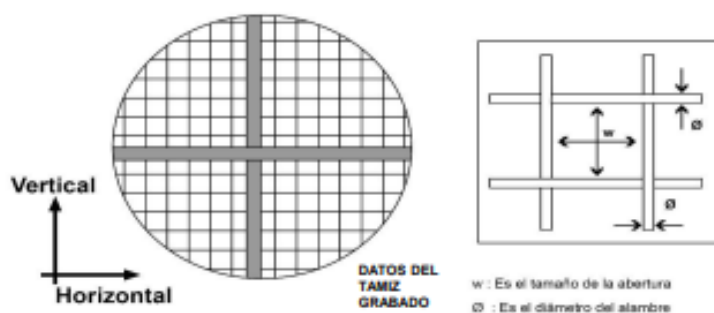
**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

 La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.


**GRAFICOS DE LAS MEDICIONES**



**FIN DEL DOCUMENTO**



**Anexo I.11.**  
**Certificado de calibración de Tamiz N°10**

# Certificado de calibración de Tamiz N°10



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 16396 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-15 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash - Huaraz - Huaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 174727931  
N° de tamiz : No. 10  
Tamaño de abertura : 2 mm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-06

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,9 °C	17,4 °C
HUMEDAD RELATIVA	50,2%	51,2%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP : 0316



Jr. Condesa de Lemos N° 117 San Miguel - Lima ☎ (01) 2629545 📞 990089889 📧 informes@testcontrol.com.pe

Empresa con **responsabilidad social**, acercando la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología**.



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-17040-2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (mm)
Horizontal	2,00	2,10	-0,10	0,02	0,059
Vertical		2,06	-0,06	0,02	0,059

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	2,20	2,20	0,064	0,04
Vertical		2,15		0,04

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	0,900	0,947	-0,047	0,019
Vertical		0,941	-0,041	0,019

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	1,040	0,990	0,770	0,910
Vertical		0,970		0,920

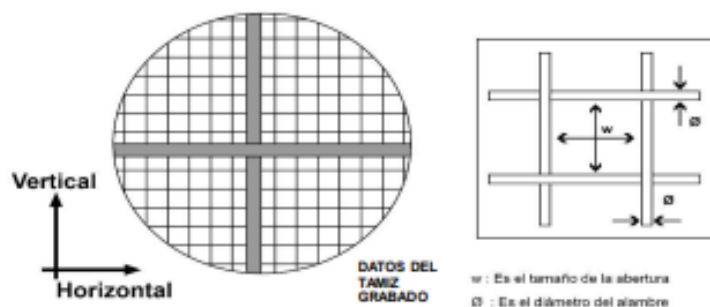
**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**GRAFICOS DE LAS MEDICIONES**



**FIN DEL DOCUMENTO**

**Anexo I.12.**  
**Certificado de calibración de Tamiz N°20**

# Certificado de calibración de Tamiz N°20



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 16398 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-15 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash - Huaraz - Huaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 174727350  
N° de tamiz : No. 20  
Tamaño de abertura : 850 µm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-06

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,4 °C	17,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	51,2%	50,2%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP : 0316



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia DM-INACAL	Reticula de Medición 0 mm a 10 mm Incertidumbre de 1,4 $\mu\text{m}$	LLA-062-2021

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**
**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal ( $\mu\text{m}$ )	Promedio ( $\mu\text{m}$ )	Error ( $\mu\text{m}$ )	Incertidumbre ( $\mu\text{m}$ )	E.M.P. <sup>(*)</sup> ( $\mu\text{m}$ )
Horizontal	850,0	854,4	-4,4	14,9	26,2
Vertical		852,5	-2,5	15,0	26,2

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal ( $\mu\text{m}$ )	Abertura Máxima Encontrada ( $\mu\text{m}$ )	Desviación Estandar Nominal ( $\mu\text{m}$ )	Desviación Estandar Encontrada ( $\mu\text{m}$ )
Horizontal	964,0	883,0	35,25	13,8
Vertical		896,8		14,9

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	0,500	0,519	-0,019	0,015
Vertical		0,506	-0,006	0,015

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	0,580	0,540	0,430	0,490
Vertical		0,530		0,470

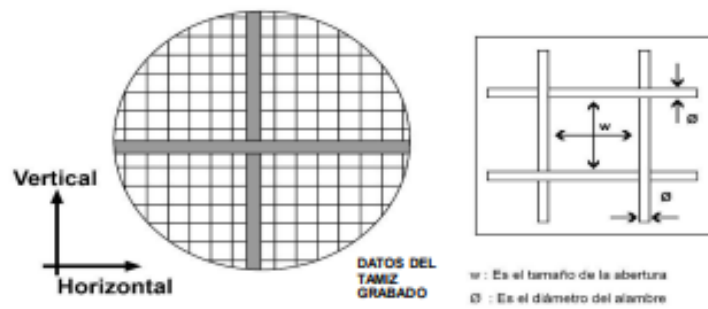
**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

 La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.


GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO





**Anexo I.13.**  
**Certificado de calibración de Tamiz N°40**

# Certificado de calibración de Tamiz N°40



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 16395 - 2021

PROFORMA : 5471A

Fecha de emisión : 2021-10-15

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongación Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash - Huaraz - Huaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 172312674  
N° de tamiz : No. 40  
Tamaño de abertura : 425 µm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-06

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,4 °C	17,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	51,8%	51,2%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP : 0316



Jr. Condesa de Lemos N° 117 San Miguel - Lima ☎ (01) 2629545 📞 990089889 📧 informes@testcontrol.com.pe

Empresa con **responsabilidad social**, acercando la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología**.



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia DM-INACAL	Reticula de Medición 0 mm a 10 mm Incertidumbre de 1,4 $\mu\text{m}$	LLA-062-2021

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal ( $\mu\text{m}$ )	Promedio ( $\mu\text{m}$ )	Error ( $\mu\text{m}$ )	Incertidumbre ( $\mu\text{m}$ )	E.M.P. <sup>(*)</sup> ( $\mu\text{m}$ )
Horizontal	425,0	428,1	-3,1	14,7	14
Vertical		428,8	-3,8	14,7	14

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal ( $\mu\text{m}$ )	Abertura Máxima Encontrada ( $\mu\text{m}$ )	Desviación Estandar Nominal ( $\mu\text{m}$ )	Desviación Estandar Encontrada ( $\mu\text{m}$ )
Horizontal	498,0	451,2	22,43	9,8
Vertical		464,7		12,4

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	0,280	0,270	0,010	0,015
Vertical		0,290	-0,010	0,015

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	0,320	0,290	0,240	0,250
Vertical		0,310		0,270

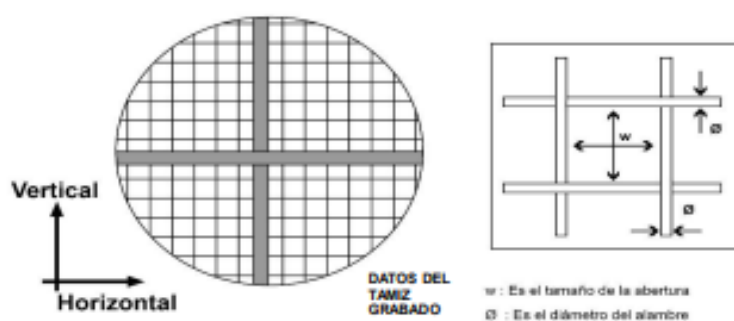
**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**GRAFICOS DE LAS MEDICIONES**



**FIN DEL DOCUMENTO**



**Anexo I.14.**  
**Certificado de calibración de Tamiz N°60**

# Certificado de calibración de Tamiz N°60



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 17521 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-19 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongación Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Áncash-Huaraz-Huaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 173221412  
N° de tamiz : No. 60  
Tamaño de abertura : 250 µm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : U.S.A.  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-19

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20,3 °C	20,6 °C
HUMEDAD RELATIVA	57,0%	58,1%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP : 0316



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia DM-INACAL	Reticula de Medición 0 mm a 10 mm Incertidumbre de 1,4 µm	LLA-062-2021

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (µm)	Promedio (µm)	Error (µm)	Incertidumbre (µm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (µm)
Horizontal	250,0	251,2	-1,2	14,6	8,9
Vertical		251,4	-1,4	14,6	8,9

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (µm)	Abertura Máxima Encontrada (µm)	Desviación Estandar Nominal (µm)	Desviación Estandar Encontrada (µm)
Horizontal	302,0	252,9	16,11	0,7
Vertical		253,4		0,9

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	0,160	0,158	0,002	0,015
Vertical		0,159	0,001	0,015

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	0,190	0,174	0,130	0,139
Vertical		0,179		0,140

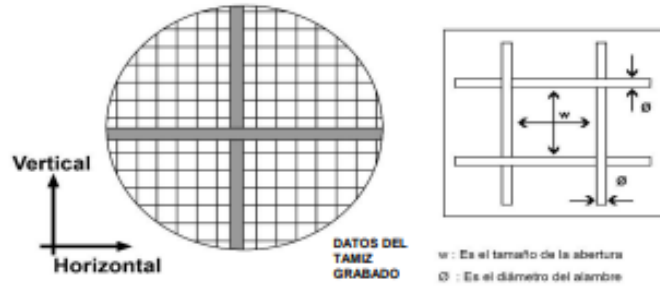
**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO





**Anexo I.15.**  
**Certificado de calibración de Tamiz N°140**

# Certificado de calibración de Tamiz N°140



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 17522 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-19 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongación Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Áncash-Huaraz-Huaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 171222680  
N° de tamiz : No. 140  
Tamaño de abertura : 106 µm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : U.S.A.  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-19

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20,5 °C	20,2 °C
HUMEDAD RELATIVA	55,8%	53,2%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP : 0316



Jr. Condesa de Lemos N° 117 San Miguel - Lima (01) 2629545 990089889 informes@testcontrol.com.pe

Empresa con **responsabilidad social**, acercando la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología**.



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia DM-INACAL	Reticula de Medición 0 mm a 1 mm Incertidumbre de 0,7 µm	LLA-063-2021

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (µm)	Promedio (µm)	Error (µm)	Incertidumbre (µm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (µm)
Horizontal	106,0	107,5	-1,5	8,0	4,7
Vertical		107,1	-1,1		

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (µm)	Abertura Máxima Encontrada (µm)	Desviación Estandar Nominal (µm)	Desviación Estandar Encontrada (µm)
Horizontal	137,0	108,9	9,65	0,5
Vertical		108,1		0,4

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	0,071	0,068	0,003	0,008
Vertical		0,067	0,004	

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	0,082	0,077	0,060	0,060
Vertical		0,075		0,062

**OBSERVACIONES**

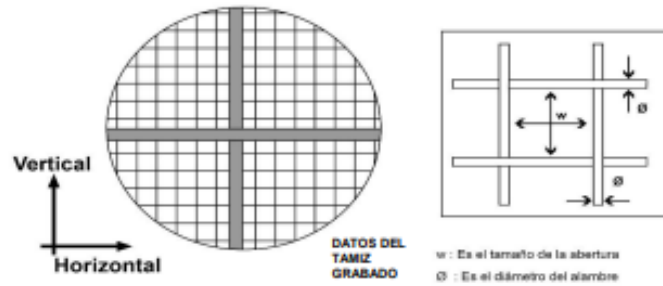
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO

**Anexo I.16.**  
**Certificado de calibración de Tamiz N°200**

# Certificado de calibración de Tamiz N°200



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 17518 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-19 Página : 1 de 3

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash-Huaraz-Huaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 174728420  
N° de tamiz : No. 200  
Tamaño de abertura : 75 µm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : U.S.A.  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-19

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20,1 °C	19,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	56,8%	52,7%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP : 0316



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia DM-INACAL	Reticula de Medición 0 mm a 1 mm Incertidumbre de 0,7 $\mu$ m	LLA-063-2021

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal ( $\mu$ m)	Promedio ( $\mu$ m)	Error ( $\mu$ m)	Incertidumbre ( $\mu$ m)	E.M.P. <sup>(*)</sup> ( $\mu$ m)
Horizontal	75,0	75,1	-0,1	8,0	3,7
Vertical		75,1	-0,1	8,0	3,7

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal ( $\mu$ m)	Abertura Máxima Encontrada ( $\mu$ m)	Desviación Estandar Nominal ( $\mu$ m)	Desviación Estandar Encontrada ( $\mu$ m)
Horizontal	101,0	75,3	8,04	0,1
Vertical		75,4		0,1

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	0,050	0,048	0,002	0,008
Vertical		0,047	0,003	0,008

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	0,058	0,052	0,043	0,044
Vertical		0,049		0,044

**OBSERVACIONES**

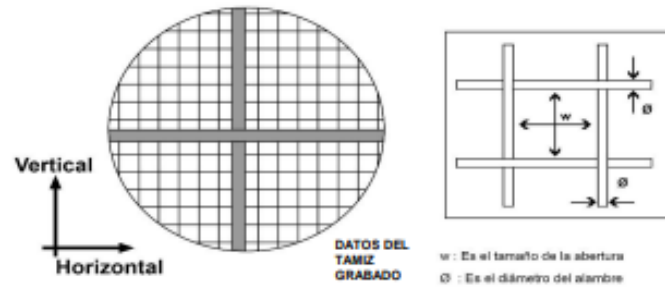
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO





**Anexo I.17.**  
**Certificado de calibración de molde de compactación.**

# Certificado de calibración de molde de compactación.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 16403 - 2021

PROFORMA : 5471AC1

Fecha de emisión : 2021-10-20

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**

Dirección : Jr. Prolongación Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash - Huaraz - Huaraz

### INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MOLDE DE COMPACTACIÓN

Marca : NO INDICA  
Modelo : NO INDICA  
N° de Serie : NO INDICA  
Identificación : 4 / MC - 06  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la Norma ASTM D-698 / ASTM D 1557

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,8 °C	17,6 °C
HUMEDAD RELATIVA	48 % HR	47 % HR

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico.  
CFP :0316



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 METROIL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC - 17040 - 2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MOLDE**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro	101,60	101,21	-0,39	0,01
Altura	116,43	116,20	-0,23	0,01

**COLLAR**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro	101,60	101,10	-0,50	0,01
Altura	60,33	60,06	-0,27	0,01

**PLACA BASE**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Longitud	150,00	150,86	0,86	0,01
Altura	12,70	12,08	-0,62	0,01

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**FIN DEL DOCUMENTO**



**Anexo I.18.**  
**Certificado de calibración de martillo de  
compactación modificado.**

# Certificado de calibración de martillo de compactación modificado.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 16407 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión: 2021 - 10 - 20 Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash - Huaraz - Huaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MARTILLO DE COMPACTACIÓN MODIFICADO**

Marca : ELE International  
Modelo : No Indica  
N° de Serie : No Indica  
Alcance : 10 lb / 18" caída  
: 4535,9 g / 457 mm caída  
Procedencia : No Indica  
Identificación : PI - 05  
Fecha de Calibración : 2021-10-06  
Ubicación<sup>1</sup> : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma ASTM D-1557.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,5 °C
Humedad Relativa	66,7 %	65,6 %

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CFP: 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas CLASE F1	Balanza 22 kg Clase II	TC-7935-2020 Agosto 2020
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-17040-2020 Diciembre 2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**Altura de Caída del Pistón**

Valor Nominal ( mm )	Valor Medido ( mm )	Desviación ( mm )	Incertidumbre ( mm )
457,00	457,00	0,00	0,05

**Diametro del Pistón**

Valor Nominal ( mm )	Valor Medido ( mm )	Desviación ( mm )	Incertidumbre ( mm )
50,80	50,87	-0,07	0,05

**Masa del Pistón**

Valor Nominal ( g )	Valor Medido ( g )	Desviación ( g )	Incertidumbre ( g )
4535,9	4540,9	-5,0	0,1

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.

**DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



**Anexo I.19.**

**Certificado de calibración de molde para  
compactación CBR N°1**

# Certificado de calibración de molde para compactación CBR N°1



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-16409-2021

PROFORMA : 5471AC1

Fecha de emisión : 2021-10-20

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash - Huaraz - Huaraz

### INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR

Marca : NO INDICA  
Modelo : NO INDICA  
N° de Serie : NO INDICA  
Identificación : MCBR-01  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia las Normas ASTM D-698, NTC 2122, ASTM D 1883.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,2 °C	19,1 °C
HUMEDAD RELATIVA	62 % HR	61 % HR

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico.  
CFP :0316



Jr. Condesa de Lemos N° 117 San Miguel - Lima ☎ (01) 2629545 📠 990089889 📧 informes@testcontrol.com.pe

Empresa con **responsabilidad social**, acercando la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología**.





**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 METROIL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC - 17040 - 2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MOLDE**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro (d)	152,29	152,40	0,11	0,66	0,01
Altura (h <sub>M</sub> )	177,48	177,80	0,32	0,46	0,01

**COLLAR**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro (d)	152,25	152,40	0,15	0,66	0,01
Altura (h <sub>C</sub> )	59,71	60,06	0,35	0,40	0,01

**PLACA BASE**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)
Diámetro (L)	200,3	200,00	-0,30
Espesor	11,05	12,70	1,65

**MASAS**

	Valor Nominal (g)
PESA ANULAR	2 272,7
PESA RANURADA	2 276,1



**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**FIN DEL DOCUMENTO**

**Anexo I.20.**  
**Certificado de calibración de molde para  
compactación CBR N°2**

# Certificado de calibración de molde para compactación CBR N°2



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-16410-2021

PROFORMA : 5471AC1      Fecha de emisión : 2021-10-20      Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**

Dirección : Jr. Prolongacion Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash - Huaraz - Huaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR**

Marca : NO INDICA  
Modelo : NO INDICA  
N° de Serie : NO INDICA  
Identificación : MCBR-02  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-10-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia las Normas ASTM D-698, NTC 2122, ASTM D 1883.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	18,9 °C	18,7 °C
HUMEDAD RELATIVA	60 % HR	59 % HR

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolas Ramos Paucar  
Gerente Técnico.  
CFP :0316



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 METROIL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC - 17040 - 2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MOLDE**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro (d)	151,68	152,40	0,72	0,66	0,01
Altura (h <sub>M</sub> )	177,70	177,80	0,10	0,46	0,01

**COLLAR**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro (d)	151,40	152,40	1,00	0,66	0,01
Altura (h <sub>C</sub> )	60,70	60,06	-0,64	0,40	0,01

**PLACA BASE**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)
Diámetro (L)	199,23	200,00	0,77
Espesor	12,10	12,70	0,60

**MASAS**

	Valor Nominal (g)
PESA ANULAR	2 268,1
PESA RANURADA	2 273,4



**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**FIN DEL DOCUMENTO**

**Anexo I.21.**  
**Certificado de calibración de molde para  
compactación CBR N°3**

# Certificado de calibración de molde para compactación CBR N°3



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-16411-2021

PROFORMA : 5471AC1 Fecha de emisión : 2021-10-20 Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**

Dirección : Jr. Prolongación Caraz Nro. 1019 Barr. Cono Aluviónico Est Ancash - Huaraz - Huaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR**

Marca : NO INDICA  
Modelo : NO INDICA  
N° de Serie : NO INDICA  
Identificación : MCBR-03  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 2021-10-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia las Normas ASTM D-698, NTC 2122, ASTM D 1883.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,5 °C	19,4 °C
HUMEDAD RELATIVA	60 % HR	61 % HR

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

**Lic. Nicolas Ramos Paucar**  
Gerente Técnico.  
CFP :0316



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 METROIL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC - 17040 - 2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MOLDE**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro (d)	151,52	152,40	0,88	0,66	0,01
Altura (h <sub>M</sub> )	178,80	177,80	-1,00	0,46	0,01

**COLLAR**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro (d)	152,30	152,40	0,10	0,66	0,01
Altura (h <sub>c</sub> )	60,60	60,06	-0,54	0,40	0,01

**PLACA BASE**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)
Diámetro (L)	201,4	200,00	-1,40
Espesor	11,01	12,70	1,69

**MASAS**

	Valor Nominal (g)
PESA ANULAR	2 271,9
PESA RANURADA	2 274,5



**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**FIN DEL DOCUMENTO**

**Anexo I.22.**  
**Certificado de calibración de balanza de**  
**500 g.**



# Certificado de calibración de balanza de 500 g.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



## CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 16363 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-13

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : JR. PROLONGACION CARAZ NRO. 1019 BARR. CONO ALUVIÓNIC EST ÁNCASH- HUARAZ- HUARAZ

### INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : YA501  
N° de Serie : No Indica  
Capacidad Máxima : 500 g  
Resolución : 0,1 g  
División de Verificación : 0,1 g  
Clase de Exactitud : III  
Capacidad Mínima : 2 g  
Procedencia : CHINA  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 8 °C  
Fecha de Calibración : 2021-10-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

PGC-16-r09/Diciembre 2019/Rev.05

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-07157-2021 Mayo 2021

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**INSPECCION VISUAL**

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,7 °C	22,6 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250	250,0	0,07	-0,02	1	500	500,0	0,04	0,01
2		250,0	0,06	-0,01	2		500,0	0,05	0,00
3		250,0	0,07	-0,02	3		500,0	0,04	0,01
4		250,0	0,07	-0,02	4		500,0	0,04	0,01
5		250,0	0,08	-0,03	5		500,0	0,03	0,02
6		250,0	0,06	-0,01	6		500,0	0,03	0,02
7		250,0	0,06	-0,01	7		500,0	0,05	0,00
8		250,0	0,07	-0,02	8		500,0	0,03	0,02
9		250,0	0,07	-0,02	9		500,0	0,04	0,01
10		250,0	0,08	-0,03	10		500,0	0,03	0,02
Emax - Emin   (g)				0,02	Emax - Emin   (g)				0,02
e.m.p. ± (g)				0,3	e.m.p. ± (g)				0,3





**Anexo I.23.**  
**Certificado de calibración de balanza de**  
**6000 g.**

# Certificado de calibración de balanza de 6000 g.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



## CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 16370 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-13

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : JR. PROLONGACION CARAZ NRO. 1019 BARR. CONO ALUVIÓNIC EST ÁNCASH- HUARAZ- HUARAZ

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : SE6001F  
N° de Serie : 8346710543  
Capacidad Máxima : 6000 g  
Resolución : 0,1 g  
División de Verificación : 1 g  
Clase de Exactitud : III  
Capacidad Mínima : 20 g  
Procedencia : U.S.A  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 8 °C  
Fecha de Calibración : 2021-10-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

PGC-16-r09/Diciembre 2019/Rev.05

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-07157-2021 Mayo 2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-07381-2021 Mayo 2021

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**INSPECCION VISUAL**

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	17,1 °C	17,0 °C
Humedad Relativa	55 %	55 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000	3 000,0	0,04	0,01	1	6000	6 000,1	0,07	0,08
2		3 000,0	0,05	0,00	2		6 000,1	0,07	0,08
3		3 000,0	0,04	0,01	3		6 000,1	0,08	0,07
4		3 000,0	0,03	0,02	4		6 000,1	0,07	0,08
5		3 000,1	0,08	0,07	5		6 000,0	0,04	0,01
6		3 000,1	0,08	0,07	6		6 000,0	0,03	0,02
7		3 000,0	0,04	0,01	7		6 000,1	0,07	0,08
8		3 000,0	0,05	0,00	8		6 000,1	0,07	0,08
9		3 000,0	0,04	0,01	9		6 000,0	0,03	0,02
10		3 000,0	0,04	0,01	10		6 000,1	0,07	0,08
Emax - Emin   (g)				0,07	Emax - Emin   (g)				0,07
e.m.p. ± (g)				3	e.m.p. ± (g)				3



Certificado de Calibración  
TC - 16370 - 2021

2	5
1	
3	4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	17,1 °C	17,1 °C
Humedad Relativa	54 %	55 %

N°	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>					e.m.p. ± (g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	10	10,0	0,07	-0,02	2000	2 000,0	0,08	-0,03	-0,01	2
2		10,0	0,08	-0,03		2 000,0	0,08	-0,01	0,02	
3		10,0	0,06	-0,01		2 000,0	0,05	0,00	0,01	
4		10,0	0,07	-0,02		2 000,0	0,04	0,01	0,03	
5		10,0	0,08	-0,03		2 000,0	0,05	0,00	0,03	

**ENSAYO DE PESAJE**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	17,1 °C	16,9 °C
Humedad Relativa	55 %	54 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,00	10,0	0,07	-0,02						
20,00	20,0	0,07	-0,02	0,00	20,0	0,07	-0,02	0,00	1
100,00	100,0	0,06	-0,01	0,01	99,9	0,06	-0,11	-0,09	1
500,00	500,0	0,06	-0,01	0,01	500,0	0,06	-0,01	0,01	1
1 499,99	1 500,0	0,05	0,01	0,03	1 500,0	0,06	0,00	0,02	2
2 000,04	2 000,0	0,06	-0,05	-0,03	2 000,0	0,06	-0,05	-0,03	2
3 000,03	3 000,0	0,06	-0,04	-0,02	3 000,0	0,07	-0,05	-0,03	3
4 000,13	4 000,0	0,07	-0,15	-0,13	4 000,0	0,07	-0,15	-0,13	3
4 500,13	4 500,1	0,06	-0,04	-0,02	4 500,1	0,07	-0,05	-0,03	3
5 000,12	5 000,1	0,06	-0,03	-0,01	5 000,1	0,06	-0,03	-0,01	3
6 000,17	6 000,1	0,07	-0,09	-0,07	6 000,1	0,07	-0,09	-0,07	3

Donde:

I : Indicación de la balanza  
e.m.p. : Error máximo permitido  
ΔL : Carga incrementada  
E : Error encontrado  
E<sub>0</sub> : Error en cero  
E<sub>c</sub> : Error corregido

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA**

$$\text{Lectura Corregida} = R + 7,86 \times 10^{-6} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{3,41 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 8,63 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 5 999,4 g para una carga de valor nominal 6000 g.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



**Anexo I.24.**  
**Certificado de calibración de balanza de**  
**30000 g.**



# Certificado de calibración de balanza de 30000 g.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



## CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 16368 - 2021

PROFORMA : 5471A Fecha de emisión : 2021-10-13

SOLICITANTE : EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección : JR. PROLONGACION CARAZ NRO. 1019 BARR. CONO ALUVIÓNIC EST ÁNCASH- HUARAZ- HUARAZ

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
N° de Serie : 8335450121  
Capacidad Máxima : 30000 g  
Resolución : 1 g  
División de Verificación : 1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 50 g  
Procedencia : CHINA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 8 °C  
Fecha de Calibración : 2021-10-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE21A-C-1070 Agosto 2021
Patrones de Referencia de LOJUSTO SAC	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	E107-L-209B-2021-1 Agosto 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-222-2021 Agosto 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-223-2021 Agosto 2021

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**INSPECCION VISUAL**

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	18,5 °C	18,8 °C
Humedad Relativa	50 %	51 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000,0	15 000	0,7	-0,2	1	30 000,0	29 999	0,4	-0,9
2		15 000	0,6	-0,1	2		29 999	0,4	-0,9
3		15 000	0,7	-0,2	3		29 999	0,3	-0,8
4		15 000	0,6	-0,1	4		30 000	0,5	0,0
5		15 000	0,6	-0,1	5		30 000	0,5	0,0
6		15 000	0,5	0,0	6		29 999	0,3	-0,8
7		15 001	0,8	0,7	7		29 999	0,3	-0,8
8		15 000	0,5	0,0	8		29 999	0,3	-0,8
9		15 000	0,5	0,0	9		30 000	0,5	0,0
10		15 000	0,6	-0,1	10		30 000	0,5	0,0
Emáx - Emin   (g)				0,9	Emáx - Emin   (g)				0,9
error máximo permitido (±g)				2,0	error máximo permitido (±g)				3,0



Certificado de Calibración  
TC - 16368 - 2021



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	18,5 °C	18,5 °C
Humedad Relativa	51 %	51 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±g)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	10,0	10	0,7	-0,2	10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,1	2,0
2		10	0,6	-0,1		10 000	0,7	-0,2	-0,1	
3		10	0,4	0,1		10 000	0,6	-0,1	-0,2	
4		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0	
5		10	0,7	-0,2		9 999	0,5	-1,0	-0,8	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	18,4 °C	18,4 °C
Humedad Relativa	51 %	51 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10	0,6	-0,1	0,0	10	0,6	-0,1	0,0	1,0
50,0	50	0,6	-0,1	0,0	50	0,6	-0,1	0,0	1,0
1 000,0	1 000	0,6	-0,1	0,0	1 000	0,6	-0,1	0,0	1,0
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,0	5 000	0,6	-0,1	0,0	1,0
8 000,0	8 000	0,5	0,0	0,1	8 000	0,5	0,0	0,1	2,0
10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,1	10 000	0,5	0,0	0,1	2,0
15 000,0	15 000	0,5	0,0	0,1	15 000	0,5	0,0	0,1	2,0
20 000,0	20 000	0,5	0,0	0,1	20 000	0,6	-0,1	0,0	2,0
25 000,1	25 000	0,6	-0,2	-0,1	25 000	0,6	-0,2	-0,1	3,0
28 000,1	27 999	0,3	-0,9	-0,8	27 999	0,3	-0,9	-0,8	3,0
30 000,1	29 999	0,3	-0,9	-0,8	29 999	0,3	-0,9	-0,8	3,0

Donde:

I : Indicación de la balanza      ΔL : Carga adicional      Eo : Error en cero  
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)      E : Error del instrumento      Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} : R_{\text{corregida}} = R + 1,01 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} : U_R = 2 \times \sqrt{3,54 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,26 \times 10^{-9} \times R^2}$$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
La indicación de la balanza fue de 29 999 g para una carga de valor nominal 30000 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

