



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTABILIZACIÓN DE SUELOS BLANDOS APLICANDO  
POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA ESTRUCTURA DEL  
PAVIMENTO ARTICULADO CON BLOQUETAS  
HEXAGONALES CALLE VICENTE RUSSO - CHICLAYO**

**PRESENTADA POR  
CARLO AILTHON DÁVILA MONTEZA  
RAI JOSEPH VÁSQUEZ MONTEZA**

**ASESORES  
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA  
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO**

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

**LIMA – PERÚ  
2023**



**CC BY-NC-ND**

**Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



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

**ESTABILIZACIÓN DE SUELOS BLANDOS APLICANDO  
POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA ESTRUCTURA DEL  
PAVIMENTO ARTICULADO CON BLOQUETAS HEXAGONALES  
CALLE VICENTE RUSSO - CHICLAYO**

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

**PRESENTADO POR:**  
**CARLO AILTHON DÁVILA MONTEZA.**  
**RAI JOSEPH VÁSQUEZ MONTEZA.**

**ASESORES:**  
**Mg. Ing. JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA**  
**Mg. Ing. ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO**

**LIMA, PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

Principalmente, dedico este empeño a Dios, que me sirvió de fuente de inspiración y me proporcionó la fortaleza necesaria para perseverar en este empeño de alcanzar una de mis aspiraciones más profundas.

También se los dedicó a Paco y Graciela, mis padres, por su constante respaldo, dedicación a lo largo de este tiempo; representan la esencia misma de la dedicación excepcional. A mis hermanos, Delfer, Liz y Arianna, por su inquebrantable presencia durante este periodo de mi vida, proporcionándome compañía y fortaleza moral y a Enma, mi novia, por su inquebrantable aliento en este proceso.

A todos los que han compartido su experiencia y nos han abierto sus puertas.

**CARLO AILTHON DÁVILA MONTEZA**

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por bendecir mi vida, dirigir mi trayectoria profesional, fortaleza y apoyo en los momentos de adversidad y fragilidad. Agradezco a mis padres, Paco y Graciela, por abogar primordialmente por nuestras aspiraciones, depositar su confianza en nuestras anticipaciones e impartirnos sus consejos, valores y principios.

Expreso mi gratitud a los profesores de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad San Martín de Porres por compartir lo que saben a lo largo de mi desarrollo profesional.

**CARLO AILTHON DÁVILA MONTEZA**

## **Dedicatoria**

Este trabajo de investigación está dedicado a mis progenitores Jaime Vásquez y Anabel Monteza por ser mi motivación y las personas más valiosas en mi vida, ya que siempre tuve su apoyo en la parte moral y económica porque sin ellos no hubiese logrado llegar a cumplir mis metas.

Además, por ser ejemplos de lucha, perseverancia, sacrificio, trabajo y por ser muy admirables, nobles, luchadores de la vida. A mis familiares en general ya que siempre tuve su respaldo constante a lo largo de mi trayectoria académica en la universidad.

**RAI JOSEPH VÁSQUEZ MONTEZA**

## **Agradecimientos**

A Dios, porque en los momentos más difíciles fue mi fortaleza. Quiero agradecer también a mis padres, por la motivación que me dieron para seguir y apoyarme a alcanzar mis objetivos que me tracé.

Así mismo doy las gracias a los profesores de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad San Martín de Porres por compartir su conocimiento a lo largo de nuestro desarrollo profesional y finalizando, quiero agradecer a mis compañeros que tuve en clase de todos los niveles de la universidad.

**RAI JOSEPH VÁSQUEZ MONTEZA**

# ÍNDICE

	Pág.
<b>RESUMEN</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xvii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xx</b>
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	
1.1 Antecedentes de la investigación	1
1.1.1. Antecedentes Internacionales	1
1.1.2. Antecedentes nacionales	7
1.2. Fundamentación del problema	12
1.3. Planteamiento del problema	15
1.3.1. Problema general	15
1.3.2. Problemas específicos	15
1.4. Bases teóricas	15
1.4.1. Estabilización de suelos	15
1.5. Adoquines en arcilla cocida.	22
1.6. Suelos blandos	22
A. Consolidación de los suelos blandos	24
B. Características de los suelos blandos	24
1.6.1. Suelo Turboso-Orgánico	25
1.6.2. Suelos plásticos	25
1.7. Poliestireno expandido (EPS)	26
1.7.1. Definición:	26
1.7.2. Propiedades físicas y mecánicas del poliestireno expandido	29
1.7.3. Ensayos de laboratorio del Poliestireno Expandido	38
1.8. Pavimento	44
1.8.1. Diseño de Pavimentos	45

	Pág.
1.8.2. Tipos de Pavimentos	46
1.8.3. Factores para el diseño de pavimentos Tránsito	52
1.9. Definición de términos básicos	54
<b>CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	
2.1. Formulación de Objetivos	56
2.1.1. Objetivo General	56
2.1.2. Objetivo Específicos	56
2.2. Formulación de la hipótesis	57
2.2.1. Hipótesis General	57
2.2.2. Hipótesis específica	57
2.3. Definición de variables	58
2.3.1. Variable dependiente	58
2.3.2. Variable independiente	58
2.4. Operacionalización de las variables	59
2.5. Impacto Potencial	60
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>	
3.1. Diseño metodológico	62
3.1.1. Tipo de la investigación	62
3.1.2. Nivel de la investigación	62
3.2. Diseño muestral	62
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	63
3.3.1. Técnicas para la recolección de datos	63
3.3.2. Instrumentos para la recolección de datos	63
3.4. Técnicas e instrumento del procesamiento de datos	63
3.4.1. Técnicas del procesamiento de datos	63
3.4.2. Instrumentos del procesamiento de datos	63

	Pág.
3.4.3. Cuadro normativo	64
3.5. Población y Muestra	65
3.5.1. Población	65
3.5.2. Muestra	66
3.6. Procedimiento Metodológico.	68
3.7. Aspectos Éticos	79
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>	
4.1. Mapa o esquema de procesos	80
4.2. Desarrollo del proyecto	81
4.2.1. Ubicación	81
4.3. Proceso constructivo de la colocación de poliestireno expandido.	84
4.4. Comparación de CBR's	87
4.3.1. Mapa de proceso	87
4.3.2. Descripción	87
4.3.3. Procedimiento	89
4.3.4. Resultados	92
4.5. Comparación De Costos	97
4.4.1. Mapa de proceso	97
4.4.2. Descripción	97
4.4.3. Resultados	100
4.6. Beneficio De Las Bloquetas Hexagonales	101
4.5.1. Mapa de procesos	101
4.5.2. Descripción	101
4.5.3. Procedimiento	104
4.5.4. Resultados	109

	Pág.
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>	
5.1. Contrastación de Hipótesis	123
5.1.1. Hipótesis General HG:	123
5.2. Hipótesis Específicas	127
5.1.2. Hipótesis Específica H1	127
5.1.3. Hipótesis específica H2	130
5.1.4. Hipótesis específica H3	133
5.3. Contrastación de Antecedentes	137
5.3.1. Antecedentes Internacionales	137
5.3.2. Antecedentes Nacionales	138
<b>CONCLUSIONES</b>	
<b>RECOMENDACIONES</b>	
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1</b> Clasificación del EPS en algunos países	29
<b>Tabla 2</b> Propiedades físicas del EPS	30
<b>Tabla 3</b> Coeficiente de poisson	38
<b>Tabla 4</b> Cuadro de las propiedades del EPS	43
<b>Tabla 5</b> Cuadro Operacional	59
<b>Tabla 7</b> Cuadro Normativo	64
<b>Tabla 8</b> Ensayo de CBR	92
<b>Tabla 9</b> Expansión	93
<b>Tabla 10</b> Penetración	93
<b>Tabla 11</b> CBR de la calicata N° 1	94
<b>Tabla 12</b> CBR de la calicata N.º 2	94
<b>Tabla 13</b> CBR del promedio de la calicata N° 1 y N° 2	94
<b>Tabla 14</b> CBR del suelo blando con poliestireno expandido	94
<b>Tabla 15</b> Comparación Costos de pavimentos en 100.00 m por 13.30 m	100
<b>Tabla 16</b> Especificaciones de las bloquetas hexagonales	103
<b>Tabla 17</b> Clasificación de acuerdo al diseño	103
<b>Tabla 18</b> Diseño de mezcla de concreto F´C = 350 kg/cm <sup>2</sup>	109
<b>Tabla 19</b> Ensayo de Contenido de Humedad	111
<b>Tabla 20</b> Análisis Granulométrico del Agregado Grueso	112
<b>Tabla 21</b> Análisis Granulométrico del Agregado Fino	114
<b>Tabla 22</b> Peso Unitario del Agregado Grueso	116
<b>Tabla 23</b> Peso Unitario del Agregado Fino	117
<b>Tabla 24</b> Peso específico y Absorción de los agregados del agregado grueso	118
<b>Tabla 25</b> Gravedad específica y Absorción de los Agregados Finos	119
<b>Tabla 26</b> Ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregados finos	119
<b>Tabla 27</b> Comparación De Costos De Las Bloquetas Hexagonales	122
<b>Tabla 28</b> Contrastación de hipótesis general	124

	Pág.
<b>Tabla 29</b> Promedio resistencia a la compresión del poliestireno expandido	125
<b>Tabla 30</b> Promedio de esfuerzo a la compresión	126
<b>Tabla 31</b> Contrastación de hipótesis específico N° 1	128
<b>Tabla 32</b> Contrastación de hipótesis específico N° 2	131
<b>Tabla 33</b> Contrastación de hipótesis específico N° 3	135
<b>Tabla 34</b> Clasificación de acuerdo al ESAL's	135
<b>Tabla 35</b> Especificación de la técnica de la bloqueta hexagonal	136

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1</b> Diagrama de Ishikawa	14
<b>Figura 2</b> Falla por asentamiento	23
<b>Figura 3</b> Perlas de Poliestireno Expandido	27
<b>Figura 4</b> Bloques de poliestireno expandido	28
<b>Figura 5</b> Densidad aparente	39
<b>Figura 6</b> Ensayo a la compresión	40
<b>Figura 7</b> Ensayo a la flexión	41
<b>Figura 8</b> Corte directo	42
<b>Figura 9</b> Estructura del pavimento	45
<b>Figura 10</b> Pavimento Flexible	47
<b>Figura 11</b> Partes de un pavimento flexible	47
<b>Figura 12</b> Pavimento Semirrígido	49
<b>Figura 13</b> Partes del pavimento semirrígido	50
<b>Figura 14</b> Pavimento rígido	51
<b>Figura 15</b> Partes del pavimento rígido	52
<b>Figura 16</b> Bloquetas Hexagonales	55
<b>Figura 17</b> Impacto Potencial de la Investigación	61
<b>Figura 18</b> Calle Vicente Russo	65
<b>Figura 19</b> Muestra del Poliestireno Expandido	66
<b>Figura 20</b> Probetas de concreto	67
<b>Figura 21</b> Calicatas	67
<b>Figura 22</b> Realización de topografía	69
<b>Figura 23</b> Realización de Calicatas	70
<b>Figura 24</b> Realización de estudios de suelos	72
<b>Figura 25</b> Ensayo de resistencia a la compresión del poliestireno expandido	74
<b>Figura 26</b> Ensayo de corte directo del poliestireno expandido	75
<b>Figura 27</b> Diseño de mezcla de concreto	76
<b>Figura 28</b> Elaboración de la Propuesta	78
<b>Figura 29</b> Mapa de Proceso	80
<b>Figura 30</b> Mapa distrital de la Provincia de Chiclayo	82

	Pág.
<b>Figura 31</b> Imagen satelital del área de estudio	83
<b>Figura 32</b> Sección de la Vía	86
<b>Figura 33</b> Mapa de Proceso para los criterios de diseño	87
<b>Figura 34</b> Preparación de la muestra	89
<b>Figura 35</b> Toma de datos del CBR	90
<b>Figura 36</b> Cuadro comparativo del CBR Inicial – Final al 95% de su Máxima Densidad Seca	95
<b>Figura 37</b> Cuadro Comparativo Del CBR Inicial - Final Al 100% de su Máxima Densidad Seca	96
<b>Figura 38</b> Mapa de proceso de la comparación de costos	97
<b>Figura 39</b> Mapa de procesos de Beneficio de las Bloquetas Hexagonales	101
<b>Figura 40</b> Elaboración del contenido de humedad y peso específico de los agregados	104
<b>Figura 41</b> Elaboración de los pesos unitarios de los agregados	105
<b>Figura 42</b> Elaboración de la granulometría de los agregados	105
<b>Figura 43</b> Elaboración del equivalente de arena	106
<b>Figura 44</b> Elaboración del diseño de mezcla de concreto	107
<b>Figura 45</b> Realización del slump	107
<b>Figura 46</b> Realización de las probetas	108
<b>Figura 47</b> Culminación de elaboración de probetas	108
<b>Figura 48</b> Mallas US standard del Agregado Grueso	113
<b>Figura 49</b> Mallas US standard del Agregado Fino	115
<b>Figura 50</b> Rotura de Probeta a los 7 Días	120
<b>Figura 51</b> Rotura de Probeta a los 14 Días	120
<b>Figura 52</b> Rotura de Probeta a los 28 Días	121
<b>Figura 53</b> Comparación de Bloquetas Hexagonales con Adoquines Convencionales	122
<b>Figura 54</b> Cuadro comparativo del CBR Inicial – Final al 95% de su Máxima Densidad Seca	129
<b>Figura 55</b> Cuadro Comparativo Del CBR Inicial - Final Al 100% de su Máxima Densidad Seca	129
<b>Figura 56</b> Comparación de Costos	132

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo 1</b> Matriz de Consistencia	146
<b>Anexo 2</b> Cotización del Poliestireno Expandido	147
<b>Anexo 3</b> Cotización de las Bloquetas Hexagonales	149
<b>Anexo 4</b> Cotización de Concreto	152
<b>Anexo 5</b> Curva tensión - deformación a compresión uniaxial del EPS	154
<b>Anexo 6</b> Curva esfuerzo - Deformación bajo carga rápida	154
<b>Anexo 7</b> Módulo tangente inicial del geofóam	155
<b>Anexo 8</b> Panel Fotográfico	156
<b>Anexo 9</b> Coordenadas UTM	175
<b>Anexo 10</b> Planos	177
<b>Anexo 11</b> Informe de laboratorio	181

## RESUMEN

En la presente tesis se propone el uso del poliestireno expandido como capa estructural en un pavimento articulado con bloquetas hexagonales en la calle Vicente Russo, Provincia Chiclayo. La utilización de este material mejora la resistencia y durabilidad de los pavimentos con presencia de suelos blandos. Se realizó un análisis exhaustivo de la interacción entre el suelo blando, el poliestireno expandido y las bloquetas de concreto.

En América Latina, el Poliestireno Expandido es ampliamente empleado; sin embargo, en el Perú, aún no se ha adoptado como un material alternativo en proyectos de ingeniería geotécnica y vial. Esta situación se debe a la carencia de estudios que evalúen las propiedades de este material en relación con los suelos característicos del Perú.

Esta investigación propone demostrar que la colocación de poliestireno expandido contribuye a la capacidad de soportar las cargas generadas por el tráfico vehicular en la superficie de rodadura en la calle Vicente Russo – Chiclayo.

La metodología tiene un enfoque cuantitativo mediante un diseño experimental. Se utilizaron 10 muestras de poliestireno expandido para el material no confinado, mientras que las bloquetas que se colocan como superficie de rodadura, fueron fabricadas con el ESAL determinado en el estudio de tráfico. Además, se cuenta con 50 kg de suelo extraído de 2 calicatas para llevar a cabo el estudio del suelo.

Los ensayos se realizaron bajo la clasificación SUCS, AASHTO, se realizó la prueba Proctor modificado para determinar el índice de soporte califonia (CBR)

del suelo. Paralelamente se realizó el estudio de tráfico (7 días) para obtener la carga estándar por eje equivalente (ESAL's).

Los resultados obtenidos demostraron que el poliestireno expandido optimiza resistencia al soporte de cargas verticales y horizontales, mejorando en un 84% de aumento del CBR inicial al 95% de su M.D.S. y 89.58% de aumento del CBR inicial al 100% de su M.D.S.

**Palabras Clave:** *estabilización, poliestireno expandido, pavimento articulado, suelos blandos.*

## **ABSTRACT**

In this thesis we propose the use of expanded polystyrene as a structural layer in an articulated pavement with hexagonal blocks in Vicente Russo Street, Chiclayo Province. The use of this material improves the strength and durability of pavements with soft soils. A thorough analysis of the interaction between soft soil, expanded polystyrene and concrete blocks was performed.

In Latin America, Expanded Polystyrene is widely used; however, in Peru, it has not yet been adopted as an alternative material in geotechnical and road engineering projects. This situation is due to the lack of studies that evaluate the properties of this material in relation to the characteristic soils of Peru.

This research proposes to demonstrate that the placement of expanded polystyrene contributes to the ability to withstand the loads generated by vehicular traffic on the running surface on Vicente Russo – Chiclayo Street.

The methodology has a quantitative approach through an experimental design. 10 samples of expanded polystyrene were used for the unconfined material, while the blocks that are placed as a running surface were manufactured with the ESAL determined in the traffic study. In addition, there is 50 kg of soil extracted from 2 pits to carry out the soil study.

The tests were performed under the SUCS classification, AASHTO, the modified Proctor test was performed to determine the California Support Index (CBR) of the soil. At the same time, the traffic study was carried out (7 days) to obtain the standard equivalent axle load (ESAL's).

The results obtained showed that expanded polystyrene optimizes resistance to the support of vertical and horizontal loads, improving by an 84% increase in the

initial CBR to 95% of its M.D.S. and 89.58% increase in the initial CBR to 100% of its M.D.S.

Keywords: stabilization, expanded polystyrene, articulated pavement, soft soils.

NOMBRE DEL TRABAJO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS BLANDOS APLICANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ARTICULADO CON BLOQUETAS HEXAGONALES CALLE VICENTE RUSSO - CHICLAYO

AUTOR

RAI JOSEPH VASQUEZ MONTEZA  
CARLO AILTHON DÁVILA MONTEZA

RECUENTO DE PALABRAS

**25245 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**133263 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**297 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**25.0MB**

FECHA DE ENTREGA

**Apr 1, 2024 2:52 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Apr 1, 2024 2:55 PM GMT-5**

● **16% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

Facultad de  
Ingeniería y  
Arquitectura

**Biblioteca FIA**

Juana Chunga Rodríguez  
Bibliotecóloga

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación de tesis titulado “Estabilización de suelos blandos aplicando poliestireno expandido en la estructura del pavimento articulado con bloquetas hexagonales calle Vicente Russo – Chiclayo”, propone el uso de una innovación tecnológica muy utilizada, para el soporte de cargas generada por el tráfico vehicular; reduciendo asentamientos y deformaciones, con uso difundido países como Alemania, Holanda, México, EE. UU, Ecuador, Colombia y Bolivia.

La ausencia de materiales convencionales como la piedra over y el afirmado en los suelos de la ciudad de Chiclayo, junto con la escasez de materiales granulares de relleno, para la construcción de subbases de pavimentos, hace necesario la búsqueda de alternativas tecnológicas, que puedan sustituir estos materiales de manera sostenible. Además, hay que afrontar la presencia de suelos blandos de baja capacidad portante, por lo que se requiere un diseño de capas estructurales de baja densidad para que la subrasante no falle con el peso propio de la estructura.

En la investigación, se propone la colocación de poliestireno expandido como capa estructural, para mejorar la capacidad portante (CBR) hasta en un 84 % de su CBR inicial, además, en comparación con los materiales convencionales los costos de construcción se reducen en un 31.72% obteniéndose a la vez mejoras en el proceso de construcción al reducir los plazos de ejecución, por la facilidad de colocación y el transporte de los bloques de poliestireno expandido y finalmente ahorro en el costo de mantenimiento durante la vida útil del pavimento.

En el objetivo general se demuestra que la colocación de poliestireno expandido como capa estructural, sobre suelos blandos; contribuye a la capacidad de

soportar las cargas generadas por el tráfico vehicular en la superficie de rodadura.

En el primer objetivo específico analizar el CBR de la sub rasante sin poliestireno expandido con el CBR de la subrasante cuando se coloca poliestireno expandido como capa estructural. Se realizan ensayos donde se determine los diferentes CBR's, con el propósito que, al aplicar poliestirenos expandido, para estabilizar un suelo blando, tenga una influencia mayor al 80 % de su capacidad de soporte de la subrasante.

En el segundo objetivo específico se determina los costos entre materiales convencionales y poliestireno expandido para la subbase en pavimentos articulados, realizando cotizaciones para determinar los costos y beneficios al colocar poliestireno expandido.

En el tercer objetivo específico se demuestra los beneficios específicos que las bloquetas hexagonales aportan a la estructura de un pavimento articulado, determinando su  $f'c$  con un diseño de mezcla, de acuerdo con los ejes equivalentes, estableciendo una resistencia suficiente para soportar las cargas de la superficie, pues; la bloqueta hexagonal, por la forma que tiene, distribuye mejor las cargas, aportando de esta manera resistencia y durabilidad al pavimento articulado.

La Importancia de esta investigación, base a la encuesta a los especialistas, es al utilizar poliestireno expandido en lugar de otros materiales de relleno más pesados. Su capacidad para mejorar las características del suelo y proporcionar una solución eficiente y sostenible ante problemas asociados con terrenos inadecuados al obtener un aligeramiento de cargas horizontales y verticales. La

reducción de costos tanto como materia prima, como en el proceso constructivo y el mayor plazo entre mantenimientos.

Esta investigación presenta un enfoque cuantitativo y un diseño experimental.

El desarrollo de este trabajo está dividido en cinco capítulos, los cuales están estructuradas de la siguiente manera:

En el primer capítulo, se elaboró el marco teórico que incluye antecedentes, tanto internacionales como nacionales, mediante la revisión de 5 investigaciones de cada categoría. Además, se abordaron las bases teóricas y se definieron los términos básicos que constituyen el fundamento teórico de nuestra investigación.

En el segundo capítulo, se presentaron las hipótesis y variables de la investigación. Asimismo, se estableció la matriz operacional para organizar de manera eficiente los indicadores e instrumentos que se emplearán en el estudio.

El tercer capítulo abordó la metodología, donde se determinó la población, se diseñó el procedimiento muestral y se especificaron los instrumentos que se utilizarán para la recolección, procesamiento y validación de datos.

En el cuarto capítulo, se expusieron minuciosamente los resultados surgidos de las pruebas realizadas, respaldados por la confirmación de las hipótesis formuladas.

En el quinto capítulo, se emprendió el análisis y conversación de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación.

Para culminar, se incorporaron las conclusiones y sugerencias derivadas del estudio. Además, se presentó un inventario de las fuentes de información empleadas a lo largo de la tesis, acompañado de los anexos correspondientes.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Antecedentes de la investigación**

#### **1.1.1. Antecedentes Internacionales**

Según **Rodríguez (2023)** en su artículo llamado ***“Poliestireno Expandido (EPS) en obras de Ingeniería Civil: Experiencias Frente a una Problemática Ambiental”***

Este estudio se realizó en la Universidad Santo Tomás de Colombia.

El propósito de esta investigación es realizar un análisis teórico de documentos que traten sobre las aplicaciones y el uso del Poliestireno Expandido en proyectos de Ingeniería Civil, tanto a escala nacional como internacional.

La población de estudio se centra en las obras de ingeniería civil, y la muestra utilizada para la investigación fue el poliestireno expandido.

La metodología adoptada implica realizar una investigación cualitativa que se concentra en recopilar información para identificar conceptos generales, aplicaciones y usos del Poliestireno Expandido. Esta identificación se hace mediante una revisión bibliográfica, en la que se clasifica la aplicación del material en proyectos de ingeniería civil internacionalmente, examinando sus ventajas.

Como resultado tuvo un análisis minucioso de la utilización e implementación del EPS en construcciones, acompañado de sugerencias relativas a su dispersión, gestión y posibilidad de reutilización.

En la sección de conclusiones, se exponen los conceptos técnicos y teóricos más relevantes vinculados al Poliestireno Expandido en el campo de la

Ingeniería Civil. También se detallan las aplicaciones habituales de este material en la industria de la construcción, resaltando su versatilidad y los beneficios asociados, como el aislamiento térmico y acústico, la resistencia mecánica y su bajo peso específico.

Según **Rizo & Vergel (2020)** en su investigación titulada ***“Uso del elemento de poliestireno expandido como material alternativo en la construcción de terraplenes dentro de la geotecnia vial”***

Este estudio se realizó en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña en Colombia.

Su objetivo es crear sistemas de construcción livianos que permitan una implementación más rápida mediante el ensamblaje, incorporando además el poliestireno expandido como material de relleno.

El enfoque de la población de investigación se dirige hacia la geotecnia vial, y el material utilizado como muestra para el estudio fue el poliestireno expandido.

La metodología que se emplea se enfocará en recolectar información sobre el poliestireno expandido, evaluando su uso para mejorar la calidad del suelo en terraplenes, y también realizando una comparación con materiales convencionales.

El descubrimiento más destacado se relaciona con el rendimiento de los bloques de poliestireno expandido en las estructuras de las paredes. Según el autor, este material presenta una densidad que oscila entre 10 y 50 kg/m<sup>3</sup>, lo que lo convierte en un material liviano. Además, se distingue por la presencia de

átomos de hidrógeno y carbono, lo cual se atribuye a la ausencia de grupos polares.

En las conclusiones, se resalta la falta de capilaridad y una absorción mínima al estar en contacto con el agua. La tasa de absorción a los 28 días varía entre el 1% y el 3%, indicando una resistencia significativa a la difusión del vapor de agua en comparación con otros materiales que poseen una capa de aire de igual espesor. En cuanto a resistencia química, el poliestireno expandido (EPS) es un polímero no polar, es susceptible a solventes orgánicos comunes como la acetona.

***Landi & Nazareno (2019)*** en su tesis titulada ***“Análisis comparativo de un relleno tradicional y la aplicación de bloques de poliestireno expandido (EPS) para la cimentación del bloque de aulas de la unidad milenio chinca cantones esmeraldas”***.

Esta investigación fue llevada a cabo en la Universidad de Guayaquil en Ecuador.

El objetivo de este estudio consistió en analizar los impactos derivados de la utilización de bloques de Poliestireno Expandido (EPS) o Geobloque, en conjunto con el método convencional de relleno, con el fin de mejorar la estabilidad de los suelos de cimentación.

La población abordada en este estudio incluye aulas de la unidad Milenio Chinca en los cantones de Esmeraldas, las muestras utilizadas consisten en relleno tradicional y la aplicación de bloques de poliestireno expandido.

La metodología utilizada en el estudio se basa en un enfoque comparativo y evaluativo, que incluyó el análisis de diversas características y

comportamientos de los materiales con el propósito de obtener resultados que ayuden a identificar cuál de estas opciones de construcción es la más favorable.

Como resultado del estudio fue que al utilizar bloques de Poliestireno Expandido (EPS), se logra reducir significativamente el asentamiento del suelo en alrededor del 8%.

En la conclusión indica que los bloques de Poliestireno Expandido exhiben propiedades superiores en cuanto a estabilidad, ya que, en esta aplicación, la capacidad de carga disminuyó en un 31% en comparación con el valor convencional. Al evaluar los costos de los materiales utilizados, se estima que el Relleno Tradicional para el proyecto "ESCUELA DEL MILENIO CHINCA" tiene un costo de \$19,822.38, lo cual es significativamente más económico en comparación con los bloques de Poliestireno Expandido EPS, cuyo costo alcanza los \$31,122.62. Por lo tanto, es imperativo llevar a cabo un análisis adicional que considere las facilidades constructivas, el comportamiento a largo plazo y el tiempo de ejecución, con el objetivo de determinar cuál de los métodos es más conveniente para su implementación en proyectos futuros.

***Santos (2019)*** en su tesis titulada ***“Caracterización del EPS Geofom mediante ensayos de compresión simple y edométrico para su empleo en terraplenes sobre suelos blandos”***

Este estudio fue llevado a cabo en la Universidad Politécnica de Cartagena, ubicada en España.

Su objetivo consistió en examinar la resistencia a la compresión, conforme a los límites de deformación unitaria establecidos por las regulaciones

actuales, ya sean de origen europeo o estadounidense, mediante pruebas de compresión simple.

La población considerada en este estudio fueron los terraplenes contruidos sobre suelos blandos, y la muestra utilizada consistió de poliestireno expandido (EPS) *Geofoam*.

La metodología consistió en verificar la densidad individual de cada muestra, calcular los esfuerzos y llevar a cabo los ensayos correspondientes.

Los resultados indicaron que el EPS con una densidad de 20 kg/m<sup>3</sup> pudo resistir las cargas de diseño, incluso al considerar la cuarta fase, que era tres veces la carga original. En el punto B, se registró el desplazamiento vertical máximo al completarse la tercera fase, alcanzando los 0.246 m. El EPS de 40 kg/m<sup>3</sup> también cumplió en todas las fases, presentando desplazamientos menores y un factor de seguridad superior en comparación con el caso anterior.

Concluyó que el esfuerzo de compresión uniaxial en muestras de 20 kg/m<sup>3</sup> fue de 63.3 kPa al 5% de deformación y 81.3 kPa al 10%. En las muestras de 40 kg/m<sup>3</sup>, los valores fueron de 227 kPa al 5% y 267,2 kPa al 10%. Se observa que un aumento en la densidad no se traduce de manera proporcional en el esfuerzo. Además, en algunos puntos de medición de desplazamientos, el EPS de mayor densidad registró hasta un 50% menos en comparación con el de 20 kg/m<sup>3</sup>. En consecuencia, para abordar este problema, se sugiere la utilización de EPS de 40 kg/m<sup>3</sup> para reducir los asentamientos.

***Srivastava, et. al., (2018)*** en el artículo denominado ***“Evaluación de la sostenibilidad de la geo espuma de EPS en la construcción de carreteras: un estudio de caso”***.

La investigación descrita en este artículo fue llevada a cabo en India.

El objetivo de los autores es demostrar el procedimiento de construcción y la evaluación del desempeño de la capa de geo espuma de poliestireno expandido EPS, que se utiliza en la reparación y rehabilitación de obras viales.

La población de estudio en esta investigación se centró en las carreteras, utilizando la geo espuma de EPS como muestra.

En la investigación su metodología es la aplicación de geo espuma de EPS fue sugerida después de observar un asentamiento excesivo y deterioro de los caminos de acceso cerca de las obras de drenaje transversal construidas en la carretera de circunvalación de un importante proyecto de autopista nacional en la India.

Su resultado fue que uso de geo espuma de EPS como alternativa al relleno de tierra en los accesos a la alcantarilla recién construida en la misma carretera de circunvalación a un lado de la obra de drenaje transversal. Dando como resultado que el EPS - *Geofoam* fue cómodo de manejar, fácil de colocar y ejecutado de manera eficiente en términos de maquinaria y mano de obra. Además, después de 6 meses de observación, los autores mencionan que el hormigón de calidad para pavimento construido sobre geo espuma de EPS estaba intacto y sin signos de deterioro.

Concluyendo que el uso de geo espuma de EPS en situaciones similares según las pautas propuestas para la construcción, así como los detalles de la sección transversal y el diseño recomendado.

### 1.1.2. Antecedentes nacionales

**Farfan (2021)** en su tesis ***“Estabilización de subrasantes blandos con aditivos naturales en la vía de Evitamiento Abancay, Apurímac, 2020”***

El desarrollo de esta investigación tuvo lugar en la Universidad César Vallejo, ubicada en Apurímac, Perú.

Su objetivo consistió en detectar la modificación en la estabilización de subrasantes poco sólidas mediante la aplicación de aditivos naturales en la carretera de evitamiento Abancay, Apurímac, durante el año 2020.

La población seleccionada para este estudio es la carretera de Evitamiento en la ciudad de Abancay, la cual será sometida a evaluación y análisis de sus propiedades físicas y mecánicas. La muestra abarca desde el Km 03+00 hasta el Km 03+490 de dicha vía.

Su estudio adopta un enfoque metodológico aplicado, ya que los experimentos de campo se llevarán a cabo de manera práctica y realista. En este contexto, el experimentador manipula la variable independiente en condiciones meticulosamente controladas.

Como resultado, se determina que el tratamiento T1 (0% CBCA + 0% NaCl) se categoriza como estándar, según la evaluación del suelo que lo considera como una subrasante de calidad regular. En contraste, los tratamientos T2 (4% CBCA + 8% NaCl), T3 (6% CBCA + 6% NaCl) y T4 (8% CBCA + 4% NaCl) han alcanzado una clasificación de subrasante buena. Es importante señalar que el tratamiento T3 ha demostrado la mayor estabilidad del suelo.

Como conclusión, se evidencia un cambio en la estabilización de subrasantes poco firmes mediante la aplicación de aditivos naturales. Se resalta que el tratamiento T3 (6% CBCA + 6% NaCl) ha mostrado resultados destacados, clasificando la subrasante como buena, ya que se encuentra dentro de las categorías de  $CBR \geq 10\%$  a  $CBR < 20\%$ . Esto contrasta con la muestra de referencia T1, que se clasifica como subrasante regular.

***Justiniano & Mori (2020)*** en su tesis ***“Uso del poliestireno expandido en terraplén para pavimento sobre suelo blando en zona inundable distrito de Punchana - Maynas 2019”***

La investigación mencionada fue llevada a cabo en la Universidad Científica del Perú, ubicada en Punchana, Maynas.

Su propósito es identificar la utilización de Geobloques de Poliestireno Expandido en terraplenes construidos sobre suelos poco compactos y en áreas propensas a inundaciones.

La población abordada en este estudio consistió en pavimentos sobre suelos blandos en una zona inundable del distrito de Punchana, mientras que la muestra utilizada fue el poliestireno expandido.

La investigación se inició con estudios preliminares y una propuesta de diseño, para pasar después a una ejecución experimental y a la evaluación de la propuesta de diseño. Durante esta fase, se implementaron memorias de modelado y cálculo de software del diseño del terraplén, y se probaron modelos a escala reducida en condiciones de inundación. Los hallazgos y datos recogidos durante este estudio tienen implicaciones prácticas para la aplicación de la *geoespuma* en proyectos de ingeniería vial y geotécnica en Perú.

Concluyendo que los bloques de *geoespuma* muestran un punto de deformación elástica, que se manifiesta después de la pérdida de la rigidez inicial. En otras palabras, no hay recuperación para una deformación del 1% de la altura del bloque, pero si la deformación supera el 5% (15 mm), se recupera hasta un 50% (7.5 mm) de la deformación experimental. También determinando que el empleo de geoespuma impacta directamente en el presupuesto de proyectos de infraestructura vial al reducir el costo total de la obra. Esta reducción económica a favor del proyecto que incorpora geoespuma indica que su utilización constituye una alternativa rentable en proyectos de construcción civil.

***Arzapalo (2020)*** en su tesis llamada ***“Evaluación de la influencia de las perlas de poliestireno expandido en el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima – 2020”***

La realización de esta investigación ocurrió en la Universidad César Vallejo, situada en Lima, Perú.

El propósito de este estudio es evaluar cómo las partículas de poliestireno expandido afectan la fabricación de concreto con una resistencia característica de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

La población seleccionada para este estudio consistirá en probetas de concreto confeccionadas mediante el diseño de mezcla, las cuales se obtendrán en el laboratorio No. 1 de ensayo de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. En total, se trabajarán con 24 muestras, de las cuales 6 serán de concreto estándar y 18 serán de concreto

con perlas de poliestireno expandido, preparadas conforme a las normas y reglamentos de un concreto convencional, para su posterior análisis.

En su investigación, emplea un enfoque experimental con el objetivo de abordar problemas prácticos, ya que se centra en analizar las relaciones causales y controlar los fenómenos.

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión, llevadas a cabo en las probetas estándar y en aquellas en las que se sustituyó el agregado grueso por perlas de poliestireno expandido (EPS) en proporciones del 10%, 20% y 30%, han confirmado que, al observar la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días, los resultados son muy similares a lo anticipado. Esto demuestra que el concreto que incorpora perlas de poliestireno puede ser aplicado en diversas situaciones.

Concluyendo según la Norma Técnica Peruana, después de realizar la prueba de compresión en las probetas, se observa que estas presentan fracturas clasificadas como tipo 5 y 6. Esto sugiere que el concreto diseñado y modificado con perlas de poliestireno es adecuado para su aplicación en zonas con baja intensidad sísmica, ya que no experimenta fallos por corte.

***Avila (2019) en su estudio “Diseño del pavimento con adoquines rectangulares de concreto para la renovación vial en la provincia de Huaral”***

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo en la Universidad Peruana de los Andes, situada en Huaral, Perú.

Su propósito es planificar la construcción de pavimentos rectangulares usando adoquines de concreto, para renovar las carreteras en la provincia de Huaral.

La totalidad de las calles en la Provincia de Huaral constituyó la población de estudio. Se empleó un método de muestreo no probabilístico, específicamente el dirigido o intencional, seleccionando la Calle Ánimas, cuadra 3, como muestra de acuerdo con los intereses del investigador.

Su metodología es de método científico, la cual comprende una serie de etapas para obtener un conocimiento válido, desde la perspectiva científica, utilizando instrumentos que validen y procesen la información.

La tesis esboza un trabajo de investigación que indaga en los retos del sector examinado buscando optimizar la seguridad vial de la comunidad mediante la implantación de este tipo de pavimento. El examen del tráfico y los experimentos se elaborados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería y sirven de base al analizar de los resultados. Sin embargo, no se ofrecen detalles particulares sobre los resultados obtenidos. El autor destaca que el espesor de la subrasante se clasifica como S5: Subrasante extraordinaria, por su elevado CBR de 32.40%.

***Pérez & Vásquez (2018)*** en su tesis ***“Diseño de pistas, veredas y red de drenaje pluvial en la Urbanización Carlos Stein, distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo - región Lambayeque”***.

Este estudio se llevó hizo en la Universidad Señor de Sipán, situada en la provincia de Chiclayo, en la región de Lambayeque.

Su objetivo es planificar las pistas, veredas y el sistema de drenaje pluvial en la Urbanización Carlos Stein, ubicada en el Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque.

En este proyecto, la población considerada fue la Urbanización Carlos Stein, el lugar donde se ejecutó el proyecto mencionado. La muestra abarca el área delimitada por las calles Charles Conrad, Los Linos, Los Helenios y Av. Primavera.

En cuanto a la metodología, el tipo de investigación adoptado fue Analítico – Descriptivo. Esto se debe a que se recopiló toda la información necesaria para llevar a cabo una investigación posterior basada en los datos recopilados. Todo se realizó para el diseño adecuado de pistas, veredas y la red de drenaje pluvial.

Los resultados de los datos hidrológicos recopilados se ajustan a las principales distribuciones realizadas y fueron sometidos a diversos métodos de ajuste para asegurar una mayor confiabilidad en los resultados. Se determinó un caudal de diseño máximo de 0.7 m<sup>3</sup>/s. También se estableció que las velocidades del flujo deben cumplir con ciertos límites, no siendo inferior a 0.9 m/s ni excediendo los 6 m/s, garantizando así un comportamiento adecuado del flujo con respecto a la estructura.

Concluyendo a partir de los resultados derivados del levantamiento topográfico, se evidencia que el sistema de drenaje por gravedad es la opción más adecuada. Este sistema, aunque no requiere operación continua, sí demanda un mantenimiento constante para asegurar su funcionamiento óptimo. Desde una perspectiva económica, resulta ser la opción más viable.

## **1.2. Fundamentación del problema**

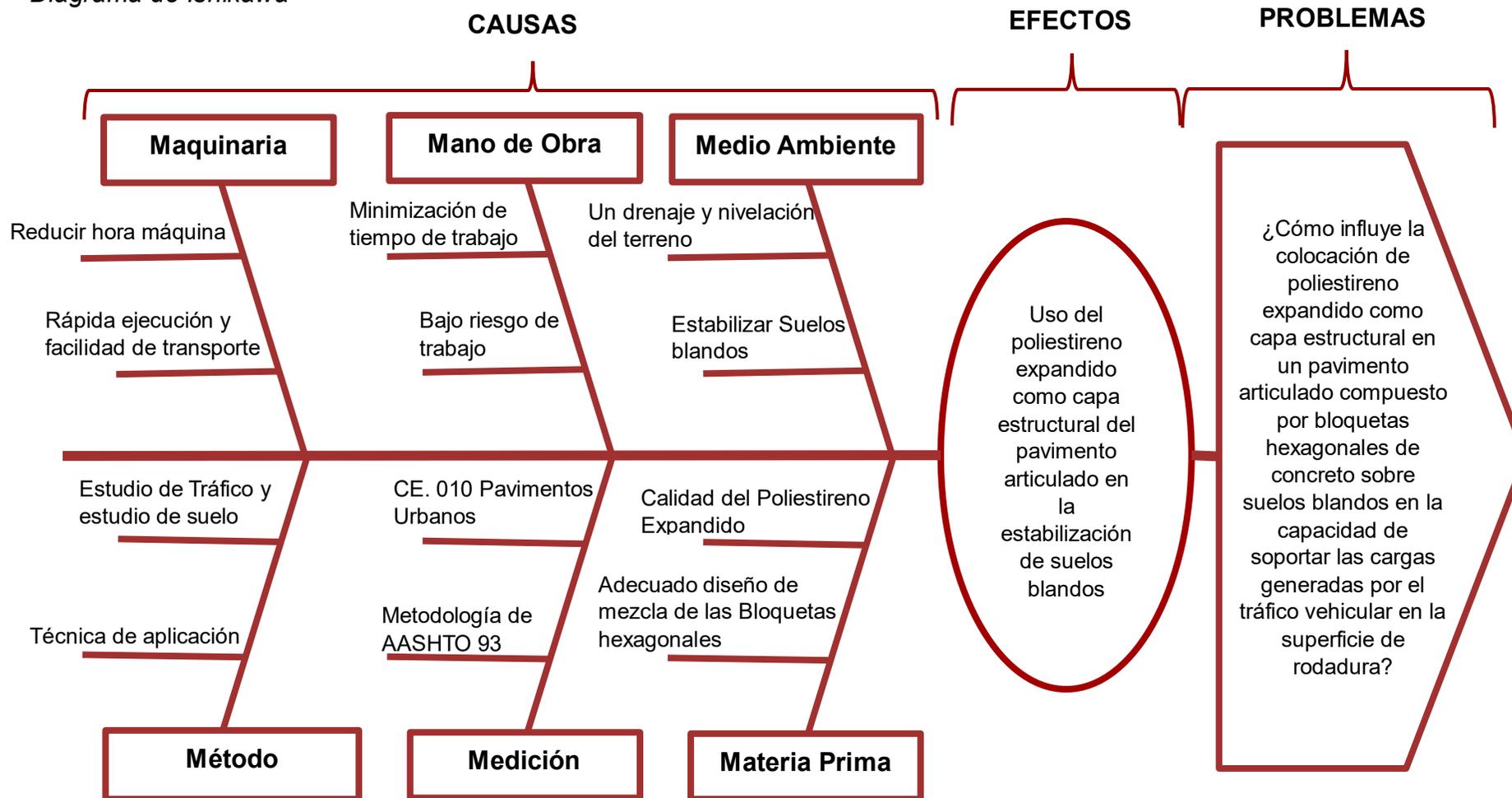
En la construcción, los suelos blandos presentan un desafío por sus propiedades como la expansión, que provocan que la estructura sobre los

cimientos falle y las paredes se agrieten por asentamiento, si el terreno tiene losa de concreto, también comienza a agrietarse si el suelo no ha sido adecuadamente compactado. Entre los problemas que ocasionan estos suelos es debido a su baja resistencia y su alta deformabilidad **(Oyola, 2020)**.

En nuestra zona de estudio no existe pavimentación, esto se puede deber a diversos factores, entre corrupción o falta de ingresos por parte de las municipalidades. Sin embargo, los perjudicados suelen ser las personas que transitan por esta zona; es necesario analizar un nuevo paradigma de pavimentación para abordar de manera más efectiva este problema, que afecta a una porción sustancial del territorio nacional. Por lo tanto, para mitigar los factores que afectan a la población, se recomienda diseñar y construir un pavimento con bloquetas hexagonales, lo que agilizaría su implantación en todo Perú e introduciría marcos tecnológicos innovadores en el sector de la pavimentación, de acuerdo con criterios que reflejen los últimos avances tecnológicos.

**Figura 1**

*Diagrama de Ishikawa*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

### **1.3. Planteamiento del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo influye la colocación de poliestireno expandido como capa estructural en un pavimento articulado compuesto por bloquetas hexagonales de concreto sobre suelos blandos en la capacidad de soportar las cargas generadas por el tráfico vehicular en la superficie de rodadura?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el mejoramiento del CBR entre la subrasante sin poliestireno expandido y la subrasante cuando se utiliza poliestireno expandido como capa estructural?
- ¿Cuál es la disparidad de costos entre la utilización de materiales convencionales y poliestireno expandido para la construcción de la subbase en pavimentos articulados?
- ¿Cuáles son los beneficios específicos que las bloquetas hexagonales ofrecen a la estructura de un pavimento articulado en comparación con otros tipos de pavimentos?

### **1.4. Bases teóricas**

#### **1.4.1. Estabilización de suelos**

Según **Farfan (2021)** La estabilización de suelos consiste en modificar de manera específica las propiedades de los suelos naturales para aprovechar sus características óptimas, con el propósito de formar una capa base sólida, estable y resistente al tráfico, asegurando así la eficacia de la explanada. Además, busca optimizar las características físicas, mecánicas y la resistencia del suelo a lo largo del tiempo. Para llevar a cabo la estabilización con aditivos, es fundamental clasificar primero el suelo y luego encontrar el tipo y la cantidad

adecuada de agente estabilizador requerido, junto con el método para realizar la estabilización.

La selección del método de diseño se basa en el uso previsto del suelo estabilizado. Establecer criterios para la estabilización de materiales es un desafío, sobre todo cuando hay múltiples enfoques de diseño de pavimentos disponibles. **(J. Alarcón, et. al., 2020).**

#### Criterios geotécnicos para determinar la estabilización de suelos

1. Los suelos con un CBR (Índice de Resistencia California) mayor o igual al 6% serán considerados idóneos para las capas de la subrasante. En caso de que este valor sea inferior, se necesitará llevar a un Estudio Especial para determinar acciones de estabilización.
2. Cuando la subrasante tenga características arcillosas o limosas que contaminen las capas granulares del pavimento al humedecerse, se deberá agregar una capa de material anticontaminante de 10 cm de espesor o utilizar un geotextil.
3. La subrasante debe estar por encima del nivel de la napa freática, según su calidad: 0.60 m para subrasantes extraordinarias y muy buenas, 0.80 m para las buenas y regulares, 1.00 m para las insuficientes y 1.20 m para las inadecuadas.
4. En lugares ubicados sobre los 4,000 metros sobre el nivel del mar, se estudiará el impacto de las heladas en el suelo, el cual está relacionado con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. Si la profundidad de la napa freática es mayor a 1.20 metros, el congelamiento no alcanzará la capa superior de la subrasante.

Si se detectan suelos susceptibles al congelamiento en los últimos 0.60 metros de la subrasante, se reemplazarán o se elevará la rasante con un relleno granular adecuado. Los suelos susceptibles al congelamiento son los limosos y aquellos que contienen más del 3% de material de tamaño inferior a 0.02 mm, excluyendo las arenas finas uniformes que contienen hasta el 10% de dicho material, pero no son susceptibles al congelamiento. Los suelos no susceptibles contienen menos del 3% de dicho material. La curva granulométrica de la fracción de tamaño menor que 0.074 mm se determinará mediante sedimentación, siguiendo la Norma MTC E 109.

5. Para seleccionar el método de estabilización del suelo, es crucial identificar su tipo predominante en el lugar. Los suelos comunes en este contexto suelen ser limos, arcillas o arenas con características limosas o arcillosas.
6. Los aspectos a tener en cuenta al elegir el método óptimo de estabilización incluyen:
  - a. Tipo de suelo a estabilizar
  - b. Uso propuesto del suelo estabilizado
  - c. Tipo de aditivo estabilizador de suelos
  - d. Experiencia en el tipo de estabilización que se aplicará
  - e. Disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador
  - f. Disponibilidad del equipo adecuado
  - g. Costos comparativos

#### **1.4.1.1. Estabilización por combinación de suelos**

Según **(MC-05-14 Sección Suelos y Pavimentos)** La estabilización mediante combinación de suelos implica mezclar los materiales del suelo presente con materiales de préstamo. El material de préstamo se aplicará en las áreas designadas en los documentos del proyecto, en una cantidad suficiente para garantizar que la mezcla cumpla con las especificaciones de la Sección 207 del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción.

#### **1.4.1.2. Estabilización por sustitución de los suelos**

Cuando se planea mejorar la subrasante solo con material añadido, hay dos opciones: construir sobre el suelo natural existente o reemplazarlo con el material añadido. En el primer caso, se prepara el suelo existente escarificándolo, conformándolo y compactándolo a una profundidad de 15 cm. En el segundo caso, se elimina completamente el suelo natural existente según el espesor de reemplazo indicado **(MC-05-14 Sección Suelos y Pavimentos)**.

#### **1.4.1.3. Estabilización con geo sintéticos**

Los geosintéticos ofrecen ventajas significativas en la resistencia a la tracción y en el desempeño y construcción de pavimentos, a diferencia de los suelos. La experiencia internacional ha demostrado que los geosintéticos tienen diversas funciones específicas, como la drenaje y anticontaminación de los geotextiles, el refuerzo del pavimento, y la impermeabilización. Estos materiales pueden combinarse para proporcionar estabilización mecánica en suelos de subrasante inadecuados. Las geomallas también pueden mejorar el soporte de la capa de base de un pavimento, mientras que los geotextiles se utilizan para permitir el drenaje adecuado de la subbase o capa de base en condiciones de mal drenaje **(MC-05-14 Sección Suelos y Pavimentos)**.

#### **1.4.1.4. Estabilización mecánica**

**El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2014)** señala lo siguiente: El propósito de la estabilización mecánica consiste en mejorar la calidad del material del suelo preexistente al preservar su composición y estructura esenciales. Este proceso incluye la compactación, que reduce el volumen de las cavidades en el sedimento.

La estabilización mecánica implica alterar las características de un suelo existente, ya sea a través de compactación o mediante la mezcla con otros tipos de suelos de distintos grados. El propósito principal de este procedimiento es mejorar la capacidad del suelo para resistir cargas y ofrecer una base firme para la construcción de infraestructuras, como carreteras y edificaciones. **(Yepes, 2014).**

Esto implica alterar la estructura del suelo para aumentar su capacidad de carga. Esto puede hacerse mediante la compactación, que implica comprimir el suelo para aumentar su densidad y resistencia, o mediante la mezcla del suelo existente con otro tipo de suelo de diferentes características, lo que cambia la gradación del suelo y mejora su comportamiento mecánico.

#### **A. Métodos**

**Compactación:** Un enfoque común de estabilización mecánica es la compactación, que implica aplicar fuerza mecánica para aumentar la densidad del suelo.

**Mezcla de suelos:** También se puede mejorar un suelo al mezclarlo con otro tipo de suelo que tiene las propiedades deseadas.

## **B. Materiales**

Se pueden utilizar diferentes materiales, como grava, arena, arcilla, y aditivos químicos, como cal o cemento, para lograr la estabilización mecánica.

### **1.4.1.5. Estabilización química**

La estabilización química, a menudo relacionada con la gestión de residuos y suelos contaminados, se refiere al proceso de tratar químicamente ciertos materiales con el fin de reducir o eliminar su toxicidad o movilidad. Esto puede implicar el uso de reactivos químicos para modificar las propiedades de los contaminantes y hacerlos menos perjudiciales en el ámbito ambiental y calidad humana. La elección de los reactivos y las técnicas utilizadas depende de la naturaleza de los contaminantes y de los objetivos de la estabilización. Utilizando sustancias químicas patentadas que implican la sustitución de iones metálicos y alteran la composición del suelo, se mantiene la estabilidad química. Entre las sustancias químicas utilizadas con más frecuencia en la construcción figuran: Una sustancia económica conocida como cal se emplea para reducir la plasticidad de los suelos arcillosos. El cemento Portland es utilizado en arenas finas y gravas para fortalecer los suelos. El cloruro cálcico, un subproducto del asfalto, se emplea para impermeabilizar el polvo del suelo y facilitar la trituración de partículas sin provocar cohesión. El objetivo es utilizar polímeros para aumentar la resistencia, la impermeabilidad y la vida útil. Se emplea principalmente en capas bituminosas (**Farfan, 2021**).

#### **A. Estabilización con cemento Portland.**

Un enfoque alternativo para mejorar el rendimiento de determinados suelos consiste en incorporar cemento a la mezcla de materiales. Este proceso no sólo regula la humedad, sino que también contribuye a ampliar la dimensión

portante del suelo. Para utilizar este método de forma eficaz, debe seguirse un proceso de construcción definido en el que se especifiquen las dimensiones del cemento y los sedimentos que debe albergar la mezcla, así como la dosificación de agua adecuada para lograr una óptima compactación. En otras palabras, el cemento actúa como catalizador en una reacción química que modifica las propiedades tanto del cemento como del material del suelo, generando un producto que preserva las capacidades de ambas sustancias al mismo tiempo que proporciona una mayor eficacia. **(Rizo & Vergel, 2020)**

#### **1.4.1.6. Estabilización con productos asfálticos.**

Los productos asfálticos se utilizan para el sellado de áreas de suelo donde se encuentran suelos granulares con un bajo porcentaje de tierra fina y un tamaño de partículas relativamente pequeño. Se realizan prácticas en campo y pruebas de laboratorio para analizar los resultados de estos productos con la intención de poder estimar el rendimiento del producto. Normalmente, se emplea en suelos que contienen partículas considerables para impartir una adherencia que el suelo es incapaz de lograr por sí mismo **(Rizo & Vergel, 2020)**.

Se construye la superficie utilizando asfalto con el fin de mejorar la cohesión y resistencia del suelo. En la estabilización con asfalto, se mezcla asfalto líquido con el suelo, y posteriormente se compacta esta combinación para crear una base fuerte y duradera. La cantidad de asfalto y otros aditivos empleados en este procedimiento puede ajustarse de acuerdo con los requisitos específicos del proyecto y las particularidades del suelo.

La metodología de estabilización mediante asfalto mejora la capacidad de carga del suelo, reduce su permeabilidad, aumenta la resistencia a la tracción y disminuye la expansión y contracción causadas por variaciones

en la humedad. Estas mejoras la convierten en una práctica crucial en la construcción de infraestructuras viales. **(Nieto & Tolentino, 2021)**

### **1.5. Adoquines en arcilla cocida.**

Elemento estructural de larga tradición que ha experimentado un desarrollo significativo junto con la adopción de prácticas y aplicaciones contemporáneas. Mediante el empleo de este método, que consiste en la colocación de ladrillos de arcilla sobre un sustrato de arena confinada de acuerdo con un patrón previamente analizado, se forma un pavimento articulado. Debido al comportamiento similar del perfil de esta carretera al de un pavimento flexible, se necesita incorporar material de base y subbase a la estructura de este pavimento **(Rizo & Vergel, 2020)**.

### **1.6. Suelos blandos**

La arcilla es una variedad de suelo caracterizada por una baja fricción y una alta cohesividad; en consecuencia, su estabilidad se ve comprometida por un exceso de humedad. El asentamiento es una de las causas potenciales de fracaso del proyecto; otros factores que contribuyen son las filtraciones de agua, las precipitaciones y las raíces de los árboles adyacentes **(Oyola, 2020)**.

## Figura 2

### *Falla por asentamiento*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

El suelo arcilloso, a diferencia del suelo granular, posee cualidades distintivas, incluida la plasticidad, que lo cualifica para fines de construcción. Además, el suelo arcilloso presenta otras características más llamativas que lo distinguen. El tipo de suelo arcilloso se ha abordado utilizando una variedad de técnicas; aquí se presenta una tabla que detalla cómo identificar y estabilizar el suelo arcilloso (Oyola, 2020).

## **A. Consolidación de los suelos blandos**

Según **Nieto & Tolentino (2021)**, indica que la consolidación es un fenómeno presente en suelos que resulta en la disminución del volumen del suelo total causado por la carga aplicada o el drenaje del terreno. En suelos saturados, la infiltración de agua en el suelo no puede contrarrestar las fuerzas de corte, lo que genera un aumento de la presión en los poros del suelo. A medida que el agua fluye, el esfuerzo efectivo aumenta gradualmente. A una profundidad específica ( $Z$ ), un plano que cruza un punto particular del terreno experimenta una presión intersticial o de poros ( $U$ ) y una tensión total ( $\sigma$ ). La tensión efectiva ( $\sigma'$ ) se calcula utilizando la ecuación que representa la diferencia entre la tensión total ( $\sigma$ ) y la presión de poros ( $U$ ):

$$\sigma' = \sigma - U$$

## **B. Características de los suelos blandos**

**Predominancia de Materiales Finos:** Los suelos blandos tienden a estar compuestos principalmente de materiales finos como limos y arcillas, lo que los hace más susceptibles a la acumulación de agua o humedad. Esto se relaciona con su consistencia compacta y su tendencia a retener agua, lo que puede afectar su capacidad de carga.

**Problemas en Construcción:** Estos suelos pueden generar desafíos en proyectos de construcción, especialmente en la cimentación de edificaciones y otras obras. Debido a su susceptibilidad a cambios en la humedad y compactación, requieren consideraciones especiales durante la construcción.

### **1.6.1. Suelo Turboso-Orgánico**

**Justiniano & Mori (2020)** según en su investigación dice que es frecuente encontrar suelos orgánicos en regiones bajas donde el nivel freático está en el perfil del suelo o por encima de él, según la fuente. Un nivel freático alto favorece el desarrollo de vegetación acuática que, al descomponerse, contribuye a la formación de suelo orgánico. Esta forma particular de sedimento se observa predominantemente en zonas costeras y glaciares. Los suelos orgánicos presentan los siguientes atributos:

- Niveles naturales de humedad que oscilan entre el 200% y el 300%.
- Altamente susceptibles a la compresión.
- Generan considerables hundimientos debido a la consolidación secundaria.

### **1.6.2. Suelos plásticos**

La característica principal de estos suelos radica en la capacidad de las partículas para resistir deformaciones sin llegar al punto de falla. Específicamente, esta capacidad de mantener la cohesión de las partículas mientras la capa de agua presente experimenta un movimiento viscoso. **(Justiniano & Mori, 2020).**

#### **A. Propiedades de los suelos plásticos**

**Alto Contenido de Arcilla:** La arcilla es una partícula de suelo muy pequeña que tiene la capacidad de retener agua y cambiar su estructura con facilidad.

**Plasticidad:** La plasticidad es una característica distintiva de estos suelos. Se refiere a la capacidad del suelo para cambiar de forma y retener la

forma temporalmente cuando se le somete a presión. Esto permite que el suelo sea maleable cuando está húmedo y se endurezca cuando se seca.

**Sensibilidad al Agua:** Los suelos plásticos son altamente sensibles al contenido de agua. Cuando se saturan con agua, se vuelven muy maleables y pueden perder su resistencia. Cuando se secan, pueden volverse duros y quebradizos.

**Influencia en la Construcción:** Debido a su capacidad para cambiar de volumen y textura en respuesta al contenido de agua, los suelos plásticos pueden plantear desafíos en la construcción, especialmente en la cimentación de obras civiles.

## **1.7. Poliestireno expandido (EPS)**

### **1.7.1. Definición:**

El poliestireno expandido (EPS), también conocido como *GEOFOAM* o poliestireno expandido en mercados internacionales, es una espuma plástica rígida y ligera compuesta por partículas de poliestireno que incorporan una pequeña cantidad del agente expansor pentano. Cuando estas partículas se someten a altas temperaturas, el pentano se libera en forma de vapor, causando que se expandan hasta cincuenta veces su volumen inicial en la primera etapa. Luego de almacenar o madurar las partículas pre expandidas, se expanden nuevamente mediante la inyección de vapor en moldes sellados. Este proceso continúa hasta que las partículas se fusionan para formar bloques o formas adaptadas a aplicaciones específicas. Una vez completado, el EPS está listo para ser introducido en el mercado.

**Figura 3**

*Perlas de Poliestireno Expandido*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 4**

*Bloques de poliestireno expandido*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## 1.7.2. Propiedades físicas y mecánicas del poliestireno expandido

### A. Propiedades físicas del poliestireno expandido

#### Densidad

Los materiales y productos del EPS se distinguen por su excepcional resistencia y ligereza. La clasificación del EPS en función de su densidad varía según la aplicación y se sitúa en el parámetro de 10 kg/m<sup>3</sup> a 35 kg/m<sup>3</sup>. En función de la densidad, la norma UNE 92.110 determina una serie de categorías normalizadas determinadas por su tipo mediante números romanos; asimismo, los números inferiores permiten identificarlo en función de su densidad (**Quiroz, 2019**).

**Tabla 1**

*Clasificación del EPS en algunos países*

España		Estados Unidos		Japón		Reino Unido	
Tipo	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Tipo	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Tipo	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Tipo	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
<b>I</b>	10	XI	12	D-12	12	SD	12
<b>II</b>	12	I	15	D-16	16	HD	16
<b>III</b>	15	VIII	18	D-20	20	EHD	20
<b>IV</b>	20	II	22	D-25	25	UHD	25
<b>V</b>	25	IX	29	D-30	30		
<b>VI</b>	30						
<b>VII</b>	35	ASTM C 578-95		(Miki, G.,1996)		(Sanders, 1996)	
<b>UNE-EN 1602</b>							

**Fuente:** Santos (2019)

## Resistencia mecánica

**Rizo & Vergel (2020)** Indica que la resistencia de los productos de poliestireno expandido generalmente se evalúa considerando las siguientes características:

- Resistencia a la compresión para una deformación del 10%
- Resistencia a la flexión
- Resistencia a la tracción
- Resistencia a la cizalladura o esfuerzo cortante.

**Tabla 2**

*Propiedades físicas del EPS*

Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	15	25	40	50
Resistencia a la tracción (kPa)	200	350	600	750
Resistencia a la flexión (KPa)	200	400	700	900
Resistencia a la Compresión para una deformación de 10% (kPa)	90	180	320	400

**Fuente:** Santos (2019)

## Comportamiento frente al agua y al vapor de agua

La capacidad de absorber humedad no es una característica del poliestireno expandido; en otras palabras, no puede retener agua. Aunque se sumerge completamente en agua durante 28 días, el material solo absorbe entre el 1% y el 3% de su volumen. No obstante, cuando hay diferencias de presión y temperatura en ambas superficies del material, se utiliza el factor de dimensión " $\mu$ " para calcular la resistencia a la difusión del vapor de agua, representando el número de veces que esta resistencia en un material es mayor que la de una capa de aire de igual espesor ( $\mu = 1$  para el aire). El rango del factor  $\mu$ , en relación

con la densidad, para los productos de EPS es de  $\mu = 20$  a  $\mu = 100$ . A modo de ejemplo, el valor de  $\mu$  para la fibra de vidrio es 1, mientras que el valor de  $\mu$  para el EPS es 150. (Quiroz, 2019).

### **Esfuerzo de compresión y curva esfuerzo – deformación**

Las características para la gráfica que muestre el esfuerzo de compresión y curva esfuerzo – deformación se basa en lo siguiente:

#### **Esfuerzo de Compresión:**

- ✓ El esfuerzo de compresión se refiere a la fuerza que actúa para reducir o comprimir un material.
- ✓ Es uno de los tipos de esfuerzos mecánicos que pueden afectar a un material, junto con la tensión y el corte.
- ✓ En un material sometido a esfuerzo de compresión, las fuerzas actúan hacia adentro, tratando de reducir su volumen.
- ✓ Se mide en unidades de presión, como pascales (Pa) o mega pascales (MPa).

#### **Curva Esfuerzo-Deformación:**

- La curva esfuerzo-deformación representa gráficamente la respuesta de un material ante una carga o esfuerzo en relación con la deformación aplicada.
- Esta curva es única para cada material y se emplea para comprender su comportamiento mecánico.
- Típicamente, consta de dos secciones principales: la región elástica y la región plástica.

- Durante la fase elástica, el material experimenta una deformación elástica y recupera su forma original al retirar la carga.
- En la zona plástica, se produce una deformación permanente del material.
- La inclinación de la curva en la región elástica se conoce como módulo de elasticidad, que indica la rigidez del material.

Estos conceptos son esenciales para diseñar y evaluar estructuras y componentes, ya que permiten comprender cómo los materiales responden a cargas de compresión y cómo se deforman bajo dichas cargas. Las curvas esfuerzo-deformación son herramientas clave en la ingeniería de materiales para predecir el comportamiento de los materiales en diferentes situaciones de carga.

**(Ver Anexo N°2)**

### **Aislamiento térmico**

El EPS se destaca por su destacada capacidad aislante tanto contra el frío como contra el calor, gracias a su composición inherente que consiste principalmente en aire atrapado dentro de una estructura celular de poliestireno. Aproximadamente el 98% del volumen del material en estado de reposo está compuesto por aire, actuando como un eficiente aislante térmico, mientras que el poliestireno apenas representa el 2% del material. La capacidad de aislamiento térmico de un material se determina mediante su coeficiente de conductividad térmica ( $\lambda$ ), y en el caso del EPS, este coeficiente varía de acuerdo con la densidad aparente. **(Rizo & Vergel, 2020).**

### **Estabilidad dimensional**

La estabilidad dimensional del poliestireno expandido (EPS) es una de sus propiedades destacadas. El EPS es conocido por mantener su forma y

tamaño con el tiempo, lo que significa que es altamente resistente a la deformación o cambio de dimensiones. Esta propiedad es importante en muchas aplicaciones, como aislamiento en la construcción, embalaje y la fabricación de productos que requieren mantener dimensiones precisas.

La estabilidad dimensional del EPS se debe a su estructura celular cerrada y la resistencia a la compresión de sus celdas, lo que evita que el material colapse o se deforme bajo cargas. Además, el EPS es resistente a la humedad, lo que ayuda a preservar su integridad dimensional, ya que no absorbe agua.

### **Estabilidad frente a la intemperie**

El EPS o poliestireno expandido muestra una buena estabilidad frente a la intemperie. Esta característica lo hace adecuado para usar en aplicaciones al aire libre y en condiciones climáticas variadas. A continuación, se detallan algunas de las razones de su estabilidad frente a la intemperie:

➤ Resistencia a la Humedad:

El Poliestireno Expandido tiene una composición cerrada que impide la absorción de agua. Esto significa que no se verá afectado por la lluvia o la humedad ambiental, lo que contribuye a su estabilidad en ambientes húmedos.

➤ Resistencia a la Radiación UV:

Aunque el Poliestireno Expandido no es inmune a la radiación ultravioleta (UV), es menos susceptible a la degradación por rayos UV en comparación con otros materiales plásticos. Esto permite

que mantenga su integridad estructural durante períodos prolongados de exposición al sol.

➤ **Resistencia a la Corrosión:**

El Poliestireno Expandido no se corroe ni se descompone debido a la exposición a elementos corrosivos del entorno.

➤ **Durabilidad:**

El Poliestireno Expandido es un material duradero y conservará su forma y propiedades durante mucho tiempo, incluso en condiciones climáticas cambiantes.

## **B. Propiedades mecánicas del poliestireno expandido**

El poliestireno expandido (EPS) posee diversas propiedades mecánicas que lo hacen un material versátil:

### **Resistencia a la Compresión:**

Una de las propiedades mecánicas más destacadas del EPS es su capacidad para resistir cargas de compresión. La resistencia a la compresión del EPS se evalúa comúnmente mediante pruebas en las que se aplica una fuerza que tiende a comprimir el material. Las especificaciones técnicas pueden variar según el grado y la densidad del EPS utilizado, pero en general, el EPS exhibe una buena resistencia a la compresión. Puede soportar cargas significativas antes de experimentar deformación permanente o colapso, lo que lo convierte en un material ampliamente utilizado en aplicaciones de aislamiento, construcción y embalaje, donde se requiere la capacidad de soportar cargas verticales. El EPS muestra una resistencia a la compresión robusta, lo que significa que puede soportar cargas verticales sin experimentar deformaciones

significativas. Esta resistencia se evalúa a través de pruebas de compresión que miden su capacidad para resistir fuerzas aplicadas en dirección hacia abajo.

Cuando se clasifican los productos de EPS, es crucial considerar el valor de resistencia a la compresión declarado, medido en kPa, para una deformación específica del 10 %. Básicamente, esto muestra la fuerza aplicada que causa una deformación del 10 % en una muestra sometida a pruebas. Por ejemplo, al etiquetar un producto como EPS 100, indica que tiene una resistencia a la compresión del 10 % de 100 kPa.

Para determinar la resistencia a la compresión a corto plazo,  $\sigma_{10; d}$ , se requiere considerar un factor material específico, que equivale a 1.25 ( $\gamma_m$ ).

**(Ver Anexo N°3)**

**Resistencia a la Flexión:** Una de las características mecánicas fundamentales del EPS es su resistencia a la flexión, la cual es comparativamente baja en relación con algunos otros materiales. Esto implica que el EPS es más susceptible a doblarse o romperse cuando se le somete a una fuerza que busca flexionar. La resistencia a la flexión del EPS puede fluctuar según la densidad y la composición específica del material. En general, el EPS de mayor densidad tiende a exhibir una resistencia a la flexión superior en comparación con el EPS de menor densidad.

**Resistencia a la Tracción:** La resistencia del poliestireno expandido (EPS) suele ser moderada en comparación con otros materiales. Aunque el EPS es conocido principalmente por su resistencia a la compresión y su eficaz capacidad de aislamiento térmico, no presenta una resistencia destacada en términos de tracción.

La baja resistencia a la tracción del EPS se debe a su naturaleza celular y al hecho de que sus células de espuma están llenas de aire, lo que lo hace más adecuado para aplicaciones de compresión y aislamiento que para aplicaciones de tracción. En situaciones donde la resistencia a la tracción es un factor crítico, se suelen utilizar otros materiales más adecuados. Por ello, el EPS es menos resistente a la tracción (fuerzas que tienden a estirarlo) en comparación con la compresión o la flexión. Por lo tanto, no es el material ideal para aplicaciones de tracción directa.

**Absorción de Impactos:** El EPS es conocido por su capacidad de absorción de impactos. Esto lo hace útil en aplicaciones donde se requiere la amortiguación de golpes o vibraciones. Sus características que contribuyen a su capacidad de absorción de impactos incluyen:

➤ Estructura Celular:

El EPS tiene una estructura de celdas cerradas que actúa como un amortiguador natural. Cuando se aplica una fuerza, las celdas colapsan y se comprimen, absorbiendo la energía del impacto.

➤ Elasticidad:

El EPS es elástico y tiende a volver a su forma original después de un impacto. Esto lo hace efectivo para absorber golpes y choques repetidos.

➤ Ligereza:

El EPS es un material ligero, esto hace que sea una opción popular para aplicaciones donde se necesita absorción de impactos sin agregar peso significativo.

➤ **Versatilidad:**

Puede utilizarse en diversas aplicaciones, desde embalaje y relleno hasta la fabricación de cascos de seguridad y estructuras de aislamiento térmico, donde la absorción de impactos es esencial.

**Módulo de elasticidad**

La gráfica de tensión-deformación del EPS muestra una fase inicial que es lineal, y el valor de la pendiente en esta sección se conoce como el módulo tangencial inicial o módulo de Young, que describe la elasticidad del material. Este módulo varía dependiendo de la densidad del EPS, y distintos estudios sugieren valores específicos para diferentes densidades. Por ejemplo, para una densidad de  $12 \text{ kg/m}^3$ , el módulo tangencial inicial oscila entre 2 MPa y 3.85 MPa, lo que representa una variación del 92.5 %. Es importante mencionar que, según algunos investigadores, la relación entre la densidad y el módulo es lineal.

En su investigación **Santos (2019)**, Tras realizar pruebas en muestras de EPS con una densidad de  $20 \text{ kg/m}^3$ , se observó que las bajas temperaturas, la absorción de agua y la exposición a ciclos de congelación y descongelación, tanto por separado como en conjunto, no parecen tener un impacto adverso en el rendimiento mecánico del material *geofom* evaluado. **(Ver Anexo N°4)**

**Contracción transversal**

El coeficiente de Poisson del EPS tiende a ser generalmente bajo y, en algunas regiones, se considera insignificante. Santos (2019), en su investigación, recopila datos de varios autores y establece un valor único o un

intervalo para el coeficiente de Poisson en los distintos tipos de EPS en el Reino Unido. Este rango de valores puede oscilar desde 0.05 hasta 0.5.

**Tabla 3**

*Coeficiente de poisson*

Referencia	Yamanaka, et al. (1991)	Momoi y kokusyo (1996)	Negusse y Sun (1996)	Ooe, et al. (1996)	Sanders (1996)	Duskov et al. (1998)	Geo Tech (1999)
Coeficiente de Poisson	0.075	0.5	0.09-0.33	0.08	0.05-0.2	0.1	0.5

**Fuente:** Santos (2019)

Ninguno de los autores mencionados anteriormente en la tabla especifica la relación entre el coeficiente de Poisson y la densidad del EPS, ni proporciona un valor preciso o un rango estrecho para una deformación particular. En todos los casos, el valor o rango se considera positivo, sin explorar la posibilidad de que el material pueda tener un coeficiente de Poisson negativo, es decir, comportarse de manera contractiva en lugar de expansiva. Sin embargo, D. Negusse y M. Jahanandish (1993) indican que, para cargas aplicadas más allá del punto elástico del material, la respuesta lateral disminuye, lo que es característico de un material con coeficiente de Poisson negativo.

### **1.7.3. Ensayos de laboratorio del Poliestireno Expandido**

#### **1.7.3.1. Ensayo estándar de densidad aparente:**

Se emplea este procedimiento experimental para medir la densidad del plástico celular, y existen dos métodos para calcular: la densidad aparente total, que tiene en cuenta la formación de capas, y la densidad aparente del núcleo, que no considera las capas formadas. **(Justiniano & Mori, 2020).**

**Figura 5**

*Densidad aparente*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

### 1.7.3.2. Ensayo estándar para las propiedades de compresión de plásticos celulares rígidos

Este método detalla el procedimiento para evaluar las características de compresión de los materiales celulares rígidos, específicamente los plásticos expandidos (ASTM D1621-10, 2016).

Figura 6

Ensayo a la compresión



Fuente: Elaboración Propia (2023)

### 1.7.3.3. Ensayo estándar para carga de rotura y propiedades de flexión tipo bloque

Los métodos de ensayo mencionados abarcan el cálculo del esfuerzo de flexión y la carga de rotura de una sección rectangular del bloque de conformación de la probeta. Esta técnica aplica una carga central a una viga que sólo está apoyada en ambos extremos (**ASTM C 203, 2022**).

**Figura 7**

*Ensayo a la flexión*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

### 1.7.3.4. Ensayo de corte directo:

Los procedimientos para evaluar la resistencia al cizallamiento directo de un suelo están detallados en la norma ASTM D3080. Este experimento puede llevarse a cabo mediante cizallamiento simple o cizallamiento doble. El ensayo de cizallamiento directo resulta apropiado para condiciones consolidadas y drenadas, ya que las trayectorias de drenaje cortas en la probeta facilitan la rápida disipación de las presiones de poro excedentes. Puede realizarse en

probetas sin alteraciones, remoldadas o en diversos tipos de suelos. En situaciones de campo con consolidación completa bajo la sobrecarga existente y un fallo gradual que permite la disipación de las presiones de poro excedentes, los resultados del ensayo son relevantes.

**Figura 8**

*Corte directo*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Tabla 4***Cuadro de las propiedades del EPS*

<b>Tabla resumen propiedades físicas</b>			
<b>Propiedades</b>	<b>Valores margen de oscilación (entre tipo I – VI)</b>	<b>Unidad</b>	<b>Norma UNE</b>
Densidad nominal	10 - 35	Kg/m <sup>3</sup>	EN – 1602
Densidad mínima	9 - 31.5	Kg/m <sup>3</sup>	
Espesor mínimo	50 - 20	mm	
Tensión por compresión con deformación del 10 % (010)	30 - 250	kPa	EN – 826
Resistencia permanente a la compresión con una deformación del 2 %	15 - 70	kPa	EN - 826
Resistencia a la flexión (ØB)	50 - 375	kPa	EN - 12089
Resistencia al cizallamiento	25 - 184	kPa	EN - 12090
Resistencia a la tracción	< 100 - 580	kPa	EN - 1607
Módulo de elasticidad	< 1.5 - 10.8	MPa	EN - 1608
Indeformabilidad al calor instantánea	100	°C	
Indeformabilidad al calor duradera con 20,000 N/m <sup>2</sup>	80	°C	
Conductividad térmica $\lambda$ (10 °C)	46-33	mW/(mK)	EN - 826
Coefficiente de dilatación térmica lineal	5 - 7	-10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup>	
Capacidad térmica específica	1,210	J/(kgK)	
Clase de reacción al fuego	M1 o M4	-	
Absorción de agua en condiciones de inmersión al cabo de 7 días	0.5-1.5	% (vol.)	EN - 12087
Absorción de agua en condiciones de inmersión al cabo de 28 días	1-3	% (vol.)	EN - 12087
Índice de resistencia a la difusión de vapor de agua	< 20 - 120	-	92226

**Fuente:** Santos (2019)

## 1.8. Pavimento

Según **Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2014)**, el pavimento es una construcción estratificada sobre el lecho de la carretera que tiene como finalidad resistir las tensiones generadas por el tráfico vehicular, con el propósito de mejorar la seguridad y la comodidad del tránsito. Usualmente, se compone de las siguientes capas:

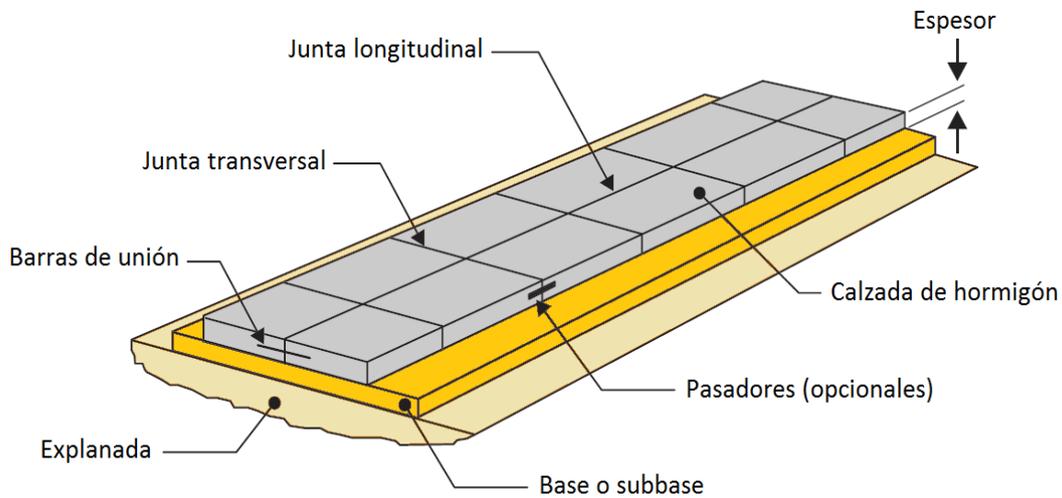
**Capa de Rodadura:** Su propósito primordial consiste en ofrecer respaldo directo al tráfico y puede estar constituido por sustancias bituminosas (flexibles), cemento Portland (rígido), adoquines u otros materiales para pavimentación.

**Base:** Situado debajo del pavimento, esta capa tiene la tarea de soportar, distribuir y transferir las cargas producidas por el tráfico. Es esencial que este estrato esté conformado por un material granular con capacidad de drenaje ( $CBR \geq 80\%$ ) o que haya sido tratado con asfalto, cal o cemento.

**Subbase:** Estrato compuesto por un espesor definido que brinda soporte tanto al adhesivo como a la base, al tiempo que regula la capilaridad del agua y la capa de descarga. La eliminación de este estrato del pavimento puede depender de su tipo, diseño y dimensiones. Este estrato puede consistir en asfalto, cal, cemento o material granular ( $CBR \geq 40\%$ ) que ha sido tratado. (**Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014**).

**Figura 9**

*Estructura del pavimento*



**Fuente:** Yepes (2023)

**1.8.1. Diseño de Pavimentos**

Un pavimento se describe como una estructura diseñada para facilitar el tránsito de vehículos, pudiendo constar de una o varias capas superpuestas. Su función primordial es cumplir diversas finalidades esenciales, que abarcan desde proporcionar una superficie de rodaje uniforme con la apariencia adecuada en términos de color y textura, hasta resistir eficazmente los efectos del tráfico, las condiciones climáticas adversas y otros agentes perjudiciales. Además, debe transferir de manera eficiente las cargas generadas por los vehículos a las capas subyacentes del terreno.

Adicionalmente, se espera que un pavimento tenga la capacidad de resistir el desgaste originado por la abrasión de los neumáticos y cuente con un sistema de drenaje efectivo. En cuanto a la seguridad vial, se requiere que proporcione una textura adecuada que se adapte a la velocidad de circulación

para mejorar la fricción, y la elección de su color debe minimizar reflejos y deslumbramientos.

Asegurar la comodidad de los usuarios implica que el pavimento debe tener una superficie uniforme tanto en la dirección transversal como en la longitudinal. También es esencial implementar medidas de diseño que minimicen el ruido producido por el rodaje. En términos generales, la planificación de un pavimento debe considerar aspectos económicos y garantizar durabilidad, buscando que sea rentable y resistente a lo largo de su vida útil (Aquino, 2018).

### **1.8.2. Tipos de Pavimentos**

#### **Pavimentos Flexibles**

Consiste en capas granulares (subbase, base) y un ligante compuesto de materiales bituminosos, incluidos áridos, ligantes y, en caso necesario, aditivos, que sirve de capa de rodadura. Las capas de rodadura asfáltica sobre capas granulares consisten principalmente en lo siguiente: mortero asfáltico, mezclas asfálticas calentadas, tratamiento superficial bicapa, macadán asfáltico y micro pavimento (**Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014**).

**Figura 10**

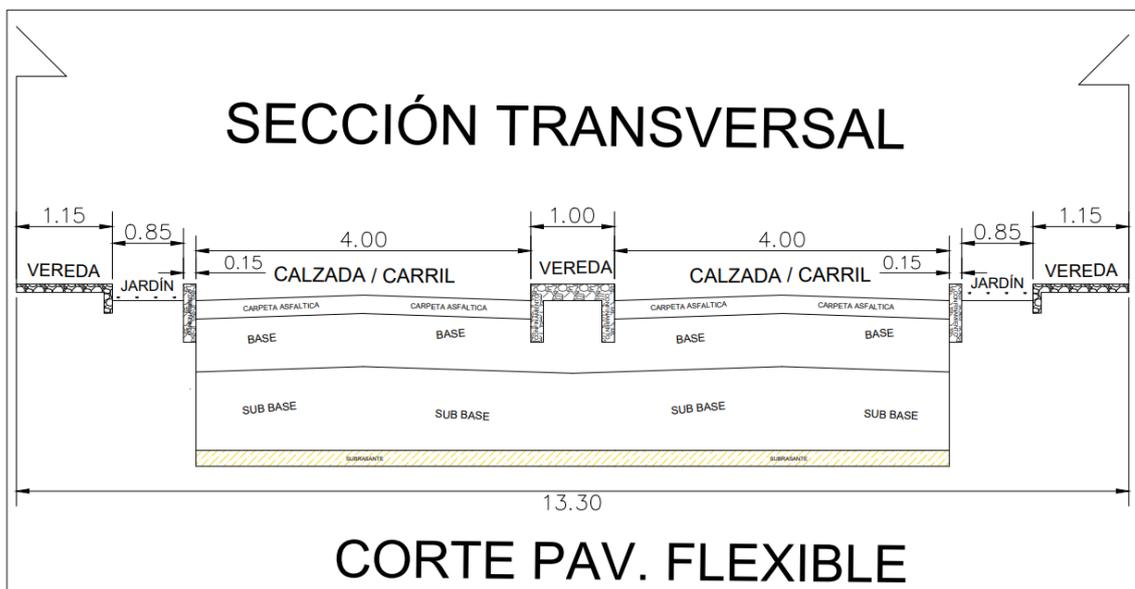
*Pavimento Flexible*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 11**

*Partes de un pavimento flexible*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

Los requisitos fundamentales que un pavimento flexible debe satisfacer son:

### **Resistencia estructural**

El pavimento debe ser capaz de resistir las cargas generadas por el tráfico, permitiendo un deterioro gradual que se ajuste al ciclo de vida establecido en el proyecto. Los esfuerzos cortantes son la principal causa de fallo en pavimentos ampliamente utilizados. Además, se generan tensiones adicionales debido a la aceleración, frenado y deformación vertical de las capas superiores de la estructura debido a la carga vehicular. Además, las cargas repetitivas a lo largo del tiempo afectan la resistencia de las capas relativamente rígidas, como las capas de rodadura y las bases estabilizadas en pavimentos flexibles, dando lugar a fenómenos de fatiga. La repetición de cargas también puede provocar la ruptura de los componentes granulares del material, alterando así la resistencia de estas capas.

### **Deformabilidad**

Monitorizar la deformación del pavimento es crucial, ya que es una de las principales razones de los problemas en su estructura. Cuando la deformación se vuelve permanente, el pavimento pierde su capacidad para funcionar como se espera. En carreteras, existen dos tipos de deformaciones que se pueden identificar: las elásticas, que se recuperan rápidamente, y las plásticas, que son duraderas.

### **Pavimentos Semirrígidos**

La composición de la estructura del pavimento se compone principalmente de capas de asfalto, con un espesor total de material bituminoso.

Los pavimentos que utilizan adoquines se categorizan como pavimentos semirrígidos (**Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014**).

**Figura 12**

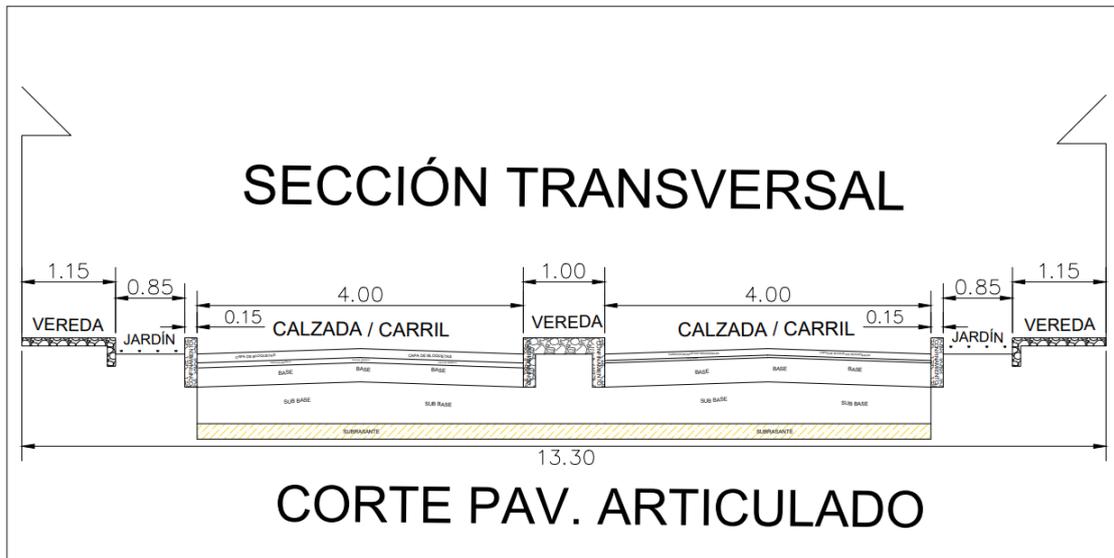
*Pavimento Semirrígido*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 13**

*Partes del pavimento semirrígido*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

### **Pavimentos Rígidos**

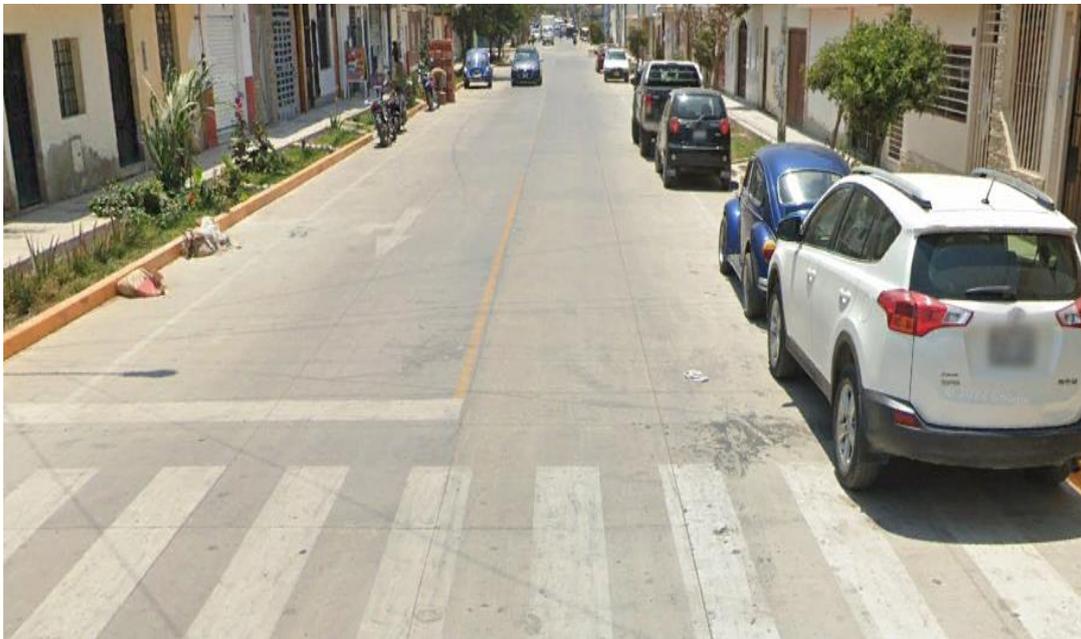
Un pavimento rígido se refiere a una estructura de carretera o camino construida utilizando materiales rígidos como el concreto. Este tipo de pavimento se caracteriza por su resistencia y durabilidad. El concreto se vierte en losas o placas de cierto espesor y se endurece con el tiempo, formando una superficie sólida y resistente.

El pavimento rígido se utiliza comúnmente en carreteras de alto tráfico, autopistas, aeropuertos y otras áreas donde se requiere una superficie resistente capaz de soportar cargas pesadas y el desgaste constante. Aunque su construcción inicial puede ser más costosa que otros tipos de pavimentos, su durabilidad a largo plazo y su capacidad para soportar cargas pesadas hacen que sea una opción popular en muchos proyectos de infraestructura.

Estos pavimentos se pueden categorizar en tres tipos: pavimento de concreto simple con juntas; pavimento de concreto armado con juntas acompañadas de refuerzo de acero en forma de fibras o perforaciones; y pavimento de concreto armado con refuerzo continuo. **(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014).**

### **Figura 14**

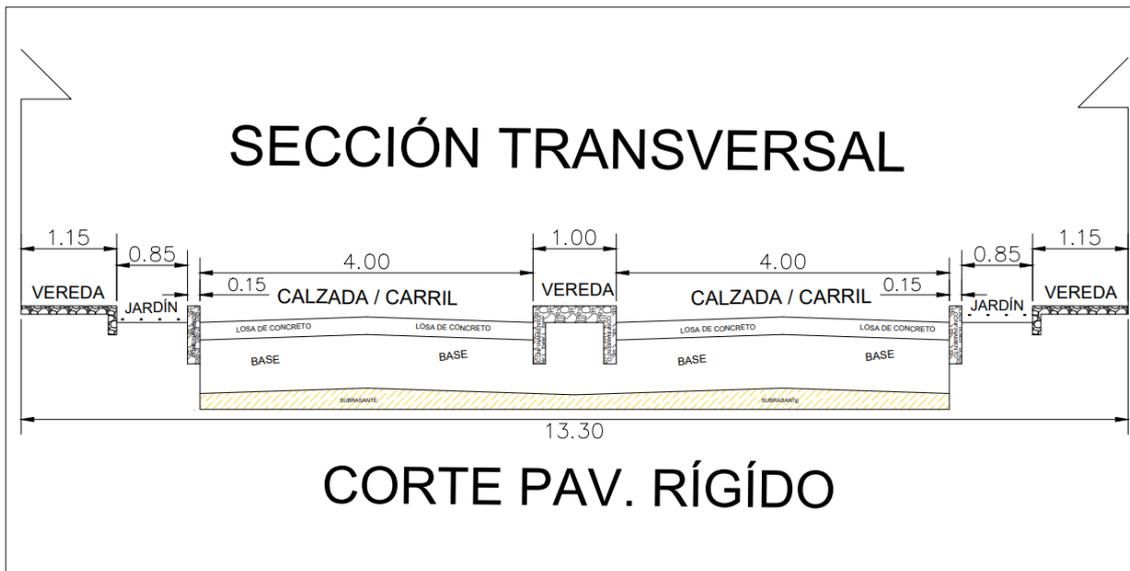
*Pavimento rígido*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 15**

*Partes del pavimento rígido*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

### 1.8.3. Factores para el diseño de pavimentos Tránsito

En el periodo de diseño planificado, es crucial llevar a cabo cálculos que tomen en cuenta la repetición de las cargas generadas por el tráfico y la acumulación resultante de las deformaciones en el pavimento, conocida como fatiga. Además de esto, se deben considerar elementos como las mayores presiones aplicadas en el contacto con el pavimento, las demandas tangenciales en circunstancias especiales (como curvas o áreas de frenado y aceleración), las velocidades de operación de los vehículos, especialmente relevantes en zonas de estacionamiento para vehículos pesados, así como la gestión del flujo vehicular, entre otros aspectos relevantes para el diseño y la durabilidad del pavimento. **(Aquino, 2018).**

## **Materiales disponibles**

La selección de la estructura de pavimento más adecuada desde una perspectiva técnica y económica se encuentra fuertemente vinculada a la disponibilidad de materiales. Se lleva a cabo un análisis de los agregados que pueden ser obtenidos de canteras y depósitos aluviales en la zona, considerando la calidad de estos agregados, incluyendo su uniformidad, como un factor crítico. Además, se evalúa la cantidad de material disponible, las facilidades para su extracción y el costo asociado, que suele estar influenciado por la distancia de transporte. Paralelamente, se deben tener en cuenta materiales más costosos, como ligantes y conglomerantes, que desempeñan un papel crucial en la construcción del pavimento. **(Aquino, 2018).**

## **Clima**

En nuestra región, las condiciones climáticas, principalmente las precipitaciones y las variaciones de temperatura, ejercen una influencia destacada en los pavimentos. Las lluvias inciden directamente en el aumento del nivel freático, afectando la fuerza, compresibilidad y volumen de los suelos en las capas inferiores. Este fenómeno también impacta en diversas actividades de construcción, como el movimiento de tierras y la instalación y compactación de capas granulares y asfálticas. Por otro lado, las variaciones de temperatura en las losas de pavimento rígido generan esfuerzos significativos, en ocasiones superiores a los ocasionados por las cargas vehiculares. En pavimentos flexibles, debido a la elevada susceptibilidad térmica del asfalto, las fluctuaciones de temperatura pueden inducir cambios notables en el módulo de elasticidad de las capas asfálticas, lo que, en condiciones específicas, puede dar lugar a deformaciones o grietas que afectan la integridad del pavimento **(Aquino, 2018).**

## 1.9. Definición de términos básicos

**Bloquetas Hexagonales:** También se denomina adoquín de hormigón y se utiliza en la construcción de pasarelas y caminos por los que circulan vehículos ligeros y peatones ideal para residencias de campo, garajes, plazas, parques, avenidas, aceras y bulevares.

**Baja deformabilidad:** Las altas temperaturas estivales pueden provocar deformaciones en los pavimentos de asfalto, pero no ocurre lo mismo con los adoquines de hormigón.

**Buen drenaje:** Este atributo tiene una relevancia significativa en el contexto de la pavimentación de fábricas, patios, plazas, aceras y similares, ya que en estas zonas se requiere invariablemente la construcción posterior de subestructuras, como alcantarillado, redes eléctricas, etc.

**Estabilización de Suelos Blandos:** Proceso de mejora de suelos con baja capacidad de carga o compactación para aumentar su resistencia y durabilidad.

**Poliestireno Expandido (EPS):** Material plástico ligero y rígido utilizado en ingeniería civil para optimizar las propiedades del suelo.

**Pavimento Articulado:** Tipo de pavimento compuesto por bloques o adoquines que permiten la expansión y contracción sin agrietarse.

**Capacidad de Carga:** La cantidad de carga que un suelo puede soportar antes de sufrir deformación o falla.

**Compactación:** Proceso de aumentar la densidad de un suelo para.

**Durabilidad:** Capacidad de un pavimento para resistir el desgaste y las condiciones climáticas durante un período prolongado.

**Resistencia al corte:** Capacidad de un suelo o pavimento para resistir fuerzas de corte.

**Figura 16**

*Bloquetas Hexagonales*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## **CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

En este capítulo, se exploran aspectos fundamentales como la elaboración de la hipótesis y la definición de las variables independientes y dependientes en el marco de la tesis. Asimismo, se establece una conexión vital entre la teoría y la aplicación práctica, ya que las hipótesis orientarán tanto la recopilación como el análisis de datos, desempeñando un papel crucial en la confirmación o refutación de las mismas.

En este contexto, el capítulo dedicado a las hipótesis y variables tiene un papel central en la organización de la tesis, al ofrecer un marco robusto que guía todo el proceso de investigación. A lo largo de las secciones siguientes, analizaremos minuciosamente la formulación de la hipótesis general y específica, la identificación y operacionalización de las variables de estudio, así como la justificación de la relevancia de estos elementos en el contexto de la investigación.

### **2.1. Formulación de Objetivos**

#### **2.1.1. Objetivo General**

Demostrar que la colocación de poliestireno expandido, como capa estructural de un pavimento articulado, compuesto por bloquetas hexagonales de concreto, sobre suelos blandos; contribuye la capacidad de soportar las cargas generadas por el tráfico vehicular en la superficie de rodadura.

#### **2.1.2. Objetivo Específicos**

- Analizar el CBR de la subrasante sin poliestireno expandido con el CBR de la subrasante cuando se coloca poliestireno expandido como capa estructural.

- Determinar los costos entre materiales convencionales y poliestireno expandido para la subbase en pavimentos articulados.

- Demostrar los beneficios específicos que las bloquetas hexagonales aportan a la estructura de un pavimento articulado.

## **2.2. Formulación de la hipótesis**

### **2.2.1. Hipótesis General**

La colocación de poliestireno expandido como capa estructural de un pavimento articulado compuesta por bloquetas hexagonales de concreto, sobre suelos blandos; proporciona una capacidad de soporte más eficiente, reduciendo las cargas ejercidas sobre la subrasante minimizando los efectos de deformación.

### **2.2.2. Hipótesis específica**

- Al colocar poliestireno expandido como capa estructural incrementa significativamente el CBR en la subrasante en comparación cuando no se coloca.

- La colocación de poliestireno expandido en la subbase de un pavimento articulado es una opción más económica por tener mayor durabilidad, reducción en los costos de mantenimiento y mejor manejo constructivo en comparación con los materiales convencionales.

- Las bloquetas hexagonales en la estructura de un pavimento articulado aportan una mejora significativa en varios aspectos claves; estos incluyen una distribución más uniforme de cargas, una mayor resistencia a la deformación, facilidad de instalación y mantenimiento, así como una mejora en la seguridad vial debido a una mayor adherencia y resistencia al deslizamiento.

## **2.3. Definición de variables**

### **2.3.1. Variable dependiente**

**Estabilización de suelos blandos:** conjunto de técnicas y procesos utilizados para mejorar las propiedades de los suelos que naturalmente son débiles, inestables o con baja capacidad de soporte. Estos suelos blandos suelen tener un alto contenido de agua y consistencia plástica, lo que los hace inapropiados para la construcción de estructuras sólidas. El proceso de estabilización implica la variación de las propiedades del suelo para que sea adecuado para el diseño de carreteras, cimientos de edificios, pistas de aterrizaje, represas, entre otros.

### **2.3.2. Variable independiente**

**Poliestireno expandido:** Material plástico celular que es usado en distintas aplicaciones debido a sus propiedades únicas. Se caracteriza por su estructura de celdas cerradas, lo que significa que está compuesto por una matriz de pequeñas burbujas de aire encapsuladas en poliestireno. El EPS se obtiene a través de un proceso de expansión en el que las cuentas de poliestireno se calientan y expanden mediante vapor de agua. Esto da como resultado un material ligero, rígido y aislante térmico.

## 2.4. Operacionalización de las variables

Se muestra las definiciones, indicadores e instrumentos correspondientes a nuestras variables independiente y dependiente con sus dimensiones respectivamente

**Tabla 5**

*Cuadro Operacional*

Variables independientes	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<b>Poliestireno Expandido</b>	Se trata de un material plástico espumado, obtenido a partir del poliestireno, que se compone de bloques voluminosos y livianos. Su principal utilidad radica en ofrecer un relleno resistente y de baja densidad para pavimentos, puentes y terraplenes, además de tener una gran diversidad de aplicaciones que abarcan desde rellenos livianos y sistemas de techos verdes hasta aislantes térmicos y drenajes.	El poliestireno expandido se aplicará como estabilizador en la subrasante en un diseño de pavimento articulado con bloquetas hexagonales donde la cual este elemento apoyará a evitar asentamiento de las cargas vehiculares, por lo que se realizará estudios a través de ensayos en el laboratorio.	Capacidad De Soporte	CBR	Normas técnicas de los ensayos.  Precios de Materiales
				RESISTENCIA	
			Beneficios	COSTOS	
				FACILIDAD DE TRABAJO	
<b>Variables Dependientes</b>	Es el proceso de mejora y fortalecimiento de suelos que son naturalmente poco resistentes o inestables, con el objetivo de aumentar su capacidad de soportar cargas, evitar asentamientos excesivos y prevenir daños a las estructuras construidas sobre ellos.	Se realizarán ensayos de las propiedades físicas y mecánicas del suelo donde determinaremos que tenga un CBR entre el 3% y 6% para corroborar que es un suelo blando y debe ser estabilizado.	Condiciones De Suelo	BAJA CAPACIDAD PORTANTE	AASHTO.
DENSIDAD					
Componentes			POLIESTIRENO EXPANDIDO		
			BLOQUETAS HEXAGONALES		

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

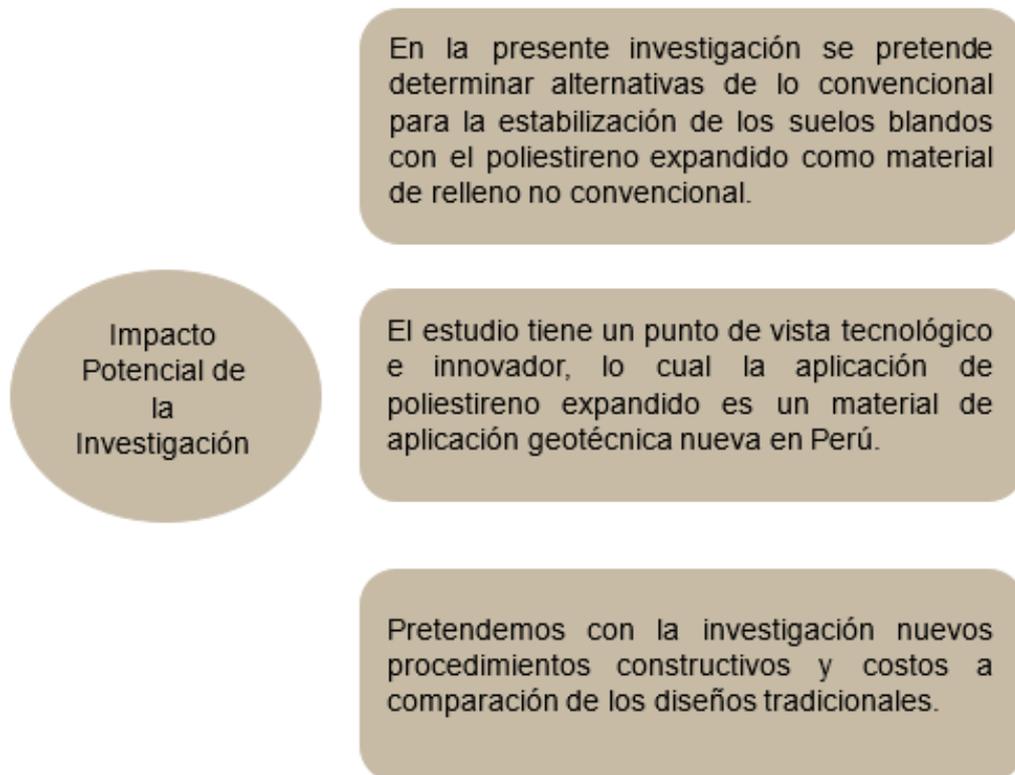
## **2.5. Impacto Potencial**

La aplicación de poliestireno expandido (EPS) en la estabilización de suelos blandos para la construcción de pavimentos con bloquetas hexagonales puede elevar la calidad y la durabilidad de la infraestructura vial. Este enfoque beneficia a la comunidad al proporcionar carreteras más seguras y resistentes. La utilización de EPS en la estabilización de suelos tiene el potencial de reducir los costos asociados con la construcción y el mantenimiento de carreteras al disminuir la necesidad de excavaciones profundas y la sustitución de suelos blandos. Este impacto económico positivo se refleja en beneficios tanto para la municipalidad como para los residentes de Chiclayo. Además, la implementación de EPS se alinea con prácticas sostenibles al fomentar la reutilización de materiales y reducir los residuos, respaldando así los esfuerzos de sostenibilidad y gestión de residuos en la comunidad.

La construcción de pavimentos de calidad en calles como Vicente Russo mejora la accesibilidad de los residentes a servicios, comercios y otras áreas de la ciudad. Este estudio también puede catalizar la investigación local en los campos de la ingeniería civil y la geotecnia, contribuyendo al avance del conocimiento y la adopción de mejores prácticas en la región. En resumen, este estudio tiene el potencial de generar mejoras sustanciales en términos de infraestructura vial, costos, sostenibilidad, accesibilidad y desarrollo de la investigación local en Chiclayo.

## Figura 17

### *Impacto Potencial de la Investigación*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Diseño metodológico**

El estudio presenta un diseño experimental, debido a que, en base a ensayos de laboratorios y otros instrumentos de medición podremos demostrar la causa – efecto de nuestras variables mencionadas en nuestros objetivos.

#### **3.1.1. Tipo de la investigación**

El estudio es de tipo experimental, por lo que se propone al poliestireno expandido como mejora en el diseño de pavimentos, buscando de esta manera innovar en el campo de la construcción.

#### **3.1.2. Nivel de la investigación**

Esta investigación posee nivel fundamental porque se busca ampliar el conocimiento científico existente sin aplicaciones prácticas inmediatas. Se enfoca en comprender principios fundamentales y teorías subyacentes en un campo específico. Busca responder preguntas sobre cómo y por qué ocurren ciertos fenómenos. Su objetivo esencial es profundizar en la comprensión teórica y conceptual sin preocuparse directamente por su aplicación práctica inmediata. Es común en campos como la física teórica, la filosofía de la ciencia y algunas áreas de la investigación académica pura.

### **3.2. Diseño muestral**

Se utilizaron 10 muestras de poliestireno expandido para el material no confinado, se cuenta con 50 kg de suelo extraído de 2 calicatas para llevar a cabo el estudio del suelo.

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

#### **3.3.1. Técnicas para la recolección de datos**

Análisis de documentos y la técnica de observación; de esta manera podremos analizar el material a utilizar, esto se verá reflejado en nuestros antecedentes y marco teórico. La técnica de observación permitirá seleccionar que se obtendrán tras los ensayos y en campo.

#### **3.3.2. Instrumentos para la recolección de datos**

Se encuentra los necesarios para un levantamiento topográfico, un conteo vehicular para saber la cantidad de vehículos que transitan por la calle Vicente Russo, una estación total, libreta de campo, wincha, laptop y cámara.

### **3.4. Técnicas e instrumento del procesamiento de datos**

#### **3.4.1. Técnicas del procesamiento de datos**

Para este procesamiento se usará la técnica de la observación; ya que de esta manera se irán registrando los datos correspondientes en nuestras tablas de resultados. Así mismo se realizan los cálculos respectivos dependiendo de cada ensayo.

#### **3.4.2. Instrumentos del procesamiento de datos**

La investigación se desarrollará usando diversos ensayos de laboratorio que nos ayuden a obtener nuestros resultados esperados. Así mismo de gran importancia son las normas o estándares que se deberán respetar en el desarrollo de la investigación.

### 3.4.3. Cuadro normativo

**Tabla 6**

*Cuadro Normativo*

<b>Código</b>	<b>Manual de Carreteras</b>	<b>Aprobado Por</b>
MC-01-13	“Especificaciones técnicas Generales para Construcción – EG-2013”.	RD N° 22-2013-MTC/14 (07.08.2013)
MC-02-18	Diseño Geométrico (DG-2018)	RD N° 03-2018-MTC/14 (30.01.2018)
MC-05-14	Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos	RD N° 10-2014-MTC/14 (09.04.2014)

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

### 3.5. Población y Muestra

#### 3.5.1. Población

La población está localizada en el distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo de la región de Lambayeque.

**Figura 18**

*Calle Vicente Russo*

Calle Vicente Russo, Chiclayo



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

### 3.5.2. Muestra

La muestra fueron 10 muestras de poliestireno expandido para el material no confinado, mientras que para el diseño de bloquetas hexagonales de concreto se emplearon 9 probetas de concreto. Además, se cuenta con 50 kg de suelo extraído de 2 calicatas para llevar a cabo el estudio del suelo.

**Figura 19**

*Muestra del Poliestireno Expandido*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 20**

*Probetas de concreto*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 21**

*Calicatas*





**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

### **3.6. Procedimiento Metodológico.**

Se empezará por realizar el levantamiento topográfico, de esta manera se podrá estudiar la superficie del terreno para realizar el pavimento articulado. Después de ellos las muestras serán llevadas a laboratorio para poder obtener las características geotécnicas del suelo. Se realizará un diseño para el pavimento articulado en base a un manual de pavimentos siguiendo con las especificaciones respectivas a las normativas, luego se procederá a la colocación de bloquetas hexagonales de forma lineal y en dirección con el tráfico. Todo ello busca lograr que el pavimento articulado dure más de lo habitual, a continuación, se mostrarán las fases que componen el procedimiento de la investigación.

## FASE N°1: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Antes de proceder, realizaremos las operaciones topográficas esenciales necesarias para el replanteo del proyecto, que incluyen, entre otras, la determinación de la ubicación de los ejes, los niveles y un punto de referencia. Lo cual obtuvimos las siguientes coordenadas E 626386 - N 9251825, de un tramo de 224 metros de la calle Vicente Russo, Chiclayo.

### Figura 22

*Realización de topografía*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## FASE N°2: REALIZACIÓN DE CALICATAS

El propósito de llevar a cabo calicatas fue caracterizar el tipo de suelo y evaluar las condiciones del suelo para determinar su idoneidad para el proyecto. Se realizaron dos calicatas en ubicaciones estratégicas a lo largo del tramo de estudio, con profundidades de 1.60 y 1.70 metros, respectivamente.

### Figura 23

#### Realización de Calicatas





**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

### **FASE N°3: ESTUDIOS DE SUELOS**

La investigación del suelo suministró datos cruciales acerca de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del área examinada. Estos datos incluyen información detallada sobre la composición estratigráfica, es decir, las diversas capas que conforman el suelo y sus respectivas profundidades. Los resultados de los análisis del suelo indicaron un índice CBR del 3.75%, lo que apunta a una calidad deficiente de la subrasante y sugiere la necesidad de estabilizar el suelo blando.

**Figura 24**

*Realización de estudios de suelos*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

#### **FASE N°4: REALIZACIÓN ESTUDIO DE TRÁFICO**

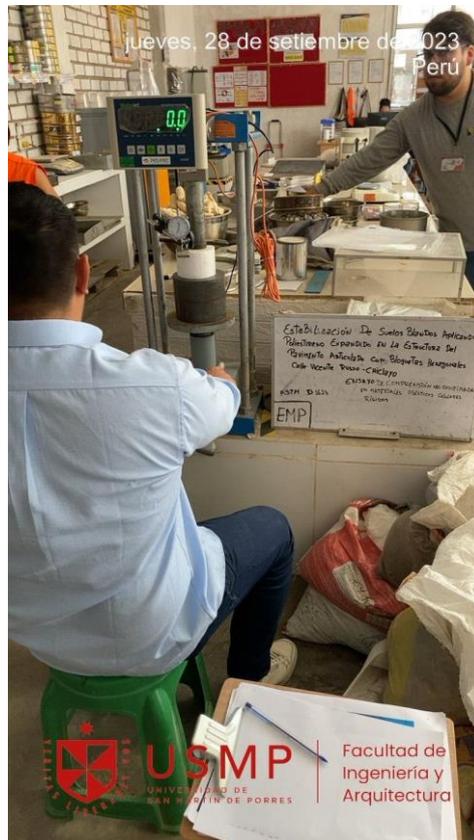
En el análisis de tráfico, se realizaron cálculos de varias variables, como el volumen de vehículos que transitan por la calle Vicente Russo, entre otros aspectos. Se observó el comportamiento de los vehículos en la vía con el fin de determinar la cantidad de carriles y ajustar los límites de velocidad. Además, se llevaron a cabo cálculos de ejes equivalentes (*ESAL* 's) para evaluar las cargas que impactan sobre el pavimento, y se procedió al diseño correspondiente de la estructura del pavimento.

#### **FASE N°5: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN FORMA CILÍNDRICA Y CUBO**

A través de este experimento, recopilaremos datos sobre la respuesta del poliestireno expandido ante fuerzas de compresión. Utilizando una curva que relaciona la carga con la deformación, será posible calcular tanto la tensión de compresión para cualquier carga como la tensión de compresión en un punto específico de carga límite proporcional o incluso la resistencia a la compresión bajo la carga máxima.

**Figura 25**

*Ensayo de resistencia a la compresión del poliestireno expandido*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## FASE N°6: ELABORACIÓN DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

El objetivo de llevar a cabo los ensayos de corte directo era determinar la resistencia de una muestra de poliestireno expandido frente a la fatiga o deformaciones que puedan surgir en el terreno debido a la aplicación de una carga.

**Figura 26**

*Ensayo de corte directo del poliestireno expandido*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## FASE N°7: ELABORACIÓN DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO F´C

350 KG/CM2

Realizamos un diseño de mezcla de concreto con un F´c 350 kg/cm2, una elevada resistencia y durabilidad para las bloquetas hexagonales con la finalidad que soporten cargas de los vehículos cuando sean sometidas.

Figura 27

Diseño de mezcla de concreto





**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## **FASE N°8: ELABORACIÓN DE PROPUESTA**

Elaboramos una propuesta de estabilización de suelos blandos aplicando poliestireno expandido que será económicamente viable, el cual los suelos blandos soportan cargas y así se extenderán la vida útil del pavimento articulado de la calle Vicente Russo dando un adecuado servicio de transpirabilidad vehicular a los usuarios.

Figura 28

Elaboración de la Propuesta



Fuente: Elaboración Propia (2023)

### **3.7. Aspectos Éticos**

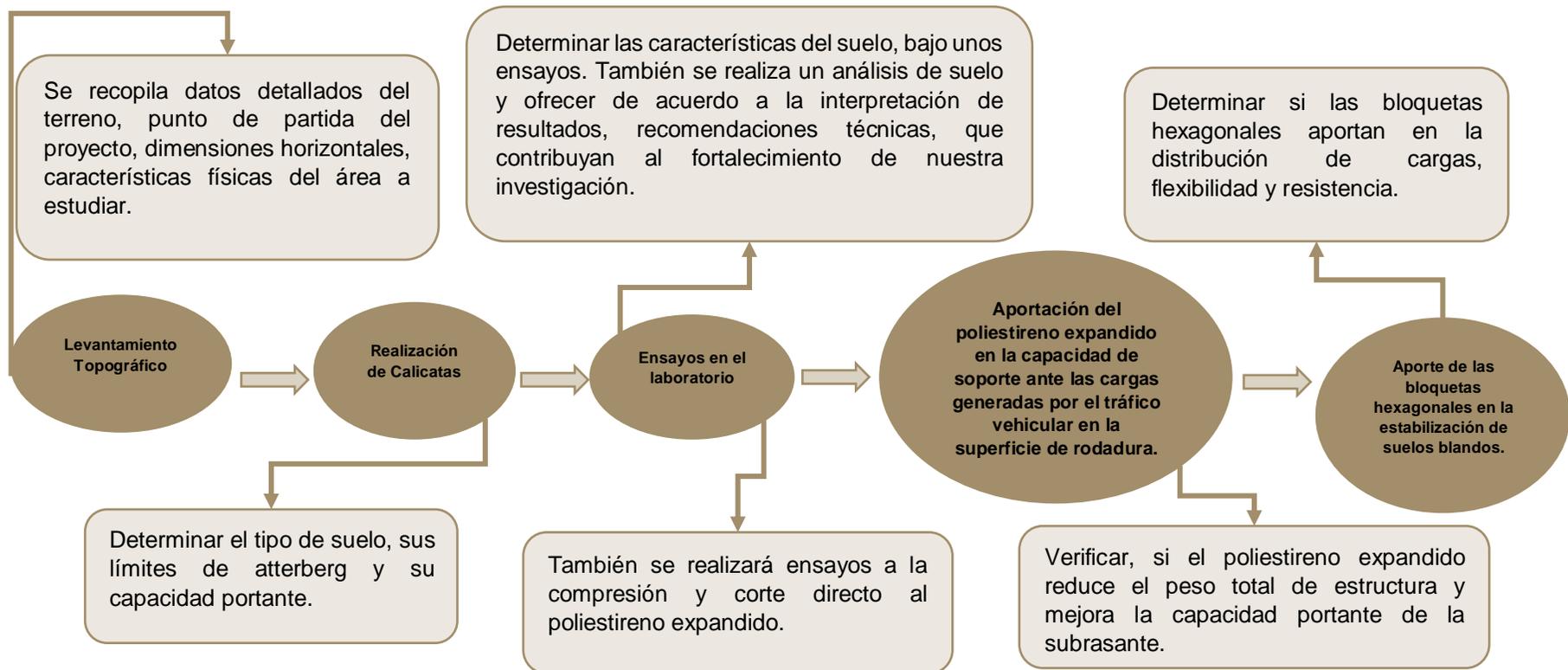
La elaboración de la investigación está basada en el uso de normas que permitan determinar la validez de nuestros resultados, así mismo depende del resultado se realizaron las discusiones, trabajando de manera honesta y responsable.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Mapa o esquema de procesos

Figura 29

Mapa de Proceso



Fuente: Elaboración Propia (2023)

## **4.2. Desarrollo del proyecto**

### **4.2.1. Ubicación**

El proyecto se localiza en el departamento de Lambayeque, específicamente en el distrito y provincia de Chiclayo. La zona bajo estudio exhibe un clima catalogado como "desértico", reconocido por la escasez de lluvias a lo largo de todo el año. Chiclayo ostenta una temperatura promedio anual de 22,4 °C, con una precipitación media anual de 30 milímetros. Junio es el mes con menor cantidad de precipitación, registrando 0 milímetros, mientras que marzo alcanza la mayor precipitación promedio con 11 milímetros. En marzo, la temperatura media es de 25,8 grados centígrados, y agosto marca las temperaturas medias más bajas del año, aproximadamente alrededor de los 19,6 °C.

**Figura 30**

*Mapa distrital de la Provincia de Chiclayo*



**Fuente:** Laboratorio EMP ASFALTOS (2023)

**Figura 31**

*Imagen satelital del área de estudio*



**Fuente:** Google Earth (2023)

### **4.3. Proceso constructivo de la colocación de poliestireno expandido.**

#### **1. Preparación del Terreno:**

- Limpiar y nivelar la Sub rasante donde se construirá estructura del pavimento.
- Compactar la Sub rasante para garantizar que la capa de poliestireno expandido este estable.

#### **2. Vaciado De Uña De Pantalla De Confinamiento:**

- En esta etapa se ejecuta el procedimiento constructivo. Donde se inicia con el vaciado de mortero  $F'c=175\text{kg/cm}^2$  en la uña de la pantalla de confinamiento hasta alcanzar el nivel de la subrasante para iniciar la colocación de la primera capa de poliestireno expandido.

#### **3. Colocación de la cama para el poliestireno expandido:**

- Colocar una capa de arenilla y compactarla adecuadamente.
- Verificar la nivelación y la compactación uniforme de la capa.

#### **4. Instalación del poliestireno expandido:**

- Colocar los paneles de poliestireno expandido en el tamaño y forma requeridos.
- Colocar los paneles de poliestireno expandido sobre la cama en la subrasante de manera uniforme, asegurándose de cubrir toda el área del pavimento.

- Ajusta y estabilizar el poliestireno expandido con la varilla de amarre.

#### **5. Colocación Del Geotextil No Tejido El Poliestireno Expandido**

- Se coloca el Geotextil no tejido extendiéndose verticalmente en toda la pantalla y se amarran con alambre N°8 al anclaje longitudinal con la finalidad tensor la Geomalla. El traslape de Geomalla es de 0.30m como mínimo.
- Se ajusta y se estaca el poliestireno expandido con la varilla de amarre.

#### **6. Colocación de la base:**

- Colocar una capa de material granular sobre el poliestireno expandido para proporcionar una superficie de base adecuada.
- Compactar la base para asegurar una superficie uniforme y estable.

#### **7. Instalación de las bloquetas hexagonales de concreto:**

- Colocar una capa de arena y compactarla adecuadamente.
- Colocar las bloquetas hexagonales de concreto sobre la capa de arena, asegurando un patrón articulado adecuado.
- Alinear las bloquetas correctamente y asegurarse de que estén bien asentadas en la capa de arena.

#### **8. Juntas y rellenos:**

- Rellenar las juntas entre las bloquetas de concreto con arena fina para garantizar una superficie continua y uniforme.
- Limpiar cualquier exceso de material de las juntas y asegurarse de que las bloquetas estén niveladas.

## 9. Acabado y compactación final:

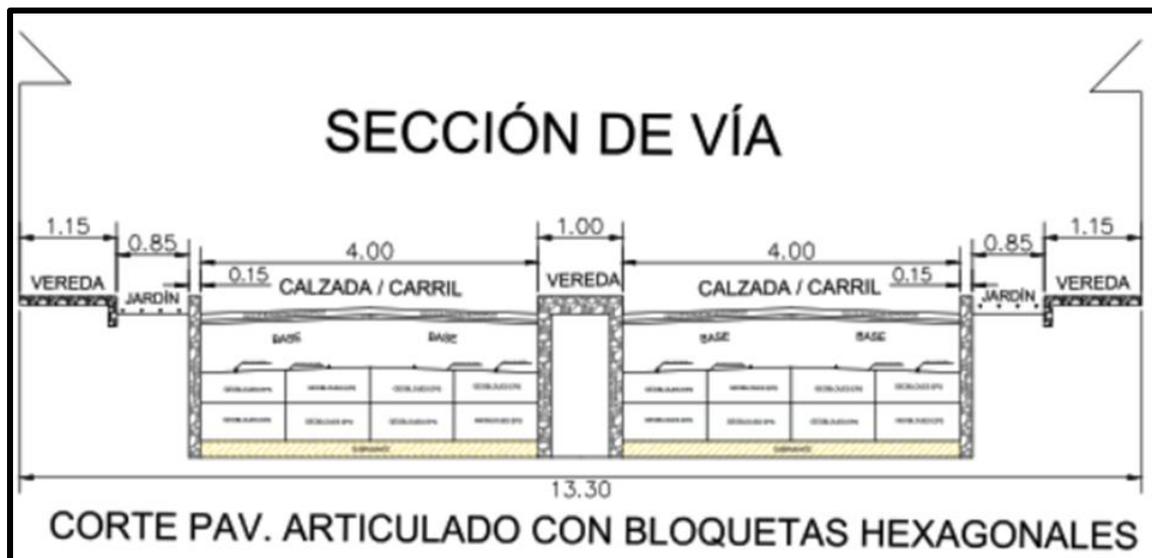
- Realizar un acabado final del pavimento para asegurar una superficie lisa y uniforme.
- Compactar el pavimento articulado con un rodillo vibratorio para garantizar una adecuada consolidación de los materiales.

## 10. Pruebas y control de calidad:

- Realizar pruebas de densidad, resistencia y capacidad de carga para verificar la calidad del pavimento construido.
- Realizar inspecciones visuales para asegurar que el pavimento cumpla con los estándares de construcción y seguridad.

**Figura 32**

*Sección de la Vía*



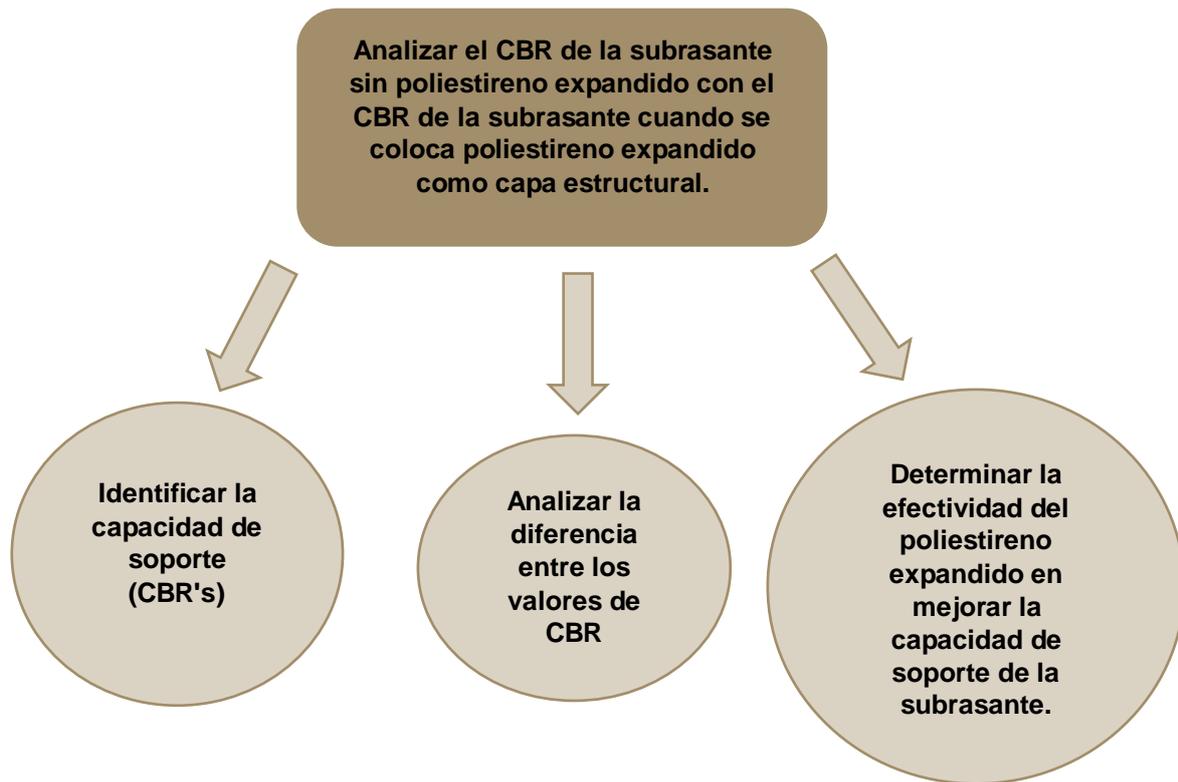
Fuente: Elaboración Propia (2023)

#### 4.4. Comparación de CBR's

##### 4.3.1. Mapa de proceso

Figura 33

Mapa de Proceso para los criterios de diseño



Fuente: Elaboración Propia (2023)

##### 4.3.2. Descripción

###### 4.3.2.1. Identificar la capacidad de soporte (CBR's):

Para identificar la capacidad de soporte se realiza un ensayo de compactación utilizando el método de Proctor Modificado para determinar la densidad óptima y el contenido de humedad óptimo del suelo; se analizan los resultados del ensayo de CBR junto con otros datos recopilados durante el estudio geotécnico. Se

extraen conclusiones sobre la capacidad de soporte del suelo y se proporcionan recomendaciones para el diseño.

#### **4.3.2.2. Analizar la diferencia entre los valores de CBR:**

Al analizar la diferencia entre los valores de CBR, se busca entender las variaciones en la capacidad de soporte del suelo. Estas diferencias pueden deberse a diversas razones, como variaciones en la composición del suelo, Este análisis es fundamental, ya que proporciona información importante para la selección de materiales adecuados y espesor del poliestireno expandido, el diseño de estructuras de pavimentos resistentes y duraderas, así como para la evaluación de la seguridad y estabilidad de las superficies de rodadura.

#### **4.3.2.3. Determinar la efectividad del poliestireno expandido en mejorar la capacidad de soporte de la subrasante:**

Este estudio implica realizar pruebas y análisis comparativos entre la subrasante estándar y aquella que ha sido tratada con poliestireno expandido. Se pueden utilizar diferentes métodos de evaluación, como pruebas de laboratorio, para medir parámetros como el índice de soporte California Bearing Ratio (CBR), la resistencia a la compresión, la capacidad de carga, entre otros.

Al determinar la efectividad del poliestireno expandido en mejorar la capacidad de soporte de la subrasante, se busca establecer si este material puede proporcionar beneficios significativos en términos de estabilidad, durabilidad y resistencia del pavimento, lo que podría conducir a una mayor vida útil del pavimento y a una reducción en los costos de mantenimiento y reparación a lo largo del tiempo.

### 4.3.3. Procedimiento

#### Fase N° 1: Preparación de la muestra

Figura 34

Preparación de la muestra



Fuente: Elaboración Propia (2023)



Fuente: Elaboración Propia (2023)

Fase N°2: Toma de datos del CBR

Figura 35

Toma de datos del CBR





Fuente: Elaboración Propia (2023)

#### 4.3.4. Resultados

**Tabla 7**

*Ensayo de CBR*

<b>SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ªEdición (***) - NTP 339.145:1999 (revisada el 2019).</b>						
<b>Densidad volumétrica</b>						
<b>N.º de molde</b>	6		21		31	
<b>N.º capa</b>	5		5		5	
<b>Golpes por capa N.º</b>	56		25		12	
<b>Condición de la muestra</b>	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
<b>Peso molde + suelo húmedo</b>	10394.00	10420.00	10514.00	10587.00	10371.00	10484.00
<b>Peso de molde</b>	7413.00	7413.00	7711.00	7711.00	7721.00	7721.00
<b>Peso de suelo húmedo</b>	2981.00	3007.00	2803.00	2876.00	2650.00	2763.00
<b>Volumen del molde</b>	2105.00	2105.00	2099.00	2099.00	2112.00	2112.00
<b>Densidad húmeda</b>	1.42	1.43	1.34	1.37	1.26	1.31
<b>% de humedad</b>	15.03	17.02	15.02	19.04	15.02	21.05
<b>Densidad seca</b>	1.23	1.22	1.16	1.15	1.09	1.08
<b>Contenido de humedad</b>						
<b>N.º de tarro</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Tarro + suelo húmedo</b>	426.30	426.30	418.90	418.90	436.50	436.50
<b>Tarro + suelo seco</b>	370.60	364.30	364.20	351.90	379.50	360.60
<b>Peso de agua</b>	55.70	62.00	54.70	67.00	57.00	75.90
<b>Peso de tarro</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Peso del suelo seco</b>	370.60	364.30	364.20	351.90	379.50	360.60
<b>% de humedad</b>	15.03	17.02	15.02	19.04	15.02	21.05

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Tabla 8***Expansión*

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
11/11/2023	14:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12/11/2023	14:30	22	38.90	0.99	0.90	61.30	1.56	1.30	85.50	2.17	1.90
13/11/2023	14:30	42	55.30	1.40	1.20	75.40	1.92	1.70	100.40	2.55	2.20
14/11/2023	14:30	65	72.40	1.84	1.60	91.40	2.32	2.00	112.10	2.85	2.50
15/11/2023	14:30	95	84.50	2.15	1.90	102.40	2.60	2.30	123.10	3.13	2.70

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)**Tabla 9***Penetración*

PENETRACIÓN													
Penetración pulg	Carga	Molde N.º 6				Molde N.º 21				Molde N.º 31			
	Stand.	Carga	Corrección			Carga	Corrección			Carga	Corrección		
	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0.025		10.60	1.00			6.80	0.00			4.10	0.00		
0.050		17.90	1.00			11.40	1.00			7.80	0.00		
0.075		26.80	1.00			19.00	1.00			12.40	1.00		
0.100	70.30	74.20	4.00	6.40	9.10	35.70	2.00	4.70	6.70	27.10	1.00	3.80	5.40
0.125		99.60	5.00			67.80	3.00			39.70	2.00		
0.150		142.40	7.00			96.00	5.00			69.80	4.00		
0.200	105.50	179.60	9.00	11.40	10.80	26.40	6.00	8.40	8.00	98.00	5.00	6.80	6.50
0.300		226.40	11.00			71.40	9.00			141.60	7.00		
0.400		256.70	13.00			1.40	10.00			174.80	9.00		
0.500		362.50	18.00			43.60	12.00			201.10	10.00		

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Tabla 10***CBR de la calicata N° 1*

CBR CALICATA 1				
<b>C.B.R. AL 100% DE M.D.S.</b>	0.1":	<b>4.10</b>	0.2":	5.10
<b>C.B.R. AL 95% DE M.D.S.</b>	0.1":	<b>3.30</b>	0.2":	4.10

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)**Tabla 11***CBR de la calicata N.º 2*

CBR CALICATA 2				
<b>C.B.R. AL 100% DE M.D.S.</b>	0.1":	<b>5.50</b>	0.2":	6.90
<b>C.B.R. AL 95% DE M.D.S.</b>	0.1":	<b>4.20</b>	0.2":	5.40

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)**Tabla 12***CBR del promedio de la calicata N° 1 y N° 2*

CBR PROMEDIO INICIAL				
<b>C.B.R. AL 100% DE M.D.S.</b>	0.1":	<b>4.80</b>	0.2":	6.00
<b>C.B.R. AL 95% DE M.D.S.</b>	0.1":	<b>3.75</b>	0.2":	4.75

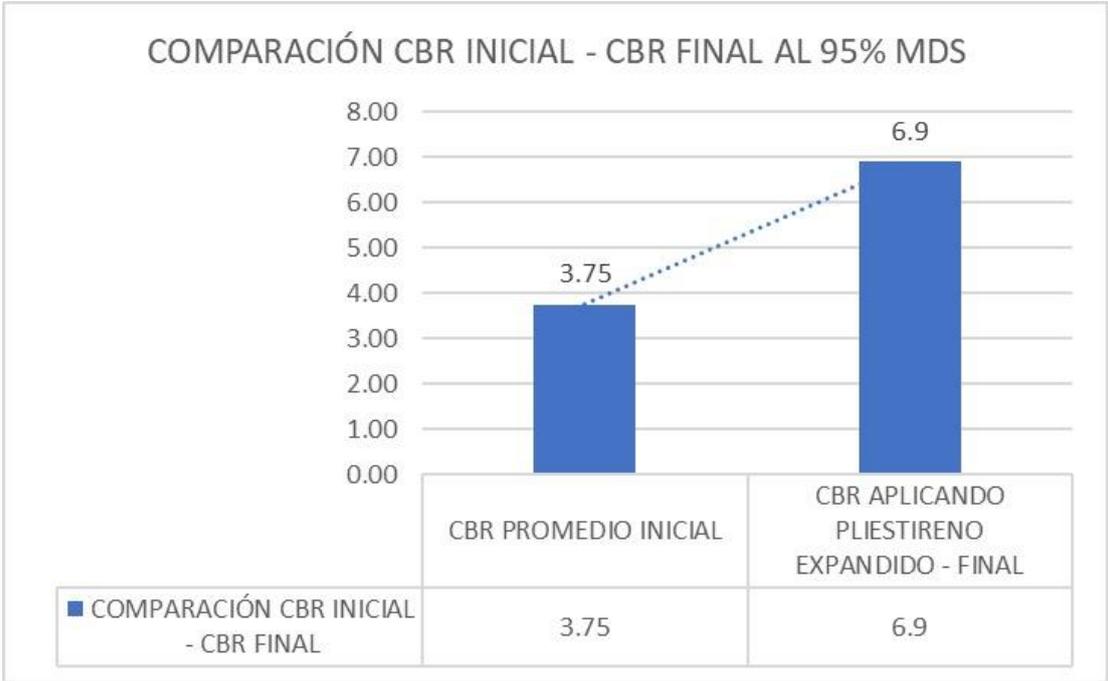
**Fuente:** Elaboración Propia (2023)**Tabla 13***CBR del suelo blando con poliestireno expandido*

CBR PROMEDIO INICIAL				
<b>C.B.R. AL 100% DE M.D.S.</b>	0.1":	<b>9.1</b>	0.2":	10.8
<b>C.B.R. AL 95% DE M.D.S.</b>	0.1":	<b>6.9</b>	0.2":	8.2
DATOS DEL PROCTOR				
<b>Densidad Seca</b>		<b>1.231</b>		g/cm <sup>3</sup>
<b>Óptima Humedad</b>		<b>15.03</b>		%

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 36**

*Cuadro comparativo del CBR Inicial – Final al 95% de su Máxima Densidad Seca*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 37**

*Cuadro Comparativo Del CBR Inicial - Final Al 100%*

*De Su Máxima Densidad Seca*



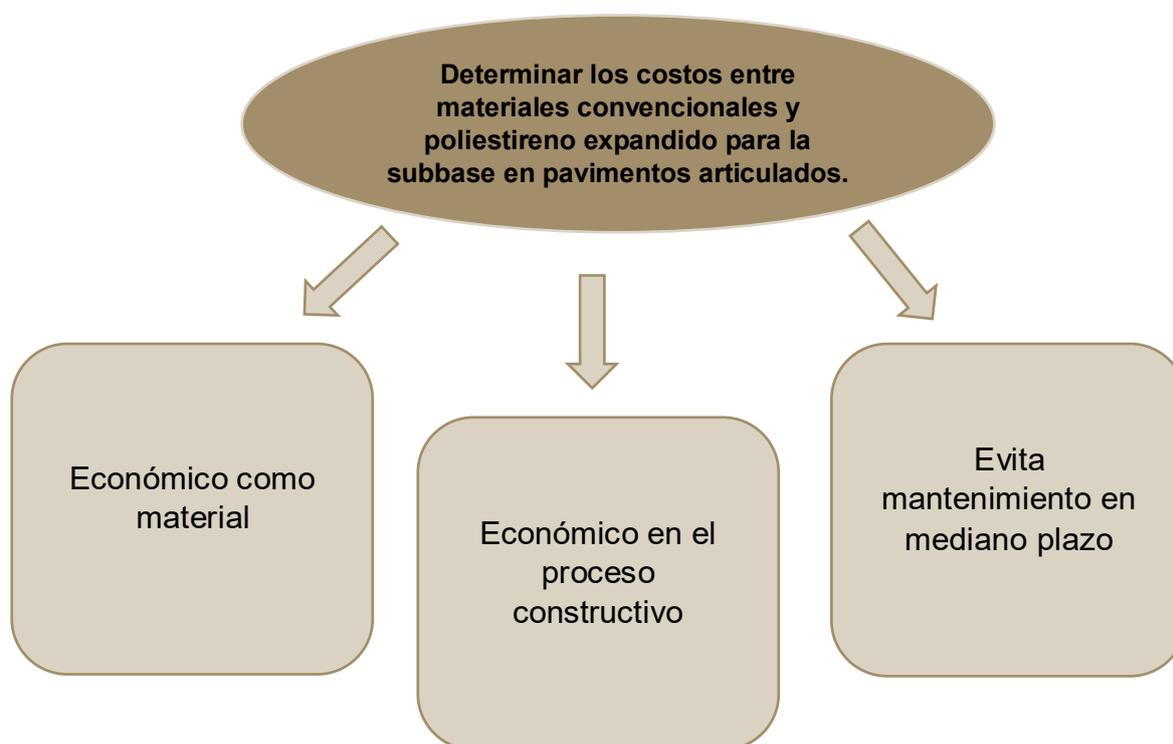
**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## 4.5. Comparación De Costos

### 4.4.1. Mapa de proceso

**Figura 38**

*Mapa de proceso de la comparación de costos*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

### 4.4.2. Descripción

#### 4.4.2.1. Económico como material

El poliestireno expandido es un material ampliamente disponible en el mercado a precios relativamente bajos en comparación con otros materiales de estabilización de suelos. Su producción en masa y su fácil disponibilidad contribuyen a su asequibilidad. En comparación con otras técnicas de estabilización de suelos que pueden requerir la adición de grandes cantidades de materiales o aditivos, el poliestireno expandido

puede necesitar menos cantidad para lograr resultados similares. Esto puede traducirse en ahorros adicionales en costos de materiales y transporte.

#### **4.4.2.2. Económico en el proceso constructivo**

La aplicación del poliestireno expandido no solo agiliza el proceso constructivo, sino que también ofrece una solución eficiente y efectiva para estabilizar los suelos blandos. Al simplificar las operaciones requeridas y minimizar la necesidad de procedimientos complejos, se promueve una mayor productividad en el sitio de construcción. Esta mayor eficiencia no solo se traduce en una reducción de los costos laborales y de equipo, sino que también permite una optimización de los recursos disponibles, lo que puede generar un ahorro adicional en el presupuesto del proyecto. Además, al acelerar la finalización de la obra, se pueden evitar posibles costos adicionales asociados con retrasos en el cronograma. En conjunto, estos beneficios económicos hacen del poliestireno expandido una elección ventajosa en términos de rentabilidad y eficacia durante el proceso constructivo.

#### **4.4.2.3. Evita mantenimiento en mediano plazo**

La optimización de la capacidad de soporte del suelo mediante el uso de poliestireno expandido no solo conlleva una reducción de los costos de mantenimiento a lo largo de la vida útil del pavimento, sino que también genera una serie de beneficios económicos a largo plazo. Al fortalecer la base del pavimento, se garantiza una mayor durabilidad y resistencia frente a las cargas del tráfico y las condiciones climáticas adversas. La reducción significativa de la necesidad de realizar reparaciones y mantenimiento frecuentes, lo que a su vez disminuye los gastos asociados con la mano de obra y los materiales. Además, al minimizar la frecuencia y la magnitud de las intervenciones de mantenimiento, se prolonga la vida útil del pavimento, lo que

resulta en un ahorro adicional al posponer o evitar la necesidad de reconstruir o reemplazar el pavimento en su totalidad. En conjunto, estos beneficios económicos hacen del uso de poliestireno expandido una inversión rentable y sostenible para proyectos de construcción de pavimentos.

### 4.4.3. Resultados

**Tabla 14**

*Comparación Costos de pavimentos en 100.00 m por 13.30 m*

COSTO DE MATERIAL EN TIPOS DE PAVIMENTOS (100.00 m por 13.30 m)											
TIPOS DE PAVIMENTO	P. FLEXIBLE			P. RÍGIDO				P. ARTICULADO			
CAPAS	CAPAS		CAPAS		CAPAS		CAPAS	CAPAS		CAPAS	
RODADURA (m2)	e = 2" asfalto	RODADURA (m2)	e = 3" asfalto	RODADURA (m3)	CONVENCIONAL (e = 25.00 cm)	RODADURA (m3)	BASE ESTAB. CON CEMENTO (e = 20.00 cm)	RODADURA (m2)	ADOQUÍN RECTANGULAR (10x20x8)cm	RODADURA (m2)	ADOQUÍN HEXAGONAL (26x26x8)cm
	S/ 52.90		S/ 64.90		S/ 595.51		S/ 595.51		S/ 59.90		S/ 39.90
	S/ 70,357.000		S/ 86,317.000		S/ 198,007.075		S/ 158,405.660		S/ 79,667.000		S/ 53,067.000
CAMA DE ARENA	NR	CAMA DE ARENA	NR	CAMA DE ARENA	NR	CAMA DE ARENA	NR	CAMA DE ARENA (m3) e= (0.05 m)	Arena	CAMA DE ARENA m3 e= (0.05 m)	Arena
	S/ -		S/ -		S/ -		S/ -		S/ 99.90		S/ 99.90
	S/ -		S/ -		S/ -		S/ -		S/ 6,643.35		S/ 6,643.35
BASE (m3) e= 0.25 m	Material Granular	BASE (m3) e= 0.20 m	Material Granular	BASE (m3) e= 0.25 m	Material Granular	BASE (m3) e= 0.15 m	Material Granular Estabilizada	BASE (m3) e= 0.30 m	Material Granular	BASE (m3) e= 0.20 m	Material Granular
	S/ 69.90		S/ 69.90		S/ 74.90		S/ 114.90		S/ 69.90		S/ 69.90
	S/ 23,241.75		S/ 18,593.40		S/ 24,904.25		S/ 22,922.55		S/ 27,890.10		S/ 18,593.40
GEOTEXTIL NO TEJIDO	NR	GEOTEXTIL NO TEJIDO	NR	GEOTEXTIL NO TEJIDO	NR	GEOTEXTIL NO TEJIDO	NR	GEOTEXTIL NO TEJIDO	NR	GEOTEXTIL NO TEJIDO (m2)	GEOTEXTIL
	S/ -		S/ -		S/ -		S/ -		S/ -		S/ 4.90
	S/ -		S/ -		S/ -		S/ -		S/ -		S/ 6,517.00
SUB BASE (m3) e= 0.30 m	Material Granular	SUB BASE (m3) e= 0.30 m	Material Granular	SUB BASE (m3)	NR	SUB BASE (m3)	NR	SUB BASE (m3) e= 0.25 m	Material Granular Estabilizado	POLIESTIRENO EXPANDIDO (m3)	Poliestireno Expandido
	S/ 64.90		S/ 64.90		S/ -		S/ -		S/ 119.90		S/ 184.90
	S/ 25,895.10		S/ 25,895.10		S/ -		S/ -		S/ 39,866.75		S/ 61,479.25
SUBRASANTE e= 0.30 m	Material Granular Estabilizado	SUBRASANTE e= 0.25 m	Material Granular Estabilizado	SUBRASANTE e= 0.20 m	Material Granular	SUBRASANTE e= 0.20 m	Material Granular	SUBRASANTE e= 0.35 m	Material Granular	SUBRASANTE e= 0.20 m	Material Granular
	S/ 119.90		S/ 119.90		S/ 69.90		S/ 69.90		S/ 69.90		S/ 69.90
	S/ 55,813.45		S/ 39,866.75		S/ 18,593.40		S/ 18,593.40		S/ 18,593.40		S/ 18,593.40
PRECIO TOTAL	S/ 175,307.30		S/ 170,672.25		S/ 241,504.73		S/ 199,921.61		S/ 172,660.60		S/ 164,893.40

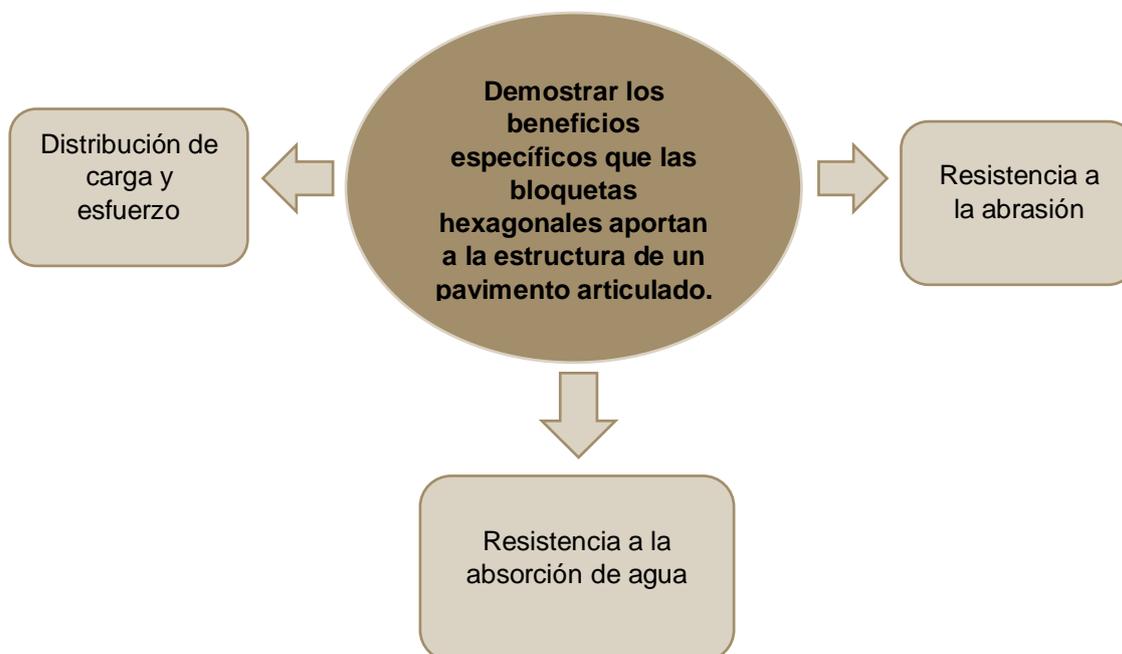
Fuente: Elaboración Propia (2023)

## 4.6. Beneficio De Las Bloquetas Hexagonales

### 4.5.1. Mapa de procesos

**Figura 39**

*Mapa de procesos de Beneficio De Las Bloquetas Hexagonales*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

### 4.5.2. Descripción

#### 4.5.2.1. Distribución de cargas y esfuerzo

Las bloquetas hexagonales, al ser organizadas en una estructura articulada, facilitan una distribución eficiente de las cargas. Este diseño resulta beneficioso en suelos blandos, ya que contribuye a minimizar la concentración de cargas en puntos específicos, disminuyendo el riesgo de deformaciones o hundimientos. Además, distribuye los esfuerzos y cargas uniformemente a lo largo de la superficie del pavimento, lo que promueve una repartición equitativa de las fuerzas aplicadas al suelo, reduciendo así la presión sobre el suelo blando.

#### **4.5.2.2. Resistencia a la absorción de agua**

La bloqueta hexagonal de concreto debe demostrar una destacada resistencia climática, además de una absorción de agua reducida. Este equilibrio es esencial para asegurar la durabilidad y facilitar el mantenimiento a lo largo del tiempo, especialmente en variadas condiciones climáticas. La resistencia a la absorción de agua emerge como una propiedad clave en este contexto, dado que las bloquetas hexagonales se encuentran expuestas a condiciones ambientales, como lluvia, humedad y cambios estacionales. Mantener una absorción de agua baja es crucial para prevenir daños y preservar la integridad del pavimento.

#### **4.5.2.3. Resistencia a la abrasión**

La resistencia al desgaste por abrasión de un pavimento articulado con bloquetas hexagonales de concreto, que tiene una resistencia a la compresión ( $f'c$ ) de  $350 \text{ kg/cm}^2$ , es un factor crítico para evaluar su durabilidad y rendimiento en condiciones de uso. Este indicador mide la capacidad del pavimento para resistir el desgaste causado por la acción abrasiva de elementos externos, como partículas de arena, piedras y otros materiales duros.

En el caso específico de bloquetas hexagonales de concreto con una resistencia de  $350 \text{ kg/cm}^2$ , se espera que el pavimento exhiba una buena resistencia al desgaste por abrasión. La formulación del concreto, la densidad del material y la calidad de la mezcla son factores determinantes en esta resistencia. Una adecuada resistencia al desgaste asegura que el pavimento mantenga su integridad estructural y su apariencia estética a lo largo del tiempo, incluso en condiciones de tráfico y fricción constantes.

**Tabla 15***Especificaciones de las bloquetas hexagonales*

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>		
<b>BLOQUETA HEXAGONAL (8 x 26 x 26) cm</b>		
DIMENSIONES NOMINALES	8 x 26 x 26	cm
DIMENSIONES REALES	8 x 26 x 26	cm
PESO POR PIEZA	8.15	Kg
PIEZAS POR M2	17	m2
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	350.00	Kg/cm2
RESISTENCIA CLIMÁTICA - ABSORCIÓN DE AGUA	< 6 %	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	≥ 3.6	Mpa
RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN	Clase 3	
	< 23	mm

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)**Tabla 16***Clasificación de acuerdo al diseño*

TABLA DE CLASIFICACIÓN DE ACUERDO AL DISEÑO		
TIPO	CAPACIDAD	RESISTENCIA MÍNIMA (MPa)
A	Tránsito Peatonal	17.20
B	Tránsito Liviano	20.50
C	Tránsito Medio	27.50
D	Tránsito Pesado	34.30

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

### 4.5.3. Procedimiento

Fase N° 1: realización del contenido de humedad y pesos específicos

Figura 40

Elaboración del contenido de humedad y peso específico de los agregados



Fuente: Elaboración Propia (2023)

## Fase N° 2: realización de los pesos unitarios de los agregados

Figura 41

*Elaboración de los pesos unitarios de los agregados*



Fuente: Elaboración Propia (2023)

## Fase N° 3: realización de la granulometría de los agregados

Figura 42

*Elaboración de la granulometría de los agregados*

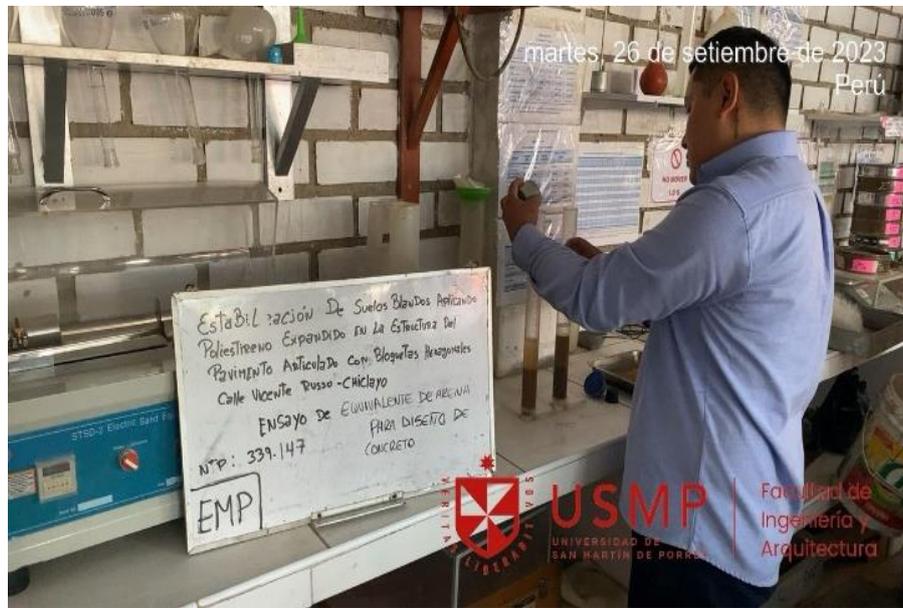


Fuente: Elaboración Propia (2023)

## Fase N° 4: Realización del equivalente de arena

Figura 43

*Elaboración del equivalente de arena*



Fuente: Elaboración Propia (2023)

## Fase N° 5: Realización de la mezcla de concreto

**Figura 44**

*Elaboración del diseño de mezcla de concreto*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## Fase N° 6: Realización del Slump

**Figura 45**

*Realización del slump*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## Fase N° 7: Realización de probetas

Figura 46

Realización de las probetas



Fuente: Elaboración Propia (2023)

## Fase N° 8: Probetas terminadas

Figura 47

Culminación de elaboración de probetas



Fuente: Elaboración Propia (2023)

#### 4.5.4. Resultados

#### Diseño de mezcla de concreto $F' C = 350 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 17

Diseño de mezcla de concreto  $F' C = 350 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND				
METODO DE DISEÑO: ACI COMITÉ 211				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS		ASENTAMIENTO (SLUMP):	3" - 4"	
		PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO (PC):	2.98	
CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS			AGREGADOS	
			FINO (F)	GRUESO (G)
1	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SATURADO SUPERFIC. SECA)		2.618	2.646
2	PESO UNITARIO SUELTO SECO	Kg/m <sup>3</sup>	1478	1370.00
3	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	Kg/m <sup>3</sup>	-----	1487.00
4	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.21	0.80
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.67	0.41
6	MODULO DE FINEZA		2.95	-----
7	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	Pulg.	-----	3/4
CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA			FORMULAS	VALORES
A	ASENTAMIENTO - REVENIMIENTO (SLUMP)	Pulg.	A -----	-----
B	VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA	Lt/m <sup>3</sup>	B -----	205
C	PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO	%	C -----	2
D	RELACIÓN AGUA - CEMENTO		D -----	0.39
E	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO POR M <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> .	E -----	0.61
H	PESO DEL CEMENTO	Kg/m <sup>3</sup>	H B/D	525.641
I	PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO	Kg/m <sup>3</sup>	I 2G*E	835.700
J	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO	m <sup>3</sup> .	J H/(PC*1000)	0.176
K	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA	m <sup>3</sup> .	K B/1000	0.21
L	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE	m <sup>3</sup> .	L C/100	0.02
M	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup> .	M I/(1G*1000)	0.32
N	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO	m <sup>3</sup> .	N 1-(J+K+L+M)	0.28
O	PESO SECO DEL AGREGADO FINO	Kg.	O N*(1F*1000)	740.31
P	PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO	Kg.	P $O^*(1+(4F/100))$	749.26
Q	PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO	Kg.	Q $I^*(1+(4G/100))$	842.39
R	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO	%	R 4F-5F	0.54

S	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO	%	S	4G-5G	0.39
T	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO	Lt.	T	$O^*(R/100)$	4.00
U	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO	Lt.	U	$I^*(S/100)$	3.26
V	APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS	Lt.	V	T+U	7.26
W	AGUA EFECTIVA	Lt.	W	B-V	212.26

---

**VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO)**

---

**CEMENTO:** 520 Kg. **AGUA:** 205 Lt. **AGREG. FINO:** 682 Kg. **AGREG. GRUESO:** 900 Kg.

---

**VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

---

**CEMENTO:** 520 Kg. **AGUA:** 198 Lt. **AGREG. FINO:** 686 Kg. **AGREG. GRUESO:** 903 Kg.

---

**PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO**

---

COMPONENTES DEL CONCRETO	PROPORCION EN PESO		PROPORCION EN VOLUMEN	
	SECO	CORREGIDA POR HUMED.	SECO	CORREGIDA POR HUMED.
<b>CEMENTO</b>	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>AGREGADO FINO</b>	1.30	1.30	1.30	1.30
<b>AGREGADO GRUESO</b>	1.70	1.70	1.90	1.90
<b>AGUA</b> (En litros/bol.)	16.70	16.10	16.70	16.10
<b>El Nuevo Rendimiento Teórico es:</b>	12.2			
<b>Agregado grueso: T. Max. Nominal (")</b>	3/4			

---

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**NTP 339.127: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo**

**Tabla 18**

*Ensayo de Contenido de Humedad*

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b>	
Peso de tara	gr. <b>120.00</b>
Peso de la tara + muestra húmeda	gr. <b>1107.00</b>
Peso de la tara + muestra seca	gr. <b>1103.00</b>
Peso del agua contenida	gr. <b>4.00</b>
Peso de la muestra seca	gr. <b>983.00</b>
Contenido de Humedad	% <b>0.41</b>

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**NTP 400.037: Análisis Granulométrico de los agregados**  
**Agregado Grueso**

**Tabla 19**

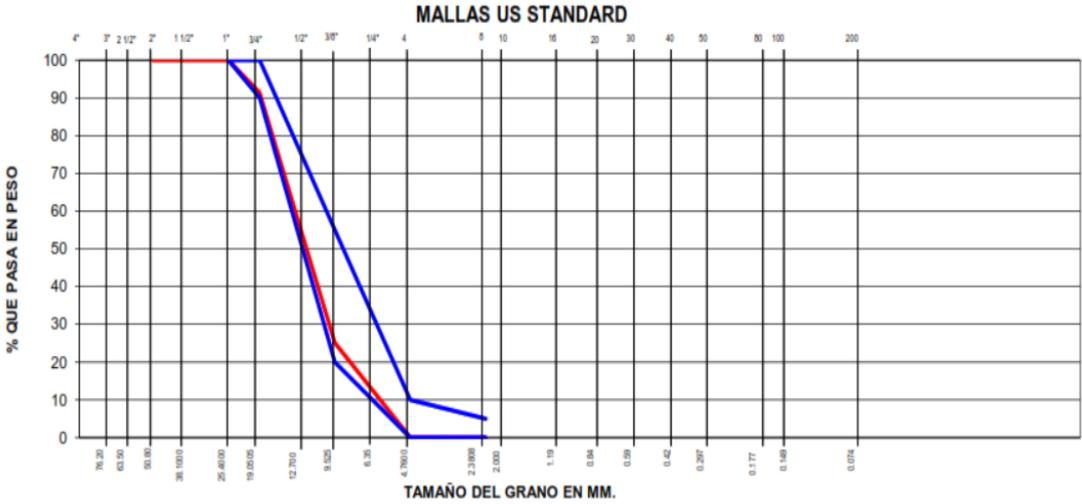
*Análisis Granulométrico del Agregado Grueso*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
DATOS DEL ENSAYO							
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	HUSO 67	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						Tamaño Máximo 1"
1"	25.400				100.00	100 - 100	Tamaño Máximo Nominal 3/4"
3/4"	19.050	310.00	8.70	8.70	91.30	90 - 100	Peso Inicial Total: 3575.5 gr
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	2369.00	66.30	74.90	25.10	20 - 55	
1/4"	6.350						
N.º 4	4.760	895.00	25.00	100.00	0.00	0 - 10	
N.º 8	2.380	1.00	0.00	100.00	0.00	0 - 5	
N.º 10	2.000	0.50	0.00	100.00	0.00		
N.º 16	1.190						
N.º 20	0.840						
N.º 30	0.590						
N.º 40	0.420						
N.º 50	0.297						
N.º 60	0.250						
N.º 100	0.149						
N.º 200	0.074						
PAN							
TOTAL		3575.50					
% PÉRDIDA							

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 48**

*Mallas US standard del Agregado Grueso*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## Agregado Fino

**Tabla 20**

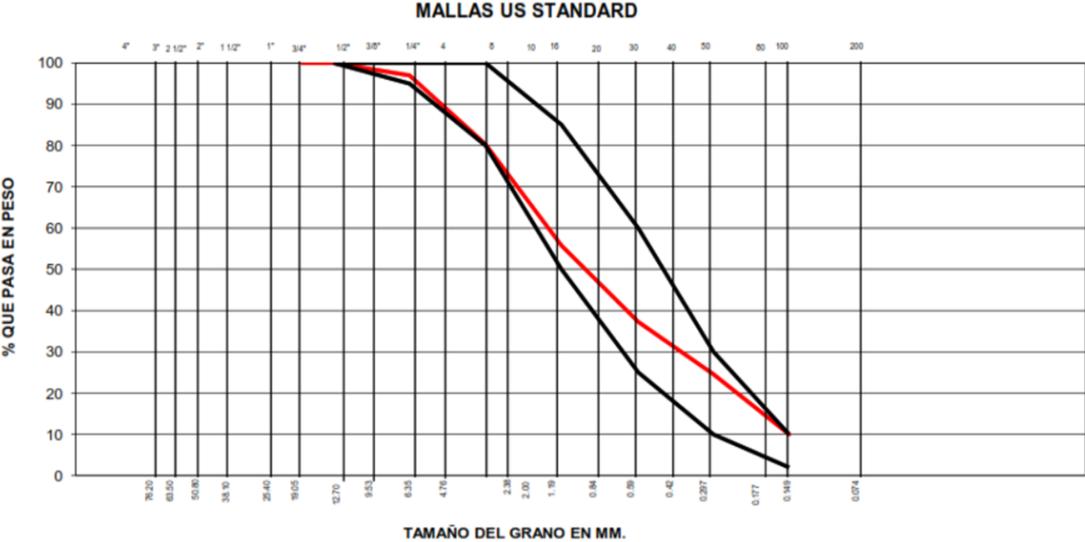
### Análisis Granulométrico del Agregado Fino

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
DATOS DEL ENSAYO							
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	HUSO 67	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						<b>PESO TOTAL: 856.4 gr.</b>
1/2"	12.700					100	
3/8"	9.525				100.00		
1/4"	6.350					100	
N.º 4	4.760	26.20	3.10	3.10	100.00	95 - 100	<b>MÓDULO DE FINEZA: 2.95</b>
N.º 8	2.380	142.50	16.60	19.70	96.90	80 - 100	
N.º 10	2.000						<b>PESO HÚMEDO: 855.3 gr</b>
N.º 16	1.190	210.30	24.60	44.30	80.30	50 - 85	<b>PESO SECO: 849.6 gr.</b>
N.º 20	0.840						<b>Cont. Humedad: 0.67 %</b>
N.º 30	0.590	158.40	18.50	62.8	55.7	25 - 60	
N.º 40	0.420						
N.º 50	0.297	108.70	12.70	75.4	37.2	10 - 30	
N.º 60	0.250						
N.º 100	0.149	124.60	14.50	90	24.6	2 - 10	
N.º 200	0.074	45.70	5.30	95.3	10		
PAN		40.00	4.70	100	4.7		
TOTAL							
% PÉRDIDA							

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 49**

*Mallas US standard del Agregado Fino*



Fuente: Elaboración Propia (2023)

**NTP 400.017: Método de ensayo normalizado para determinar el Peso Unitario y vacíos de los agregados**

**Agregado Grueso**

**Tabla 21**

*Peso Unitario del Agregado Grueso*

<b>PESOS UNITARIOS - SECO</b>				
<b>Peso unitario suelto</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>MUESTRA</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Peso del recipiente + muestra</b>	gr.	18406.00	18410.00	18413.00
<b>Peso del recipiente</b>	gr.	6236.00	6236.00	6236.00
<b>Peso de la muestra</b>	gr.	12170.00	12174.00	12177.00
<b>Volumen</b>	cm3	8888.00	8888.00	8888.00
<b>Peso unitario suelto seco</b>	gr/cm3	1.369	1.370	1.370
<b>Contenido de humedad</b>	%	0.00	0.00	0.00
<b>Peso unitario suelto seco</b>	(kg/m3)	1369.00	1370.00	1370.00
<b>PROMEDIO</b>			<b>1369.67</b>	
<b>Peso unitario compactado</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>MUESTRA</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Peso del recipiente + muestra</b>	gr.	19475.00	19443.00	19445.00
<b>Peso del recipiente</b>	gr.	6236.00	6236.00	6236.00
<b>Peso de la muestra</b>	gr.	13239.00	13207.00	13209.00
<b>Volumen</b>	cm3	8888.00	8888.00	8888.00
<b>Peso unitario compactado seco</b>	gr/cm3	1.490	1.486	1.486
<b>Contenido de humedad</b>	%	0.00	0.00	0.00
<b>Peso unitario compactado seco</b>	(kg/m3)	1490.00	1486.00	1486.00
<b>PROMEDIO</b>			<b>1487.33</b>	

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## Agregados finos

**Tabla 22**

*Peso Unitario del Agregado Fino*

PESOS UNITARIOS - SECO				
Peso unitario suelto				
DESCRIPCIÓN		MUESTRA		
		1	2	3
Peso del recipiente + muestra	gr.	19375.00	19368.00	19377.00
Peso del recipiente	gr.	6236.00	6236.00	6236.00
Peso de la muestra	gr.	13139.00	13132.00	13141.00
Volumen	cm3	8888.00	8888.00	8888.00
Peso unitario suelto seco	gr/cm3	1.478	1.477	1.479
Contenido de humedad	%	0.00	0.00	0.00
Peso unitario suelto seco	(kg/m3)	1478.00	1477.00	1479.00
PROMEDIO		1478.00		
Peso unitario compactado				
DESCRIPCIÓN		MUESTRA		
		1	2	3
Peso del recipiente + muestra	gr.	20852.00	20840.00	20847.00
Peso del recipiente	gr.	6236.00	6236.00	6236.00
Peso de la muestra	gr.	14616.00	14604.00	14611.00
Volumen	cm3	8888.00	8888.00	8888.00
Peso unitario compactado seco	gr/cm3	1.644	1.643	1.644
Contenido de humedad	%	0.00	0.00	0.00
Peso unitario compactado seco	(kg/m3)	1644.00	1643.00	1644.00
PROMEDIO		1643.67		

Fuente: Elaboración Propia (2023)

**NTP 400.017: Peso específico y absorción de los agregados del agregado grueso**

**Tabla 23**

*Peso específico y Absorción de los agregados del agregado grueso*

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS				
DESCRIPCIÓN	MUESTRA			
		1	2	
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr. 1005.30	1006.40	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr. 628.40	629.20	
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B	gr. 376.90	377.20	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)	gr. 997.10	998.20	
E	Vol. de masa = C- (A - D)	gr. 368.70	369.00	<b>PROMEDIO</b>
	Pe bulk (Base seca) = D/C	gr. 2.646	2.646	<b>2.646</b>
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	gr. 2.667	2.668	<b>2.668</b>
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	gr. 2.704	2.705	<b>2.705</b>
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	% 0.822	0.821	<b>0.82</b>

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## MTC E 205: Gravedad específica y Absorción de los Agregados finos

**Tabla 24**

*Gravedad específica y Absorción de los Agregados Finos*

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS					
DESCRIPCIÓN	MUESTRA				
	1	2			
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	gr.	300.00	300.00	
B	Peso Frasco + agua	gr.	696.40	694.30	
C	Peso Frasco + agua + A	gr.	996.40	994.30	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco	gr.	883.10	881.20	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D	gr.	113.30	113.10	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C)	gr.	296.40	296.41	
G	Vol de masa = E - (A - F)	gr.	109.70	109.51	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	gr.	2.616	2.621	2.619
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	gr.	2.648	2.653	2.651
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	gr.	2.702	2.707	2.705
	% de absorción = ((A - F) / F) *100	%	1.215	1.211	1.21

Fuente: Elaboración Propia (2023)

## NTP 339.146: Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregados finos

**Tabla 25**

*Ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregados finos*

EQUIVALENTE DE ARENA			
DESCRIPCIÓN	MUESTRA		
	1	2	3
Hora de entrada	11:10:00	11:12:00	11:14:00
Hora de salida	11:20:00	11:22:00	11:24:00
Hora de entrada	11:22:00	11:24:00	11:26:00
Hora de salida	11:42:00	11:44:00	11:46:00
Altura de nivel Material fino (A)	4.700	4.60	4.70
Altura de nivel Arena (B)	3.60	3.60	3.60
Equivalente de arena (B x 100/A)	76.60%	78.30%	76.80%
PROMEDIO		77.23%	

Fuente: Elaboración Propia (2023)

**Figura 50**  
*Rotura de Probeta a los 7 Días*

PROBETA No.	ESTRUCTURA (**)	FECHA (**)		EDAD (días)(*) (**)	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) (**)	CODIGO ÚNICO	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	LONGITUD /DIAMETR O	FACTOR DE CORREC CIÓN	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA kN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				TIPO DE FRACTUR A (NTP 339.034 - FIGURA 2)
		MOLDEO	ROTURA										kN/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	%	
1	Patrón	27/09/2023	04/10/2023	7	350	M23-2739	201.5	102.4	1.97	1.00	8237.1	208.6	2.532	258.2	25.3	73.8	Tipo 2
2	Patrón	27/09/2023	04/10/2023	7	350	M23-2740	201.5	102.4	1.97	1.00	8233.9	203.7	2.474	252.3	24.7	72.1	Tipo 3
3	Patrón	27/09/2023	04/10/2023	7	350	M23-2741	201.7	102.5	1.97	1.00	8243.5	217.0	2.632	268.4	26.3	76.7	Tipo 2

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 51**  
*Rotura de Probeta a los 14 Días*

PROBETA No.	ESTRUCTURA (**)	FECHA (**)		EDAD (días)(*) (**)	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) (**)	CODIGO ÚNICO	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	LONGITUD /DIAMETR O	FACTOR DE CORREC CIÓN	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA kN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				TIPO DE FRACTUR A (NTP 339.034 - FIGURA 2)
		MOLDEO	ROTURA										kN/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	%	
1	Patrón	27/09/2023	11/10/2023	14	350	M23-3090	201.7	101.4	1.99	1.00	8067.5	260.9	3.234	329.8	32.3	94.2	Tipo 3
2	Patrón	27/09/2023	11/10/2023	14	350	M23-3091	201.4	102.3	1.97	1.00	8217.8	256.2	3.118	317.9	31.2	90.8	Tipo 2
3	Patrón	27/09/2023	11/10/2023	14	350	M23-3092	201.3	101.5	1.98	1.00	8088.2	272.4	3.368	343.4	33.7	98.1	Tipo 2

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 52**  
*Rotura de Probeta a los 28 Días*

PROBETA	ESTRUCTURA (**)	FECHA (**)		EDAD (días)(*) (**)	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) (**)	CODIGO ÚNICO	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	LONGITUD /DIAMETRO	FACTOR DE CORRECCIÓN	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA kN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					TIPO DE FRACTURA (NTP 339.034 - FIGURA 2)
		MOLDEO	ROTURA										kN/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	%		
1	Patrón	27/09/2023	25/10/2023	28	350	M23-3503	201.7	102.4	1.97	1.00	8229.1	279.3	3.394	346.1	33.9	98.9	Tipo 3	
2	Patrón	27/09/2023	25/10/2023	28	350	M23-3504	201.5	102.5	1.97	1.00	8250.0	298.7	3.621	369.2	36.2	105.5	Tipo 2	
3	Patrón	27/09/2023	25/10/2023	28	350	M23-3505	201.6	102.5	1.97	1.00	8253.2	303.9	3.682	375.5	36.8	107.3	Tipo 3	

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## Comparación De Costos De Las Bloquetas Hexagonales

**Tabla 26**

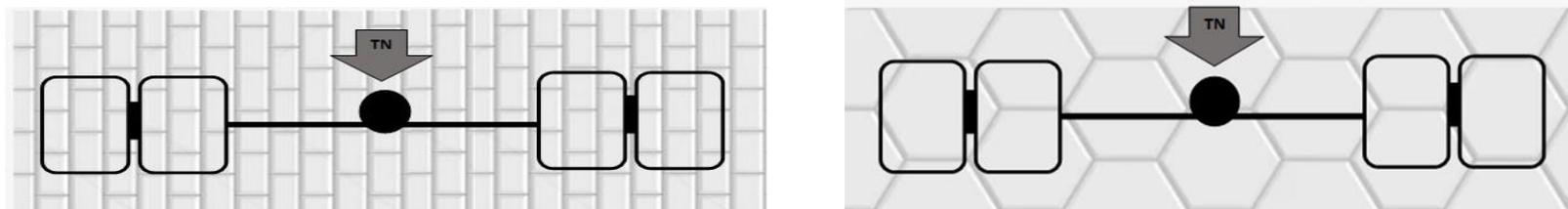
*Comparación De Costos De Las Bloquetas Hexagonales*

COSTO DE PAVIMENTOS EN 100.00 m por 13.30 m											
TIPOS DE PAVIMENTO	P. FLEXIBLE				P. RÍGIDO				P. ARTICULADO		
CAPAS	CAPAS		CAPAS		CAPAS		CAPAS		CAPAS		ADOQUÍN
RODADURA (m2)	e = 2" asfalto	RODADURA (m2)	e = 3" asfalto	RODADURA (m2)	CONVENCIONAL (e = 25.00 cm)	RODADURA (m2)	BASE ESTAB. CON CEMENTO (e = 20.00 cm)	RODADURA (m2)	ADOQUÍN RECTANGULAR (10x20x8)cm	RODADURA (m2)	ADOQUÍN HEXAGONAL (26x26x8)cm
S/	52.90	S/	64.90	S/	177.90	S/	121.90	S/	59.90	S/	39.90
S/	70,357.000	S/	86,317.000	S/	236,607.000	S/	162,127.000	S/	79,667.000	S/	53,067.000

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 53**

*Comparación de Bloquetas Hexagonales con Adoquines Convencionales*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

### 5.1. Contrastación de Hipótesis

A continuación, se procede a corroborar tanto la hipótesis principal como las hipótesis específicas, tomando como punto de referencia los objetivos planteados, los cuales se detallan a continuación:

#### 5.1.1. Hipótesis General HG:

**H.G.: La colocación de poliestireno expandido como capa estructural de un pavimento articulado compuesta por bloquetas hexagonales de concreto, sobre suelos blandos; proporciona una capacidad de soporte más eficiente, reduciendo las cargas ejercidas sobre la subrasante minimizando los efectos de deformación**

La colocación de poliestireno expandido tiene el propósito de mejorar la capacidad de soporte del pavimento. reduciendo de las cargas ejercidas sobre la subrasante y minimiza los efectos de deformación sobre la subrasante, también busca aumentar la durabilidad y estabilidad del pavimento, contribuyendo a una infraestructura vial más eficiente y duradera.

La hipótesis general es verdadera, porque al colocar poliestireno expandido en la estructura del pavimento articulado con bloquetas hexagonales de concreto demuestra una estabilización fundamental en el porcentaje de CBR de la subrasante; obteniendo un 84% de aumento del CBR inicial del 95% de su Máxima Densidad Seca y 89.58% de aumento del CBR inicial al 100% de su Máxima Densidad Seca.

Para reducir las cargas ejercidas a la subrasante se realizó el ensayo a la compresión del poliestireno expandido obteniendo una resistencia promedio de 1.30

Kg/cm<sup>2</sup> al 10% de deformación y un esfuerzo a la compresión no confinado promedio de 93.93 kPa.

Se realiza el contraste de la hipótesis general, en siguiente tabla:

**Tabla 27**

*Contrastación de hipótesis general*

Hipótesis Planteada	Resultados Obtenidos	Observaciones
<p><b>La colocación de poliestireno expandido como capa estructural de un pavimento articulado compuesta por bloquetas hexagonales de concreto, sobre suelos blandos; proporciona una dispersión de cargas y capacidad de soporte más eficiente, reduciendo la presión sobre la subrasante y minimiza los efectos de la deformación.</b></p>	<p>El uso de poliestireno expandido en el pavimento con bloquetas hexagonales de concreto, mejora la estabilidad de la subrasante, aumentando el CBR y mostrando una resistencia y esfuerzo promedio, reduciendo considerablemente las cargas sobre la subrasante.</p>	<p>El uso de poliestireno expandido en el pavimento con bloquetas hexagonales de concreto, mejora la estabilidad de la subrasante, con un incremento de un 84% del CBR inicial al 95% de su Máxima Densidad Seca y un 89.58% al 100% de su Máxima Densidad Seca. Además, el poliestireno expandido muestra una resistencia promedio de 1.30 Kg/cm<sup>2</sup> al 10% de deformación y un esfuerzo a la compresión no confinado promedio de 93.93 kPa, reduciendo las cargas sobre la subrasante.</p>

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Tabla 28***Promedio resistencia a la compresión del poliestireno expandido*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>										
<b>MUESTRA</b>	<b>FORMA</b>	<b>MEDIDAS (cm)</b>			<b>VOLUMEN (cm3)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE DEFORMACIÓN (Kg/cm2)</b>			<b>CARGA (Kg)</b>	<b>DEFORMACIÓN (cm)</b>
		<b>ANCHO</b>	<b>LARGO</b>	<b>ALTO</b>		<b>1%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>		
<b>1</b>	CÚBICA	7.35	7.22	7.13	378.37	0.677	1.149	1.302	75.10	1.0060
<b>2</b>	CÚBICA	7.22	7.28	6.82	358.47	0.754	1.174	1.367	77.70	1.0153
<b>3</b>	CÚBICA	7.21	7.36	7.2	382.07	0.569	1.124	1.283	73.40	1.0147
<b>4</b>	CÚBICA	7.33	7.21	7.2	380.51	0.765	1.141	1.308	77.20	1.0146
<b>5</b>	CÚBICA	7.32	7.22	7.23	382.11	0.858	1.176	1.258	76.20	1.0147
<b>PROMEDIO</b>		<b>7.29</b>	<b>7.26</b>	<b>7.12</b>	<b>376.31</b>	<b>0.72</b>	<b>1.15</b>	<b>1.30</b>	<b>75.92</b>	<b>1.0131</b>

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Tabla 29***Promedio de esfuerzo a la compresión*

<b>ESFUERZO A LA COMPRESIÓN</b>							
<b>MUESTRA</b>	<b>FORMA</b>	<b>MEDIDAS (cm)</b>		<b>VOLUMEN (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>MÓDULO DE ELASTICIDAD APARENTE (MPa)</b>	<b>ESFUERZO A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA AL 5% (kPa)</b>	<b>ESFUERZO A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA (kPa)</b>
		<b>DIÁMETRO</b>	<b>ALTO</b>				
<b>1</b>	CILÍNDRICA	9.98	6.39	499.86	1.94	74.77	85.48
<b>2</b>	CILÍNDRICA	10.01	6.47	509.17	1.98	67.76	81.38
<b>3</b>	CILÍNDRICA	10.16	6.95	563.46	2.20	82.81	104.09
<b>4</b>	CILÍNDRICA	9.92	6.51	503.15	2.23	84.57	95.01
<b>5</b>	CILÍNDRICA	9.89	6.87	527.76	2.24	82.85	103.67
<b>PROMEDIO</b>				<b>520.68</b>	<b>2.12</b>	<b>78.55</b>	<b>93.93</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

## **5.2. Hipótesis Específicas**

### **5.1.2. Hipótesis Específica H1**

**Al colocar poliestireno expandido como capa estructural incrementa significativamente el CBR en la subrasante en comparación cuando no se coloca.**

Al incorporarse el poliestireno expandido en la capa estructural del pavimento articulado, su estructura celular cerrada actúa como una barrera que distribuye las cargas de manera más uniforme, reduciendo así la presión ejercida sobre la subrasante. El poliestireno expandido tiene buena capacidad de soporte y resistencia, lo que a su vez puede tener un impacto significativo en las propiedades de la subrasante. Se obtuvo con el poliestireno expandido un CBR alto, el cual indica que tiene una mayor capacidad de soporte en suelo blando. Esto puede traducirse en una mayor estabilidad del pavimento, reducción de deformaciones y asentamientos, y una vida útil prolongada del pavimento articulado.

La hipótesis específica N° 1 verdadera, porque al colocar poliestireno expandido en la estructura del pavimento articulado con bloquetas hexagonales de concreto demuestra una estabilización fundamental en el porcentaje de CBR de la subrasante; porque al comparar el ensayo del CBR de la muestra de suelo sin colocar poliestireno expandido, se registró un CBR del 3.75% al 95% de su Máxima Densidad Seca y 4.80% al 100% de su Máxima Densidad Seca. Sin embargo, al aplicar poliestireno expandido, el CBR aumentó considerablemente a un 6.9% al 95% de su Máxima Densidad Seca y 9.10% al 100% de su Máxima Densidad Seca. Estos resultados evidencian de manera determinante que la aplicación de poliestireno

expandido efectivamente estabiliza un suelo blando, mejorando sus propiedades de soporte y resistencia.

**Tabla 30**

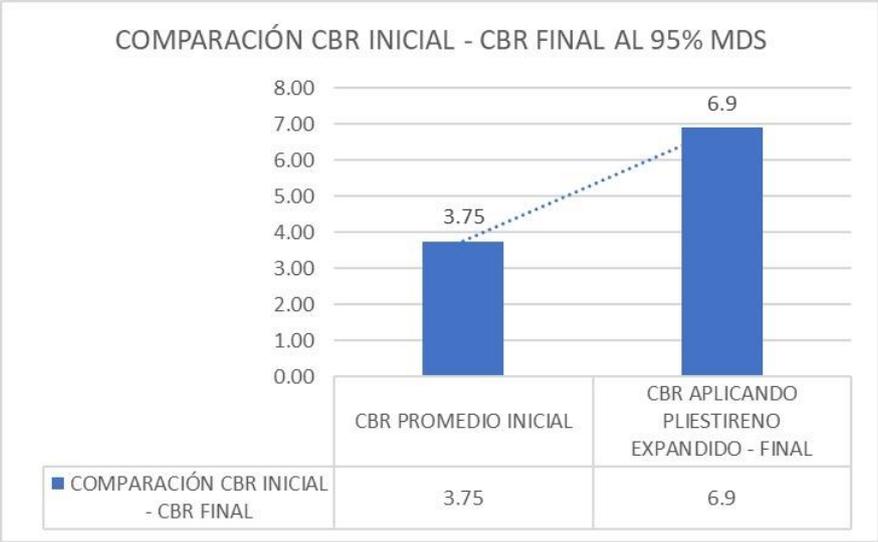
*Contrastación de hipótesis específico N° 1*

Hipótesis Planteada	Resultados Obtenidos	Observaciones
<p><b>La colocación de poliestireno expandido como capa estructural de un pavimento articulado compuesta por bloquetas hexagonales de concreto, sobre suelos blandos; proporciona una dispersión de cargas y capacidad de soporte más eficiente, reduciendo la presión sobre la subrasante y minimiza los efectos de la deformación.</b></p>	<p>El poliestireno expandido mejora las propiedades de soporte y resistencia del suelo blando.</p>	<p>La colocación de poliestireno expandido en el pavimento articulado con bloquetas hexagonales de concreto estabiliza el CBR de la subrasante. Sin el poliestireno, el CBR fueron 3.75% y 4.80% para el 95% y el 100% de la Máxima Densidad Seca. Con poliestireno, los valores aumentaron a 6.9% y 9.10% para el 95% y el 100% de la M.D.S.</p>

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 54**

*Cuadro comparativo del CBR Inicial – Final al 95% de su Máxima Densidad Seca*



Fuente: Elaboración Propia (2023)

**Figura 55**

*Cuadro Comparativo Del CBR Inicial - Final Al 100%*

*De Su Máxima Densidad Seca*



Fuente: Elaboración Propia (2023)

### **5.1.3. Hipótesis específica H2**

**La colocación de poliestireno expandido en la sub base de un pavimento articulado es una opción más económica por tener mayor durabilidad, reducción en los costos de mantenimiento y mejor manejo constructivo en comparación con los materiales convencionales.**

El poliestireno expandido puede ser una opción más económica en comparación con los materiales convencionales debido a su disponibilidad y costos relativamente bajos. Además, su ligereza puede reducir los costos de transporte y manejo durante la construcción. Al colocarlo en la sub base del pavimento, se puede mejorar la estabilidad estructural y prolongar la vida útil del pavimento en general.

El poliestireno expandido puede requerir menos mantenimiento a lo largo del tiempo en comparación con los materiales convencionales. Esto puede traducirse en ahorros significativos en costos de mantenimiento a largo plazo para los proyectos de infraestructura vial.

La hipótesis específica N° 2 es verdadera, porque el poliestireno expandido colocando como sub base acorta los tiempos de ejecución de obra, también minimiza los riesgos de accidentes por ser un material liviano y fácil de manipular. Por el cual, el uso de poliestireno expandido prolonga la vida útil del pavimento, evitando mantenimientos a corto plazo.

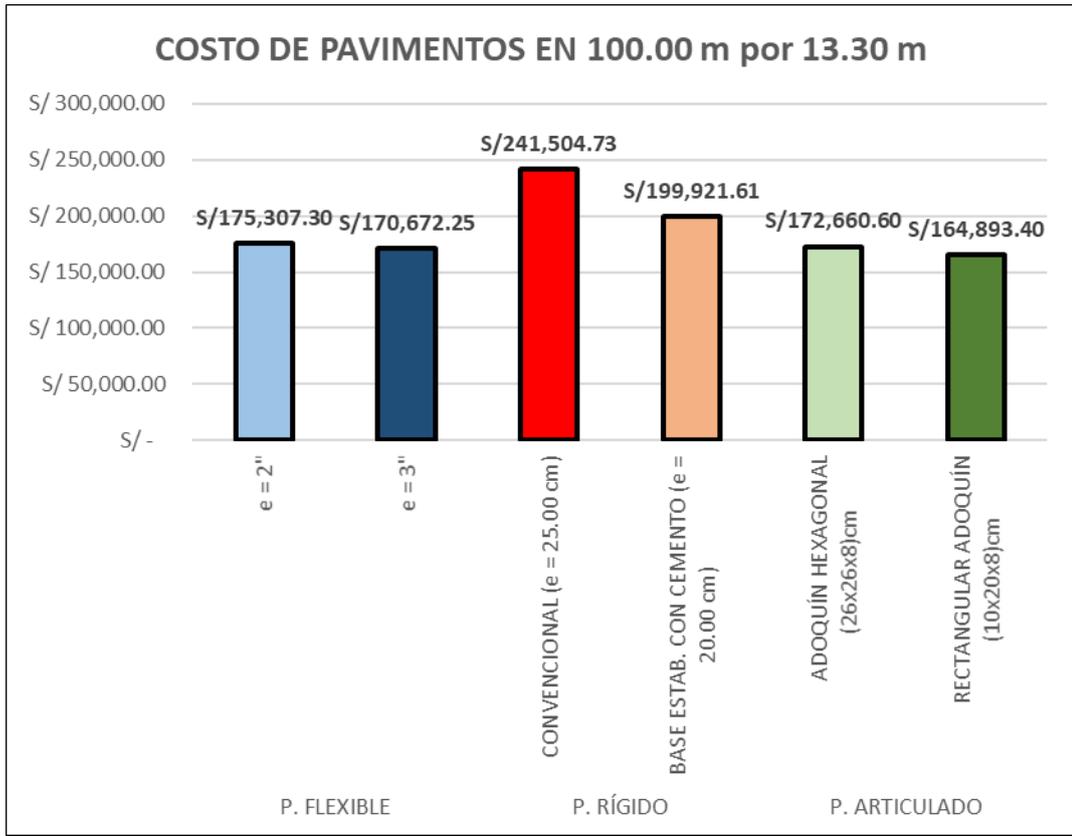
La colocación de poliestireno expandido como capa estructural de un pavimento articulado con bloquetas hexagonales de concreto genera un ahorro de un 4.50% en una comparación con un pavimento articulado convencional. Asimismo, en comparación con los demás tipos de pavimentos tiene una reducción económica de un 31.72%.

**Tabla 31**  
*Contrastación de hipótesis específico N° 2*

Hipótesis Planteada	Resultados Obtenidos	Observaciones
<p><b>La colocación de poliestireno expandido en la sub base de un pavimento articulado es una opción más económica por tener mayor durabilidad, reducción en los costos de mantenimiento y mejor manejo constructivo en comparación con los materiales convencionales.</b></p>	<p>El poliestireno expandido reduce los costos en comparación de los materiales convencionales.</p>	<p>La colocación de poliestireno expandido como capa estructural en un pavimento articulado con bloquetas hexagonales de concreto ahorra un 4.50% en comparación con pavimentos articulados convencionales y reduce los costos en un 31.72% en comparación con otros tipos de pavimentos.</p>

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Figura 56**  
*Comparación de Costos*



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

#### **5.1.4. Hipótesis específica H3**

**Las bloquetas hexagonales en la estructura de un pavimento articulado aportan una mejora significativa en varios aspectos claves; estos incluyen una distribución más uniforme de cargas, una mayor resistencia a la deformación, facilidad de instalación y mantenimiento, así como una mejora en la seguridad vial debido a una mayor adherencia y resistencia al deslizamiento.**

Las bloquetas hexagonales están diseñadas para distribuir las cargas vehiculares de manera más uniforme a lo largo de la superficie del pavimento. Esta distribución uniforme ayuda a reducir los puntos de tensión concentrada, lo que a su vez disminuye el riesgo de deformación y agrietamiento del pavimento bajo cargas pesadas. Su forma hexagonal de las bloquetas proporciona una mayor resistencia a la deformación en comparación con otras formas de adoquines.

Esto significa que el pavimento articulado con bloquetas hexagonales es capaz de soportar cargas de tráfico vehicular sin sufrir deformaciones permanentes, lo que contribuye a una vida útil más prolongada del pavimento. Las bloquetas hexagonales son relativamente fáciles de instalar debido a su forma modular y encajable. Esto puede agilizar el proceso de construcción del pavimento, lo que a su vez puede reducir los costos asociados con la mano de obra y el tiempo de construcción.

Las bloquetas hexagonales de concreto tienen una textura superficial que proporciona una mayor adherencia y resistencia al deslizamiento, especialmente en condiciones climáticas adversas como la lluvia. Esta mejora en la seguridad vial puede reducir el riesgo de accidentes.

De acuerdo al estudio de tráfico se determinó que la calle Vicente Russo, Chiclayo tiene un tránsito pesado medio tipo 2 con un número de ejes equivalentes (*ESAL*'s) de 369 286 EE; Por tanto, al clasificarlo en la tabla de diseño de acuerdo a *ESAL*'s, se determinó como tránsito medio, lo que requiere una resistencia mínima de 27.5 MPa, equivalente a 280.42 kg/cm<sup>2</sup>. En nuestro diseño de la bloqueta hexagonal de concreto hemos optado por un diseño de mezcla de 350 kg/cm<sup>2</sup>, considerando el crecimiento de la población futura vehicular. Por su forma hexagonal distribuye mejor las cargas, tiene una resistencia climática con absorción de agua < 6%; también tiene una resistencia a la flexión  $\geq 3.6$  MPa y una la resistencia al desgaste por abrasión < 23 mm de clase 3.

La hipótesis específica N° 3 es verdadera, porque las bloquetas hexagonales tienen un impacto significativo en la estabilización de suelos blandos. Su resistencia adecuada permite soportar y distribuir cargas de manera eficiente, además por su forma y diseño reduce la vibración de los vehículos.

**Tabla 32**  
*Contrastación de hipótesis específico N° 3*

Hipótesis Planteada	Resultados Obtenidos	Observaciones
<p><b>Las bloquetas hexagonales en la estructura de un pavimento articulado aportan una mejora significativa en varios aspectos claves; estos incluyen una distribución más uniforme de cargas, una mayor resistencia a la deformación, facilidad de instalación y mantenimiento, así como una mejora en la seguridad vial debido a una mayor adherencia y resistencia al deslizamiento.</b></p>	<p>Las bloquetas hexagonales mejoran la resistencia y durabilidad del pavimento, también reduce la necesidad de mantenimiento del pavimento a corto plazo; su forma ayuda a distribuir de manera eficiente las fuerzas aplicadas, reduciendo los puntos de tensión concentrada y reduce las vibraciones de los vehículos.</p>	<p>Las bloquetas hexagonales en el pavimento articulado tienen una resistencia mínima de 27.5 MPa (280.42 kg/cm<sup>2</sup>).                      Nuestras bloquetas hexagonales de concreto están diseñadas con una resistencia de 350 kg/cm<sup>2</sup> por el estudio de tráfico y posee una absorción de agua &lt; 6%; una resistencia a la flexión ≥ 3.6 MPa y una resistencia al desgaste por abrasión &lt; 23 mm, clasificada como clase 3. Su forma hexagonal optimiza la distribución de cargas y reduce las vibraciones de los vehículos.</p>

Fuente: Elaboración Propia (2023)

**Tabla 33**

*Clasificación de acuerdo al ESAL's*

TABLA DE CLASIFICACIÓN DE ACUERDO AL DISEÑO		
TIPO	CAPACIDAD	RESISTENCIA MÍNIMA (MPa)
A	Tránsito Peatonal	17.20
B	Tránsito Liviano	20.50
C	Tránsito Medio	27.50
D	Tránsito Pesado	34.30

Fuente: Elaboración Propia (2023)

**Tabla 34***Especificación de la técnica de la bloqueta hexagonal*

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>		
<b>BLOQUETA HEXAGONAL (8 x 26 x 26) cm</b>		
DIMENSIONES NOMINALES	8 x 26 x 26	cm
DIMENSIONES REALES	8 x 26 x 26	cm
PESO POR PIEZA	8.15	Kg
PIEZAS POR M2	17	m2
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	350.00	Kg/cm2
RESISTENCIA CLIMÁTICA - ABSORCIÓN DE AGUA	< 6 %	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	≥ 3.6	Mpa
RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN	Clase 3	
	< 23	mm

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

### **5.3. Contrastación de Antecedentes**

#### **5.3.1. Antecedentes Internacionales**

**Rizo & Vergel (2020)** en su investigación titulada “Uso del elemento de poliestireno expandido como material alternativo en la construcción de terraplenes dentro de la geotecnia vial”

**Resultado:** Como resultado del estudio fue que al utilizar bloques de Poliestireno Expandido (EPS), se logra reducir significativamente el asentamiento del suelo en alrededor del 8%. También determinó que los bloques de Poliestireno Expandido exhiben propiedades superiores en cuanto la estabilidad, dado que, al aplicar, su capacidad de carga disminuyó en un 31% en comparación con el valor convencional.

**Observaciones:** Comparando con el proyecto de investigación propuesto por los autores, se determinó que el poliestireno expandido estabiliza los suelos blandos mejorando su CBR, ya que en la investigación realizada se obtuvo un 84% de aumento del CBR inicial del 95% de su Máxima Densidad Seca y 89.58% de aumento del CBR inicial al 100% de su Máxima Densidad Seca.

**Santos (2019)** en su tesis titulada “Caracterización del EPS *Geofoam* mediante ensayos de compresión simple e isométrica para su empleo en terraplenes sobre suelos blandos”

**Resultados:** Determinó que en muestras con una densidad de 20 kg/m<sup>3</sup>, se registró una resistencia a la compresión de 63.3 kPa a un 5% de deformación y 81.3 kPa a un 10%. En muestras de 40 kg/m<sup>3</sup>, los valores fueron de 227 kPa al 5% y 267.2 kPa al 10%.

**Observaciones:** Comparando con el proyecto de investigación propuesto por los autores, el cual se determinó una resistencia promedio de 1.30 Kg/cm<sup>2</sup> al 10% de deformación y un esfuerzo a la compresión no confinado promedio de 93.93 kPa.

### **5.3.2. Antecedentes Nacionales**

**Farfan (2021)** en su tesis “Estabilización de subrasantes blandos con aditivos naturales en la vía de Evitamiento Abancay, Apurímac, 2020”

**Resultado:** Demuestra la estabilización de subrasantes poco firmes mediante la aplicación de aditivos naturales. Se resalta que el tratamiento T3 (6% CBCA + 6% NaCl) ha mostrado resultados destacados, clasificando la subrasante como buena, ya que se encuentra dentro de las categorías de CBR  $\geq$  10% a CBR < 20%. Esto contrasta con la muestra de referencia T1, que se clasifica como subrasante regular.

**Observaciones:** Comparando con el proyecto de investigación propuesto por los autores, se determinó que el CBR de la subrasante sin colocar poliestireno expandido, se registró un CBR del 3.75% al 95% de su Máxima Densidad Seca y 4.80% al 100% de su Máxima Densidad Seca. Sin embargo, al aplicar poliestireno expandido, el CBR aumentó considerablemente a un 6.9% al 95% de su Máxima Densidad Seca y 9.10% al 100% de su Máxima Densidad Seca. En comparación del antecedente que mejoró una subrasante regular.

**Justiniano & Mori (2020)** en su tesis “Uso del poliestireno expandido en terraplén para pavimento sobre suelo blando en zona inundable distrito de Punchana - Maynas 2019”

**Resultado:** Determinó que el empleo de bloques de *geoespuma* impacta directamente en el presupuesto de proyectos de infraestructura vial al reducir el costo total de la obra. Esta reducción económica a favor del proyecto que incorpora geoespuma indica que su utilización constituye una alternativa rentable en proyectos de construcción civil.

**Observaciones:** Comparando con el proyecto de investigación propuesto por los autores, el cual se determina que la colocación de poliestireno expandido tiene un ahorro económico de un 47.48% en comparación de otros tipos de pavimentos convencionales.

## CONCLUSIONES

- El poliestireno expandido si es un estabilizador que tiene un impacto positivo para la estabilización de suelos blandos, obteniendo una óptima resistencia al soporte de cargas verticales y horizontales mejorando la resistencia y estabilidad del pavimento articulado, obteniendo un 84% de aumento del CBR inicial al 95% de su Máxima Densidad Seca y 89.58% de aumento del CBR inicial al 100% de su Máxima Densidad Seca, reduciendo las cargas ejercidas a la subrasante se realizó el ensayo a la compresión del poliestireno expandido obteniendo una resistencia promedio de 1.30 Kg/cm<sup>2</sup> al 10% de deformación y un esfuerzo a la compresión no confinado promedio de 93.93 kPa.

- Al analizar el ensayo del CBR de la muestra de suelo sin colocar poliestireno expandido, se registró un CBR del 3.75% al 95% de su Máxima Densidad Seca y 4.80% al 100% de su Máxima Densidad Seca. Sin embargo, al aplicar poliestireno expandido, el CBR aumentó considerablemente a un 6.9% al 95% de su Máxima Densidad Seca y 9.10% al 100% de su Máxima Densidad Seca. Estos resultados evidencian de manera determinante que la aplicación de poliestireno expandido efectivamente estabiliza un suelo blando, mejorando sus propiedades de soporte y resistencia.

- Se determinó que el poliestireno expandido como capa estructural de un pavimento articulado con bloquetas hexagonales de concreto genera un ahorro de un 4.50% en una comparación con un pavimento articulado convencional. Asimismo, en comparación con los demás tipos de pavimentos tiene una reducción económica de un 31.72%.

- Se demostró que las bloquetas hexagonales tienen un impacto significativo en la estabilización de suelos blandos. Su resistencia adecuada permite soportar de manera eficiente, además por su forma hexagonal distribuye mejor las cargas, tienen una resistencia climática con absorción de agua menor al 6%; una resistencia a la flexión mayor o igual a 3.6 MPa y una resistencia al desgaste por abrasión menor 23 mm de clase 3; su diseño reduce la vibración de los vehículos.

## RECOMENDACIONES

- Aplicar poliestireno expandido cuando el CBR sea mayor al 3%.
- Considerar el uso de bloquetas hexagonales en lugar de adoquines rectangulares, el cual ofrecen ventajas resistencia, funcionalidad y durabilidad que los adoquines rectangulares no poseen. Además, su versatilidad en diseño y estabilidad excepcional aumentan significativamente la durabilidad del pavimento.
- Considerar su implementación en proyectos de construcción de pavimentos articulados. Por su notable mejora en la resistencia al soporte de cargas verticales y horizontales, junto con el significativo aumento del índice CBR inicial en un 80% a más, teniendo una eficacia como un agente estabilizador. Esta aplicación no solo puede potenciar la durabilidad y estabilidad del pavimento, sino que también podría disminuir costos y tiempos en la ejecución de proyectos viales.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alarcón, J., Jiménez, M., & Benítez, R. (2020). Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitosos. *Revista de Ingeniería de Construcción*, 35(1), 5–20. <https://doi.org/10.4067/s0718-50732020000100005>
- American Society for Testing and Materials [ASTM]. (16 de Agosto de 2017). Standard Test Methods for Breaking Load and Flexural Properties of Block-Type Thermal Insulation. ASTM C203-99. <https://www.astm.org/c0203-99.html>
- American Society for Testing and Materials [ASTM]. (17 de mayo de 2016). Standard Test Method for Compressive Properties Of Rigid Cellular Plastics. ASTM D1621-10. <https://www.astm.org/d1621-10.html>
- Aquino, M. (2018). Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en subrasante en el distrito de Laredo - Trujillo, La Libertad. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Trujillo]. Repositorio Académico Alicia. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRI\\_0aa101cc25a86cbe2bec49660a2896c5](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRI_0aa101cc25a86cbe2bec49660a2896c5)
- Arzapalo, S. (2020). Evaluación de la influencia de las perlas de poliestireno expandido en el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima - 2020 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Académico de la UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58027>
- Ávila, M. (2019). Diseño del pavimento con adoquines rectangulares de concreto para la renovación vial en la Provincia de Huaral [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio Académico de UPLA. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1379>
- Coronado, O. (2020). Estabilización de suelos granulares no cohesivos de Lambayeque aplicando bacterias calcificantes. *TZHOECOEN*, 12(1), 116–130. <https://doi.org/10.26495/tzh.v12i1.1250>
- Farfan, J. (2021). Estabilización de subrasantes blandos con aditivos naturales en la vía de Evitamiento Abancay, Apurímac, 2020. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Académico de la UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57248>
- Justiniano, P., & Mori, R. (2020). Uso del poliestireno expandido en terraplén para pavimento sobre suelo blando en zona inundable Distrito de Punchana, Maynas 2019 [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Perú]. Repositorio Académico de la UCP. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1320>
- Landi, J., & Nazareno, A. (2019). Análisis comparativo de un relleno tradicional y la aplicación de bloques de poliestireno expandido (EPS) para la cimentación del bloque de aulas de la unidad Milenio Chinca Cantón Esmeraldas. [Tesis de

- pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Académico de la UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44407>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC]. (2014). Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos. Resolución directoral N°10-2014-MTC/14 [https://www.academia.edu/39998925/Manual\\_de\\_Carreteras\\_Seccion\\_Suelos\\_y\\_Pavimentos](https://www.academia.edu/39998925/Manual_de_Carreteras_Seccion_Suelos_y_Pavimentos)
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC]. (2018). Manual de carreteras Diseño Geométrico. Resolución directoral N° 03-2018-MTC/14 (30.01.2018). [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)
- Nieto, J. & Tolentino, Á. (2021). Análisis del comportamiento de los suelos blandos aplicando la técnica de inclusiones rígidas por los métodos numérico y analítico. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico de la UPC. <http://hdl.handle.net/10757/654720>
- Oyola, J. (2020). Estudio comparativo de suelo blando y suelo con el Sistema de Pilas de agregado compactado, Carabayllo 2019. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Académico de la UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51286>
- Pérez, Y. & Vásquez, J. (2018). Diseño de pistas, veredas y red de drenaje pluvial en la urbanización Carlos Stein, Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque. [Tesis de pregrado, Universidad Señor Sipán]. Repositorio Académico de la USS. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/5319>
- Quiroz, J. (2019). Análisis del uso de geobloques para aligerar el relleno en cimentaciones de edificios. [Tesis de pregrado, Universidad De Especialidades Espiritu Santo]. Repositorio Académico UEES. <http://201.159.223.2/handle/123456789/2911?mode=full>
- Rizo, E., & Vergel, M. (2020). Uso del elemento de Poliéstireno Expandido como material alternativo en la construcción de terraplenes dentro de la geotecnia vial. [Tesis de pregrado, Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña]. Repositorio Académico de la UFPSO. <https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/handle/20.500.14167/588>
- Rodríguez, J. (2023). Poliéstireno Expandido (EPS) en obras de ingeniería civil, experiencias frente a una problemática ambiental. [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Académico CRAIUSTA. <http://hdl.handle.net/11634/50145>
- Santos, S. (2019). Caracterización del EPS Geofom mediante ensayos de compresión simple y edométrico para su empleo en terraplenes sobre suelos blandos. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Cartagena]. Repositorio Académico de la UPCT. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/8147>

- Srivastava, D. K., Srivastava, A., Misra, A. K., & Sahu, V. (2019). Sustainability assessment of EPS-geofoam in road construction: a case study. *International Journal of Sustainable Engineering*, 12(5), 341–348. <https://doi.org/10.1080/19397038.2018.1508319>
- Yepes, V. (2014, 23 enero). Estabilización de suelos. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2014/01/23/la-estabilizacion-de-suelos/>
- Yepes, V. (2023, 30 marzo). Componentes principales de un pavimento de hormigón. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2023/03/30/componentes-principales-de-un-pavimento-de-hormigon/>

# ANEXOS

## Anexo 1

### Matriz de Consistencia

 <b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>							
<b>ESTABILIZACIÓN DE SUELOS BLANDOS APLICANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ARTICULADO CON BLOQUETAS HEXAGONALES</b> <b>CALLE VICENTE RUSSO – CHICLAYO</b>							
<b>ELABORADO POR:</b> <b>CARLO AILTHON DÁVILA MONTEZA</b> <b>RAI JOSEPH VÁSQUEZ MONTEZA</b>							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE			DISEÑO	POBLACIÓN
¿CÓMO INFLUYE LA COLOCACIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO COMO CAPA ESTRUCTURAL EN UN PAVIMENTO ARTICULADO COMPUESTO POR BLOQUETAS HEXAGONALES DE CONCRETO SOBRE SUELOS BLANDOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTAR LAS CARGAS GENERADAS POR EL TRÁFICO VEHICULAR EN LA SUPERFICIE DE RODADURA?	DEMOSTRAR QUE LA COLOCACIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO COMO CAPA ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO ARTICULADO COMPUESTO POR BLOQUETAS HEXAGONALES DE CONCRETO, SOBRE SUELOS BLANDOS, CONTRIBUYE LA CAPACIDAD DE SOPORTAR LAS CARGAS GENERADAS POR EL TRÁFICO VEHICULAR EN LA SUPERFICIE DE RODADURA.	LA COLOCACIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO COMO CAPA ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO ARTICULADO COMPUESTO POR BLOQUETAS HEXAGONALES DE CONCRETO, SOBRE SUELOS BLANDOS, PROPORCIONA UNA DISPERSIÓN DE CARGAS Y CAPACIDAD DE SOPORTE MÁS EFICIENTE, REDUCIENDO LA PRESIÓN SOBRE LA SUBRASANTE Y MINIMIZA LOS EFECTOS DE LA DEFORMACIÓN.	X: POLIESTIRENO EXPANDIDO	CAPACIDAD DE SOPORTE	CBR  RESISTENCIA	ENFOQUE DE INVEST. ENFOQUE CUANTITATIVO NIVEL DE INVEST.: FUNDAMENTAL TIPO DE INVEST.: INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL	LA POBLACIÓN ESTÁ LOCALIZADA EN CALLE VICENTE RUSSO, PROVINCIA DE CHICLAYO DE LA REGIÓN DE LAMBAYEQUE
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	V. DEPENDIENTE	BENEFICIOS		TECNICAS	
¿CUÁL ES MEJORAMIENTO DEL CBR ENTRE LA SUB-RASANTE SIN POLIESTIRENO EXPANDIDO Y LA SUB-RASANTE CUANDO SE UTILIZA POLIESTIRENO EXPANDIDO COMO CAPA ESTRUCTURAL?	ANALIZAR EL CBR DE LA SUBRASANTE SIN POLIESTIRENO EXPANDIDO CON EL CBR DE LA SUBRASANTE CUANDO SE COLOCA POLIESTIRENO EXPANDIDO COMO CAPA ESTRUCTURAL.	AL COLOCAR POLIESTIRENO EXPANDIDO COMO CAPA ESTRUCTURAL, INCREMENTA SIGNIFICATIVAMENTE EL CBR EN LA SUBRASANTE EN COMPARACIÓN CUANDO NO SE COLOCA.			FACILIDAD DE TRABAJO	ENSAYOS NORMAS TÉCNICAS	
¿CUÁL ES LA DISPARIDAD DE COSTOS ENTRE LA UTILIZACIÓN DE MATERIALES CONVENCIONALES Y POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SUB-BASE EN PAVIMENTOS ARTICULADOS?	DETERMINAR LOS COSTOS ENTRE MATERIALES CONVENCIONALES Y POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA SUBBASE EN PAVIMENTOS ARTICULADOS.	LA COLOCACIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA SUBBASE DE UN PAVIMENTO ARTICULADO ES UNA OPCIÓN MÁS ECONÓMICA POR TENER MAYOR DURABILIDAD, REDUCCIÓN EN LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO Y MEJOR MANEJO CONSTRUCTIVO EN COMPARACIÓN CON LOS MATERIALES CONVENCIONALES.	Y: ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS BLANDOS	CONDICIONES DE SUELO	BAJA CAPACIDAD PORTANTE  DENSIDAD		
¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS ESPECÍFICOS QUE LAS BLOQUETAS HEXAGONALES OFRECEN A LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO ARTICULADO EN COMPARACIÓN CON OTROS TIPOS DE PAVIMENTOS?	DEMOSTRAR LOS BENEFICIOS ESPECÍFICOS QUE LAS BLOQUETAS HEXAGONALES APORTAN A LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO ARTICULADO.	LAS BLOQUETAS HEXAGONALES EN LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO ARTICULADO APORTAN UNA MEJORA SIGNIFICATIVA EN VARIOS ASPECTOS CLAVES, ESTOS INCLUYEN UNA DISTRIBUCIÓN MÁS UNIFORME DE CARGAS, UNA MAYOR RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN, FACILIDAD DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO, ASÍ COMO UNA MEJORA EN LA SEGURIDAD VIAL DEBIDO A UNA MAYOR ADHERENCIA Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO.		COMPONENTES	POLIESTIRENO EXPANDIDO  BLOQUETAS HEXAGONALES	LABORATORIOS ARTÍCULOS CONTEO VEHICULAR INVESTIGACIONES	COMO MUESTRAS SE UTILIZARON 10 ESPECIMENES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA EL MATERIAL NO CONFINADO, MIENTRAS QUE PARA EL DISEÑO DE BLOQUETAS HEXAGONALES DE CONCRETO SE EMPLEARON 6 PROBETAS DE CONCRETO. ADEMÁS, SE EXTRAJO 50 KG DE SUELO DE 2 CALICATAS PARA LLEVAR A CABO EL ESTUDIO DEL SUELO.

Fuente: Elaboración Propia (2023)

## Anexo 2

### Cotización del Poliestireno Expandido

S 10

**POLEXPAN**  
Soluciones Ingenieriles en Poliestireno Expandido

Ingeniería Civil | Arquitectura | Refrigeración | Empaques | Prototipos | Industria Farmaceutica

**Quote N° #001-0322-2024**

**Lima, martes 27 de febrero del 2024**

**Empresa:** OBD CONTRATISTAS GENERALES SAC **Atención:** Ing. Carlo Davila & Ing. Rai Vasquez  
**Dirección:** **Correo:** obdcontratistasgenerales@gmail.com  
**Ruc:** 20544667069 **Teléfono:** 965 975 869

**De nuestra consideración:**  
Por medio de la presente nos es grato saludarlos y hacerles llegar nuestra cotización por los siguientes bloques de Poliestireno Expandido POLEXPAN.

Code	DESCRIPCIÓN	Unit	Quantity	Price m3	% DSC	UND S/.	TOTAL
Pe1023	Bloquel de Poliestireno Expandido Largo : 2400 mm Ancho : 1200 mm Espesor: 1000 mm Densidad: 20kg/m3	UND	500	S/184.90	00.0%	S/532.51	S/266,255.00

Sale value	Dcto.	Sales Taxes 18%	TOTAL
S/218,329.10	S/00.00	S/47,925.90	S/266,255.00

**Tiempo de entrega:**  
Una vez recibida la Orden de Compra y/o realizado la cancelación del monto señalado se entregará en 20 días o según programación acordada con el cliente.

**Forma de pago:**  
Pago adelantado del 100% en depósito y/o transferencia bancario via BCP

**Validez de la oferta:**  
07 días a partir de la fecha de emisión de la presente cotización.

**Lugar de entrega:**  
En Lima - Metropolitana, lugar indicado por el cliente sin ningún costo alguno.

En caso de ser aprobado la cotización favor remitir al siguiente correo electrónico: [ventas@polexpan.com.pe](mailto:ventas@polexpan.com.pe) la Orden de Compra o cotización aceptada con los siguientes datos:

**Empresa:** **POLEXPAN E IRL**  
**Dirección:** Mz D9 Lt 30 Urb Asoc. Viv Sapotal I Etapa Santa Anita  
**Ruc:** 20551852718

**Cuentas Bancaria para realizar pago:**  
Cuenta corriente Banco de Credito BCP  Soles: **191-2066504-0-76** CCI: **00219100206650407650**

**Sin otro en particular y a la espera de sus gratas ordenes quedamos de ustedes a su completa atención.**  
Atentamente;

Ing. Cesar Noreña  
  
Sales Manager  
**Polexpan Company**

Creacion de Usuario Christian A. Ultimo Usuario: Robert Osorio  
Fecha: 27/02/2024 Hora 17:38:51

**REALIZA TU COMPRA SIN SALIR DE TU OBRA ASÍ DE FÁCIL**



MARCA (01) 780-8678  
y ordena los productos que necesitas.

→



REALIZA EL PAGO de tus productos a través de cualquiera de nuestros medios de pago.

→



RECIBE TU COMPRA En la puerta de tu casa u obra ahorrando tiempo y dinero en el traslado. También puedes retirar tu compra en tienda.

Fuente: POLEXPAN (2023)



Av. Iquitos Nro. 800 - La Victoria  
Telf. (01) 240-1406 - Cel. 936-090-441  
ventas@inperpol.com.pe

RUC:20608548450  
COTIZACIÓN  
CT01-00005038

miércoles, 28 de febrero del 2024 | 09:16

Señores:

**OBD CONTRATISTAS GENERALES S.A.C**

Reciban un cordial saludo, para nosotros es un placer saludarle. El motivo de la presente es darle respuesta a su solicitud de cotización. A continuación les presentamos la información que ha solicitado:

Cant.	Und.	Descripción	P.U.	Importe
2000	NIU	BLOQUES DE TECNOPOR 1.00MTS X 1.20MTS X 2.40MTS D20KG/M3 (P= 57.60 +/- 5%)	610.17	1,220,338.98

**SubTotal:** 1,220,338.98

**Tiempo de Entrega:** 25 blouques diarios o entregas segun espacio en obra.

**IGV(18%):** 219,661.02

**Vigencia de Cotización:** 30 Días Calendario

**Total Neto:** 1,440,000.00

**Cuenta de Detracción:** -

**Moneda:** Soles

**Forma de pago:** Depósito Bancario

**Cuenta(s) Bancaria(s) - Titular: INDUSTRIA PERUANA DEL POLIESTIRENO S.A.C.**

Tipo	Banco	Cuenta	Cuenta Interbancaria
CTA. CTE. SOLES	BBVA	0011-0659-01000189-54	011-659-000100018954-06
CTA. CTE. SOLES	INTERBANK	200-3004339930	003-200-003004339930-39
CTA. CTE. SOLES	SCOTIABANK	000-1936929	009-036-000001936929-57
CTA. CTE. SOLES	BCP	191-9849641-0-21	002-19100984964102152

Quedamos a su disposición para cualquier consulta adicional o requerimiento que pueda tener. Esperamos con entusiasmo la posibilidad de trabajar juntos y superar sus expectativas.

Cordialmente,

**Maria Utia**

**Asesor(a) Comercial**

Av. Iquitos Nro. 800 - La Victoria - Lima  
Telf. (01) 240-1406 - Cel. 923-413-406 - Cel. 983-478-253  
Web. www.inperpol.com.pe

**Fuente: INPERPOL (2023)**

## Anexo 3

### Cotización de las Bloquetas Hexagonales



**COTIZACIÓN N° 10**



9001:2015  
PRODUCTOS CERTIFICADOS

**PARA:** OBD CONTRATISTAS GENERALES S.A.C  
**RUC:** 20544667069  
**DIRECCIÓN:** HYO  
**SEÑOR(ES):** ING. CARLO DÁVILA e Ing. RAI VASQUEZ  
**TELÉFONO:** 988801025  
**FECHA:** 27/02/2024

Reciba un cordial saludo a nombre de la empresa **COMAPE E.I.R.L.** En el siguiente cuadro, se detalla la cotización solicitada.

**PRODUCTO:**

GRANALLAS Y MARMOLINA 
 ADOQUINES 
 LAJAS Y FACHALETAS 
 OTROS

ITEM	PRODUCTOS	DESCRIPCION	PESO X M2	RENDIMIENTO M2	REQUER X UND	REQUER X M2	PRECIO X M2	SUB. TOTAL
1	ADOQUINES DE CONCRETO HEXAGONAL	(26x26x8)cm	90 KG	15		1330	S/ 39.90	S/ 47,880.00
2	ADOQUINES DE CONCRETO RECTANGULAR	(10x20x8)cm	125 KG	50		1330	S/ 59.90	S/ 79,667.00
<b>TOTAL</b>								S/ 127,547.00

- Precio incluye IGV
- Precio incluye CERTIFICADO DE CALIDAD
- Incluye el cargado almacen planta huallhuas-hyo
- Forma de pago: vía BCP 50% a la firma del contrato y la cancelacion 4 días antes del inicio recojo del material
- **RUC: 20360297579 - "CONCRETOS Y MARMOLES PERALTA CONSTRUCTORA EIRL**



C.C. BCP SOLES HYO	355 - 1986202 - 0 - 03
CCI BCP SOLES HYO	00235500198620200369

- Fecha de entregas: POR COORDINAR DESPUES DE LA FIRMA DE COMTRATA
- Horario de atención para despachos en planta huallhuas de lunes a viernes: 8:00 a.m. a 5:00 p.m. – sábados hasta medio día
- Es importante cumplir los horarios dados, ya que los cargadores no disponen de tiempo en cuestión de recojo de material.
- No se aceptan cambios ni devoluciones después de la firma del contrato.
- Pedido especial a producir y entrega en la fecha indicada.

DURACION DE COTIZACION 30 DIAS



**ELMER TAIFE**  
**VENTAS TAMBO HYO**  
 Telf. 971883768

Fuente: COMAPE (2023)



FECHA: 28/02/2024  
COTIZACION N° 002953  
VIGENCIA: 30 DIAS  
CONCRETOS PARVA S.A.C RUC: 20571588081  
AV. EL MILAGRO N°798-SANTA MARIA-HUAURA  
CEL: 994602051  
CORREO: [VENTAS@PARVA.PE](mailto:VENTAS@PARVA.PE)  
[WWW.PARVA.PE](http://WWW.PARVA.PE)

EMPRESA: OBD CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

RUC: 20544667069

CANT	DESCRIPCION	UND.	PRECIO	TOTAL
20,000	ADOQUINES MODELO HEXAGONAL Medidas 26 x 26 x 8 cm	UND.	S/. 3.50	S/. 70,000.00
70,000	ADOQUINES MODELO RECTANGULAR Medidas 10 x 20 x 8 cm	UND.	S/. 1.50	S/. 105,000.00
				S/. 175,000.00

MATERIAL RECOGIDO DE PLANTA

#### CONDICIONES PARA LA COMPRA

1. Todos los precios incluyen IGV.
2. Material recogido de planta en Av. El milagro 798 – Santa María.
3. Se atenderá, 2 meses después de realizar la compra.
4. Forma de pago al contado.

CUENTA CORRIENTE DEL BANCO DE CREDITO DEL PERU A NOMBRE:

CONCRETOS PARVA SAC

335-2647266-0-97 / CCI 00233500264726609781

Atte.  
Victoria Arias Saavedra  
Cel: 994602051

Dirección Planta PARVA: Av. El Milagro N. 798 - Santa Maria - Huaura  
Cel. Ventas y Consultas: 994 602 051  
[ventas@parva.pe](mailto:ventas@parva.pe) / página web: [www.parva.pe](http://www.parva.pe)



Fuente: PARVA (2023)



PROFORMA  
N° 0303- 2024

DIA	MES	AÑO
28	2	2024

**ADOQUINES PANOT-LOSETAS PANOT – BALDOSAS DE TERRAZO**

Mosaico Hidráulico, Tableros de Mármol, Granito, Cuarzo,

Terrazo Pre-Mezclado, Cera Selladora, Piedras Abrasivas, Perfiles de Aluminio, Ácidos Oxálicos, Fraguas, Pegamentos.

Señores: OBD CONTRATISTAS GENERALES S.A.C  
Atención: **Ing. Rai Vasquez - Ing. Carlo Dávila**

Ruc: 20544667069  
Movil 980 468 822

CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT	IMPORTE
1330 m2	<b>Adoquin de Concreto Bicapa Vibro-Prensado Hexagonal</b> <b>en las siguientes especificaciones:</b> Formato 26 x 26 x 8 cm aprox.	S/ 69.30	S/ 92,169.00
1330 m2	<b>Adoquin de Concreto Bicapa Vibro-Prensado Rectangular</b> <b>en las siguientes especificaciones:</b> Formato 10 x 20 x 8 cm aprox.	S/ 56.80	S/ 75,544.00
<b>Total:</b>			<b>S/ 167,713.00</b>

**Los Precios Incluyen Descuentos e IGV 18%**

Condiciones:

1. Tiempo de Entrega : 25 días útiles previo pago.
2. Forma de Pago : 100% ADELANTADO
3. Validez de la Oferta : 30 Días Calendarios.
4. Una vez realizada la compra no se aceptan cambios ni devoluciones.

*Mia Abril*

994150082

**Nota: • Solo se despachan pedidos previamente facturados y cancelados al 100%.**

- Toda entrega se realiza en Planta Lima 1 (Jr. Ramón Cárcamo 760-Cercado de Lima).
- **Solo suministramos el material, no realizamos el servicio de instalación.**
- La mercadería viaja por cuenta y riesgo del comprador.
- **En caso de que la mercadería no se haya recogido en un plazo máximo de 7 días hábiles estará sujeta a cobro por almacenaje.**
- Esta venta está efectada a los aumentos que ocurran mientras el comprador no haya retirado la mercadería.
- **TODA COMPRA APROBADA Y CANCELADA, es señal de conformidad, por lo que NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES O CAMBIOS, siendo de entera responsabilidad del cliente.**
- El granito, el terrazo y el homigón por ser productos de la naturaleza pueden presentar variaciones INEVITABLES de tonalidad en el color por lo tanto no garantizamos uniformidad entre sus lotes o incluso dentro de la mismos.
- Los granos utilizados para los terrazos premezclados y la baldosas prefabricadas pueden variar de tamaño y tonalidad según el proveedor.
- Las baldosas pueden presentar EFLORESCIENCIAS que influyen en el color, estos son originados por la humedad y reacción del cemento mientras están embalados.
- En el caso del azul y el celeste no garantizamos la permanencia del color en el tiempo.
- Las muestras entregadas para su aprobación son REFERENCIALES por lo que no garantizamos los cambios de tonalidades o tamaños en los agregados por ser insumos de la naturaleza.

Depósito en Cta. Cte. a nombre de: <b>EPROM PAVIMENTOS URBANOS S.A.C.</b>	
<b>BANCO CONTINENTAL: BBA</b>	CCI:
SOLES: 0011-0609-57-0100010306	011-609-000100010306-57
DÓLARES: 0011-0609-51-0100010314	011-609-000100010314-51
<b>BANCO DE CREDITO: BCP</b>	CCI:
SOLES: 191-8142183-0-71	002-191-008142183071-52
DOLARES: 191-2682893-1-37	002-191-002682893137-53

Fuente: EPROM (2023)

**Anexo 4**  
**Cotización de Concreto**

 CHICLAYO N° Pág. 1 / 2	<b>DISTRIBUIDORA NORTE PACASMAYO SRL.</b>  Dirección: Mz. E Lt. 1. Parque Industrial Carretera Pimentel. Chiclayo Teléfonos: 074 – 219522 Página web: www.dino.com.pe	 SGC-REG-05-D1013 Versión 02
	<b>COTIZACIÓN N°341 - 2024 JPF / CIX</b>	

Chiclayo, 04 Marzo del 2024

Señor : CARLO DÁVILA Y RAI VASQUEZ  
 Obra : "Pavimentación de la Calle Vicente Russo - Chiclayo"  
 Dirección : DISTRITO DE CHICLAYO  
 Asunto : Suministro De Concreto Premezclado

Estimado cliente reciba nuestro cordial saludo y por medio de la presente adjuntamos nuestra propuesta económica de suministro de Concreto Premezclado:

**1. Condiciones del Suministro**

- 1.1. El suministro de Concreto Pacasmayo es conforme a la NTP 339.114 Concreto Premezclado
- 1.2. La cotización se ha elaborado considerando que la conformidad de la resistencia a la compresión se realizará a los 28 días y será medida en probetas elaboradas, curadas y ensayadas en condiciones normalizadas.

**2. Condiciones del Servicio**

- 2.1. La venta se efectuará en metros cúbicos de concreto fresco, considerándose el volumen de concreto entregado y no el que se coloca debido a los desperdicios, sobre excavaciones, etc.
- 2.2. El cliente dispone de 30 minutos desde la llegada de la unidad (mixer) a obra, para iniciar la descarga del concreto suministrado. Luego de este tiempo DINO S.R.L., no se responsabiliza por la pérdida de asentamiento, ni por el incremento de temperatura.
- 2.3. El servicio de bombeo se realizará sólo para concretos de resistencias mayores o iguales a 175 kg/cm<sup>2</sup>.
- 2.4. El volumen mínimo de despacho para descarga directa y con servicio de bomba será de 7 m<sup>3</sup>.
- 2.5. La atención se efectuará de Lunes a Sábado. Los días Domingos y feriados se deberá coordinar anticipadamente disponibilidad y el costo adicional para atención.

**3. Oferta Económica**

DESCRIPCION CONCRETO	UND	PRECIO SIN IGV
CONCRETO 175-I-H67-A5	M3	346.62
CONCRETO 210-I-H67-A5	M3	357.52
CONCRETO 210-V-H67-A5	M3	439.27
CONCRETO 280-V-H67-A5	M3	504.67
SERVICIO DE BOMBA	M3	45.00

**4. Condiciones de Venta**

- 4.1. La cotización está dada en Nuevos Soles.
- 4.2. Los precios NO incluyen el I.G.V. (18%)
- 4.3. La cotización será válida durante 15 días contabilizados a partir de la fecha de emisión.
- 4.4. El pago es al contado en nuestras cuentas bancarias, previo al despacho y/o presentación de una Carta Fianza.
- 4.6. Al realizar el pago, favor de consignar en el comprobante, el número de RUC de la empresa a la cual se le efectuará la facturación para luego hacemos llegar el mismo a fin de validar el depósito y proceder al despacho.

**5. Otras Consideraciones:**

- 5.1. El cliente mantendrá el buen acceso a los lugares de despacho.
- 5.2. Los requerimientos deberán ser confirmados un día previo al despacho, como máximo hasta las 9:30 am, después de ello, la atención estará supeditada a la disponibilidad de la programación diaria.
- 5.3. En caso de requerirse incluir fibras al concreto, estas se deben incorporar en la planta concretera.

 CHICLAYO N° Pág. 2 / 2	<b>DISTRIBUIDORA NORTE PACASMAYO SRL.</b>	
	Dirección: Mz. E Lt. 1. Parque Industrial Carretera Pimentel. Chiclayo Teléfonos: 074 – 219522 Página web: www.dino.com.pe	
	<b>COTIZACIÓN N°341 - 2024 JPF / CIX</b>	SGC-REG-05-D1013 Versión 02

5.4. Los detalles técnicos adicionales y otros deberán ser coordinados entre vuestro departamento técnico y nuestra área de producción con la debida anticipación.

#### 6. Aseguramiento de la Calidad:

El concreto se produce con CEMENTOS PACASMAYO y materiales de calidad comprobada, los cuales son conformes a los requisitos de las siguientes normas:

- Cementos: Tipo I y Tipo V (NTP 334.009 / ASTM C150), Tipo MS (NTP 334.082 / ASTM C1157)
- Agregados: NTP 400.037 / ASTM C33
- Agua: NTP 339.088 / ASTM C1602
- Aditivos: NTP 334.088 / ASTM C494

DINO SRL solo aceptará reclamos por resistencia del concreto si se cumple con lo indicado en la ficha adjunta. Condiciones para la aceptación de reclamos por resistencia del concreto.

De encontrar conforme nuestra propuesta agradeceremos emitir la Orden de Compra correspondiente en los términos de la presente propuesta.

Agradeciéndoles la atención a la presente, quedamos a su entera disposición para cualquier consulta.



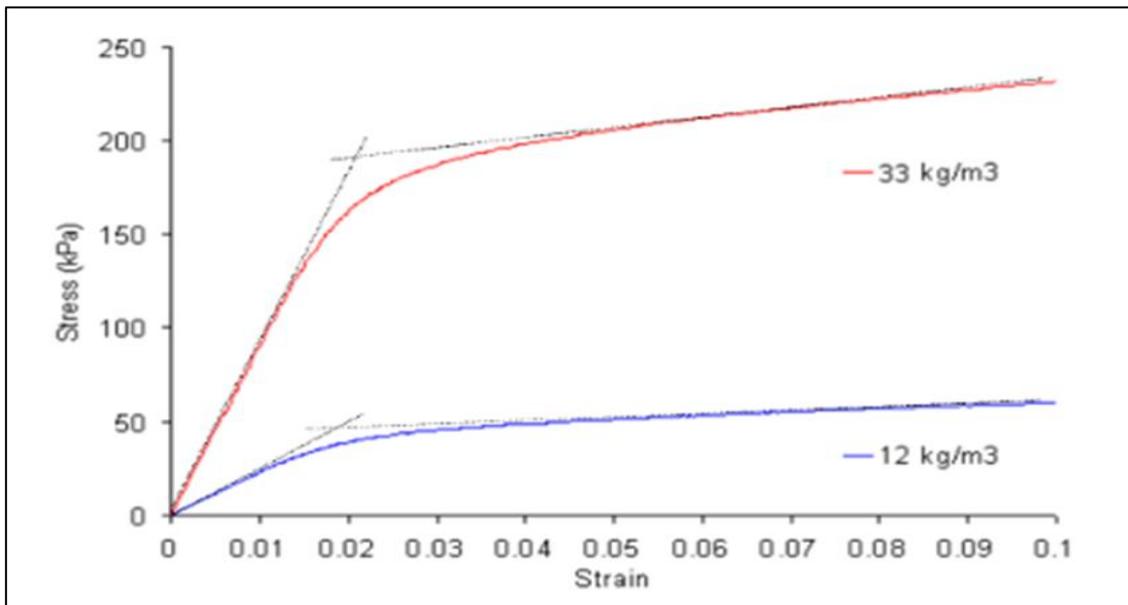
Ing. Jahidy Pérez Fustamante

Asesor Técnico Comercial  
 DINO SRL - Suc. Chiclayo  
 Cel. 951445419  
[jperezf@dino.com.pe](mailto:jperezf@dino.com.pe)  
[www.dino.com.pe](http://www.dino.com.pe)

**Fuente:** Dino (2024)

## Anexo 5

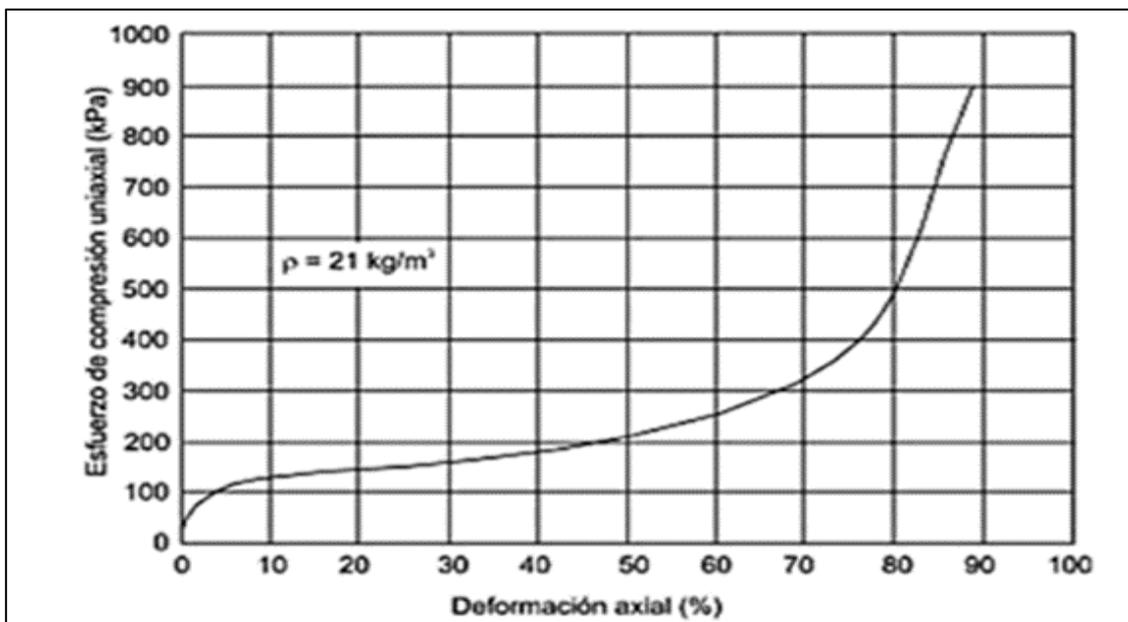
Curva tensión - deformación a compresión uniaxial del EPS



Fuente: Santos (2019)

## Anexo 6

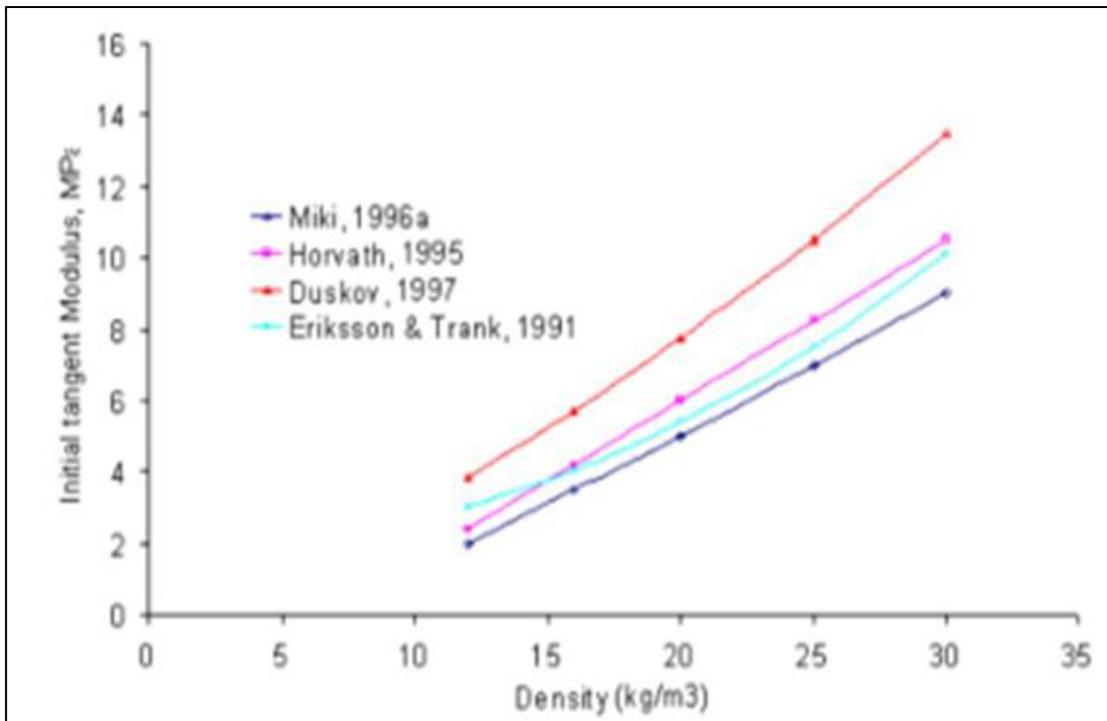
Curva esfuerzo - Deformación bajo carga rápida



Fuente: Santos (2019)

## Anexo 7

### Módulo tangente inicial del geofóam



Fuente: Santos (2019)

## Anexo 8

### Panel Fotográfico

#### ESTUDIO PRELIMINAR





## ESTUDIO TOPOGRÁFICO





## REALIZACIÓN DE CALICATAS





## CONTENIDO DE HUMEDAD





# ENSAYO DEL CBR



viernes, 22 de setiembre de 2023  
Perú

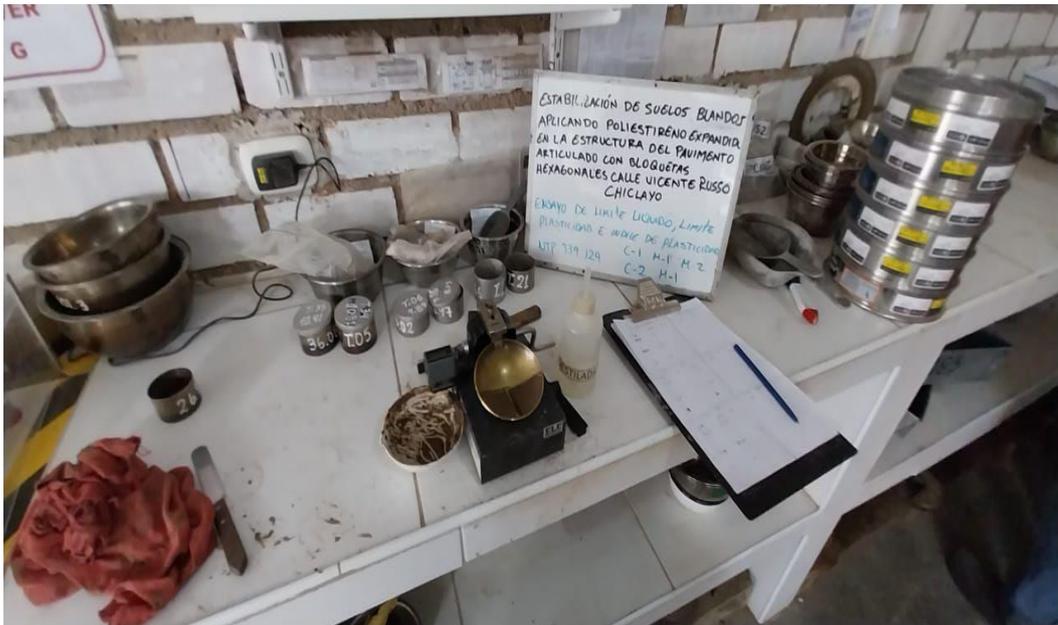


viernes, 22 de setiembre de 2023  
Perú





# ENSAYO DE LIMITE Y PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD



# ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO





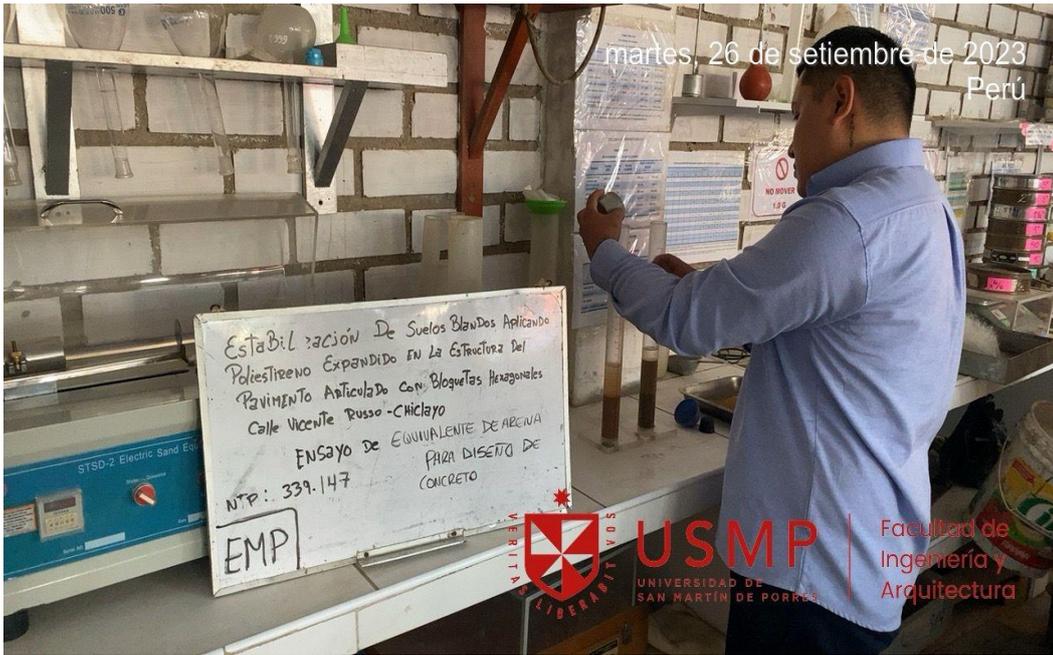
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO





DISEÑO DE CONCRETO CON F' C 350









miércoles, 27 de setiembre de 2023  
Perú



## Anexo 9

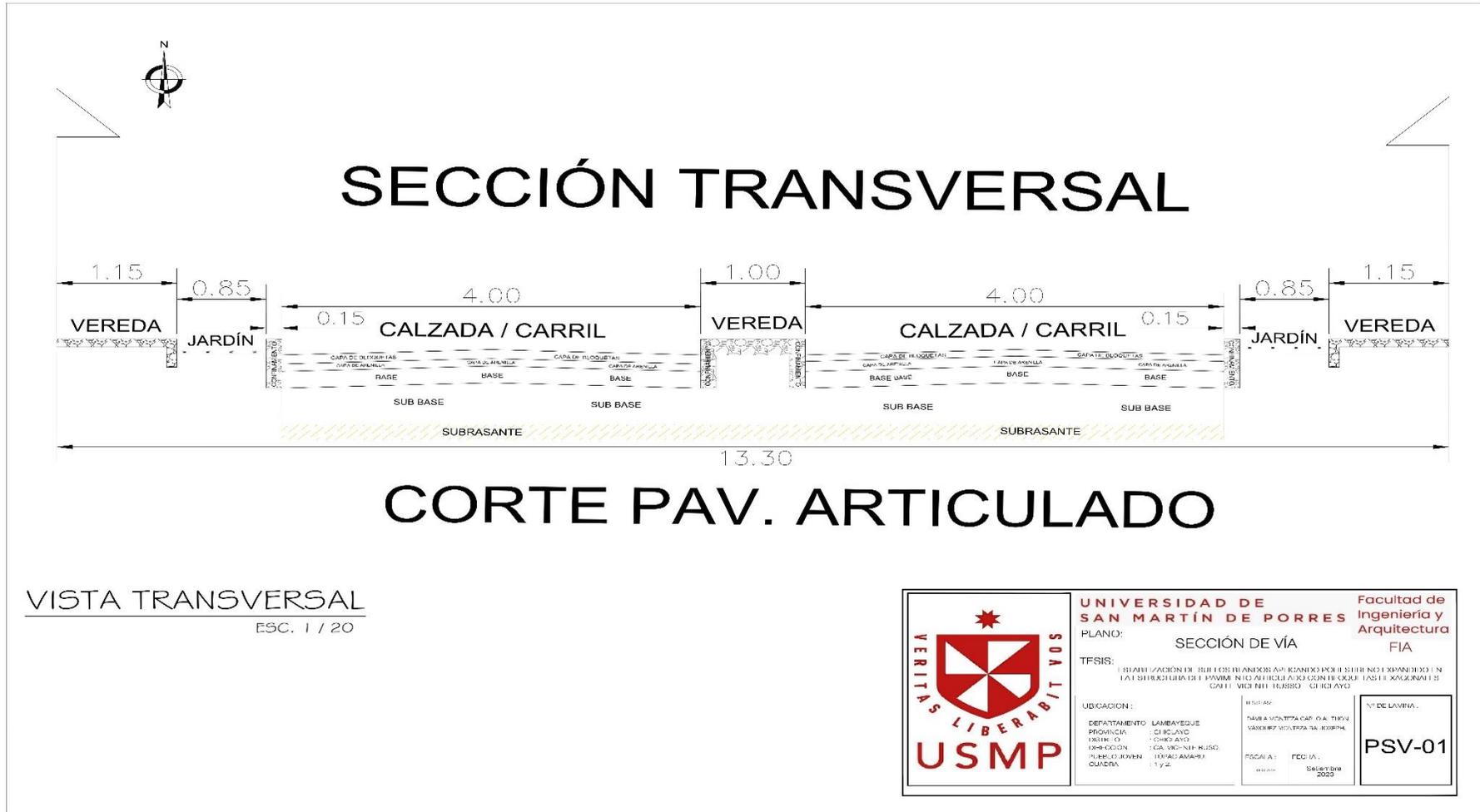
### Coordenadas UTM

COORDENADAS UTM			
PUNTO	ESTE	NORTE	COOR. CONCATENADAS
PI - 1	626380.984	9251890.064	626380.984,9251890.064
2	626394.281	9251889.789	626394.281,9251889.789
3	626378.122	9251851.042	626378.122,9251851.042
4	626391.419	9251850.767	626391.419,9251850.767
5	626377.675	9251844.949	626377.675,9251844.949
6	626390.972	9251844.674	626390.972,9251844.674
7	626373.876	9251813.623	626373.876,9251813.623
8	626387.174	9251813.347	626387.174,9251813.347
9	626370.368	9251883.972	626370.368,9251883.972
10	626383.665	9251783.697	626383.665,9251783.697
11	626369.609	9251766.515	626369.609,9251766.515
12	626382.906	9251766.239	626382.906,9251766.239
13	626364.487	9251726.854	626364.487,9251726.854
14	626377.784	9251726.579	626377.784,9251726.579
15	626359.528	9251688.186	626359.528,9251688.186
16	626372.662	9251686.918	626372.662,9251686.918
17	626372.106	9251660.076	626372.106,9251660.076
18	626371.107	9251660.097	626371.107,9251660.097
19	626350.565	9251686.940	626350.565,9251686.94
20	626350.565	9251687.940	626350.565,9251687.94

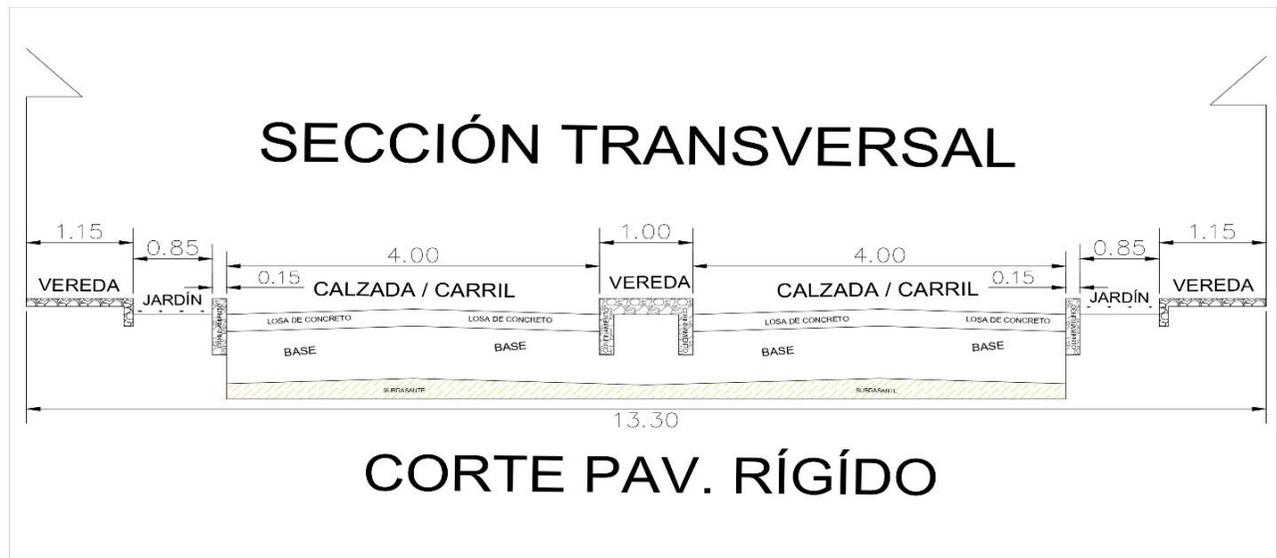
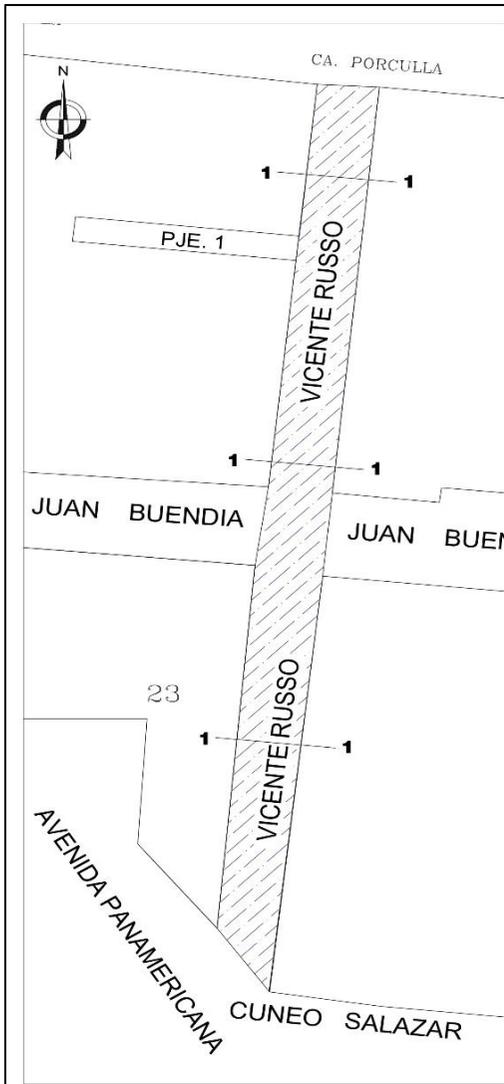
COORDENADAS UTM VEREDAS			
PUNTO	ESTE	NORTE	COOR. CONCATENADAS
1	626381.984	9251890.043	626381.984,9251890.043
2	626393.281	9251889.089	626393.281,9251889.089
3	626379.122	9251851.021	626379.122,9251851.021
4	626389.972	9251842.694	626389.972,9251842.694
5	626378.675	9251844.928	626378.675,9251844.928
6	626374.876	9251813.602	626374.876,9251813.602
7	626386.174	9251813.368	626386.174,9251813.368
8	626371.368	9251783.951	626371.368,9251783.951
9	626382.665	9251783.717	626382.665,9251783.717
10	626370.609	9251766.494	626370.609,9251766.494
11	626381.907	9251766.260	626381.907,9251766.26
12	626365.487	9251726.833	626365.487,9251726.833
13	626376.785	9251726.599	626376.785,9251726.599
14	626360.365	9251687.173	626360.365,9251687.173
15	626371.662	9251686.939	626371.662,9251686.939
16	626371.107	9251660.097	626371.107,9251660.097
17	626350.565	9251686.940	626350.565,9251686.94

**Fuente:** Elaboración Propia (2023)

**Anexo 10**  
**Planos**



**Fuente:** Elaboración Propia (2023)



<b>ANCHO DE VÍA</b>	13.3	ml.
<b>LONGITUD DE VÍA</b>	218.06	ml.

VISTA TRANSVERSAL  
ESC. 1 / 25

VISTA EN PLANTA  
ESC. 1 / 500

**UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES** Facultad de Ingeniería y Arquitectura

PLANO: SECCIÓN DE VÍA FIA

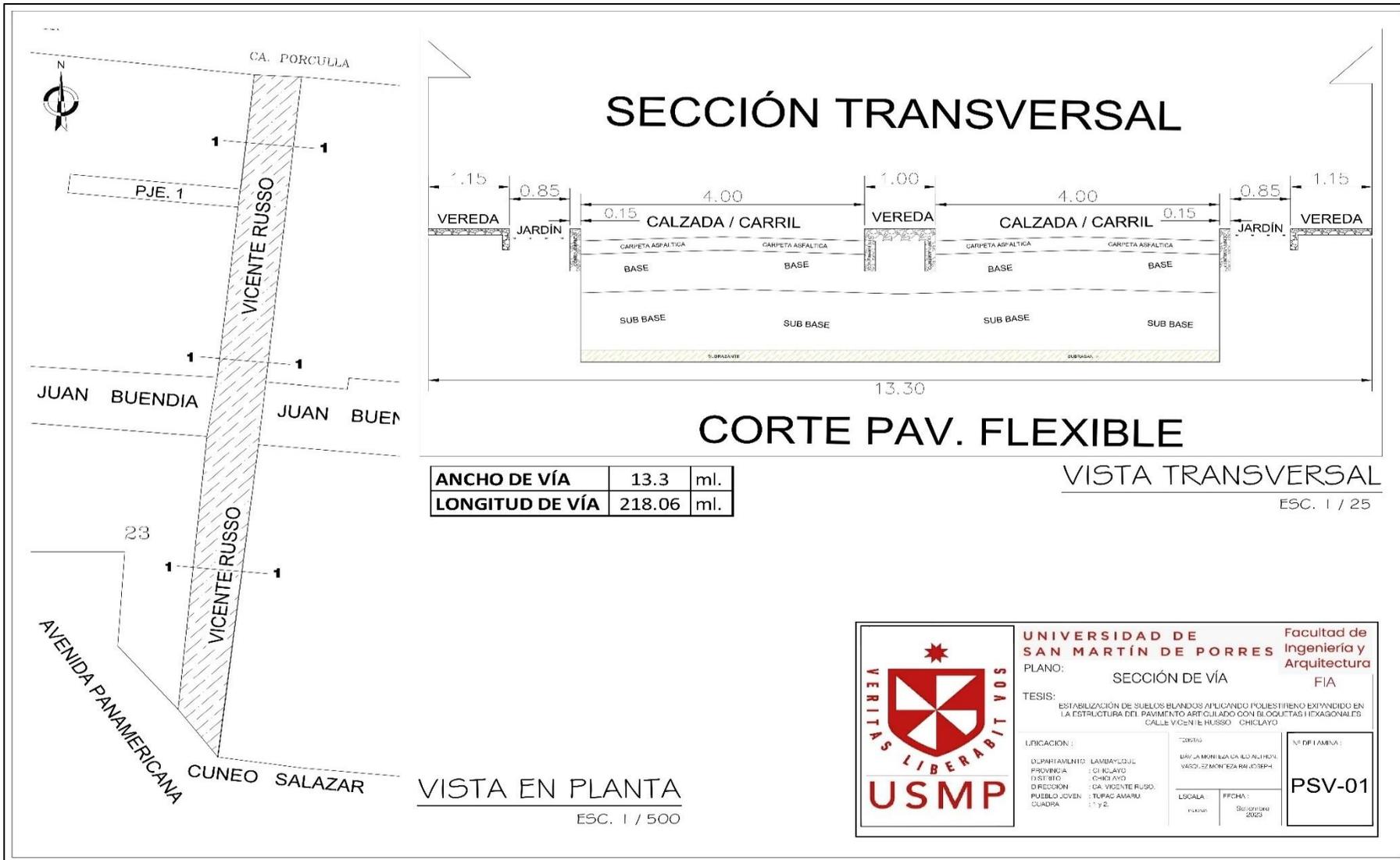
TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS BLANDOS APLICANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ARTICULADO CON BLOQUETAS HEXAGONALES CALLE VICENTE RUSSO - CHICLAYO

UBICACIÓN:	DEPARTAMENTO : ICA	PROVINCIA : CHICLAYO	DISTRITO : CHICLAYO	DIRECCIÓN : CA. VICENTE RUSSO	PUEBLO JÓVEN : TURPAC AMARU	QUILÓMETRO : 1 y 2
FECHA:	DÍA/MES/AÑO : 04/11/2020		AUTOR : CÁVILA MONTEZA CARLO ALTHON VÁSQUEZ MONTEZA PAJ JOSEPH			
ESCALA:	1:1	FECHA:	04/11/2020			

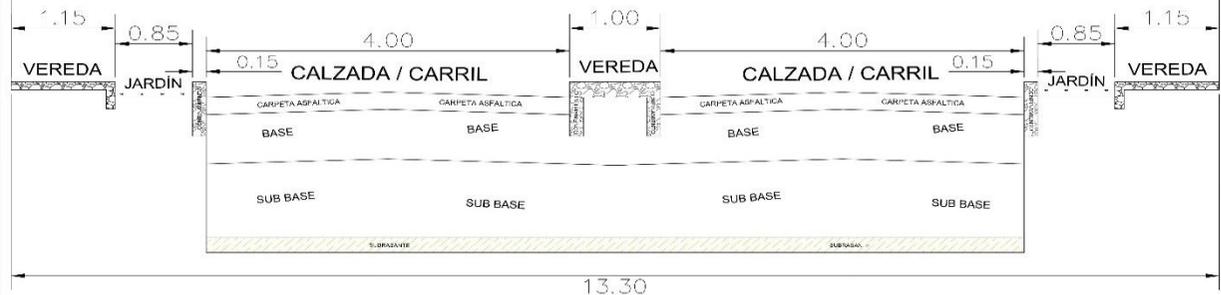
Nº DE LÁMINA:

## PSV-01

Fuente: Elaboración Propia (2023)



# SECCIÓN TRANSVERSAL



# CORTE PAV. FLEXIBLE

## VISTA TRANSVERSAL

ESC. 1 / 25

<b>ANCHO DE VÍA</b>	13.3	ml.
<b>LONGITUD DE VÍA</b>	218.06	ml.

# VISTA EN PLANTA

ESC. 1 / 500



**USMP**

**UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES**

PLANO: SECCIÓN DE VÍA

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS BLANDOS APLICANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ARTICULADO CON BLOQUETAS HEXAGONALES CALLE VICENTE RUSSO - CHICLAYO

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

FIA

UBICACION:		CARRERA:		N° DE PLANIMETRIA:	
DISTRITO:	LAMBAYECHE	AV. LA MONTEBLANCA DE LOS ALTIOS VASCOZ MONTENA RAJASEPH		<b>PSV-01</b>	
PROVINCIA:	CHICLAYO	CALLE VICENTE RUSSO - CHICLAYO			
DISTRITO:	CHICLAYO	ESCALA:	FECHA:		
DIRECCION:	CA. VICENTE RUSSO	1:1	Setiembre 2023		
PUEBLO JOVEN:	TUPAC AMARU				
CUADRA:	1 y 2				

Fuente: Elaboración Propia (2023)





## **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN**

**“Estabilización de Suelos Blandos aplicando  
Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento  
articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente  
Russo – Chiclayo”**

**Solicitantes:**

- **Carlo Dávila Monteza**
- **Rai Vásquez Monteza**



**SETIEMBRE 2023**

Av. Vicente Russo Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab20@gmail.com](mailto:servicios_lab20@gmail.com)



**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

INDICE

<b>I. MEMORIA DESCRIPTIVA</b> .....	<b>3</b>
1.1. INFORMACION PREVIA.....	3
1.1.1. DESCRIPCION.....	3
1.1.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	3
1.1.3. NORMATIVIDAD.....	4
1.2. SOLICITANTE.....	4
1.3. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	4
1.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA.....	6
1.5. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS DE LA ZONA.....	7
1.5.1. GEOLOGÍA.....	7
1.5.2. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	9
1.6. TRABAJOS EN CAMPO.....	10
1.6.1. CALICATAS O POZOS DE EXPLORACIÓN.....	10
1.6.2. MUESTREO Y REGISTRO DE EXCAVACIONES.....	11
1.7. INVESTIGACIONES REALIZADAS.....	11
1.8. ENSAYO DE LABORATORIO.....	12
1.8.1. ENSAYOS ESTÁNDAR.....	12
1.8.2. ENSAYOS ESPECIALES.....	14
1.8.3. ENSAYOS QUÍMICOS.....	15
1.9. CLASIFICACIÓN DEL SUELO.....	16
1.10. PERFILES ESTATIGRAFICOS.....	17
1.11. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA.....	19
1.12. VALOR CBR DE LA SUBRASANTE.....	19
1.13. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATIO. (ANEXO 2).....	20
1.14. ANALISIS ADICIONALES.....	20
1.14.1. ANÁLISIS QUÍMICO DE SALES.....	20
<b>II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>21</b>
2.1. CONCLUSIONES.....	21
2.2. RECOMENDACIONES.....	22
<b>III. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>23</b>

---

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



IV. ANEXOS .....	24
4.1. ANEXO 1: Perfil estratigráfico y Resumen del suelo.....	24
4.2. ANEXO 2: Resultados de ensayos de Laboratorio. ....	24
4.3. ANEXO 3: Panel fotográfico.....	24
4.4. ANEXO 4: Certificados de Calibración.....	24



---

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).

## ESTUDIO MECANICA DE SUELOS

### I. MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 1.1. INFORMACION PREVIA

##### 1.1.1. DESCRIPCION

El estudio de Mecánica de Suelos es indispensable en todo tipo de obra civil, dado que, con éste, se determinan las características físico mecánicas del suelo donde se asentará la futura construcción, por tal motivo se ha contratado los servicios de la empresa Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C., para que realice el estudio de mecánica de suelos para el Proyecto: **“Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo – Chiclayo”**

##### 1.1.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

- El objetivo principal del presente informe del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), es determinar las características físico-mecánicas e identificación, clasificación; como también la determinación que conforman la subrasante o suelo de fundación de las áreas asignadas a la pavimentación.
- Otro de los objetivos es evaluar el terreno de fundación de las áreas a pavimentarse, como material de sub rasante, ya que esta es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento, mediante EL ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.), que no es más que un ensayo de resistencia al corte del suelo, bajo condiciones de humedad y densidad debidamente controlados a fin de que los proyectistas tengan datos actuales del material con el que van a tratar y así tomar sus propias conclusiones y criterios, para la elaboración del diseño de un pavimento adecuado; para la calidad del terreno existente en el área de estudio.

---

Av. Vicente Russo Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

- Otro de los objetivos del informe es proporcionar las conclusiones de la configuración estratigrafía de la zona en estudio, como también proporcionar algunas recomendaciones o sugerencias; a fin de apoyar a los profesionales proyectistas a que logren con éxito la elaboración del diseño del pavimento, como en la ejecución de la obra misma.

### 1.1.3. NORMATIVIDAD

Los estudios están en concordancia con las especificaciones técnicas del Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013) y CE-010 de Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

### 1.2. SOLICITANTE

El presente Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) se elabora a solicitud de los **Testistas: Carlo Dávila Monteza - Ral Vásquez Monteza** quienes han contratado los servicios de la Empresa SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C., para que realice el análisis de las muestras, para el Estudio de Mecánica de Suelos del Proyecto.

### 1.3. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El proyecto se encuentra ubicado en:

- Distrito: Chiclayo
- Provincia: Chiclayo
- Departamento: Lambayeque

---

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



# EMP ASFALTOS

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

Figura 01: Mapa político del Perú.



Figura 02: Mapa Provincial de Lambayeque



Figura 03: Mapa Distrital de la Provincial de Chiclayo



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).

Figura 04: Imagen satelital del área de estudio



Fuente: Programa Google Earth / Información recabada de campo

Elaboración: Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

#### 1.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA

El clima aquí es "desierto". Durante el año virtualmente no hay precipitaciones. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es BWh. La temperatura media anual es 22.4 ° C en Chiclayo. En un año, la precipitación media es 30 mm

El mes más seco es junio, con 0 mm de lluvia. La mayor cantidad de precipitación ocurre en marzo, con un promedio de 11 mm.

Marzo es el mes más cálido del año. La temperatura en marzo promedios 25.8 ° C. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en agosto, cuando está alrededor de 19.6 ° C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

## 1.5. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS DE LA ZONA

### 1.5.1. GEOLOGÍA.

#### **Geología del área en estudio**

La estratigrafía de la zona de Chiclayo – Chiclayo - Lambayeque, está comprendida en el Eratema Cenozoico, Sistema Cuaternario reciente, cuya unidad estratigráfica es un depósito aluvial. (Qr - al).

De acuerdo con la hoja geológica los materiales que predominan en la zona de estudio corresponden a materiales originarios de un Depósito aluvial (Qr - al).

La zonificación de la carta geológica cuadrángulo de Chiclayo (14-d), Serie “A” del INGEMMET muestra que el área en estudio está constituida como ya se ha mencionado por materiales originarios de un Depósito aluvial (Qr - al) y gracias al EMS se sabe que el tipo de suelo predominante son Arcilla inorgánica, Arena arcillosa.

#### **Unidad Estratigráfica – Depósito aluvial (Qr-al)**

Estos son materiales transportados y depositados por el agua. Su tamaño empieza desde las rocas hasta las gravas gruesas, cantos y bloques y estos tipos de suelos o rocas presentan bordes redondeados y se distribuye en forma de capa mineral sedimentaria y son muy anisótropos.

Estos materiales están muy desarrollados en los depósitos de climas tropicales, ocupando cauces, llanuras, terrazas etc. Sus propiedades están relacionadas con la granulometría, su continuidad es irregular, por eso es que estos depósitos tienen alto contenido en materia orgánica en determinado medio y para que estos tipos de suelos pueda ser penetrado por algún fluido depende de la granulometría y presenta un alto contenido de aguas acumuladas en el subsuelo sobre una capa impermeable y que solamente puede ser

---

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

aprovechada por medio de pozos(alto nivel freático) y este depósito aluvial constituye una fuente de recursos de materiales de construcción.

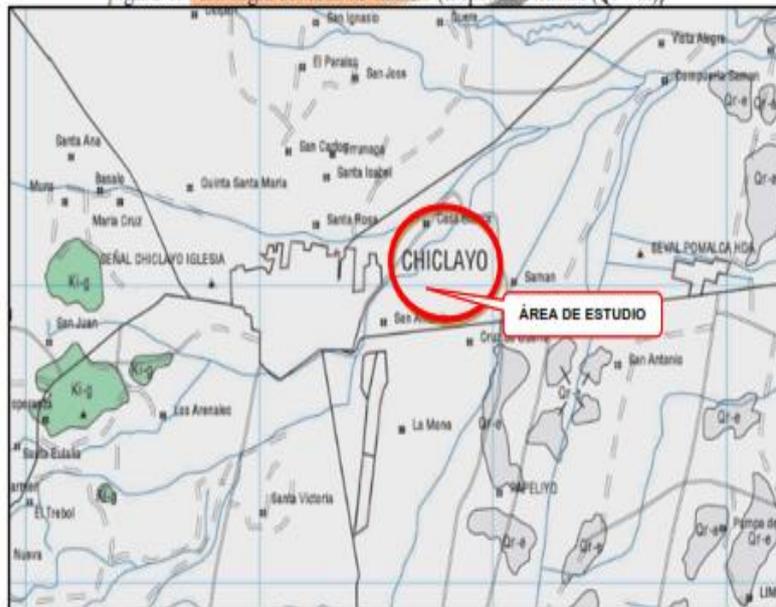
Por otro lado, cabe mencionar que la energía del movimiento proviene de la gravitación. El agua solamente disminuye la fricción y facilita un deslizamiento.

Las rocas destruidas por la erosión/meteorización se mueven cerro abajo en dos maneras:

- Lento (poco centímetro cada año).

Rápido: (en un derrumbe algunos 100 metros en un momento). Taludes en movimiento lento muestran un crecimiento de árboles en una forma curvada, porque el árbol quiere mantener su posición. Este fenómeno se llama cabeceo y es un indicador muy importante para detectar deslizamientos lentos en las montañas. dicador muy importante para detectar deslizamientos lentos en las montañas.

Figura 05: Geología del área de estudio (Depósito Aluvial (Qr - al))



Fuente: Carta Geológica Nacional - Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico  
Elaboración: Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

Figura 06: Unidad Estratigráfica – depósito aluvial (Qr-al)

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	PISO	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE		Depósitos fluviales eólicos y aluviales Depósitos lacustres y cordón litoral Depósitos eólicos		
		PLEISTOCENO				
	TERCIARIO	INFERIOR		Volc. Lima		Andesita Pórfido Cuarcífero

Fuente: Carta Geológica Nacional - Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico

Elaboración: Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

### 1.5.2. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

La Región Lambayeque está conformada en sus tres cuartas partes por una llanura costera árida y poco accidentada que asciende lentamente hacia el este al aproximarse a las estribaciones de la Cordillera de los Andes. Sin embargo, este relieve se ve modificado por pequeños cerros aislados ubicados hacia el este y sur del departamento, lo que determina la dirección de los arroyos y ríos.

#### PLANICIE FLUVIO-ALUVIAL

Comprende el borde litoral y las pequeñas estribaciones de la cordillera occidental. Es una superficie amplia y plana donde se asientan las ciudades de Chiclayo, Lambayeque, Ferreñafe, entre otras. Se encuentra conformada por material no consolidado móvil (conglomerados, arenas y arcillas), ubicado en los lechos de ríos.

La baja pendiente y la acción fluvial predisponen a esta subunidad a procesos de inundación estacional o excepcional.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios de suelos y pavimentos S.A.C.

Figura 07: Geomorfología de La Región La Libertad – Área de estudio



Fuente: Carta Geológica Nacional - Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico  
Elaboración: Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

## 1.6. TRABAJOS EN CAMPO

### 1.6.1. CALICATAS O POZOS DE EXPLORACIÓN

Se programó la ejecución de dos (02) calicatas o pozos de exploración “a cielo abierto”, ubicadas convenientemente y con profundidades suficientes variables. La ubicación de las calicatas se presenta a continuación:

Tabla 02: Descripción de las calicatas realizadas

Calicatas	Profundidad (m)	N.º Muestras	Coordenadas	
			UTM WGS84-17S	
			Este	Norte
C-01	1.60	2	E 626386 - N 9251825	
C-02	1.70	1	E 626376 - N 9251825	

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

#### 1.6.2. MUESTREO Y REGISTRO DE EXCAVACIONES

Las muestras de materiales obtenidas en los trabajos de campo fueron analizadas para determinar sus propiedades y características físico – mecánicas fundamentales, tales como, Análisis Granulométricos por tamizado, Límites de Consistencia, Humedad, CBR, Proctor, Gravedad específica, absorción y Análisis químicos (Sulfatos y Cloruros), ensayos ejecutados siguiendo las normas vigentes.

Se realizó registro de excavaciones de acuerdo con la norma NTP 339.150, describiendo el perfil estratigráfico y el tipo de material encontrado, la descripción comprende, clasificación visual, manual, tipo de suelo, forma de material granular, color y porcentaje aproximado de bloques, bolonera y cantos.

#### 1.7. INVESTIGACIONES REALIZADAS

Las investigaciones efectuadas para el cumplimiento de los objetivos comprendieron dos fases:

- ✓ Exploraciones de campo y análisis.
- ✓ Trabajo de gabinete.

Las exploraciones de campo se refieren a las acciones desarrolladas, desde el reconocimiento del terreno y formulación del programa hasta la ejecución misma de los sondeos exploratorios y realización de ensayos "In Situ", toma de muestras y descripción de materiales existentes.

Por medio de los ensayos efectuados se determinaron las características de los suelos de cimentación.

En gabinete se analizaron los resultados y se establecieron los parámetros de cálculo.

El proceso seguido para los fines propuestos fue el siguiente:

- ✓ Reconocimiento del terreno
- ✓ Distribución y ejecución de calicatas
- ✓ Tomas de muestras inalteradas y disturbadas

---

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



# EMP ASFALTOS

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

- ✓ Ejecución de ensayos
- ✓ Evaluación de los trabajos de campo
- ✓ Perfil Estratigráfico
- ✓ Análisis de las Propiedades Físico-mecánicas del Suelo
- ✓ Agresión del suelo a la cimentación
- ✓ Conclusiones y Recomendaciones

## 1.8. ENSAYO DE LABORATORIO

Los trabajos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos y químicos. Las muestras disturbadas de suelo, provenientes de una exploración, fueron sometidas a ensayos de acuerdo con las recomendaciones de la American Society of Testing and Materiales (ASTM). Los ensayos de laboratorio y labores de gabinete se realizaron en las instalaciones de la empresa de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C, ubicado en la Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Referencia: Al Costado de la Quinta Arellano Prolongación Bolognesi) – Chiclayo.

### 1.8.1. ENSAYOS ESTÁNDAR

- NTP 339.127: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Este ensayo tiene por finalidad, determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo. El contenido de humedad de una masa de suelo está formado por la suma de sus aguas libre, capilar. La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa junto con la cantidad de aire, una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este (especialmente en aquellos de textura más fina), como por ejemplo cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

- NTP 339.128: SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.

---

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



Este ensayo está basado en la identificación de los suelos según sus cualidades estructurales y su agrupación con relación a su comportamiento como materiales de construcción en ingeniería. La base de clasificación de los suelos está en las siguientes propiedades:

1. Porcentaje de grava, arena y finos.
2. Forma de la curva de distribución granulométrica.

**- NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.**

A la muestra se le remueve cualquier material retenido en el tamiz 425um (N°40). El límite líquido se determina realizando pruebas en las cuales se esparce una porción de la muestra en una copa de bronce, dividida en dos por un ranurador, y luego permitiendo que fluya debido a los impactos causados por las repetidas caídas de la copa en un dispositivo mecánico estándar. Se requiere realizar tres o más pruebas sobre un rango de contenidos de humedad y graficar o calcular la información de las pruebas para establecer una relación a partir de la cual se determine el límite líquido.

El límite plástico se determina presionando y enrollando alternadamente a un hilo de 3.2mm de diámetro (1/4 pulg.), una porción pequeña de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduzca hasta el punto en que el hilo se quiebre y no pueda ser más presionado y reenrollado. El contenido de humedad del suelo en este punto se reporta como el límite plástico.

El índice de plasticidad se calcula como la diferencia entre el límite líquido y límite plástico.

**- NTP 339.134: SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de Ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS).**



**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, como, por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

- **NTP 339.135. SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte (Clasificación AASHTO).**

El sistema de clasificación para Construcción de Carreteras AASHTO, es también usado de manera general. Los suelos pueden ser también clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi cohesivo y no cohesivo.

#### 1.8.2. ENSAYOS ESPECIALES

- **MTC E 115 (NTP 339.141): Método de ensayo para determinar el Proctor modificado.**

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (56000 pie·lbf/pie<sup>3</sup>)).

- **MTC E 132 (NTP 339.141): Método de ensayo para determinar el California Bearing Ratio (CBR)**

---

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.

Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.

### 1.8.3. ENSAYOS QUÍMICOS

#### - NTP 339.152: Contenido de Sales Solubles Totales

Establece la preparación de un extracto acuoso para la determinación del contenido de sales solubles en los suelos. Luego, el método de ensayo que se indica es ampliamente conocido como determinación de sólidos disueltos en aguas (TDS), por lo que también es aplicable, en segundo caso a una muestra de agua subterránea. Los datos que se obtengan con estos procedimientos pueden ser de utilidad principalmente en la construcción civil.

#### - NTP 339.178: Contenido de Sulfatos Solubles en suelos y agua subterránea

Establece un procedimiento para la determinación del contenido de ión sulfato soluble en suelos y aguas subterráneas. Se han considerado dos métodos: El método gravimétrico (Método A) y el método turbidimétrico (Método B). La selección del método dependerá de la concentración del ión sulfato en la muestra y de la exactitud deseada. El método A es una medida primaria del ión sulfato. Se puede aplicar





**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

directamente a muestras de suelo que contengan aproximadamente entre 20 mg/kg y 100 mg/kg y a muestras de agua subterránea con un contenido de ión sulfato superior a 10 mg/L. El método B ahorra tiempo, pero es más susceptible de interferencias que el método A. Este método se utiliza para rangos más bajos de sulfatos y donde no se requiere de una extrema exactitud y precisión. El método es directamente aplicable en el rango de 10 mg/kg a 100 mg/kg en muestras de suelo y en el rango de 1 mg/L a 40 mg/L en muestras de agua subterránea.

**- NTP 339.177: Contenido de Cloruros Solubles en suelos y agua subterránea**

Establece el procedimiento de ensayo para la determinación cuantitativa del ión cloruro soluble en agua contenido en suelos y agua subterránea. La presente NTP especifica el procedimiento para la determinación del contenido de ión cloruro soluble en agua mediante el método volumétrico de Mohr. Con este método se pueden analizar muestras de suelos cuyo contenido de cloruro sea de 10 mg/kg a 150 mg/kg y muestras de aguas con contenidos de 1,5 ppm a 100 ppm. Estos niveles también se pueden conseguir mediante dilución como se detalla en el procedimiento de ensayo.

**1.9. CLASIFICACIÓN DEL SUELO**

Las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y AASHTO, como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 03: Descripción de la clasificación de suelo

No. Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación	
			SUCS	AASHTO
C-01	-	0.00-0.40	Relleno contaminado	
	M-01	0.40-1.10	CL	A-7-6 (12)
	M-02	1.10-1.60	CL	A-7-6 (12)
C-02	-	0.00-0.90	Relleno contaminado	
	M-01	0.90-1.70	CL	A-7-6 (11)

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



# EMP ASFALTOS

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

## 1.10. PERFILES ESTATIGRAFICOS

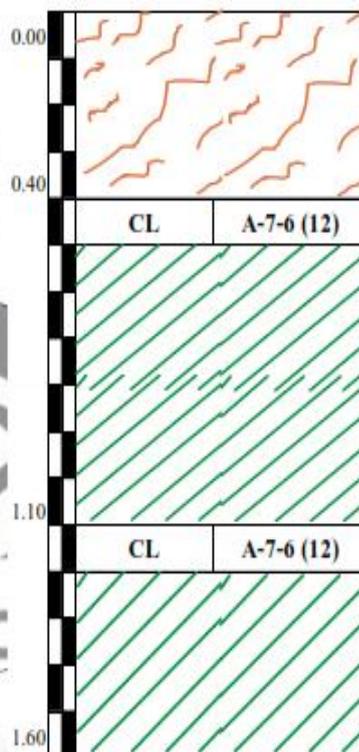
### CALICATA 01:

De 0.00 m hasta 0.40 m presenta Relleno contaminado.

De 0.40 m hasta 1.10 m presenta Arcilla de color marrón oscuro, con una humedad natural de 23%, presenta un índice de plasticidad de 18% y es de consistencia semi compacta. Identificado según clasificación SUCS como un CL y según clasificación AASHTO como un A-7-6 (12).

De 1.10 m hasta 1.50 m presenta Arcilla de color marrón oscuro, con una humedad natural de 23%, presenta un índice de plasticidad de 18% y es de consistencia semi compacta. Identificado según clasificación SUCS como un CL y según clasificación AASHTO como un A-7-6 (12).

CALICATA N°01



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com)



## EMP ASFALTOS

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

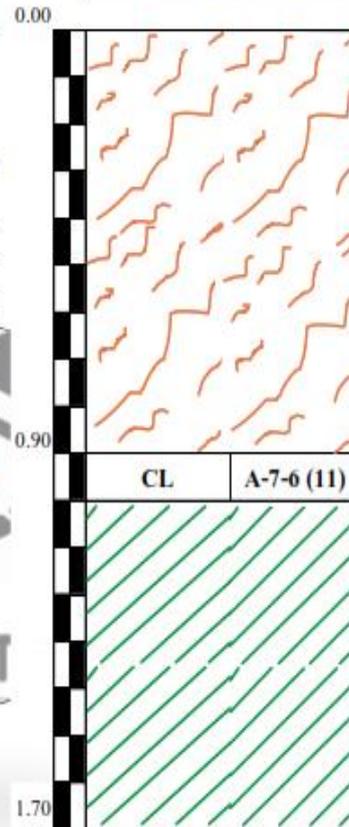
### CALICATA 02:

De 0.00 m hasta 0.90 m presenta Relleno contaminado.

De 0.90 m hasta 1.70 m presenta Arcilla de color marrón oscuro, con una humedad natural de 24%, presenta un índice de plasticidad de 17% y es de consistencia semi compacta. Identificado según clasificación SUCS como un CL y según clasificación AASHTO como un A-7-6 (11).



### CALICATA N°02



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com)



**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

### 1.11. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA

Tabla 04: Registro de presencia de aguas subterráneas

Calicatas	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	Fecha de la medición
C-01	1.60	No presenta	22/09/2023
C-02	1.70	No presenta	22/09/2023

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

### 1.12. VALOR CBR DE LA SUBRASANTE

El CBR (California Bearing Ratio), describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos (evaluar la resistencia potencial de subrasante) denominado valor de la relación de soporte. El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

Una vez que se haya clasificado los suelos y elaborado un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo de estudio, a partir del cual se determinara el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la Máxima Densidad Seca y a una penetración de 2.54mm. para cada sector de características homogéneas, se clasificara para que categoría de subrasante pertenece el sector o subtramo, según lo siguiente:

Tabla 05: Categorías de la subrasante

Categoría de Subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR => 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR => 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR => 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR => 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	De CBR => 30%

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



**Fuente:** Cuadro 4.10 Categorías de Subrasante del Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos  
**Elaboración:** Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

El material existente en el área asignada de estudio se muestra a continuación en el siguiente cuadro de acuerdo con su categoría de subrasante:

Tabla 06: Resultados de la subrasante

Calicatas	Promedio CBR	Categoría de Subrasante
	95%	
01	3.3	Pobre
02	4.2	Pobre

**Fuente:** Elaboración propia

**Elaboración:** Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

### 1.13. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATIO. (ANEXO 2)

#### 1.14. ANALISIS ADICIONALES

##### 1.14.1. ANÁLISIS QUÍMICO DE SALES

El suelo bajo el cual se cimienta toda estructura tiene un efecto agresivo a la cimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos, Cloruros, Sales Solubles Totales principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.). Los principales elementos químicos para evaluar son los sulfatos por su acción química sobre el concreto del cemento respectivamente (ver anexo III. Resultados de ensayos de Laboratorio). De los resultados de los análisis químicos obtenidos a partir de una muestra representativa del estrato que estará apoyado a la cimentación se tiene.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

Tabla 07: Resumen de ensayos químicos

Sustancia	Contenido p.p.m.	Contenido %	Observación
Contenido de Cloruros	99	0.0099	Insignificante
Contenido de Sulfatos	67	0.0067	Insignificante

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

Tabla 08: Requisitos para concreto expuestos a soluciones de sulfatos

Presencia en el suelo en:	p.p.m	Grado de Alteración	Observaciones
Sulfatos	0-150	Insignificante	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	150-1500	Moderado	
	1500-10000	Severo	
	>10000	Muy Severo	
Cloruros	>6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos

Fuente: E 060 Concreto Armado (Tabla N°08) - Reglamento Nacional de Edificaciones

Elaboración: Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones insignificantes de sulfatos.

## II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 2.1. CONCLUSIONES

- El proyecto considera la elaboración del expediente **“Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo – Chiclayo”** dicho estudio se elaboró con las especificaciones técnicas del Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013) y CE-010 de Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



- Los suelos en los cuales se realizará dicho proyecto se encuentran conformados por suelos de tipo Arcilloso.
- Durante la excavación de las calicatas no se encontró la presencia de nivel freático como lo indica la Tabla N°04.
- Los materiales existentes en el área de estudio, presenta una capa de terreno natural a escala Pobre (a nivel de subrasante) resistencia al corte dando un promedio de 3.3%, bajo condiciones de humedad y densidad controladas (De CBR => 3% a CBR < 6%).
- Se concluye por lo tanto que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la estructura contiene concentraciones de sulfatos con potencial insignificante de 67 p.p.m. (0 p.p.m. – 150 p.p.m.).

## 2.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda, eliminar el material de relleno contaminado presente en el área del proyecto a una altura de 50 cm por debajo del nivel de terreno natural, para luego colocar relleno con material de préstamo con la finalidad de elevar el nivel de la calzada. Dicho relleno será controlado, realizado por capas, debidamente compactado.
- El Material Seleccionado con el que se construye el Relleno Controlado es compactado de la siguiente manera:
  - a) Si tiene más de 12% de finos, se compacta a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141, en todo su espesor.
  - b) Si tiene igual o menos de 12% de finos, se compacta a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141, en todo su espesor.





- c) En los Rellenos Controlados o de Ingeniería es obligatorio realizar controles de compactación en cada una de las capas compactadas, necesariamente a razón, de un control por cada 250 m<sup>2</sup> o fracción, con un mínimo de tres controles por capa. En áreas pequeñas (igual o menores a 25 m<sup>2</sup>) un ensayo como mínimo. En cualquier caso, el espesor máximo a controlar es de 0,20 m de espesor.
- Se recomienda para la conformación de las capas de la estructura del pavimento; un material con las características físicas y mecánicas, aceptables dentro de las especificaciones, estas deberán ser compactadas hasta alcanzar un grado de compactación 100% de la densidad máxima del Proctor modificado del material a utilizarse.
- Los materiales para utilizar en cada una de las capas antes mencionadas deberán ser verificadas por control de calidad, a fin de que cumplan con los requisitos mínimos establecidos en las especificaciones técnicas.
- Se recomienda en obra hacer un control de calidad permanente para obtener buenos resultados en la construcción.

### III. BIBLIOGRAFIA

- Juárez Badillo - Rico Rodríguez: Mecánica de Suelos, Tomos I, II.
- Ing. Carlos Crespo: Mecánica de suelos y Cimentaciones
- Diseño y Construcción de Pavimentos. Germán Vivar Romero
- Carreteras, Calles y Aeropistas: Principios Generales de la Mecánica de Suelos aplicados a la Pavimentación y Métodos para el Cálculo de Pavimentos Flexibles. Raúl Valle Rodas
- Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG – 2013. Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos. Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

---

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



# EMP ASFALTOS

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

- Glosario de Términos de Uso Frecuente en los Proyectos de Infraestructura Vial.
- Manual de Ensayo de Materiales. Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- American Society for Testing and Materials (ASTM).
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).
- CE-010 Pavimentos Urbanos, Reglamento Nacional de Edificaciones.
- E-050 Suelos y Cimentaciones, Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Propiedades Geofísicas de los Suelos. Joseph Bowles.

## IV. ANEXOS

- 4.1. ANEXO 1: Perfil estratigráfico y Resumen del suelo.
- 4.2. ANEXO 2: Resultados de ensayos de Laboratorio.
- 4.3. ANEXO 3: Panel fotográfico.
- 4.4. ANEXO 4: Certificados de Calibración.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

## Perfil estratigráfico y resumen del suelo



---

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

### INFORME DE ENSAYO 823-421

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Policéstrimo expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloques hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo		
<b>UBICACIÓN (**)</b>	Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque		
<b>CLIENTES (**)</b>	Carlo Davis Monticza - Rai Vaquer Monticza (Contacto: 988801025)		<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b> : 22-09-2023
<b>NIVEL FREÁTICO (**)</b>	No presenta		<b>HORA DE MUESTREO (**)</b> : -
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	Calicata: C-01		<b>MUESTREADO POR (**)</b> : -
<b>COORDENADAS (**)</b>	E: 0026366 - N: 9251825		<b>FECHA DE RECEPCION</b> : 22-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	M23-2426, M23-2427		<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 23-09-2023
			<b>FECHA DE EMISION</b> : 26-09-2023

### SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual - manual NTF 338.150 2001 (revisada el 2015)

DATOS DE CAMPO					
Prof. (m)	Muestra	Simbología	Descripción del suelo	Clasificación	
			Clasificación técnica: forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de bolcos / cantos, etc.	SUCS	AASHTO
0.00					
0.40	-		Material contaminado (presencia de bolsas, ladrillos, basura, etc)	-	-
1.10	M-01		Arcilla de color marrón oscuro, con una humedad natural de 25%, presenta un índice de plasticidad de 18% y es de consistencia semi compacta.	CL	A-7-6 (12)
1.60	M-02		Arcilla de color marrón claro, con una humedad natural de 24%, presenta un índice de plasticidad de 18% y es de consistencia semi compacta.	CL	A-7-6 (12)

Observaciones :

Panel fotográfico



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

### INFORME DE ENSAYO 823-421

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Policristino expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquitos hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo		
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque		
<b>CLIENTES (**)</b>	: Carlo Davila Montez - Rai Vasquez Montez (Contacto: 988301025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	: 22-09-2023
<b>NIVEL FREÁTICO (**)</b>	: No presenta	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b>	: -
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Calicata: C-02	<b>MUESTREADO POR (**)</b>	: -
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E 0626378 - N 9251742	<b>FECHA DE RECEPCION</b>	: 22-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	: M23-2428	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 23-09-2023
		<b>FECHA DE EMISION</b>	: 28-09-2023

### SUELOS, Descripción e identificación de suelos, Procedimiento visual - manual NTP 339.150 2001 (revisada el 2015)

DATOS DE CAMPO					
Prof. (m)	Muestra	Simbología	Descripción del suelo	Clasificación	
				SUCS	AASHTO
0.00			Clasificación técnica: forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compactabilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de inclusiones y material orgánico; porcentaje estimado de bolcos / cantos, etc.		
0.90			Material contaminado (presencia de bolsas, ladrillos, basura, etc)		
1.70	M-01		Arcilla de color marrón oscuro, con una humedad natural de 24%, presenta un índice de plasticidad de 17% y es de consistencia semi compacta.	CL	A-7-6 (11)

Observaciones :

Panel fotográfico





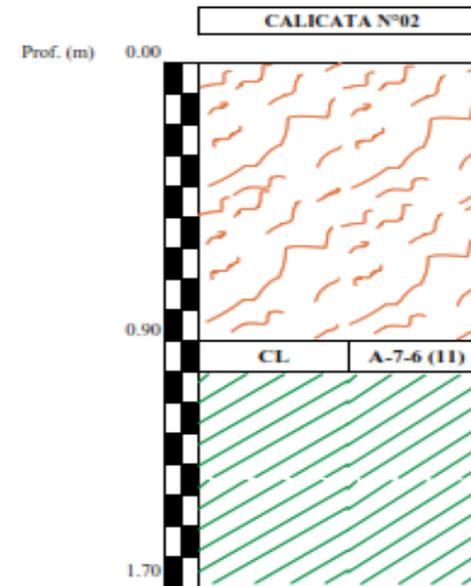
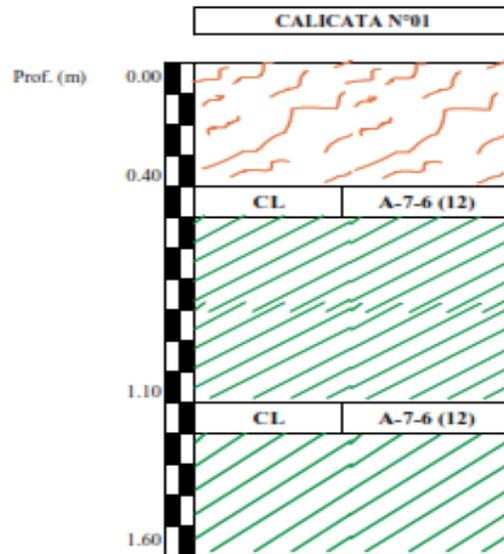
# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

## CUADRO RESUMEN

Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo

No. Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Humedad natural (%)	Análisis granulométrico					Clasificación		Límites			Sales (%)	Sulfatos (ppm)	Cloruros (ppm)	Proctor		CBR	
				Bloques (>300 mm), %	Bolones (75 mm - 300mm), %	Grava, %	Areña, %	Finos (%)	SUCS	AASHTO	L.L.	L.P.	L.P.				Densidad máxima	Humedad Óptima	95%	100%
C-01	-	0.00 - 0.40	Relleno contaminado																	
	M-01	0.40 - 1.10	23	--	--	0.0	4.2	95.8	CL	A-7-6 (12)	42	25	18	0.04	67	99	1.807	20.32	3.3	4.1
	M-02	1.10 - 1.60	24	--	--	0.0	10.2	89.8	CL	A-7-6 (12)	44	26	18	0.02	61	92	-	-	-	-
C-02	-	0.00 - 0.90	Relleno contaminado																	
	M-01	0.90 - 1.70	24	--	--	0.0	9.3	90.7	CL	A-7-6 (11)	41	25	17	0.02	65	96	1.807	20.56	4.2	5.5

Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo





**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

## Resultados de ensayos de laboratorio

EMP ASFALTOS

---

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

### INFORME DE ENSAYO S23-421

<b>CLIENTE (**)</b>	: Carlo Davila Monteza - Rai Vasquez Monteza (Contacto: 988801025)
<b>PROYECTO (**)</b>	: Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Distrito Chiclayo – Departamento Lambayeque
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	: Alterada en saco
<b>CANTIDAD DE MUESTRA (**)</b>	: 30 kg aproximadamente
<b>TIPO DE PRODUCTO</b>	: Suelos
<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	: 22-09-2023
<b>FECHA DE RECEPCION</b>	: 22-09-2023
<b>FECHA DE EMISION</b>	: 28-09-2023
<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>	: Secundino Burga Fernandez
<b>TECNICO DE LABORATORIO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez
<b>LUGAR DE ENSAYO</b>	: Los ensayos de las muestras se realizaron en las instalaciones de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos SAC, ubicado en Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Fundo el Cerrito (paralela a la Av. Arequipa intersección con Prolongación Bolognesi) - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
<b>MUESTRA Y CONTRAMUESTRA</b>	: * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (el solicitante brindo toda la información). * Tipo de muestra, alterada en saco. * La contramuestra se almacenará, por un periodo de 15 días.
<b>OTROS (**)</b>	:

#### NOTA :

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.



Autorizado por:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernandez  
REC. STA. 18/23/23

Ing. Secundino Burga Fernandez

**INFORME DE ENSAYO S23-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Policistireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo	
<b>UBICACIÓN (**)</b>	Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque	
<b>CLIENTE (**)</b>	Carlo Davila Montezza - Rai Vasquez Montezza (Contacto: 988801025)	
<b>MATERIAL (**)</b>	Arcilla de baja plasticidad	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b> : 22-09-2023
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	Calicata: C-01, muestra : M-01; Profundidad: 0.40 m - 1.10 m	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b> : -
<b>COORDENADAS (**)</b>	E 0026380 - N 9251825	<b>MUESTREADO POR (**)</b> : -
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	M23-2426	<b>FECHA DE RECEPCION</b> : 22-09-2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	Victor Javier Leiva Fernandez	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 22-09-2023
		<b>FECHA DE EMISION</b> : 28-09-2023

**SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. (\*\*\*)**  
 NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)

Especimen de ensayo	Contenido de humedad reportado +/- 1%
---------------------	---------------------------------------

Condiciones ambientales de ensayo	Temperatura	23.0 °C
	Humedad	65.0%

Numero del contenedor	29
Masa del contenedor, g, $M_c$	158.9
Masa del contenedor + masa de muestra húmeda, g, $M_{cm}$	1 215.3
Fecha (inicio de ensayo)	22/09/2023
Masa del contenedor inicial + masa de muestra seca al horno, g	1017.8
Fecha (fuera del horno)	23/09/2023
Masa del contenedor secundario + masa de muestra seca al horno, g	1016.2
Masa del contenedor final + masa de muestra seca al horno, g, $M_{cs}$	1016.2
Masa de agua, g, $M_w = M_{cm} - M_{cs}$	199.1
Masa de las partículas sólidas, g, $M_s = M_{cs} - M_c$	857.3
Contenido de humedad, %, $W = (M_w / M_s) * 100$	23
Símbolo de grupo de clasificación de suelo unificado (visual)	CL
Tamaño máximo aproximado de partícula (visual)	No. 4

Equipamiento	Balanza	BAL-27
	Horno	HCR-04

**Observaciones del ensayo:**

- \* Muestra alterada
- \* Horno controlado a : 110 +/- 5 °C
- \* Exclusión de algún material : No
- \* Más de un tipo de material : No
- \* Cumple con la masa mínima : Si

Autorizado por:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 REG. N° 122778

Ing. Secundino Burga Fernández



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
 (\*\*\*) El método indicado ha sido acreditado por el INACAL - DA.

**INFORME DE ENSAYO 521-021**

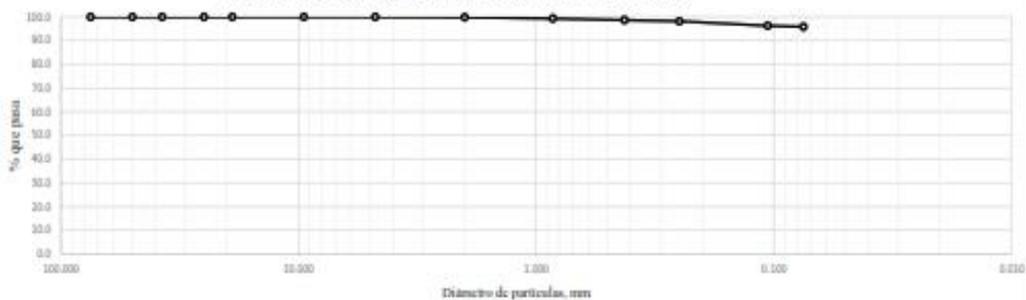
<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Policétopo expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloques hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo		
<b>UBICACIÓN (**)</b>	Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque		
<b>CLIENTE (**)</b>	Carlo Davila Montezza - Rai Vasquez Montezza (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	22-09-2023
<b>MATERIAL (**)</b>	Arcilla de baja plasticidad	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b>	-
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	Calicata: C-01, muestra: M-01; Profundidad: 0.40 m - 1.10 m	<b>MUESTREADO POR (**)</b>	-
<b>COORDENADAS (**)</b>	E 0626386 - N 9251825	<b>FECHA DE RECEPCION</b>	22-09-2023
<b>CODIGO ÚNICO</b>	M23-2426	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	23-09-2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	Victor Javier Leiva Fernandez	<b>FECHA DE EMISION</b>	28-09-2023

**SUELOS, Método de ensayo para el análisis granulométrico. (\*\*\*)**  
NTP 339.128:1999 (revisada el 2019)

Equipamiento	Balanza	BAL-27	Condiciones ambientales de ensayo	Temperatura	24.1 °C
		BAL-70		Humedad	69.0%

Código de Tamices	Tamices	Abertura (mm)	Masa retenida, g	Retenido parcial, %	Retenido acumulado, %	Porcentaje que pasa, %	Descripción
							<b>1. Masa de material</b>
							Masa inicial total, g
							574.4
M-3-03	3 in.	75.000					Masa fracción fina para lavar, g
							574.4
							<b>2. Descripción</b>
M-2-09	2 in.	50.000					Tamaño máximo
							No. 4
M-1-1/2-09	1 1/2 in.	37.500					Tamaño máximo nominal
							No. 10
M-1-09	1 in.	25.000					Bloques (>300 mm), %
							--
M-3/4-12	3/4 in.	19.000					Bolones (75 mm - 300mm), %
							--
M-3/8-08	3/8 in.	9.500					Grava, %
							0.0
							Arce, %
							4.2
M-4-15	No. 4	4.750				100.0	Finos (%)
							95.8
M-10-60	No. 10	2.000	1.80	0.2	0.2	99.8	<b>3. Características</b>
							Dímetro efectivo D <sub>10</sub> (mm)
							0.00
M-20-11	No. 20	0.850	1.82	0.5	0.7	99.3	Dímetro efectivo D <sub>20</sub> (mm)
							0.00
M-40-10	No. 40	0.425	1.77	0.7	1.4	98.6	Dímetro efectivo D <sub>40</sub> (mm)
							0.00
M-60-05	No. 60	0.250	1.68	0.5	1.8	98.2	Coefficiente de uniformidad (Cu)
							--
M-140-02	No. 140	0.106	1.84	1.0	3.7	96.3	Coefficiente de curvatura (Cc)
							0.00
M-200-15	No. 200	0.075	1.50	0.4	4.2	95.8	<b>4. Observaciones del ensayo:</b>
	Calicata		0.25				Muestra alterada
							Cumple con la masa mínima requerida
							si

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**



Autorizado por:

Ing. Sebastián Burga Fernández



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
 (\*\*\*\*) El método indicado ha sido acreditado por el INACAL - DA.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LE - 203**



**INFORME DE ENSAYO 521-021**

<b>PROYECTO (**)</b>	: Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloques hexagonales - calle Vicente Rasso - Chiclayo	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	: 22-09-2023
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b>	: -
<b>CLIENTE (**)</b>	: Carlo Davila Montezza - Rai Vasquez Montezza (Contacto: 988801025)	<b>MUESTREADO POR (**)</b>	: -
<b>MATERIAL (**)</b>	: Arcilla de baja plasticidad	<b>FECHA DE RECEPCION</b>	: 22-09-2023
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Calicata: C-01, muestra: M-01; Profundidad: 0.40 m - 1.10 m	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 23-09-2023
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E: 0626386 - N: 9251825	<b>FECHA DE EMISION</b>	: 28-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	: M23-2426		
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez		

**SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición. (\*\*\*)**  
**NTF 339.129:1999 (revisada el 2019)**

Especimen de ensayo	Preparación húmeda
	Mezclado en capsula y partículas de arena removidas
	Agua destilada

Equipo empleado	Límite líquido	Equipo manual
	Límite Plástico	Robado manual
	Ramador copa grande	Plástico

LÍMITE LÍQUIDO (MÉTODO MULTIPUNTO)			
Contenedor, No.	7	5	3
Masa húmeda de suelo + Containr, M1 (g)	43.76	46.48	42.24
Masa seca de suelo + Containr, M2 (g)	41.29	44.76	40.53
Masa del contáiner, M3 (g)	36.07	40.23	36.33
Contenido de agua, W, (%)	44.55	42.38	40.71
Número de Golpes	16	26	34

Equipamiento	Balanza	BAL-70
	Horno	HOB-04
	Copa copa grande	CCO-06
	Ramador	RCCO-70

Condiciones ambientales de ensayo	Temperatura	25.5 °C
	Humedad	65.0%

$w = [(M1-M2)/(M2-M3)] \times 100$

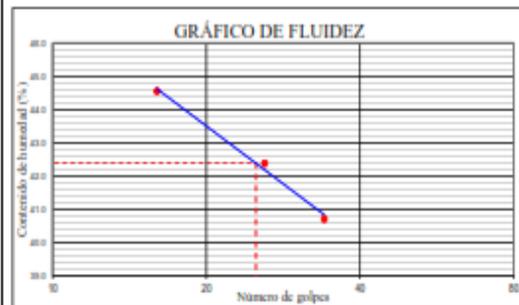
LÍMITE PLÁSTICO		
Contenedor, No.	8	4
Masa húmeda de suelo + Containr, M1 (g)	10.97	16.27
Masa seca de suelo + Containr, M2 (g)	9.90	15.08
Masa del contáiner, M3 (g)	5.61	10.20
Contenido de agua, W, (%)	24.94	24.39

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite líquido	42
Límite plástico	25
Índice plástico	18

$w = [(M1-M2)/(M2-M3)] \times 100$

Observaciones del ensayo

- \* Masa retenida tamir N°40 (%): **1.4**
- \* Humedad de recepción: **23**
- \* Tamaño máximo de partículas: **No. 4**
- \* Clasificación según carta de plasticidad: **CL**



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundino Burga Fernandez**  
 REG. SUP. 132278

Autorizado por:

Ing. Secundino Burga Fernandez

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
 (\*\*\*) El método indicado ha sido acreditado por el INACAL - DA.

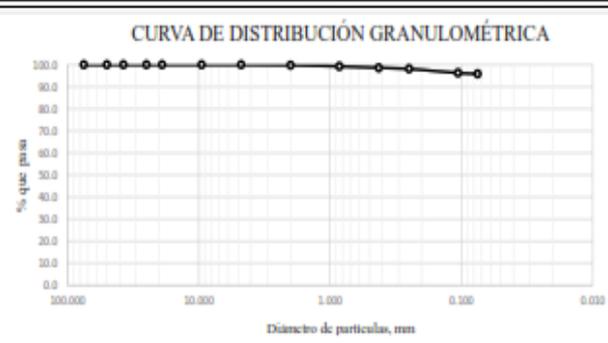
**INFORME DE ENSAYO 823-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	Etabilización de Suelos Blandos aplicando Policistireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	22-09-2023
<b>UBICACIÓN (**)</b>	Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b>	-
<b>CLIENTE (**)</b>	Carlo Davila Montecza - Rai Vasquez Montecza (Contacto: 988801025)	<b>MUESTREO POR (**)</b>	-
<b>MATERIAL (**)</b>	Arcilla de baja plasticidad	<b>FECHA DE RECEPCION</b>	22-09-2023
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	Calicata: C-01, muestra : M-01; Profundidad: 0.40 m - 1.10 m	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	22-09-2023
<b>COORDENADAS (**)</b>	E 0626386 - N 9251825	<b>FECHA DE EMISION</b>	28-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	M23-2426		
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	-		

**SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición (NTP 339.134:1999 (revisada el 2019)). (\*\*\*)**

**SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición (NTP 339.135:1999 (revisada el 2019)). (\*\*\*)**

Código de Tamices	Tamices	Abertura (mm)	Massa retenida, g	Retenido parcial, %	Retenido acumulado, %	Porcentaje que pasa, %	Descripción
							<b>1. Masa de material</b>
							Massa inicial total, g
							574
M-3-03	3 in.	75.000					Massa fracción fina para lavar, g
							574
							<b>2. Descripción</b>
M-7-09	2 in.	50.000					Tamaño máximo
							No. 4
M-1 1/2-09	1 1/2 in.	37.500					Tamaño máximo nominal
							No. 10
M-1-09	1 in.	25.000					Bloques (>300 mm), %
							--
M-3/4-12	3/4 in.	19.000					Bolones (75 mm - 300mm), %
							--
M-3/8-08	3/8 in.	9.500					Grava, %
							0.0
							Arena, %
							4.2
M-4-15	No. 4	4.750				100.0	Pinos (%)
							95.8
							<b>3. Límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad</b>
M-10-09	No. 10	2.000	1.0	0.2	0.2	99.8	Límite líquido
							42
M-20-11	No. 20	0.850	3.0	0.5	0.7	99.3	Límite plástico
							25
M-40-10	No. 40	0.425	3.8	0.7	1.4	98.6	Índice de plasticidad
							18
M-60-05	No. 60	0.250	2.7	0.5	1.8	98.2	
M-140-02	No. 140	0.106	10.8	1.0	3.7	96.3	
M-200-15	No. 200	0.075	2.5	0.4	4.2	95.8	
	Calicata		0.1				



**Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS**  
NTP 339.134:1999 (revisada el 2019)  
CL

**Clasificación de suelos para uso en vías, AASHTO**  
NTP 339.135:1999 (revisada el 2019)  
A-7-6 (12)

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

(\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el **Instituto Vasco De** I S/N - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Autorizado por:

Ing. Secundino Burgos Fernandez



 <p><b>EMP ASFALTOS</b> Servicios de laboratorios de suelos y pavimentos S.A.C.</p>	<p align="center"><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 203</b></p>	 <p align="center">INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 203</p>
--	---	--

INFORME DE ENSAYO S23-021	
<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Distrito Chiclayo – Departamento Lambayeque
<b>CLIENTE (**)</b>	: Carlo Davila Monteza - Rai Vasquez Monteza (Contacto: 988801025)
<b>MATERIAL (**)</b>	: Arcilla de baja plasticidad
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Calicata: C-01, muestra : M-01; Profundidad: 0.40 m - 1.10 m
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E 0626386 - N 9251825
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	: M23-2426
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez
	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b> : 22-09-2023
	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b> : -
	<b>MUESTREADO POR (**)</b> : -
	<b>FECHA DE RECEPCION</b> : 22-09-2023
	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 23-09-2023
	<b>FECHA DE EMISION</b> : 28-09-2023

**SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea. (\*\*\*)**  
NTP 339.152 2002 (revisada el 2015)

DATOS DEL ENSAYO					
	Identificación				Promedio
Muestra (N°)	2	15			
Peso Tarro (Baker 100 ml.) Pyres (g)	103.31	102.50			
Peso Tarro + agua + sal (g)	146.07	150.84			
Peso Tarro Seco + sal (g)	103.33	102.52			
Peso de Sal (g)	0.02	0.02			
Peso de Agua (g)	42.76	48.34			
Porcentaje de Sal (%)	0.05	0.04			0.04

  
 Autorizado por: Ing. Secundino Barga Fernandez



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
 (\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL – DA.

 <p><b>EMP ASFALTOS</b> Servicios de laboratorios de suelos y pavimentos S.A.C.</p>	<p><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 203</b></p>	 <p><b>INACAL</b> DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado</p> <p>Registro N° LE - 203</p>
--	--	---

**INFORME DE ENSAYO S23-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo	
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque	
<b>CLIENTE (**)</b>	: Carlo Davila Monteza - Rai Vasquez Monteza (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b> : 22-09-2023
<b>MATERIAL (**)</b>	: Arcilla de baja plasticidad	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b> : -
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Calicata: C-01, muestra : M-01; Profundidad: 0.40 m - 1.10 m	<b>MUESTREO POR (**)</b> : -
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E 0626386 - N 9251825	<b>FECHA DE RECEPCION</b> : 22-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	: M23-2426	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 23-09-2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez	<b>FECHA DE EMISION</b> : 28-09-2023

**SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea. (\*\*\*)**

NTP 339.178 2002 (revisada el 2015)

DATOS DEL ENSAYO

Descripción	Partes por millón (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de sulfatos (SO4-2) (ppm)	67	0.0067	Insignificante

Autorizado por:

Ing. Secundino Burga Fernandez

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.S.  
"Secundino Burga Fernandez"  
s.a.s. 2015 S.R.L.



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

(\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA.

 <b>EMP ASFALTOS</b> Servicios de laboratorios de suelos y pavimentos S.A.C.	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL          ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON          REGISTRO N° LE - 203</b>	 <b>INACAL</b> DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 203
--	---	--

**INFORME DE ENSAYO S23-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales	
<b>UBICACIÓN (**)</b>	- calle Vicente Russo - Chiclayo	
<b>CLIENTE (**)</b>	Carlo Davila Montez - Rai Vasquez Montez (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b> : 22-09-2023
<b>MATERIAL (**)</b>	Arcilla de baja plasticidad	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b> : -
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	Calicata: C-01, muestra : M-01; Profundidad: 0.40 m - 1.10 m	<b>MUESTREADO POR (**)</b> : -
<b>COORDENADAS (**)</b>	E 0626386 - N 9251825	<b>FECHA DE RECEPCION</b> : 22-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	M23-2426	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 23-09-2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	Victor Javier Leiva Fernandez	<b>FECHA DE EMISION</b> : 28-09-2023

**SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea. (\*\*\*)**

NTP 339.177 2002 (revisada el 2015)

**DATOS DEL ENSAYO**

Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL) (ppm)	98.7	0.00987	Insignificante

Autorizado por:

Ing. Secundino Burga Fernandez



- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.
- (\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA.

-----  
Fin del documento



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 203**



**INFORME DE ENSAYO 523-421**

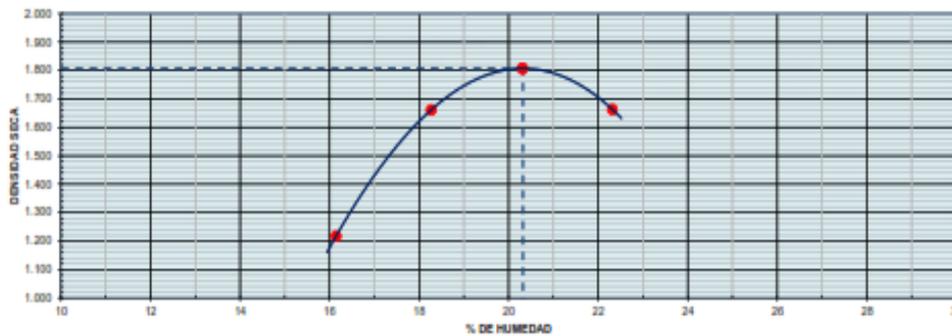
<b>PROYECTO (**)</b>	: Estabilización de Suelos Blandos aplicando Policistireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	: 22/09/2023
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b>	: -
<b>CLIENTE (**)</b>	: Carlo Davila Montez - Rai Vasquez Montez (Contacto: 988801025)	<b>MUESTREADO POR (**)</b>	: -
<b>MATERIAL (**)</b>	: Arcilla de baja plasticidad	<b>FECHA DE RECEPCION</b>	: 22/09/2023
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Calicata C-01, muestra : M-01; Profundidad: 0.40 m - 1.10 m	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 23/09/2023
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E 0626386 - N 9251825	<b>FECHA DE EMISION</b>	: 26/09/2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	: M23-2426		
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez		

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía estandar (600 kN-m/m² (12 400 pte-lb/pte²)). 1ª Edición (\*\*\*)**

NTP 339.142:1999 (revhada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm³)	PESO DEL MOLDE (g) :				METODO	"A"
	1	2	3	4		
Número de ensayos						
Peso molde + molde (g)	5141	5657	5853	5722		
Peso suelo húmedo compactado (g)	1323	1839	2035	1904		
Peso volumétrico húmedo	1.413	1.965	2.174	2.034		
Contenido de humedad						
Número de recipiente	1	2	3	4		
Peso suelo húmedo + tara (g)	489.2	534.1	510.2	500.4		
Peso suelo seco + tara (g)	421.2	451.6	424.1	409.1		
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua (g)	68.0	82.5	86.1	91.3		
Peso de suelo seco (g)	421.2	451.6	424.1	409.1		
Contenido de agua	16.14	18.27	20.30	22.32		
Peso volumétrico seco	1.217	1.661	1.807	1.663		
Densidad máxima seca:	1.807 g/cm³		Humedad óptima:		20.32 %	

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
 (\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 203**



**INFORME DE ENSAYO S23-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	Etabulación de Suelos Blindos aplicando Policéstrico expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloques hexagonales - calle Vicente Rasso - Chiclayo			
<b>UBICACIÓN (**)</b>	Distrto Chiclayo - Departamento Lambayeque			
<b>CLIENTE (**)</b>	Carlo Davila Montezza - Kai Vasquez Montezza (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	22/09/2023	
<b>MATERIAL (**)</b>	Arcilla de baja plasticidad			
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	Calicata: C-01, muestra: M-01; Profundidad: 0.40 m - 1.10 m		<b>MUESTREADO POR (**)</b>	-
<b>COORDENADAS (**)</b>	E 0626386 - N 9251825		<b>FECHA DE RECEPCION :</b>	22/09/2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	M23-2426		<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	23/09/2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	Victor Javier Leiva Fernandez		<b>FECHA DE EMISION :</b>	28/09/2023

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporta de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición (\*\*\*) NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)**

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
N° de molde	12		30		4	
N° capa	5		5		5	
Galgas por capa N°	50		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12408	12450	12302	12416	12016	12200
Peso de molde	7808	7808	7910	7910	7844	7844
Peso de suelo húmedo	4600	4642	4392	4506	4172	4356
Volumen del molde	2121	2121	2109	2109	2086	2086
Densidad húmeda	2.169	2.189	2.083	2.137	2.000	2.088
% de humedad	20.28	22.37	20.24	24.38	20.25	26.51
Densidad seca	1.803	1.769	1.732	1.718	1.663	1.650
<b>Contenido de humedad</b>						
N° de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarso + suelo húmedo	520.2	538.2	551.2	518.9	622.4	668.9
Tarso + suelo seco	432.5	439.8	458.4	417.2	517.6	481.3
Peso de agua	87.7	98.4	92.8	101.7	104.8	127.6
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	432.5	439.8	458.4	417.2	517.6	481.3
% de humedad	20.28	22.37	20.24	24.38	20.25	26.51

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Espesim								
			Espesim			Espesim			Espesim		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
23/09/23	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24/09/23	14:30	22	38.9	0.99	0.9	61.3	1.56	1.3	85.5	2.17	1.9
25/09/23	14:30	42	55.3	1.40	1.2	75.4	1.92	1.7	100.4	2.55	2.2
26/09/23	14:30	65	72.4	1.84	1.6	91.4	2.32	2.0	112.1	2.85	2.5
27/09/23	14:30	95	84.5	2.15	1.9	102.4	2.60	2.3	123.1	3.13	2.7

Penetración	Carga Stand.	Molde N° 12						Molde N° 30						Molde N° 4					
		Carga			Corrección			Carga			Corrección			Carga			Corrección		
		Dial (div)	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	%			
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.010	2.0	0	0	1.5	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0	0	
0.020	4.7	0	0	3.5	0	0	1.2	0	0	1.2	0	0	1.2	0	0	0	0	0	
0.030	8.1	0	0	6.0	0	0	2.9	0	0	2.9	0	0	2.9	0	0	0	0	0	
0.100	70.1	16.7	1	2.9	4.1	9.7	0	2.3	3.3	7.5	0	1.3	2.1	0	0	0	0	0	
0.125	88.3	28.3	1	18.7	1	18.7	1	18.7	1	12.3	1	12.3	1	12.3	1	12.3	1	12.3	
0.150	107.8	42.9	2	24.7	2	24.7	2	24.7	2	18.0	1	18.0	1	18.0	1	18.0	1	18.0	
0.200	160.5	73.6	4	3.4	6.1	33.1	4	4.1	4.1	37.2	2	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	
0.300	271.2	111.6	6	30.7	6	30.7	6	30.7	6	51.8	3	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	
0.400	394.2	154.2	8	120.4	8	120.4	8	120.4	8	72.2	4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	
0.500	529.4	202.4	10	170.7	10	170.7	10	170.7	10	91	5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	

Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
 (\*\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 203**

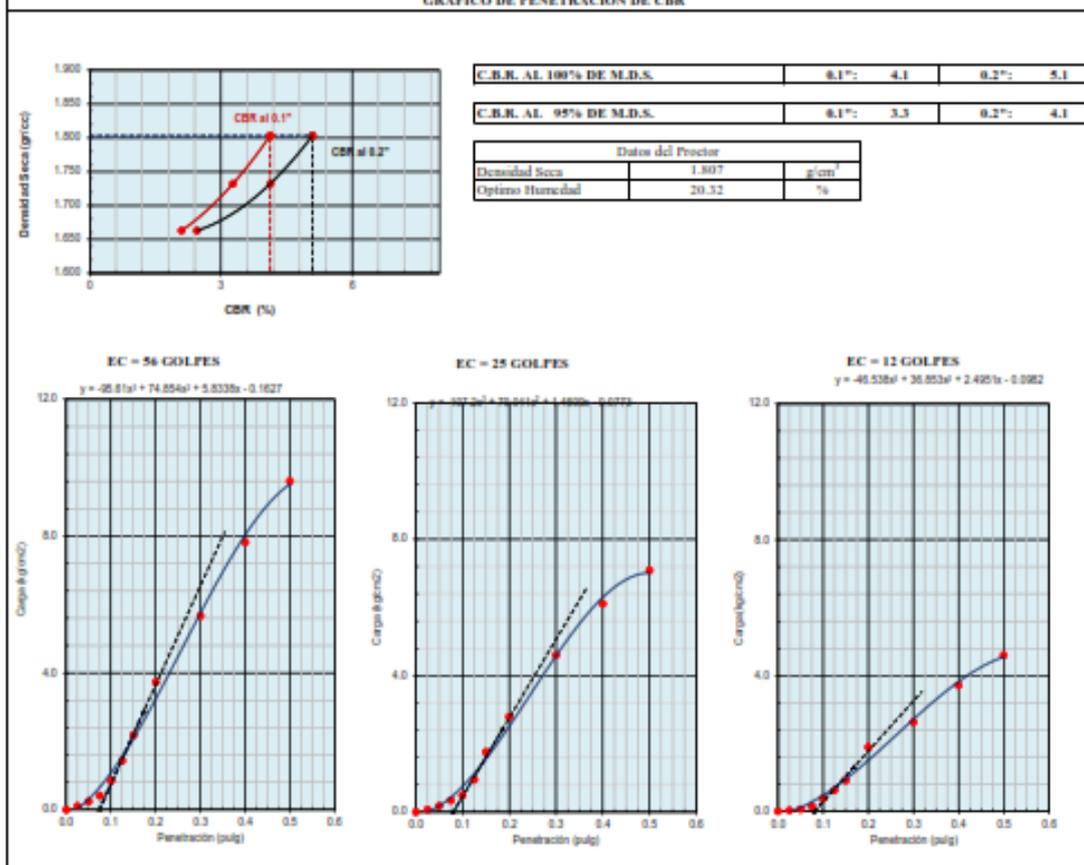


**INFORME DE ENSAYO 623-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloques hexagonales - calle Vicente Rasso - Chiclayo	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	22/09/2023
<b>UBICACIÓN (**)</b>	DISTRITO Chiclayo - Departamento Lambayeque	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b>	-
<b>CLIENTE (**)</b>	Carlo Davila Montez - Rai Vasquez Montez (Contacto: 988801025)	<b>MUESTREO POR (**)</b>	-
<b>MATERIAL (**)</b>	Arcilla de baja plasticidad	<b>FECHA DE RECEPCION</b>	22/09/2023
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	Calicata: C-01, muestra: M-01; Profundidad: 0.40 m - 1.10 m	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	23/09/2023
<b>COORDENADAS (**)</b>	E 0626386 - N 9251825	<b>FECHA DE EMISION</b>	28/09/2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	M23-2426		
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	Victor Javier Leiva Fernandez		

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Sembrío de California) de suelos compactados en el laboratorio. F.E. Edición (\*\*\*)**  
NTF 339.145:1999 (revisada el 2019)

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundario Víctor Fernández  
RUC: 20487357465



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
(\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 203**



**INFORME DE ENSAYO 872-471**

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bisbetas hexagonales - calle Vicente Rasso - Chiclayo		
<b>UBICACIÓN (**)</b>	Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque		
<b>CLIENTE (**)</b>	Carlo Davila Montezza - Rai Vasquez Montezza (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	22-09-2023
<b>MATERIAL (**)</b>	Arcilla de baja plasticidad	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b>	-
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	Calicata: C-01, muestra: M-02; Profundidad: 1.10 m - 1.60 m	<b>MUESTREO POR (**)</b>	-
<b>COORDENADAS (**)</b>	E: 0626386 - N 9251825	<b>FECHA DE RECEPCION (**)</b>	22-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	M23-2427	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	22-09-2023
<b>TÉCNICO ENCARGADO</b>	Victor Javier Leiva Fernandez	<b>FECHA DE EMISION</b>	28-09-2023

**SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. (\*\*\*)**

NTF 339.127:1998 (revisada el 2019)

Especimen de ensayo	Contenido de humedad reportado +/- 1%
---------------------	---------------------------------------

Condiciones ambientales de ensayo	Temperatura	25.0 °C
	Humedad	65.0%

Numero del contenedor	12
Masa del contenedor, g, $M_c$	158.0
Masa del contenedor + masa de muestra húmeda, g, $M_{cm}$	1 211.4
Fecha (inicio de ensayo)	22/09/2023
Masa del contenedor inicial + masa de muestra seca al horno, g	1006.5
Fecha (fuera del horno)	23/09/2023
Masa del contenedor secundario + masa de muestra seca al horno, g	1005.1
Masa del contenedor final + masa de muestra seca al horno, g, $M_{cs}$	1005.1
Masa de agua, g, $M_w = M_{cm} - M_{cs}$	206.3
Masa de las partículas sólidas, g, $M_s = M_{cs} - M_c$	855.1
Contenido de humedad, %, $W = (M_w / M_s) * 100$	24
Símbolo de grupo de clasificación de suelo unificado (visual)	CL
Tamaño máximo aproximado de partícula (visual)	No. 4

Equipamiento	Balanza	BAL-27
	Horno	HOR-04

Observaciones del ensayo:

- \* Muestra alterada
- \* Horno controlado a : 110 +/- 5 °C
- \* Exclusión de algún material : No
- \* Más de un tipo de material : No
- \* Cumple con la masa mínima : Si

Autorizado por:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Barga Fernández  
www.emp-afaltos.com

Ing. Secundino Barga Fernández.



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
 (\*\*\*) El método indicado ha sido acreditado por el INACAL - DA.





**EMP ASFALTOS**  
Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -  
DA  
CON REGISTRO N° LE - 203**



Registro N° LE - 203

**INFORME DE ENSAYO 571-471**

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo	
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque	
<b>CLIENTE (**)</b>	: Carlo Davila Moriciza - Rai Vasquez Moriciza (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b> : 22-09-2023
<b>MATERIAL (**)</b>	: Arcilla de baja plasticidad	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b> : -
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Caliceta: C-01, muestra: M-02; Profundidad: 1.10 m - 1.60 m	<b>MUESTREADO POR (**)</b> : -
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E 0626386 - N 9251825	<b>FECHA DE RECEPCION</b> : 22-09-2023
<b>CODIGO ÚNICO</b>	: M23-2427	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 23-09-2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez	<b>FECHA DE EMISION</b> : 28-09-2023

**SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición (\*\*\*)**  
NIT 339.129-1999 (revisada el 2019)

Especimen de ensayo	Preparación húmeda
	Mezclado en capsula y particulas de arena removidas
	Agua destilada

Equipo empleado	Límite líquido	Equipo manual
	Límite Plástico	Rolado manual
	Ramrador casa grande	Plástico

LÍMITE LÍQUIDO (MÉTODO MULTIPUNTO)			
Contenedor, No.	20	18	12
Masa húmeda de suelo + Contenedor, M1 (g)	22.71	23.40	25.01
Masa seca de suelo + Contenedor, M2 (g)	20.00	21.44	23.24
Masa del contenedor, M3 (g)	16.01	16.95	18.95
Contenido de agua, W, (%)	45.97	43.65	41.26
Número de Golpes	18	26	34

Equipamiento	Balanza	BAL-70
	Horno	HOR-04
	Copa casa grande	CCG-06
	Ramrador	RCCG-70

Condiciones ambientales de ensayo	Temperatura	25.2 °C
	Humedad	66.0%

$w = \frac{(M1-M2)(M2-M3)}{(M2-M3)} \times 100$

LÍMITE PLÁSTICO			
Contenedor, No.	5	35	
Masa húmeda de suelo + Contenedor, M1 (g)	15.63	15.80	
Masa seca de suelo + Contenedor, M2 (g)	14.46	14.69	
Masa del contenedor, M3 (g)	9.83	10.41	
Contenido de agua, W, (%)	25.27	25.93	

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite líquido	44
Límite plástico	26
Índice plástico	18

$w = \frac{(M1-M2)(M2-M3)}{(M2-M3)} \times 100$

Observaciones del ensayo

- \* Masa referida tamiz N°40 (%): **3.6**
- \* Humedad de recepción: **24**
- \* Tamaño máximo de partículas: **No. 4**
- \* Clasificación según carta de plasticidad: **CL**



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Barga Fernández  
RUC: 20487157465

Autorizado por:

Ing. Secundino Barga Fernández

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
(\*\*\*) El método indicado ha sido acreditado por el INACAL - DA.



**INFORME DE ENSAYO 522-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo	
<b>UBICACIÓN (**)</b>	Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque	
<b>CLIENTE (**)</b>	Carlo Davila Montezza - Rai Vasquez Montezza (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b> : 22-09-2023
<b>MATERIAL (**)</b>	Arcilla de baja plasticidad	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b> : -
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	Calicata: C-01, muestra : M-02; Profundidad: 1.10 m - 1.60 m	<b>MUESTREO POR (**)</b> : -
<b>COORDENADAS (**)</b>	E 0626386 - N 9251825	<b>FECHA DE RECEPCION</b> : 22-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	M23-2427	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 22-09-2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	-	<b>FECHA DE EMISION</b> : 28-09-2023

**SUELOS. Método para la clasificación de suelos con presúmbitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición (NTP 339.134:1999 (revisada el 2019)). (\*\*\*)**

**SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición (NTP 339.135:1999 (revisada el 2019)). (\*\*\*)**

Código de Tamices	Tamices	Abertura (mm)	Masa retenida, g	Retenido parcial, %	Retenido acumulado, %	Porcentaje que pasa, %	Descripción
							<b>1. Masa de material</b>
							Masa inicial total, g 532
M-3-03	3 In.	75.000					Masa fracción fina para lavar, g 532
M-2-09	2 In.	50.000					<b>2. Descripción</b>
M-1 1/2-09	1 1/2 In.	37.500					Tamaño máximo No. 4
M-1 -09	1 In.	25.000					Tamaño máximo nominal No. 10
M-3/4 -12	3/4 In.	19.000					Bloques (>300 mm), % --
M-3/8 -08	3/8 In.	9.500					Bolones (75 mm - 300mm), % --
							Grava, % 0.0
							Arena, % 10.2
M-4 -15	No. 4	4.750				100.0	Pinos (%) 89.8
M-10-09	No. 10	2.000	5.2	0.6	0.6	99.4	<b>3. Límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad</b>
M-20-11	No. 20	0.850	7.4	1.4	2.0	98.0	Límite líquido 44
M-40-10	No. 40	0.425	8.5	1.6	3.6	96.4	Límite plástico 26
							Índice de plasticidad 18
M-60-05	No. 60	0.250	7.1	1.4	5.0	95.0	
M-140-02	No. 140	0.106	24.1	4.5	9.5	90.5	
M-200-15	No. 200	0.075	3.6	0.7	10.2	89.8	
			0.1				



<b>Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS</b> NTP 339.134:1999 (revisada el 2019) CL
<b>Clasificación de suelos para uso en vías, AASHTO</b> NTP 339.135:1999 (revisada el 2019) A-7-6 (12)



Autorizado por:  
Ing. Secundino Burga Fernandez

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
(\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA.

 <p><b>EMP ASFALTOS</b> Servicios de laboratorios de suelos y pavimentos S.A.C.</p>	<p><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 203</b></p>	 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 203</p>
--	--	---

**INFORME DE ENSAYO S23-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	: Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo		
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Distrito Chiclayo – Departamento Lambayeque		
<b>CLIENTE (**)</b>	: Carlo Davila Monteza - Rai Vasquez Monteza (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	: 22-09-2023
<b>MATERIAL (**)</b>	: Arcilla de baja plasticidad	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b>	: -
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Calicata: C-01, muestra : M-02; Profundidad: 1.10 m - 1.60 m	<b>MUESTREO POR (**)</b>	: -
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E 0626386 - N 9251825	<b>FECHA DE RECEPCION</b>	: 22-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	: M23-2427	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 23-09-2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez	<b>FECHA DE EMISION</b>	: 28-09-2023

**SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea. (\*\*\*)**

NTP 339.152 2002 (revisada el 2015)

**DATOS DEL ENSAYO**

	Identificación			Promedio
	8	1		
Muestra (N°)	8	1		
Peso Tarro (Báker 100 mL) Pyres (g)	<b>101.70</b>	<b>165.33</b>		
Peso Tarro + agua + sal (g)	154.76	220.51		
Peso Tarro Seco + sal (g)	<b>101.71</b>	<b>165.34</b>		
Peso de Sal (g)	0.01	0.01		
Peso de Agua (g)	<b>53.06</b>	<b>55.18</b>		
Porcentaje de Sal (%)	0.02	0.02		0.02

Autorizado por:

  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 REG. 074 10278

Ing. Secundino Burga Fernandez



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

(\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA.

Av. Vicente Russo Lote 1 S/N - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

948 852 622 - 954 131 476 - 908 928 250

servicios\_lab@hotmail.com/servicios\_lab20@gmail.com

www.emp-asfaltos.com

5 de 7

 <p><b>EMP ASFALTOS</b> Servicios de laboratorios de suelos y pavimentos S.A.C.</p>	<p><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 203</b></p>	 <p><b>INACAL</b> DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 203</p>
--	--	--

**INFORME DE ENSAYO S23-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo	
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque	
<b>CLIENTE (**)</b>	Carlo Davila Montez - Rai Vasquez Montez (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b> : 22-09-2023
<b>MATERIAL (**)</b>	: Arcilla de baja plasticidad	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b> : -
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Calicata: C-01, muestra : M-02; Profundidad: 1.10 m - 1.60 m	<b>MUESTREO POR (**)</b> : -
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E 0626386 - N 9251825	<b>FECHA DE RECEPCION</b> : 22-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	: M23-2427	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 23-09-2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez	<b>FECHA DE EMISION</b> : 28-09-2023

**SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea. (\*\*\*)**

NTP 339.178 2002 (revisada el 2015)

DATOS DEL ENSAYO

Descripción	Partes por millón (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de sulfatos (SO4-2) (ppm)	61	0.0061	Insignificante

Autorizado por:   
Ing. Secundino Burga Fernandez



- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.
- (\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA.

 <p><b>EMP ASFALTOS</b> Servicios de laboratorios de suelos y pavimentos S.A.C.</p>	<p><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 203</b></p>	 <p><b>INACAL</b> DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 203</p>
--	--	--

**INFORME DE ENSAYO S23-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales		
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: - calle Vicente Russo - Chiclayo		
<b>CLIENTE (**)</b>	: Distrito Chiclayo – Departamento Lambayeque : Carlo Davila Monteza - Rai Vasquez Monteza (Contacto: : 988801025)		<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b> : 22-09-2023
<b>MATERIAL (**)</b>	: Arcilla de baja plasticidad		<b>HORA DE MUESTREO (**)</b> : -
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Calicata: C-01, muestra : M-02; Profundidad: 1.10 m - 1.60 m		<b>MUESTREADO POR (**)</b> : -
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E 0626386 - N 9251825		<b>FECHA DE RECEPCION</b> : 22-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	: M23-2427		<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 23-09-2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez		<b>FECHA DE EMISION</b> : 28-09-2023

**SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea. (\*\*\*)**

NTP 339.177 2002 (revisada el 2015)

**DATOS DEL ENSAYO**

Descripción	Partes por millón (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL) (ppm)	92	0.0092	Insignificante

Autorizado por:

  
**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
 Secundino Burga Fernandez  
 TECNICO ENCARGADO

Ing. Secundino Burga Fernandez



- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.
- (\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL – DA.

-----  
Fin del documento

**INFORME DE ENSAYO 572-471**

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	22-09-2023
<b>UBICACIÓN (**)</b>	Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b>	-
<b>CLIENTE (**)</b>	Carlo Davila Montezza - Rai Vasquez Montezza (Contacto: 988901025)	<b>MUESTREO POR (**)</b>	-
<b>MATERIAL (**)</b>	Arcilla de baja plasticidad	<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	22-09-2023
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	Calicata: C-02, muestra: M-01; Profundidad: 0.90 m - 1.70 m	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	22-09-2023
<b>COORDENADAS (**)</b>	E 0626376 - N 9251742	<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	28-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	M23-2428		
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	Victor Javier Leiva Fernandez		

**SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. (\*\*\*)**  
 NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)

Especimen de ensayo	Contenido de humedad reportado +/- 1%	Condiciones ambientales de ensayo	Temperatura	25.0 °C																														
			Humedad	66.0%																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Numero del contenedor</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Masa del contenedor, g, <math>M_c</math></td> <td style="text-align: center;">111.6</td> </tr> <tr> <td>Masa del contenedor + masa de muestra húmeda, g, <math>M_{cm}</math></td> <td style="text-align: center;">1 204.2</td> </tr> <tr> <td>Fecha (inicio de ensayo)</td> <td style="text-align: center;">22/09/2023</td> </tr> <tr> <td>Masa del contenedor inicial + masa de muestra seca al horno, g</td> <td style="text-align: center;">998.3</td> </tr> <tr> <td>Fecha (fuera del horno)</td> <td style="text-align: center;">23/09/2023</td> </tr> <tr> <td>Masa del contenedor secundario + masa de muestra seca al horno, g</td> <td style="text-align: center;">995.8</td> </tr> <tr> <td>Masa del contenedor final + masa de muestra seca al horno, g, <math>M_{cs}</math></td> <td style="text-align: center;">995.8</td> </tr> <tr> <td>Masa de agua, g, <math>M_w = M_{cm} - M_{cs}</math></td> <td style="text-align: center;">208.4</td> </tr> <tr> <td>Masa de las partículas sólidas, g, <math>M_s = M_{cs} - M_c</math></td> <td style="text-align: center;">884.2</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad, %, <math>W = (M_w / M_s) * 100</math></td> <td style="text-align: center;">24</td> </tr> <tr> <td>Símbolo de grupo de clasificación de suelo unificado (visual)</td> <td style="text-align: center;">CL</td> </tr> <tr> <td>Tamaño máximo aproximado de partícula (visual)</td> <td style="text-align: center;">No. 4</td> </tr> </table>		Numero del contenedor	2	Masa del contenedor, g, $M_c$	111.6	Masa del contenedor + masa de muestra húmeda, g, $M_{cm}$	1 204.2	Fecha (inicio de ensayo)	22/09/2023	Masa del contenedor inicial + masa de muestra seca al horno, g	998.3	Fecha (fuera del horno)	23/09/2023	Masa del contenedor secundario + masa de muestra seca al horno, g	995.8	Masa del contenedor final + masa de muestra seca al horno, g, $M_{cs}$	995.8	Masa de agua, g, $M_w = M_{cm} - M_{cs}$	208.4	Masa de las partículas sólidas, g, $M_s = M_{cs} - M_c$	884.2	Contenido de humedad, %, $W = (M_w / M_s) * 100$	24	Símbolo de grupo de clasificación de suelo unificado (visual)	CL	Tamaño máximo aproximado de partícula (visual)	No. 4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2">Equipamiento</td> <td>Balanza</td> <td>BAL-27</td> </tr> <tr> <td>Horno</td> <td>HOR-04</td> </tr> </table>		Equipamiento	Balanza	BAL-27	Horno	HOR-04
Numero del contenedor	2																																	
Masa del contenedor, g, $M_c$	111.6																																	
Masa del contenedor + masa de muestra húmeda, g, $M_{cm}$	1 204.2																																	
Fecha (inicio de ensayo)	22/09/2023																																	
Masa del contenedor inicial + masa de muestra seca al horno, g	998.3																																	
Fecha (fuera del horno)	23/09/2023																																	
Masa del contenedor secundario + masa de muestra seca al horno, g	995.8																																	
Masa del contenedor final + masa de muestra seca al horno, g, $M_{cs}$	995.8																																	
Masa de agua, g, $M_w = M_{cm} - M_{cs}$	208.4																																	
Masa de las partículas sólidas, g, $M_s = M_{cs} - M_c$	884.2																																	
Contenido de humedad, %, $W = (M_w / M_s) * 100$	24																																	
Símbolo de grupo de clasificación de suelo unificado (visual)	CL																																	
Tamaño máximo aproximado de partícula (visual)	No. 4																																	
Equipamiento	Balanza	BAL-27																																
	Horno	HOR-04																																

- Observaciones del ensayo:
- \* Muestra alterada
  - \* Horno controlado a : 110 +/- 5 °C
  - \* Exclusión de algún material : No
  - \* Más de un tipo de material : No
  - \* Cumple con la masa mínima : Si

Autorizado por:   
 Ing. Secundino Burga Fernández



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
 (\*\*\*\*) El método indicado ha sido acreditado por el INACAL - DA.





**EMP ASFALTOS**  
Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -  
DA  
CON REGISTRO N° LE - 203**



Registro MPE- 283

**INFORME DE ENSAYO 823-01**

<b>PROYECTO (**)</b>	: Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	: 22-09-2023
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Ruao - Chiclayo	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b>	: -
<b>CLIENTE (**)</b>	: Distrito Chiclayo – Departamento Lambayeque	<b>MUESTREO POR (**)</b>	: -
<b>MATERIAL (**)</b>	: Carilo Davila Montecza - Rai Vasquez Montecza (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE RECEPCION</b>	: 22-09-2023
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Arcilla de baja plasticidad	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 23-09-2023
<b>COORDENADAS (**)</b>	: Calicata: C-02, muestra: M-01; Profundidad: 0.90 m - 1.70 m	<b>FECHA DE EMISION</b>	: 28-09-2023
<b>CODIGO ÚNICO</b>	: E 0626376 - N 9251742		
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: M23-2428		
	: Victor Javier Leiva Fernandez		

**SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición (\*\*\*)**  
NTF 339.129:1999 (revisada el 2019)

Especimen de ensayo	Preparación húmeda
	Mezclado en capsula y partículas de arena removidas
	Agua destilada

Equipo empleado	Límite líquido	Equipo manual
	Límite Plástico	Robado manual
	Ramador casa grande	Plástico

LÍMITE LÍQUIDO (MÉTODO MULTIPUNTO)			
Contenedor, No.	21	28	23
Masa húmeda de suelo + Container, M1 (g)	27.35	35.32	29.54
Masa seca de suelo + Container, M2 (g)	24.43	33.87	27.47
Masa del container, M3 (g)	17.71	27.66	22.28
Contenido de agua, W, (%)	43.45	41.59	39.88
Número de Golpes	16	25	33

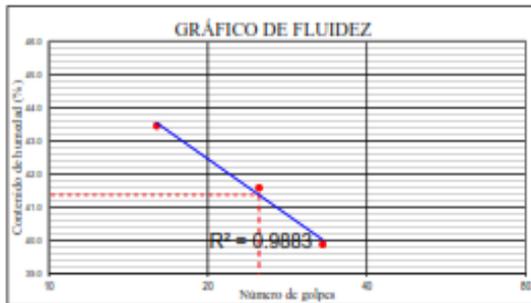
Equipamiento	Balanza	BAL-70
	Horno	HOR-04
	Copa casa grande	CCG-06
	Ramador	RCCG-70
Condiciones ambientales de ensayo	Temperatura	24.9 °C
	Humedad	68.6%

$w = [(M1-M2)/(M2-M3)] * 100$

LÍMITE PLÁSTICO		
Contenedor, No.	6	16
Masa húmeda de suelo + Container, M1 (g)	16.85	14.48
Masa seca de suelo + Container, M2 (g)	15.48	13.12
Masa del container, M3 (g)	9.89	8.03
Contenido de agua, W, (%)	24.51	25.15

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite líquido	41
Límite plástico	25
Índice plástico	17

$w = [(M1-M2)/(M2-M3)] * 100$



- Observaciones del ensayo
- \* Masa retenida tamiz N°40 (%): 2.0
  - \* Humedad de recepción: 24
  - \* Tamaño máximo de partículas: No. 4
  - \* Clasificación según carta de plasticidad: CL

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Barga Fernandez  
REG. C. R. 19278

Autorizado por: Ing. Secundino Barga Fernandez



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
(\*\*\*) El método indicado ha sido acreditado por el INACAL – DA.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 203**



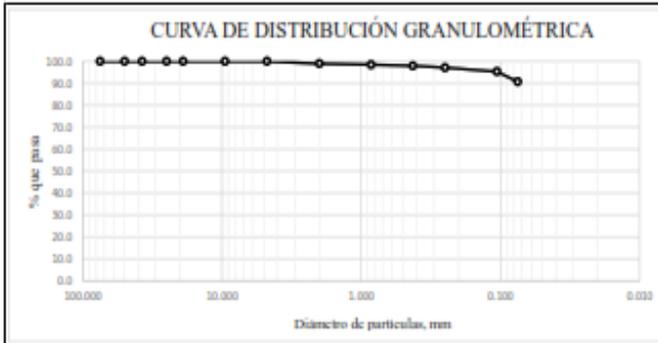
**INFORME DE ENSAYO 823-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Policistireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo	
<b>UBICACIÓN (**)</b>	Distrito Chiclayo – Departamento Lambayeque	
<b>CLIENTE (**)</b>	Carlo Davila Montero - Rai Vasquez Montero (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b> : 22-09-2023
<b>MATERIAL (**)</b>	Arcilla de baja plasticidad	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b> : -
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	Calicata: C-02, muestra : M-01; Profundidad: 0.90 m - 1.70 m	<b>MUESTREO POR (**)</b> : -
<b>COORDENADAS (**)</b>	E 0626376 - N 9251742	<b>FECHA DE RECEPCION</b> : 22-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	M23-2428	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 22-09-2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	-	<b>FECHA DE EMISION</b> : 28-09-2023

**SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de Ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición (NTP 339.134:1999 (revisada el 2019)) (\*\*\*\*)**

**SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición (NTP 339.135:1999 (revisada el 2019)) (\*\*\*\*)**

Código de Tamices	Tamices	Abertura (mm)	Masa retenida, g	Retenido parcial, %	Retenido acumulado, %	Porcentaje que pasa, %	Descripción
							1. Masa de material
							Masa inicial total, g
M-3-03	3 in.	75.000					Masa fracción fina para lavar, g
M-2-09	2 in.	50.000					2. Descripción
M-1 1/2-09	1 1/2 in.	37.500					Tamaño máximo
M-1-09	1 in.	25.000					Tamaño máximo nominal
M-3/4-12	3/4 in.	19.000					Bloques (>300 mm), %
M-3/8-08	3/8 in.	9.500					Bolones (75 mm - 300mm), %
M-4-15	No. 4	4.750				100.0	Grava, %
M-10-09	No. 10	2.000	5.6	1.0	1.0	99.0	Areña, %
M-20-11	No. 20	0.850	2.6	0.5	1.5	98.5	Finos (%)
M-40-10	No. 40	0.425	2.9	0.5	2.0	98.0	3. Límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad
M-60-05	No. 60	0.250	4.6	0.3	2.9	97.1	Límite líquido
M-140-07	No. 140	0.106	9.9	1.0	4.7	95.3	Límite plástico
M-200-15	No. 200	0.075	25.6	4.6	9.3	90.7	Índice de plasticidad
	Caolinita		7.6				



<b>Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS</b>
NTP 339.134:1999 (revisada el 2019)
CL
<b>Clasificación de suelos para uso en vías, AASHTO</b>
NTP 339.135:1999 (revisada el 2019)
A-7-6 (11)

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
 (\*\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL.

Autorizado por:  
 Ing. Secundino Burga Fernandez



EMP ASFALTOS S.A.C. - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 servicios\_lab@hotmail.com/servicios\_lab20@gmail.com  
 www.emp-asfaltos.com



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 203**



**INFORME DE ENSAYO S33-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo	
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Distrito Chiclayo – Departamento Lambayeque	
<b>CLIENTE (**)</b>	Carlo Davila Monteza - Rai Vasquez Monteza (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b> : 22-09-2023
<b>MATERIAL (**)</b>	: Arcilla de baja plasticidad	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b> : -
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Calicata: C-02, muestra : M-01; Profundidad: 0.90 m - 1.70 m	<b>MUESTREO POR (**)</b> : -
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E 0626376 - N 9251742	<b>FECHA DE RECEPCION</b> : 22-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	: M23-2428	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 23-09-2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez	<b>FECHA DE EMISION</b> : 28-09-2023

**SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea. (\*\*\*)  
NTP 339.152 2002 (revisada el 2015)**

**DATOS DEL ENSAYO**

	Identificación			Promedio
	7	22		
Muestra (N°)	7	22		
Peso Tarro (Baker 100 mL) Pyres (g)	175.23	98.55		
Peso Tarro + agua + sal (g)	231.35	141.45		
Peso Tarro Seco + sal (g)	175.24	98.56		
Peso de Sal (g)	0.01	0.01		
Peso de Agua (g)	56.12	42.90		
Porcentaje de Sal (%)	0.02	0.02		0.02

Autorizado por:

Ing. Secundino Burga Fernandez

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
REG. Nº 189278



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

(\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA.

 <p><b>EMP ASFALTOS</b> Servicios de laboratorios de suelos y pavimentos S.A.C.</p>	<p><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 203</b></p>	 <p><b>INACAL</b> DA - Perú Laboratorio de Suelos Acreditado</p> <p>Registro N° LE - 203</p>
--	--	---

**INFORME DE ENSAYO S23-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo		
<b>UBICACIÓN (**)</b>	; Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque		
<b>CLIENTE (**)</b>	Carlo Davila Monteza - Rai Vasquez Monteza (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	: 22-09-2023
<b>MATERIAL (**)</b>	; Arcilla de baja plasticidad		
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Calicata: C-02, muestra : M-01; Profundidad: 0.90 m - 1.70 m	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b>	: -
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E 0626376 - N 9251742	<b>MUESTREO POR (**)</b>	: -
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	: M23-2428	<b>FECHA DE RECEPCION</b>	: 22-09-2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 23-09-2023
		<b>FECHA DE EMISION</b>	: 28-09-2023

**SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea. (\*\*\*)**

**NTP 339.178 2002 (revisada el 2015)**

**DATOS DEL ENSAYO**

Descripción	Partes por millón (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de sulfatos (SO4-2) (ppm)	65	0.0065	Insignificante

Autorizado por:

  
SERVICIO DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
"SERVICIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS"  
S.A.C. S.R.L.S. S.A.

Ing. Secundino Burga Fernandez



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

(\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA.

 <p><b>EMP ASFALTOS</b> Servicios de laboratorios de suelos y pavimentos S.A.C.</p>	<p align="center"><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 203</b></p>	 <p align="center">INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 203</p>
--	---	--

**INFORME DE ENSAYO S23-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	: Estabilización de Suelos Blandos aplicando Poliestireno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales	
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: - calle Vicente Russo - Chiclayo	
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Distrito Chiclayo – Departamento Lambayeque	
<b>CLIENTE (**)</b>	: Carlo Davila Monteza - Rai Vasquez Monteza (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b> : 22-09-2023
<b>MATERIAL (**)</b>	: Arcilla de baja plasticidad	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b> : -
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Calicata: C-02, muestra : M-01; Profundidad: 0.90 m - 1.70 m	<b>MUESTREO POR (**)</b> : -
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E 0626376 - N 9251742	<b>FECHA DE RECEPCION</b> : 22-09-2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	: M23-2428	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 23-09-2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez	<b>FECHA DE EMISION</b> : 28-09-2023

**SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea. (\*\*\*)**  
**NTP 339.177 2002 (revisada el 2015)**

DATOS DEL ENSAYO			
Descripción	Partes por millón (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL) (ppm)	96	0.0096	Insignificante

Autorizado por:   
Ing. Secundino Barga Fernandez



- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.
- (\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL – DA.

-----  
Fin del documento

**INFORME DE ENSAYO 823-421**

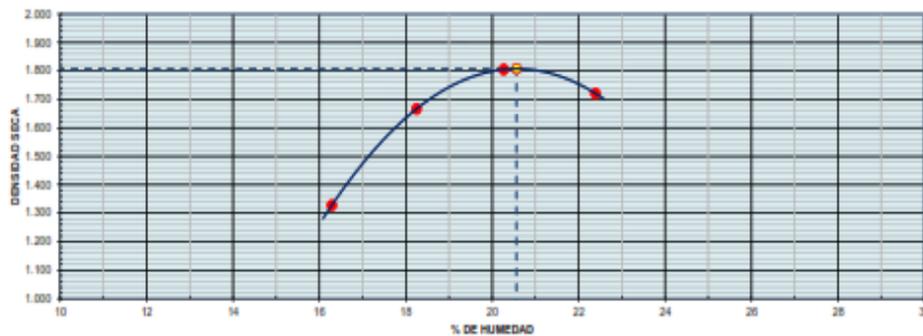
<b>PROYECTO (**)</b>	: Estabilización de Suelos Blandos aplicando Policloroeno expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloquetas hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	: 22/09/2023
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b>	: -
<b>CLIENTE (**)</b>	: Carlo Davila Montezza - Rai Vasquez Montezza (Contacto: 988801025)	<b>MUESTREADO POR (**)</b>	: -
<b>MATERIAL (**)</b>	: Arcilla de baja plasticidad	<b>FECHA DE RECEPCION (**)</b>	: 22/09/2023
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Calicata: C-02, muestra: M-01; Profundidad: 0.90 m - 1.70 m	<b>FECHA DE ENSAYO (**)</b>	: 23/09/2023
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E 0626376 - N 9251742	<b>FECHA DE EMISION (**)</b>	: 28/09/2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	: M23-2428		
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez		

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía estándar (600 kN-m/m<sup>3</sup> (12 400 pt-lb/pt<sup>3</sup>)). 1ª Edición (\*\*\*)**

**NTF 339.142:1999 (revisada al 2019)**

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	936	PESO DEL MOLDE (g) :		3818	METODO	"A"
Número de ensayos	1	2	3	4		
Peso molde + molde (g)	5264	5663	5850	5790		
Peso suelo húmedo compactado (g)	1446	1845	2032	1972		
Peso volumétrico húmedo	1.545	1.971	2.171	2.107		
Contenido de humedad						
Número de recipiente	1	2	3	4		
Peso suelo húmedo + tara (g)	511.2	496.3	453.4	506.2		
Peso suelo seco + tara (g)	439.6	419.7	377.0	413.6		
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua (g)	71.6	76.6	76.4	92.6		
Peso de suelo seco (g)	439.6	419.7	377.0	413.6		
Contenido de agua	16.29	18.25	20.27	22.39		
Peso volumétrico seco	1.328	1.667	1.905	1.721		
Densidad máxima seca:	<b>1.807</b>	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	<b>20.56</b>	%

**GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD**



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Declarado Victor J. Fernández  
M.C.I. 014.012.018

Revisado y aprobado.



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
(\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 203**



**INFORME DE ENSAYO S23-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	Estabilización de Suelos Blandos aplicando Policloruro expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloques hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo		
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque		
<b>CLIENTE (**)</b>	: Carlo Davila Montez - Rai Vasquez Montez (Contacto: 988801025)	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	: 22/09/2023
<b>MATERIAL (**)</b>	: Arcilla de baja plasticidad	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b>	: -
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Calicata: C-02, muestra: M-01; Profundidad: 0.90 m - 1.70 m	<b>MUESTREADO POR (**)</b>	: -
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E: 0626376 - N: 9251742	<b>FECHA DE RECEPCION</b>	: 22/09/2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	: M23-2428	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 23/09/2023
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez	<b>FECHA DE EMISION</b>	: 28/09/2023

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Sonorte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición. (\*\*\*)**

NTF 339.145:1999 (revisada el 2019)

**DATOS DE ENSAYO**

Densidad volumétrica						
N° de molde	14		2		11	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condiciones de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	10991	10615	12455	12560	12581	12761
Peso de molde	8047	8047	8053	8053	8299	8299
Peso de suelo húmedo	4544	4568	4402	4507	4282	4462
Volumen del molde	2090	2090	2108	2108	2134	2134
Densidad húmeda	2.174	2.186	2.088	2.138	2.007	2.091
% de humedad	20.55	22.10	20.55	24.30	20.51	20.55
Densidad seca	1.803	1.790	1.752	1.720	1.665	1.652
Contenido de humedad						
N° de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	480.5	502.2	510.1	493.1	605.2	650.7
Tarro + suelo seco	398.6	411.3	423.2	396.7	502.2	514.2
Peso de agua	81.9	90.9	86.9	96.4	103.0	136.5
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	398.6	411.3	423.2	396.7	502.2	514.2
% de humedad	20.55	22.10	20.55	24.30	20.51	26.55

**Expansión**

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
23/09/23	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24/09/23	14:30	22	38.9	0.99	0.9	61.3	1.56	1.3	85.5	2.17	1.9
25/09/23	14:30	42	55.3	1.40	1.2	75.4	1.92	1.7	100.4	2.55	2.2
26/09/23	14:30	65	72.4	1.84	1.6	91.4	2.32	2.0	112.1	2.85	2.5
27/09/23	14:30	95	84.5	2.15	1.9	102.4	2.60	2.3	123.1	3.13	2.7

**Penetración**

Penetración	Carga Stand.	Molde N° 14			Molde N° 2			Molde N° 11					
		Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%			
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0.003	8.1	0	0	0	5.5	0	0	3.2	0	0			
0.009	15.9	1	0	0	10.8	1	0	7.7	0	0			
0.015	22.4	1	0	0	16.4	1	0	14.2	1	0			
0.030	46.3	36.1	2	3.8	3.3	20.2	1	3.1	4.4	18.5	1	2.0	3.6
0.125	183.3	99.3	3	0	0	43.7	2	0	0	30.8	2	0	0
0.150	225.9	83.2	4	0	0	61.5	3	0	0	47.3	2	0	0
0.200	369.5	111.1	5	7.3	6.9	89.3	3	3.9	3.6	70.6	4	4.7	4.3
0.300	635.1	166.4	8	0	0	136.1	7	0	0	105.4	5	0	0
0.400	900.7	229.9	12	0	0	197.4	10	0	0	137.4	7	0	0
0.500	1166.3	299.4	15	0	0	237.3	12	0	0	200	10	0	0

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Víctor Javier Leiva Fernández  
 Revisado y aprobado.



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
 (\*\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA.

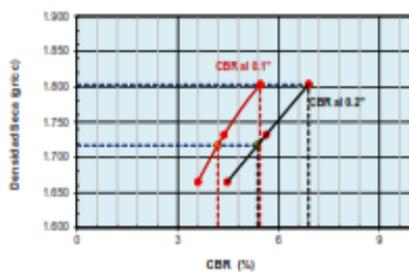
**INFORME DE ENSAYO S23-421**

<b>PROYECTO (**)</b>	: Estabilización de Suelos Blandos aplicando Policloruro expandido en la estructura del Pavimento articulado con bloques hexagonales - calle Vicente Russo - Chiclayo	<b>FECHA DE MUESTREO (**)</b>	: 22/09/2023
<b>UBICACIÓN (**)</b>	: Distrito Chiclayo - Departamento Lambayeque	<b>HORA DE MUESTREO (**)</b>	: -
<b>CLIENTE (**)</b>	: Carlo Davila Montezza - Rai Vasquez Montezza (Contacto: 988801025)	<b>MUESTREO POR (**)</b>	: -
<b>MATERIAL (**)</b>	: Arcilla de baja plasticidad	<b>FECHA DE RECEPCION</b>	: 22/09/2023
<b>CODIGO DE MUESTRA (**)</b>	: Calicata: C-02, muestra: M-01; Profundidad: 0.90 m - 1.70 m	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 23/09/2023
<b>COORDENADAS (**)</b>	: E 0626376 - N 9251742	<b>FECHA DE EMISION</b>	: 28/09/2023
<b>CÓDIGO ÚNICO</b>	: M23-2428		
<b>TECNICO ENCARGADO</b>	: Victor Javier Leiva Fernandez		

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Sonoria de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición. (\*\*\*)**

NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**

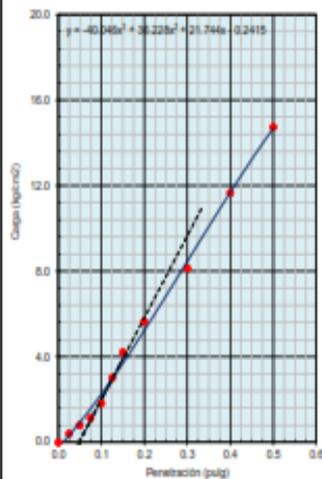


C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1":	5.5	0.2":	6.9
--------------------------	-------	-----	-------	-----

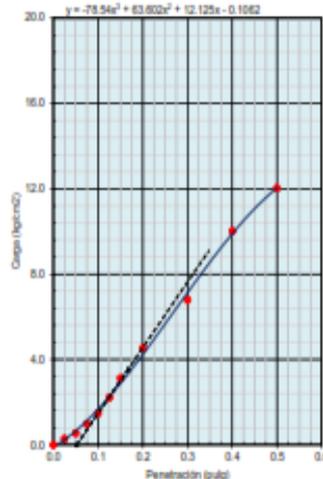
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1":	4.2	0.2":	5.4
-------------------------	-------	-----	-------	-----

Datos del Proctor	
Densidad Seca	1.807 g/cm <sup>3</sup>
Optimo Humedad	20.56 %

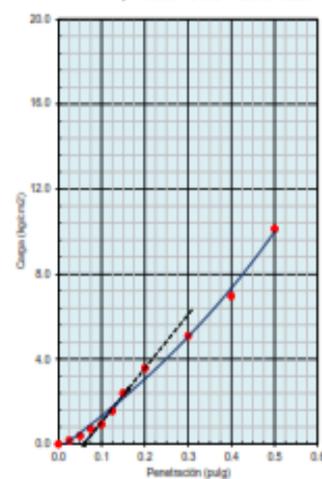
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Calle Comercio 1234 - Chiclayo - Lambayeque  
RUC: 20487357465

Revisado y aprobado.



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.  
(\*\*\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA.



**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.



---

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



# EMP ASFALTOS

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

## PANEL FOTOGRÁFICO

Calicata 01



**Profundidad:** 1.60 mts

**Nivel freático:** No presenta

**Coordenadas:** E 0626386 - N 9251825

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).



**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

**Calicata 02**



**Profundidad:** 1.70 mts

**Nivel freático:** No presenta

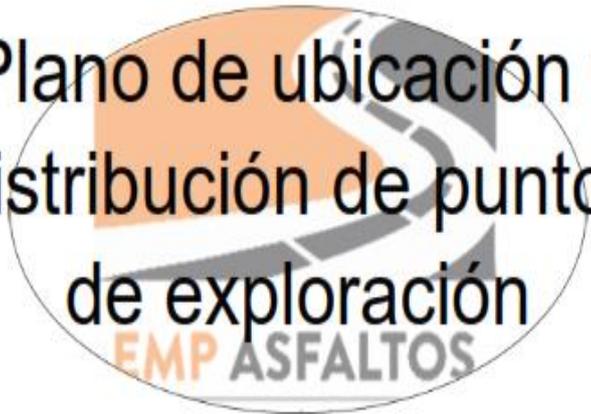
**Coordenadas:** E 0626376 - N 9251742

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).



Plano de ubicación y  
distribución de puntos  
de exploración  
EMP ASFALTOS

---

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

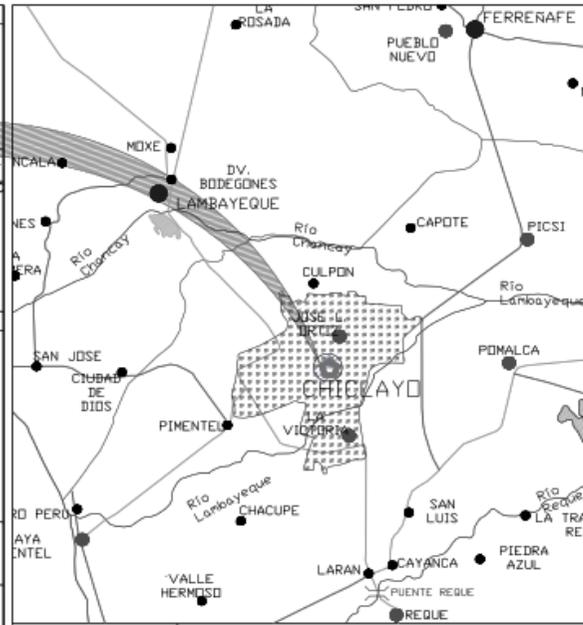
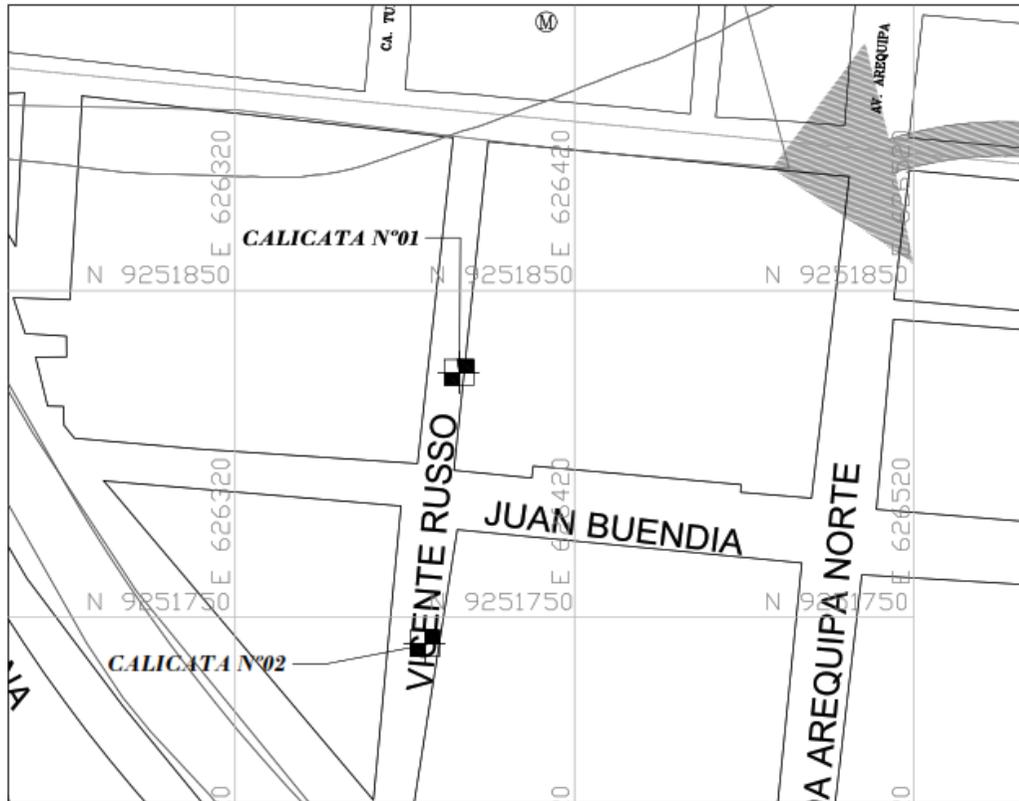


Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).



**ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN**

CUADRO DE COORDENADAS		
CALICATA	ESTE	NORTE
01	626306	9251625
02	626376	9251625
-	-	-
-	-	-
-	-	-

LEYENDA	
CALICATA	+



<b>LOCALIZACION</b>	(UTM) PLANO BASICO GEOREFERENCIADO	
<b>UBICACION :</b>	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE PROVINCIA: CHICLAYO DISTRITO: CHICLAYO	
REFERENCIA:	PLANO BÁSICO DE LA REGIONAL DE LAMBAYEQUE	
PROYECTO :	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS BLANDOS APLICANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ARTICULADO CON BLOQUETAS HEXAGONALES- CALLE VICENTE RUSSO - CHICLAYO	
SOLICITANTE:	CARLO DAVILA MONTEZA // RAI VASQUEZ MONTEZA	
DIBUJO:	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.	
SIST. DE CUADRICULA:	UTM (WGS 84)	
ESCALA: 1/75	ESCALA: 1/10000	LAMINA: <b>01</b>
FECHA: 23/09/2023		



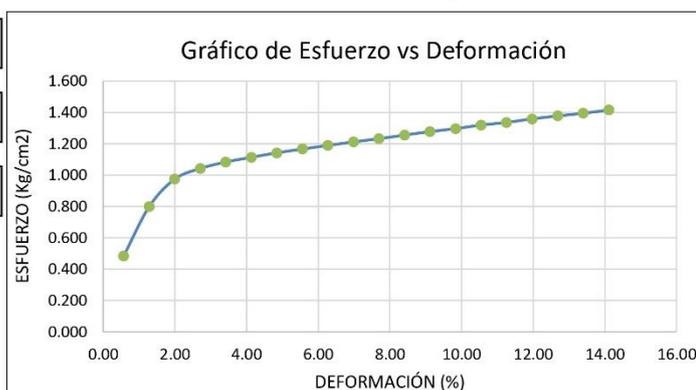
## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

### PROPIEDADES DE COMPRESION DE MATERIALES PLASTICOS CELULARES RIGIDOS ASTM D-1621

**PROYECTO :** "Estabilización de Suelos Blandos Aplicando Poliestireno Expandido en la Estructura del Pavimento Articulado con Bloquetas Hexagonales, Calle Vicente Russo - Chiclayo"  
**UBICACIÓN :** Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque.  
**SOLICITANTE :** Dávila Monteza Carlo Ailthon - Vásquez Monteza Rai Joseph.  
**FECHA :** Oct-23  
**MUESTRA :** Bloque de Poliestireno Expandible  
**DAT. DE MUESTRA CUBO N° 01**  
 ANCHO PROMEDIO 7.35  
 LARGO PROMEDIO 7.22  
 ALTO PROMEDIO 7.13

CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (cm)	DEFORMACIÓN (%)
25.7	0.484	0.0408	0.57
42.4	0.799	0.0916	1.28
51.7	0.974	0.1424	2.00
55.3	1.042	0.1932	2.71
57.5	1.084	0.2440	3.42
59.1	1.114	0.2948	4.13
60.6	1.142	0.3456	4.85
61.9	1.166	0.3964	5.56
63.1	1.189	0.4472	6.27
64.3	1.212	0.4980	6.98
65.4	1.232	0.5488	7.70
66.6	1.255	0.5996	8.41
67.8	1.278	0.6504	9.12
68.8	1.296	0.7012	9.83
70.0	1.319	0.7520	10.55
70.9	1.336	0.8026	11.26
72.1	1.359	0.8536	11.97
73.1	1.378	0.9044	12.68
74.0	1.394	0.9552	13.40
75.1	1.415	1.0060	14.11

RESISTENCIA A LA COMPRESION AL 1% DE DEFORMACIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	0.677
RESISTENCIA A LA COMPRESION AL 5% DE DEFORMACIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	1.149
RESISTENCIA A LA COMPRESION AL 10% DE DEFORMACIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	1.302



Especificaciones: Los ensayos se realizaron según la norma ASTM D-1621

Observaciones: Los especímenes de ensayo fueron moldeados e identificados por el solicitante. El laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.

Autorizado por:

Ing. Secundino Burga Fernández  
 REG. N° 13228





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

### PROPIEDADES DE COMPRESION DE MATERIALES PLASTICOS CELULARES RIGIDOS ASTM D-1621

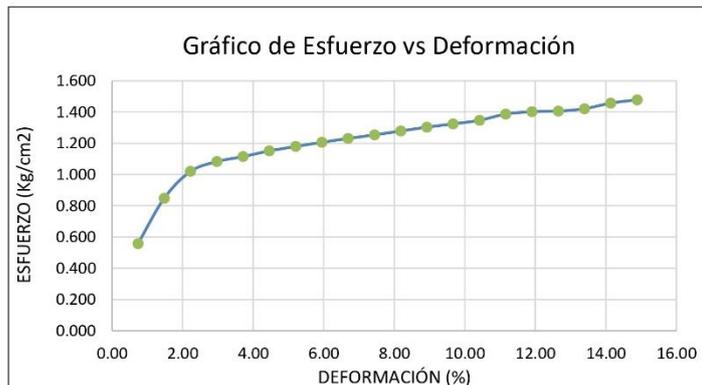
**PROYECTO :** "Estabilización de Suelos Blandos Aplicando Poliestireno Expandido en la Estructura del Pavimento Articulado con Bloquetas Hexagonales, Calle Vicente Russo - Chiclayo"  
**UBICACIÓN :** Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque.  
**SOLICITANTE :** Dávila Monteza Carlo Ailthon - Vásquez Monteza Rai Joseph.  
**FECHA :** Oct-23  
**MUESTRA :** Bloque de Poliestireno Expandible  
**DAT. DE MUESTRA :** **CUBO N° 02**  
 ANCHO PROMEDIO 7.22  
 LARGO PROMEDIO 7.28  
 ALTO PROMEDIO 6.82

CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACION (cm)	DEFORMACION (%)
29.3	0.557	0.0501	0.73
44.6	0.849	0.1009	1.48
53.6	1.020	0.1517	2.22
56.9	1.083	0.2025	2.97
58.6	1.115	0.2533	3.71
60.5	1.151	0.3041	4.46
62.0	1.180	0.3549	5.20
63.4	1.206	0.4057	5.95
64.7	1.231	0.4565	6.69
65.9	1.254	0.5073	7.44
67.2	1.278	0.5581	8.18
68.5	1.303	0.6089	8.93
69.6	1.324	0.6597	9.67
70.8	1.347	0.7105	10.42
72.9	1.387	0.7613	11.16
73.7	1.402	0.8119	11.90
73.9	1.406	0.8629	12.65
74.7	1.421	0.9137	13.40
76.6	1.457	0.9645	14.14
77.7	1.478	1.0153	14.89

RESISTENCIA A LA COMPRESION AL 1% DE DEFORMACIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	0.754
--	-------

RESISTENCIA A LA COMPRESION AL 5% DE DEFORMACIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	1.174
--	-------

RESISTENCIA A LA COMPRESION AL 10% DE DEFORMACIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	1.367
---	-------



Especificaciones: Los ensayos se realizaron según la norma ASTM D-1621

Observaciones: Los especímenes de ensayo fueron moldeados e identificados por el solicitante. El laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.

Autorizado por:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 REG. 20130278

Ing. Secundino Burga Fernandez





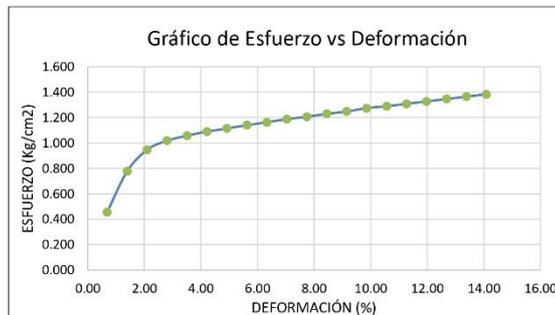
## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

### PROPIEDADES DE COMPRESION DE MATERIALES PLASTICOS CELULARES RIGIDOS ASTM D-1621

**PROYECTO** : "Estabilización de Suelos Blandos Aplicando Poliestireno Expandido en la Estructura del Pavimento Articulado con Bloquetas Hexagonales, Calle Vicente Russo - Chiclayo"  
**UBICACIÓN** : Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque.  
**SOLICITANTE** : Dávila Monteza Carlo Ailthon - Vásquez Monteza Rai Joseph.  
**FECHA** : Oct-23  
**MUESTRA** : Bloque de Poliestireno Expandible  
**DAT. DE MUESTRA** : **CUBO N° 03**  
 ANCHO PROMEDIO : 7.21  
 LARGO PROMEDIO : 7.36  
 ALTO PROMEDIO : 7.20

CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACION (cm)	DEFORMACION (%)
24.2	0.456	0.0495	0.69
41.2	0.776	0.1003	1.39
50.2	0.946	0.1511	2.10
54.0	1.018	0.2019	2.80
56.1	1.057	0.2527	3.51
57.8	1.089	0.3035	4.22
59.1	1.114	0.3543	4.92
60.5	1.140	0.4051	5.63
61.7	1.163	0.4559	6.33
63.0	1.187	0.5067	7.04
64.0	1.206	0.5575	7.74
65.2	1.229	0.6083	8.45
66.2	1.248	0.6591	9.15
67.6	1.274	0.7099	9.86
68.4	1.289	0.7607	10.57
69.4	1.308	0.8113	11.27
70.4	1.327	0.8623	11.98
71.4	1.346	0.9131	12.68
72.4	1.364	0.9639	13.39
73.4	1.383	1.0147	14.09

RESISTENCIA A LA COMPRESION AL 1% DE DEFORMACIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	0.569
RESISTENCIA A LA COMPRESION AL 5% DE DEFORMACIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	1.124
RESISTENCIA A LA COMPRESION AL 10% DE DEFORMACIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	1.283



Especificaciones: Los ensayos se realizaron según la norma ASTM D-1621

Observaciones: Los especímenes de ensayo fueron moldeados e identificados por el solicitante. El laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.

Autorizado por:

  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 REG. C. 12278

Ing. Secundino Burga Fernandez







## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

### PROPIEDADES DE COMPRESION DE MATERIALES PLASTICOS CELULARES RIGIDOS ASTM D-1621

**PROYECTO :** "Estabilización de Suelos Blandos Aplicando Poliestireno Expandido en la Estructura del Pavimento Articulado con Bloquetas Hexagonales, Calle Vicente Russo - Chiclayo"

**UBICACIÓN :** Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque.

**SOLICITANTE :** Dávila Monteza Carlo Ailthon - Vásquez Monteza Rai Joseph.

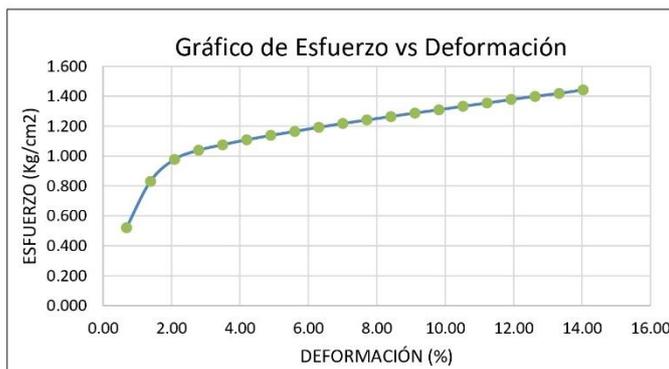
**FECHA :** Oct-23

**MUESTRA :** Bloque de Poliestireno Expandible

**DAT. DE MUESTRA CUBO N° 05**  
**ANCHO PROMEDIO** 7.32  
**LARGO PROMEDIO** 7.22  
**ALTO PROMEDIO** 7.23

CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACION (cm)	DEFORMACION (%)
27.5	0.520	0.0495	0.68
43.9	0.831	0.1003	1.39
51.7	0.977	0.1511	2.09
54.9	1.039	0.2019	2.79
56.8	1.075	0.2527	3.49
58.6	1.108	0.3035	4.20
60.1	1.138	0.3543	4.90
61.6	1.165	0.4051	5.60
63.0	1.192	0.4559	6.31
64.3	1.217	0.5067	7.01
65.6	1.241	0.5575	7.71
66.8	1.264	0.6083	8.41
68.1	1.288	0.6591	9.12
69.2	1.309	0.7099	9.82
70.4	1.333	0.7607	10.52
71.6	1.354	0.8113	11.22
72.8	1.378	0.8623	11.93
74.0	1.399	0.9131	12.63
75.0	1.419	0.9639	13.33
76.2	1.443	1.0147	14.03

RESISTENCIA A LA COMPRESION AL 1% DE DEFORMACIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	0.858
RESISTENCIA A LA COMPRESION AL 5% DE DEFORMACIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	1.176
RESISTENCIA A LA COMPRESION AL 10% DE DEFORMACIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	1.258



Especificaciones: Los ensayos se realizaron según la norma ASTM D-1621

Observaciones: Los especímenes de ensayo fueron moldeados e identificados por el solicitante. El laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.

Autorizado por:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 REG. Nº 140278

Ing. Secundino Burga Fernandez





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

### PROPIEDADES DE COMPRESION DE MATERIALES PLASTICOS CELULARES RIGIDOS ASTM D-1621

**PROYECTO** : "Estabilización de Suelos Blandos Aplicando Poliestireno Expandido en la Estructura del Pavimento Articulado con Bloquetas Hexagonales, Calle Vicente Russo - Chiclayo"

**UBICACIÓN** : Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque.

**SOLICITANTE** : Dávila Monteza Carlo Ailthon - Vásquez Monteza Rai Joseph.

**FECHA** : Oct-23

**MUESTRA** : Bloque de Poliestireno Expandible

**DAT. DE MUESTRA** **PROBETA 1**

ALTURA 63.9 mm

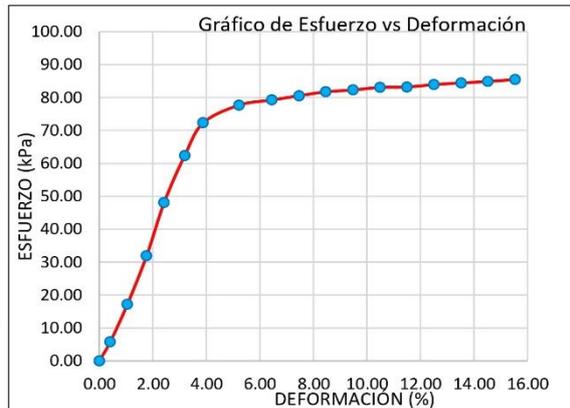
DIAMETRO 99.8 mm

DENSIDAD SECA 20.40 kg/m<sup>3</sup>

Deformación (mm)	Deformación (%)	Fuerza (kN)	Area Corregida (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo Kpa
0.000	0.00	0.00	0.00782	0.00
0.260	0.41	44.91	0.00784	5.73
0.670	1.05	134.85	0.00785	17.18
1.130	1.77	253.16	0.00793	31.92
1.550	2.43	385.48	0.00801	48.12
2.040	3.19	505.24	0.00810	62.38
2.480	3.88	591.32	0.00818	72.29
3.340	5.23	642.49	0.00827	77.69
4.120	6.45	662.43	0.00836	79.24
4.770	7.46	680.65	0.00845	80.55
5.410	8.47	697.98	0.00854	81.73
6.060	9.48	711.08	0.00864	82.30
6.700	10.49	726.05	0.00874	83.07
7.350	11.50	735.40	0.00884	83.19
7.990	12.50	750.37	0.00894	83.93
8.640	13.52	763.22	0.00904	84.43
9.280	14.52	776.57	0.00915	84.87
9.930	15.54	791.54	0.00926	85.48

#### RESULTADOS

ESFUERZO A LA COMPRESION NO CONFINADA (qu)	<b>85.48</b>	<b>kPa</b>
ESFUERZO A LA COMPRESION NO CONFINADA AL 5% (qu)	<b>74.77</b>	<b>kPa</b>
MODULO DE ELASTICIDAD APARENTE (Ec)	<b>1.94</b>	<b>MPa</b>



Observaciones: La Muestra ha sido identificada y entregada por el cliente.

Autorizado por:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 REG. Nº 19278

Ing. Secundino Burga Fernandez





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

### PROPIEDADES DE COMPRESION DE MATERIALES PLASTICOS CELULARES RIGIDOS ASTM D-1621

**PROYECTO** : "Estabilización de Suelos Blandos Aplicando Poliestireno Expandido en la Estructura del Pavimento Articulado con Bloquetas Hexagonales, Calle Vicente Russo - Chiclayo"

**UBICACIÓN** : Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque.

**SOLICITANTE** : Dávila Monteza Carlo Ailthon - Vásquez Monteza Rai Joseph.

**FECHA** : Oct-23

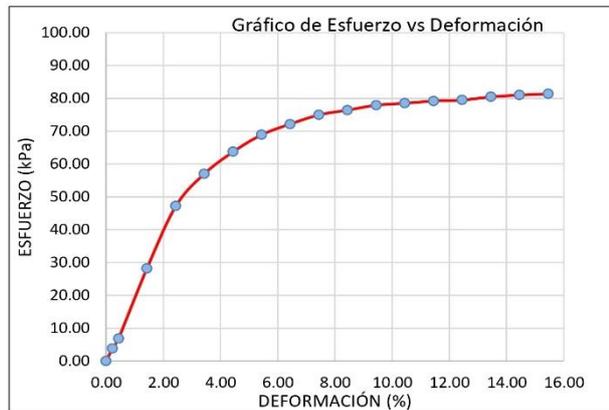
**MUESTRA** : Bloque de Poliestireno Expandible

**DAT. DE MUESTRA**      **PROBETA 2**  
 ALTURA                    64.7                    mm  
 DIAMETRO                100.1 mm  
 DENSIDAD SECA         15.38 kg/m3

Deformación (mm)	Deformación (%)	Fuerza (N)	Area Corregida	Esfuerzo
			(m2)	Kpa
0.000	0.00	0.00	0.00786	0.00
0.147	0.23	29.94	0.00788	3.80
0.283	0.44	54.27	0.00789	6.88
0.924	1.43	224.55	0.00797	28.17
1.578	2.44	379.87	0.00805	47.19
2.222	3.43	464.07	0.00814	57.01
2.875	4.44	523.95	0.00822	63.74
3.519	5.44	572.60	0.00831	68.90
4.162	6.43	606.16	0.00840	72.16
4.816	7.44	635.74	0.00848	74.97
5.459	8.44	654.94	0.00857	76.42
6.113	9.45	675.52	0.00867	77.91
6.756	10.44	688.62	0.00877	78.52
7.410	11.45	702.34	0.00887	79.18
8.053	12.45	712.95	0.00897	79.48
8.707	13.46	729.79	0.00907	80.46
9.350	14.45	743.50	0.00918	80.99
10.004	15.46	755.99	0.00929	81.38

#### RESULTADOS

ESFUERZO A LA COMPRESION NO CONFINADA (qu)	<b>81.38</b>	<b>kPa</b>
ESFUERZO A LA COMPRESION NO CONFINADA AL 5% (qu)	<b>67.76</b>	<b>kPa</b>
MODULO DE ELASTICIDAD APARENTE (Ec)	<b>1.98</b>	<b>MPa</b>



Observaciones: La Muestra ha sido identificada y entregada por el cliente.

Autorizado por:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernandez  
 REG. EN 189278

Ing. Secundino Burga Fernandez





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

### PROPIEDADES DE COMPRESION DE MATERIALES PLASTICOS CELULARES RIGIDOS ASTM D-1621

**PROYECTO** : "Estabilización de Suelos Blandos Aplicando Poliestireno Expandido en la Estructura del Pavimento Articulado con Bloquetas Hexagonales, Calle Vicente Russo - Chiclayo"

**UBICACIÓN** : Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque.

**SOLICITANTE** : Dávila Monteza Carlo Ailthon - Vásquez Monteza Rai Joseph.

**FECHA** : Oct-23

**MUESTRA** : Bloque de Poliestireno Expandible

**DAT. DE MUESTRA** **PROBETA 3**

ALTURA 69.5 mm

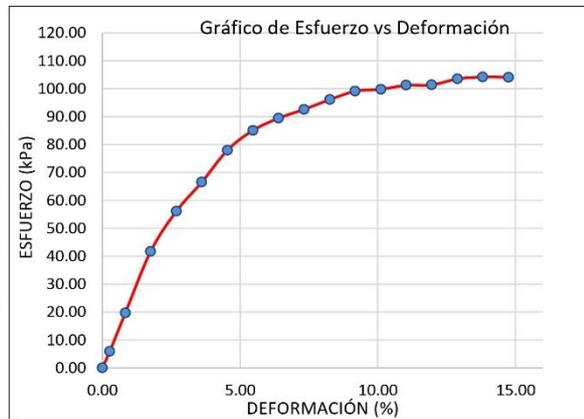
DIAMETRO 101.6 mm

DENSIDAD SECA 19.62 kg/cm<sup>3</sup>

Deformación (mm)	Deformación (%)	Fuerza (kN)	Area Corregida (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo Kpa
0.00	0.00	0.00	0.00811	0.00
0.19	0.27	48.65	0.00813	5.98
0.58	0.83	160.93	0.00818	19.67
1.22	1.76	344.31	0.00825	41.73
1.87	2.69	467.81	0.00833	56.16
2.51	3.61	559.51	0.00841	66.53
3.16	4.55	662.43	0.00849	78.02
3.80	5.47	729.79	0.00858	85.06
4.45	6.40	774.70	0.00866	89.46
5.09	7.32	810.25	0.00875	92.60
5.74	8.26	849.55	0.00884	96.10
6.38	9.18	885.10	0.00893	99.12
7.03	10.12	900.07	0.00902	99.79
7.67	11.04	922.53	0.00911	101.27
8.31	11.96	933.76	0.00921	101.39
8.96	12.89	963.70	0.00931	103.51
9.60	13.81	980.54	0.00941	104.20
10.25	14.75	989.90	0.00951	104.09

#### RESULTADOS

ESFUERZO A LA COMPRESION NO CONFINADA (qu)	<b>104.09</b>	<b>kPa</b>
ESFUERZO A LA COMPRESION NO CONFINADA AL 5% (qu)	<b>82.81</b>	<b>kPa</b>
MODULO DE ELASTICIDAD APARENTE (Ec)	<b>2.2</b>	<b>MPa</b>



Observaciones: La Muestra ha sido identificada y entregada por el cliente.

Autorizado por:

  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 REG. C.A. 149228

Ing. Secundino Burga Fernandez





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

### PROPIEDADES DE COMPRESION DE MATERIALES PLASTICOS CELULARES RIGIDOS ASTM D-1621

**PROYECTO** : "Estabilización de Suelos Blandos Aplicando Poliestireno Expandido en la Estructura del Pavimento Articulado con Bloquetas Hexagonales, Calle Vicente Russo - Chiclayo"

**UBICACIÓN** : Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque.

**SOLICITANTE** : Dávila Monteza Carlo Ailthon - Vásquez Monteza Rai Joseph.

**FECHA** : Oct-23

**MUESTRA** : Bloque de Poliestireno Expandible

**DAT. DE MUESTRA**    **PROBETA 4**

ALTURA                    65.1                    mm

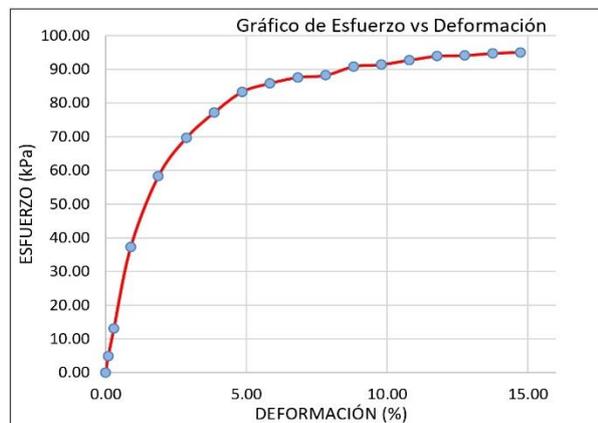
DIAMETRO                99.2 mm

DENSIDAD SECA         22.09 kg/m3

Deformación (mm)	Deformación (%)	Fuerza (kN)	Area Corregida (m2)	Esfuerzo Kpa
0.00	0.00	0.00	0.00772	0.00
0.06	0.09	37.43	0.00773	4.84
0.19	0.29	101.05	0.00774	13.06
0.58	0.89	290.04	0.00779	37.23
1.22	1.87	458.46	0.00787	58.25
1.87	2.87	553.89	0.00795	69.67
2.51	3.86	619.39	0.00803	77.13
3.16	4.85	675.52	0.00811	83.29
3.80	5.84	703.59	0.00820	85.80
4.45	6.84	726.05	0.00829	87.58
5.09	7.82	739.15	0.00838	88.20
5.74	8.82	769.09	0.00847	90.80
6.38	9.80	782.19	0.00856	91.38
7.03	10.80	802.77	0.00866	92.70
7.67	11.78	821.48	0.00875	93.88
8.31	12.76	832.71	0.00885	94.09
8.96	13.76	847.68	0.00895	94.71
9.60	14.75	860.79	0.00906	95.01

#### RESULTADOS

ESFUERZO A LA COMPRESION NO CONFINADA (qu)	<b>95.01</b>	<b>kPa</b>
ESFUERZO A LA COMPRESION NO CONFINADA AL 5% (qu)	<b>84.57</b>	<b>kPa</b>
MODULO DE ELASTICIDAD APARENTE (Ec)	<b>2.23</b>	<b>MPa</b>



Observaciones: La Muestra ha sido identificada y entregada por el cliente.

Autorizado por:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 ING. CIVIL 19278  
 REG. CNA 19278

Ing. Secundino Burga Fernandez





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

### PROPIEDADES DE COMPRESION DE MATERIALES PLASTICOS CELULARES RIGIDOS ASTM D-1621

**PROYECTO** : "Estabilización de Suelos Blandos Aplicando Poliestireno Expandido en la Estructura del Pavimento Articulado con Bloquetas Hexagonales, Calle Vicente Russo - Chiclayo"

**UBICACIÓN** : Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque.

**SOLICITANTE** : Dávila Monteza Carlo Ailthon - Vásquez Monteza Rai Joseph.

**FECHA** : Oct-23

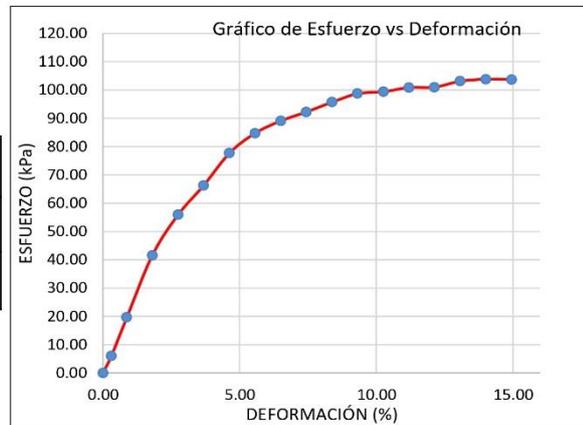
**MUESTRA** : Bloque de Poliestireno Expandible

**DAT. DE MUESTRA**     **PROBETA 5**  
 ALTURA                    68.7                    mm  
 DIAMETRO                98.9 mm  
 DENSIDAD SECA         21.18 kg/m<sup>3</sup>

Deformación (mm)	Deformación (%)	Fuerza (kN)	Area Corregida (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo Kpa
0.00	0.00	0.00	0.00815	0.00
0.21	0.31	48.78	0.00817	5.97
0.60	0.87	161.06	0.00822	19.59
1.24	1.80	344.44	0.00829	41.55
1.89	2.75	467.94	0.00837	55.91
2.53	3.68	559.64	0.00845	66.23
3.18	4.63	662.56	0.00853	77.67
3.82	5.56	729.92	0.00862	84.68
4.47	6.51	774.83	0.00870	89.06
5.11	7.44	810.38	0.00879	92.19
5.76	8.38	849.68	0.00888	95.68
6.40	9.32	885.23	0.00897	98.69
7.05	10.26	900.20	0.00906	99.36
7.69	11.19	922.66	0.00915	100.84
8.33	12.13	933.89	0.00925	100.96
8.98	13.07	963.83	0.00935	103.08
9.62	14.00	980.67	0.00945	103.77
10.27	14.95	990.03	0.00955	103.67

#### RESULTADOS

ESFUERZO A LA COMPRESION NO CONFINADA (qu)	<b>103.67</b>	<b>kPa</b>
ESFUERZO A LA COMPRESION NO CONFINADA AL 5% (qu)	<b>82.85</b>	<b>kPa</b>
MODULO DE ELASTICIDAD APARENTE (Ec)	<b>2.24</b>	<b>MPa</b>



Observaciones: La Muestra ha sido identificada y entregada por el cliente.

Autorizado por:

Ing. Secundino Burga Fernandez





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

### ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO

**PROYECTO** : "Estabilización de Suelos Blandos Aplicando Poliestireno Expandido en la Estructura del Pavimento Articulado con Bloquetas Hexagonales, Calle Vicente Russo - Chiclayo"

**UBICACIÓN** : Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque.

**SOLICITANTE** : Dávila Monteza Carlo Ailthon - Vásquez Monteza Rai Joseph.

**FECHA** : Oct-23

**MUESTRA** : Bloque de Poliestireno Expandible

DESCRIPCION	UNIDADES	M-1	M-2
Peso de la fiola + muestra + Agua	gr.	30.7	30.9
Peso de la fiola + Agua	gr.	24.3	24.2
Peso de la muestra	gr.	6.4	6.7
Volumen desplazado	cm <sup>3</sup>	5.9	6.3
Peso específico	gr/cm <sup>3</sup>	1.085	1.063
<b>Peso específico Promedio</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.074</b>	

Autorizado por:

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CTR. 16927 R

Ing. Secundino Burga Fernandez





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

**PROYECTO** : "Estabilización de Suelos Blandos Aplicando Poliestireno Expandido en la Estructura del Pavimento Articulado con Bloqueñas Hexagonales, Calle Vicente Russo - Chiclayo"

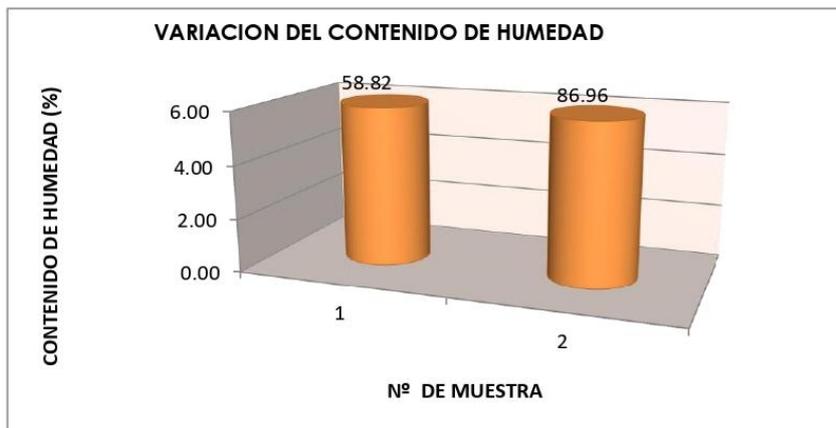
**UBICACIÓN** : Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque.

**SOLICITANTE** : Dávila Monteza Carlo Ailthon - Vásquez Monteza Rai Joseph.

**FECHA** : Oct-23

**MUESTRA** : Bloque de Poliestireno Expandible

CARACTERÍSTICAS		M - 01	M - 02
RECIPIENTE (N°)		<b>01</b>	<b>02</b>
1. Peso de recipiente	grs	0.00	0.00
2. Peso recipiente + muestra húmeda	grs	13.50	12.90
3. Peso recipiente + muestra seca	grs	8.50	6.90
4. Peso de agua	cc	5.00	6.00
5. Peso de la muestra seca neta	grs	8.50	6.90
6. Contenido de humedad	%	58.82	86.96
<b>PROMEDIO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>		<b>72.89</b>	



Autorizado por:

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CTR 149278

Ing. Secundino Burga Fernandez



# **DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $F'c = 350 \text{ KG/CM}^2$ (CEMENTO TIPO MS)**

## **TESIS:**

**"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS BLANDOS  
APLICANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO  
EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO  
ARTICULADO CON BLOQUETAS  
HEXAGONALES, CALLE VICENTE RUSSO -  
CHICLAYO".**

## **TESISTAS:**

**Dávila Monteza Carlo Ailthon  
Vásquez Monteza Rai Joseph**

**SETIEMBRE 2023**

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com)

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Kuso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongacion Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com)

**METODO DE ENSAYO** : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND  
**REFERENCIA NORMATIVA** : ACI COMITÉ 211 **FECHA DE ENSAYO** : 23/09/2023  
**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.  
**RESISTENCIA** :  $f_c=350$  Kg/cm<sup>2</sup> - Convencional **TEC. LAB.** : V.J.L.F.  
**TIPO DE CEMENTO** : Cemento Tipo MS

METODO DE DISEÑO: ACI COMITÉ 211		
RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS	ASENTAMIENTO (SLUMP):	3" - 4"
	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO (PC):	2.95

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS		AGREGADOS	
		FINO (F)	GRUESO (G)
1	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SATURADO SUPERFIC. SECA)	2.615	2.645
2	PESO UNITARIO SUELTO SECO	1475.00	1370.0
3	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO		1487.0
4	PORCENTAJE DE ABSORCION	1.21	0.5
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.67	0.41
6	MODULO DE FINEZA	2.95	
7	TAMANO MAXIMO NOMINAL	4.75	3/4

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA		FORMULAS	VALORES
A	ASENTAMIENTO-REVENIMIENTO (SLUMP)	A	
B	VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA	B	205.0
C	PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO	C	2.00
D	RELACION AGUA - CEMENTO	D	0.39
E	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO POR M <sup>3</sup>	E	0.81
H	PESO DEL CEMENTO	H	520.3
I	PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO	I	899.0
J	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO	J	0.175
K	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA	K	0.205
L	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE	L	0.020
M	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	M	0.340
N	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO	N	0.260
O	PESO SECO DEL AGREGADO FINO	O	681.7
P	PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO	P	688.3
Q	PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO	Q	903.3
R	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO	R	0.54
S	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO	S	0.41
T	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO	T	3.88
U	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO	U	3.69
V	APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS	V	7.37
W	AGUA EFECTIVA	W	197.63

VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO)							
CEMENTO :	520 Kg	AGUA :	205 Lt	AGREG. FINO :	682 Kg	AGREG. GRUESO :	900 Kg

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS							
CEMENTO :	520 Kg	AGUA :	198 Lt	AGREG. FINO :	686 Kg	AGREG. GRUESO :	903 Kg

PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO						
COMPONENTES DEL CONCRETO	PROPORCION EN PESO			PROPORCION EN VOLUMEN		
	SECO		CORREGIDA	SECO		CORREGIDA
	1		1	1		1
CEMENTO	1		1	1		1
AGREGADO FINO	1.3		1.3	1.3		1.3
AGREGADO GRUESO	1.7		1.7	1.9		1.9
AGUA (En litros/bol.)	16.7		16.1	16.7		16.1
El Nuevo Rendimiento Teórico es:	12.2					
Agregado grueso: T. Max. Nominal (")	3/4					

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CTR. 189278



Autorizado por: \_\_\_\_\_  
 Ing. Secundino Burga Fernández

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS S.A.C.**

**SEMP**  
ASfaltos

Av. Vicente Russo Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com)

**INFORME DE ENSAYO**

**TESISTAS** : DÁVILA MONTEZA CARLO AILTHON  
VÁSQUEZ MONTEZA RAI JOSEPH

**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS BLANDOS APLICANDO POLIESTIRENO  
EXPANDIDO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ARTICULADO CON  
BLOQUETAS HEXAGONALES, CALLE VICENTE RUSSO - CHICLAYO

**UBICACIÓN** : CHICLAYO

**TIPO DE PRODUCTO** : Agregados

**FECHA** : 22/09/2023

**FECHA DE EMISION** : 29/09/2023

**ING. ESPECIALISTA** : Secundino Burga Fernandez

**TECNICO LABORATORIO** : Victor Javier Leiva Fernandez

**NOTA :**

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- \* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- \* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
-----  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 149278

Autorizado por: \_\_\_\_\_

Ing. Secundino Burga Fernández



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com)

### INFORME DE ENSAYO

<b>METODO DE ENSAYO</b>	: CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO	
<b>REFERENCIA NORMATIVA</b>	: NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)	
<b>METODO DE MUESTREO</b>	: Agregados en Cantera	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 22/09/2023
<b>CODIGO INTERNO</b>	: CI23-591	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>CANTERA</b>	: Tres tomas - Ferreñafe	<b>TEC. LAB.</b> : V.J.L.F.
<b>MATERIAL</b>	: Agregado Grueso	

Descripción	1		
Peso de tara	120		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1107		
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1103		
Peso del agua contenida (gr)	4		
Peso de la muestra seca (gr)	983		
Contenido de Humedad (%)	0.41		

**Observaciones del ensayo**

- \* Muestra disturbada
- \* Pesado constante : 2 horas
- \* Horno controlado a : 110 +5°C
- \* Exclusión de algún material : No
- \* Más de un tipo de material : No

Autorizado por: \_\_\_\_\_

**SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
 Secundino Burga Fernández  
 INSCRITO  
 REG. CTR 119278

Ing. Secundino Burga Fernández



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Ax. Vicente Russo Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios.lab20@gmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.037

FECHA DE ENSAYO : 22/09/2023

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

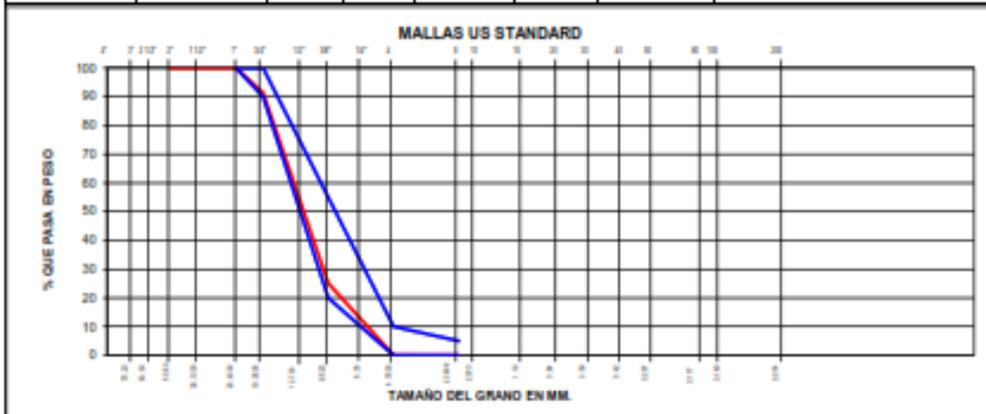
CODIGO INTERNO : C123-591

TEC. LAB. : V.J.L.F.

CANTERA : Teca tomas - Percehufo

MATERIAL : Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO							
Tamices	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Huso 67	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM	en MM						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						Tamaño Máximo 1"
1"	25.400				100.0	100 - 100	Tamaño Máximo Nominal 3/4"
3/4"	19.050	310.0	8.7	8.7	91.3	90 - 100	Peso Inicial Total: 3575.5 gr
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	2369.0	66.3	74.9	25.1	20 - 55	
1/4"	6.350						
Nº 4	4.760	895.0	25.0	100.0	0.0	0 - 10	
Nº 8	2.380	1.0	0.0	100.0	0.0	0 - 5	
Nº 10	2.000	0.5	0.0	100.0	0.0		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.297						
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
PAN							
TOTAL		3575.5					
% PERDIDA							



Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 REG. C.A. 150278

Autorizado por: Ing. Secundino Burga Fernández



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : PESOS UNITARIOS - SECO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 400.017

**FECHA DE ENSAYO** : 22/09/2023

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : CI23-591

**TEC. LAB.** : V.J.L.F.

**CANTERA** : Tres tomas - Ferreñafe

**MATERIAL** : Agregado Grueso

Peso unitario suelto					
		Identificación			Promedio
		1	2	3	
Peso del recipiente + muestra	(gr)	18406	18410	18413	
Peso del recipiente	(gr)	6236	6236	6236	
Peso de la muestra	(gr)	12170	12174	12177	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	8888	8888	8888	
Peso unitario suelto seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.369	1.370	1.370	
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000	
Peso unitario suelto seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1369	1370	1370	1370

Peso unitario compactado					
		Identificación			Promedio
		1	2	3	
Peso del recipiente + muestra	(gr)	19475	19443	19445	
Peso del recipiente	(gr)	6236	6236	6236	
Peso de la muestra	(gr)	13239	13207	13209	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	8888	8888	8888	
Peso unitario compactado seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.490	1.486	1.486	
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000	
Peso unitario compactado seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1490	1486	1486	1487

Observaciones:

Autorizado por:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 INE 11278  
 REG. OTN 11278

Ing. Secundino Burga Fernández



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).

### INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.021 FECHA DE ENSAYO : 23/09/2023

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : CI23-591 TEC. LAB. : V.J.L.F.

CANTERA : Tres tomas - Ferreñafe

MATERIAL : Agregado Grueso

### DATOS DEL ENSAYO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)	1005.30	1006.40		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)	628.40	629.20		
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)	376.90	377.20		
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	997.10	998.20		
E	Vol. de masa = C - ( A - D ) (gr)	368.7	369.0		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2.646	2.646		2.646
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	2.667	2.668		2.668
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	2.704	2.705		2.705
	% de absorción = $(( A - D ) / D * 100 )$	0.822	0.821		0.82%

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
REG. CTR. 189278

Autorizado por:

Ing. Secundino Burga Fernández



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

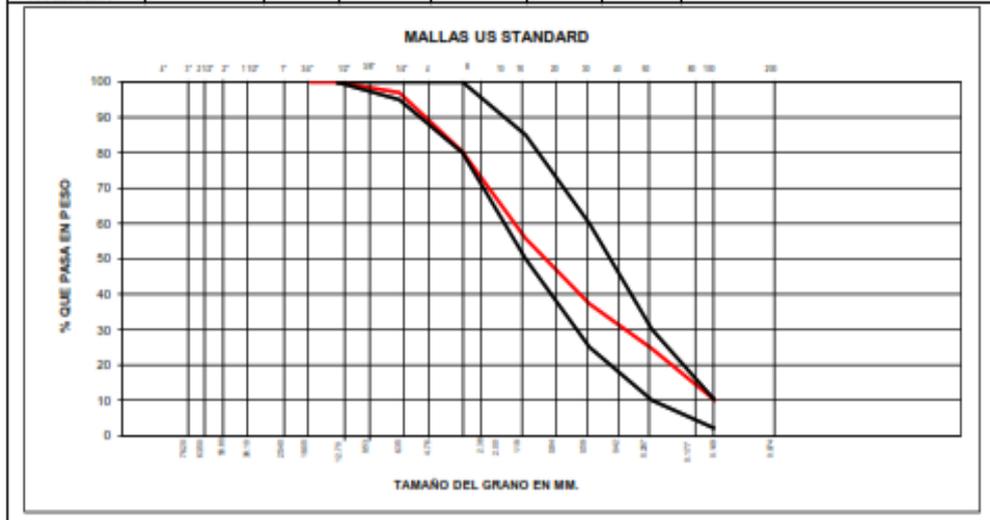
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO \*  
**REFERENCIA NORMATIVA** : MTC E 204 **FECHA DE ENSAYO** : 22/09/2023  
**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.  
**CODIGO INTERNO** : CI23-591 **TEC. LAB.** : V.J.L.F.  
**CANTERA** : Tres tomas - Ferreñafe  
**MATERIAL** : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO							
Tamices	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM							
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						<b>PESO TOTAL: 856.4 gr</b>
1/2"	12.700					100	
3/8"	9.525				100.0		
1/4"	6.350					100	
Nº 4	4.760	26.2	3.1	3.1	96.9	95 - 100	<b>MODULO DE FINEZA: 2.95</b>
Nº 8	2.380	142.5	16.6	19.7	80.3	80 - 100	
Nº 10	2.000						<b>PESO HUMEDO: 855.3 gr</b>
Nº 16	1.190	210.3	24.6	44.3	55.7	50 - 85	<b>PESO SECO: 849.6 gr</b>
Nº 20	0.840						<b>Cont. Humedad: 0.67</b>
Nº 30	0.590	158.4	18.5	62.8	37.2	25 - 60	
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.297	108.7	12.7	75.4	24.6	10 - 30	
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.149	124.6	14.5	90.0	10.0	2 - 10	
Nº 200	0.074	45.7	5.3	95.3	4.7		
PAN		40.0	4.7	100.0	0.0		
TOTAL							
% PERDIDA							



Observaciones:

Autorizado por: Ing. Secundino Burga Fernández  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 REG. CTA. 180278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : PESOS UNITARIOS - SECO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 400.017

**FECHA DE ENSAYO** : 22/09/2023

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : CI23-591

**TEC. LAB.** : V.J.L.F.

**CANTERA** : Tres tomas - Ferreñafe

**MATERIAL** : Agregado Fino

Peso unitario suelto					
		Identificación			Promedio
		1	2	3	
Peso del recipiente + muestra	(gr)	19375	19368	19377	
Peso del recipiente	(gr)	6236	6236	6236	
Peso de la muestra	(gr)	13139	13132	13141	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	8888	8888	8888	
Peso unitario suelto seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.478	1.477	1.479	
Contenido de humedad	25.35	0.000	0.000	0.000	
Peso unitario suelto seco	110.2	1478	1477	1479	1478

Peso unitario compactado					
	63.2	Identificación			Promedio
		1	2	3	
Peso del recipiente + muestra	(gr)	20852	20840	20847	
Peso del recipiente		6236	6236	6236	
Peso de la muestra	(gr)	14616	14604	14611	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	8888	8888	8888	
Peso unitario compactado seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.644	1.643	1.644	
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000	
Peso unitario compactado seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1644	1643	1644	1644

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 REG. SUP. 189278

Autorizado por:

Ing. Secundino Burga Fernández



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).

### INFORME DE ENSAYO

<b>METODO DE ENSAYO</b>	: EQUIVALENTE DE ARENA	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 22/09/2023
<b>REFERENCIA NORMATIVA</b>	: NTP 339.146	<b>RESP. LAB.</b> : S.B.F.
<b>METODO DE MUESTREO</b>	: Agregados en Cantera	<b>TEC. LAB.</b> : V.J.L.F.
<b>CODIGO INTERNO</b>	: CI23-591	
<b>CANTERA</b>	: Tres tomas - Ferreñafe	
<b>MATERIAL</b>	: Agregado Fino	

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra	01	02	03		
Hora de entrada	11:10:00	11:12:00	11:14:00		
Hora de salida	11:20:00	11:22:00	11:24:00		
Hora de entrada	11:22:00	11:24:00	11:26:00		
Hora de salida	11:42:00	11:44:00	11:46:00		
Altura de nivel Material fino (A)	4.7	4.6	4.7		
Altura de nivel Arena (B)	3.6	3.6	3.6		
Equivalente de arena (B x 100/A)	76.6%	78.3%	76.8%		
Promedio		77%			

Observaciones:

Autorizado por:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. Nº 119278

Ing. Secundino Burga Fernández



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS  
**REFERENCIA NORMATIVA** : MTC E 205 **FECHA DE ENSAYO** : 23/09/2023  
**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.  
**CODIGO INTERNO** : CI23-591 **TEC. LAB.** : V.J.L.F.  
**CANTERA** : Tres tomas - Ferreñafe  
**MATERIAL** : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO				
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	300.00	300.00	
B	Peso Frasco + agua	696.40	694.30	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	996.40	994.30	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	883.10	881.20	
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	113.30	113.10	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	296.40	296.41	
G	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)	109.70	109.51	PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.616	2.621	2.618
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.648	2.653	2.650
	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G	2.702	2.707	2.704
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.215	1.211	1.21%

Observaciones:

Autorizado por:

Ing. Secundino Burga Fernández

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
REG. C.O.F. 149278







**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios de suelos y pavimentos S.A.C.

PANEL FOTOGRÁFICO



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Sociedad Anónima  
REG. COT. 182278



**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.



**EMP ASFALTOS**

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Servicios de Laboratorio  
REG. CIP 185278

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).





**EMP ASFALTOS**

Servicios de laboratorios de suelos y pavimentos S.A.C.

**PANEL FOTOGRÁFICO**



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Rojas Fernández  
 REG. 018 165228



# EMP ASFALTOS

Servicios de laboratorios de suelos y pavimentos S.A.C.



EMP ASFALTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundario Esteban Fernández  
RUC: 20116  
REG. CTR. 119278

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).





# EMP ASFALTOS

Servicios de laboratorios  
de suelos y pavimentos S.A.C.

## PANEL FOTOGRÁFICO



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundaria: Jorge Fernández  
Tel: 948 852 622



# EMP ASFALTOS

Servicios de laboratorios de suelos y pavimentos S.A.C.



EMP ASFALTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Kiyari Ferrandiz  
REG. CNA 145278

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios.lab20@gmail.com](mailto:servicios.lab20@gmail.com).