

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



“EFECTO DE LA ACCIÓN CLIMÁTICA EN LAS  
PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO EN  
PAVIMENTACIÓN EMPEDRADA ANEXO  
POROCOCHA DISTRITO TAURIPAMPA 2023”

**TESIS**

**Para optar el título profesional de:**

Ingeniera Civil

**Autor:**

Bach. RODRÍGUEZ MAMANI LUCERO NATALY

**Asesores:**

Dr. NAVARRO VELIZ.JAVIER AMADOR

Mg. RAMOS PIÑAS, DAVID

**Línea de investigación institucional:** Transporte y Urbanismo

**HUANCAYO – PERÚ**

**2024**

ASESOR

Dr. NAVARRO VELIZ, JAVIER AMADOR

Mg. RAMOS PIÑAS, DAVID

## **HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS**

---

Dr. Rubén Dario Tapia Silguero  
PRESIDENTE

---

Mag. Ing. Erika Genoveva Zuñiga Almonacid  
JURADO

---

Mag. Ing. Lidia Benigna Larrazabal Sánchez  
JURADO

---

Mag. Ing. Waldir Alexis Sánchez Mattos  
JURADO

---

Mag. Ing. Leonel Untiveros Peñaloza  
SECRETARIO DE DOCENTE

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a mis padres, que siempre estuvieron a mi lado y me dieron apoyo y orientación para ayudarme a ser mejor persona y que hizo posible q terminara mi carrera.

Bach. Lucero Nataly Rodríguez Mamani

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a mis asesores de tesis por su dedicación y paciencia en guiarme en este proceso tan importante en mi vida que es mi proyecto de tesis gracias.

Bach. Lucero Nataly Rodríguez Mamani

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0121- FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **TESIS**; Titulado:

### EFECTO DE LA ACCIÓN CLIMÁTICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO EN PAVIMENTACIÓN EMPEDRADA ANEXO POROCOCHA DISTRITO DE TAURIPAMPA 2023

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **BACH. RODRIGUEZ MAMANI LUCERO NATALY**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) Metodológico : **MG. NAVARRO VELIZ JAVIER AMADOR**

Asesor(a) Tematico : **ING. RAMOS PIÑAS DAVID**

Fue analizado con fecha **29/02/2024**; con **109 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

**Excluye Bibliografía.**

X

**Excluye citas.**

X

**Excluye Cadenas hasta 20 palabras.**

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **22** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 01 de marzo de 2024.



**MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI**

**JEFA**

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>14</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>CAPITULO I .....</b>	<b>16</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. Delimitaciones del problema.....</b>	<b>18</b>
1.2.1. Espacial.....	19
1.2.2. Temporal.....	19
1.2.3. Económica .....	19
1.2.4. Geográfica .....	19
<b>1.3. Formulación del problema .....</b>	<b>19</b>
1.3.1. Problema general .....	19
1.3.2. Problemas específicos.....	19
<b>1.4. Justificación .....</b>	<b>19</b>
1.4.1. Social .....	19
1.4.2. Teórica.....	20
1.4.3. Metodológica .....	20
<b>1.5. Objetivos .....</b>	<b>20</b>
1.5.1. Objetivo General .....	20
1.5.2. Objetivos específicos.....	20
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>21</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
2.1. Antecedentes .....	21
2.2. Marco conceptual .....	38
2.3. Definición de términos .....	45

<b>CAPITULO III .....</b>	<b>49</b>
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>49</b>
<b>3.1. Hipótesis general .....</b>	<b>49</b>
<b>3.2. Hipótesis específicas.....</b>	<b>49</b>
<b>3.3. Variables.....</b>	<b>50</b>
3.3.1. Definición conceptual de la variable .....	50
3.3.2. Operacionalización de la variable.....	51
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>52</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1. Método de investigación .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2. Tipo de investigación .....</b>	<b>53</b>
<b>4.3. Nivel de investigación.....</b>	<b>53</b>
<b>4.4. Diseño de investigación.....</b>	<b>54</b>
<b>4.5. Población y muestra.....</b>	<b>54</b>
4.5.1. La población .....	54
4.5.2. La muestra .....	54
<b>4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>55</b>
4.6.1. Técnicas de recolección de datos .....	55
4.6.2. Instrumentos de recolección de datos.....	55
<b>4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....</b>	<b>56</b>
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>57</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1. Datos generales de zona .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1.1 Ubicación .....</b>	<b>59</b>
<b>5.1.2 Accesos .....</b>	<b>59</b>
<b>5.1.3 Clima.....</b>	<b>58</b>
<b>5.1.4 Servicios .....</b>	<b>58</b>

<b>5.2 Geología y sismicidad de la zona.....</b>	<b>61</b>
5.2.1 Geología .....	61
5.2.2 Sismicidad .....	62
5.2.3 Investigación geotécnica .....	63
5.2.4 Descripción del suelos.....	66
5.2.5 Descripción del perfil estratigráfico.....	67
<b>5.3 Diseño de pavimento .....</b>	<b>66</b>
5.3.1 Parámetro de diseño .....	66
<b>5.4 Estudio de tráfico .....</b>	<b>67</b>
5.4.1 Transito promedio diario (tpd) .....	67
5.4.2 Periodo de diseño .....	68
5.4.3 Carga máxima por eje.....	68
5.4.4 Diseño del pavimento empedrado .....	68
5.4.5 Factores de equivalencia.....	69
5.4.6 Espesores de base granular .....	69
5.4.7 Estructura del pavimento empedrados.....	69
<b>5.5 Para el diseño estructural de empedrado de vereda .....</b>	<b>70</b>
5.5.1 Característica de la sub rasante.....	70
5.5.2 Diseño de vereda empedrados .....	71
5.5.3 Espesores recomendado en el diseño de vereda .....	72
<b>5.6 Agresión del suelo al concreto del pavimento .....</b>	<b>73</b>
5.6.1 Agresión del suelo al concreto del pavimento .....	73
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>73</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>73</b>
<b>6.1. Cuál es el comportamiento de la consistencia del suelo para pavimentación empedrados frente la acción climática .....</b>	<b>73</b>
<b>6.2. la influencia de la acción climática en las propiedades físicas del suelo.....</b>	<b>74</b>
<b>6.3. Cuál es el diseño de la pavimentación empedrado frente la acción climática: .</b>	<b>74</b>
<b>6.4. resultado del análisis de las propiedades físicas de suelos para pavimentación empedrados frente la acción climática: .....</b>	<b>75</b>

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>76</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>81</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del área en estudio anexo porococha.....	17
Figura 2: “Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASHTO”.....	40
Figura 3: “Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS”. (12) .	40
Figura 4: “Cama de Arena” .....	47
Figura 5 : “Carpeta Asfáltica” .....	48
Figura 6 : “Armado de losa de concreto”.....	49
Figura 7 Mapa geológico regional .....	61
Figura 8 Formato de Aforo Vehicular .....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 “Número de Ensayos de CBR”. (11) .....	39
Tabla 2: “Categoría de Sub rasante”. (11).....	44
Tabla 3 Operacionalización de la variable.....	53
Tabla 4 Grados de ataques de los cloruros y sales solubles totales .....	60
Tabla 5 Las características estratigráficas.....	62
Tabla 6 cuadro de ubicación de las calicatas .....	63
Tabla 7 de las normas .....	64
Tabla 8: Clasificación de Suelos C-1 .....	66
Tabla 9 : Clasificación de Suelos C-2.....	67
Tabla 11: Valores mínimos para ta.....	73
Tabla 12: Carpeta de rodadura mínima .....	73
Tabla 13: Factores de conversión de base y sub base.....	73
Tabla 14: Espesor mínimo de la base granular.....	74
Tabla 15: Espesores de la estructura del pavimento en empedrados .....	74
Tabla 16 Matriz de consistencia .....	86

## RESUMEN

Este trabajo de investigación establece el problema general: ¿Cuál es el resultado del análisis de las propiedades físicas de suelos para pavimentación empedrados frente la acción climática en anexo porococha distrito de tauripampa 2023?, tuvo como objetivo general: Determinar el resultado del análisis de las propiedades físicas de suelos para pavimentación empedrados frente la acción climática en anexo porococha distrito de tauripampa 2023, y la hipótesis a contrastar: El análisis de las propiedades físicas de los suelos revelará una correlación entre las características del suelo y el rendimiento de los materiales de pavimentación en diversas condiciones climáticas. El método de investigación es el científico, de tipo aplicada, de nivel descriptivo diseño de investigación desempeñarán un papel significativo en la alteración de la composición, el contenido de humedad y otras propiedades relevantes del suelo. Ion experimental; la población el área de estudio es de 2033.75 m<sup>2</sup> en el distrito de Tauripampa y la muestra es de 1456 m de la calle los olivos del anexo de Porococha del distrito de Tauripampa. La conclusión general fue que los resultados de los análisis de las propiedades físicas del suelo influyen de acuerdo a su acción climática ya que con los ensayos que le hicimos al suelo pudimos darnos cuenta que las lluvias están malogrando la compactación del suelo y a su vez volviéndolo más poroso, por lo cual se propuso el diseño de un pavimento empedrado con todos los estudios de tráfico y demás

Palabras claves: precipitación, transitabilidad, Saturacion, densidad, porosidad

## **ABSTRACT**

This research work establishes the general problem: What is the result of the analysis of the physical properties of paving soils against the action climate in annex porococha district of tauripampa 2023?, had as general objective: Determine the result of the analysis of the physical properties of soils for paving cobblestones against climate action in annex porococha district of tauripampa 2023, and the hypothesis to be tested: the analysis of the physical properties of soils will reveal a correlation between soil characteristics and the performance of construction materials paving in various climatic conditions. The research method is scientific, applied type, descriptive level research design Will play a significant role in altering composition. Moisture content and other relevant soil properties experimental ion the population the study area is 2033.75 m<sup>2</sup> in the district of tauripampa and the sample is 1456 m from los olivos Street ,porococha annex of the tauripampa district the general conclusión was that the results of the analyzes of the physical properties of the soil influence according to its climatic action since with the tests we did on the soil we were able to realize that the rains are damaging the compaction of the soil and in turn making it more porous, for which the design of a cobbled pavement was proposed with all the traffic studies and other

Keywords: precipitation, passability, Saturation, density, porosity.

## INTRODUCCIÓN

En el trabajo de investigación el objetivo principal es analizar las propiedades físicas de suelos para pavimentación empedrados frente la acción climática en anexo Porococha, distrito Tauripampa – 2023, se propone realizar el análisis de las propiedades físicas de los suelos no solo de porosidad, consistencia y densidad en laboratorio para una pavimentación empedrada si no también en el costo, de manera q la obra sea rentable para la comunidad para ello se debe de analizar las alternativas posible respecto al tipo de pavimento q se debe de construir.

Para llevar a cabo la pavimentación empedrado realizaremos los ensayos en laboratorio según el reglamento nacional de edificaciones la norma E050 suelos y cimentaciones y especificar sus propiedades físicas (la porosidad, la consistencia y densidad) frente la acción climática (precipitación).

Por eso, se considera apropiado que las personas estén informadas sobre cómo se utiliza la tierra donde están involucradas, para que puedan entender sus características reales y determinar desde qué aspecto se puede evaluar su impacto. Dado que la actividad humana puede alterar estas propiedades, es crucial comprender la importancia de conservar el suelo en las mejores condiciones físicas posibles. Empleó el método científico utilizaremos las normas según el reglamento nacional de edificaciones E050 con una metodología de tipo aplicativo del conocimiento resolveremos problemas prácticos y concretos, con un nivel de investigación descriptivo detallamos las características del suelo y explicativo la diferencia variable dependiente e independiente y el diseño de la investigación es experimental por estudios realizados en laboratorio.

Los puntos a tratar en el proyecto son 9 capítulos:

CAPITULO I: Se realiza el título.

CAPITULO II: se realizará la introducción.

CAPITULO III: Estará compuesto por el planteamiento de problema, descripción y delimitación del mismo, la justificación, objetivos generales y específicos.

CAPITULO IV: Estará delimitado por el marco teórico.

CAPITULO V: Hipótesis se realiza hipótesis general y específicas y las variables

CAPITULO VI: Metodología se realiza método de investigación, tipo y nivel de investigación.

CAPITULO VII: Se realiza la administración del plan.

CAPITULO VIII: Se realiza la referencia bibliográfica.

CAPITULO IX: se realiza en el anexo la matriz de consistencia.

Bach. Lucero Nataly Rodríguez Mamani

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

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

En el anexo de Porococha distrito de Tauripampa con una altitud de 3450 msnm, se encuentra en la parte de la sierra de lima con una T media de 10° - 15°C. Es un lugar donde la lluvia empieza en enero y termina en abril, el suelo está asentado sobre un estrato K-TGD-L es decir rocas intrusivas tonalita y granodiorita perteneciente al sistema cretáceo superior era mesozoico este anexo es estable geológicamente por historia el anexo no tiene riesgo de huayco y deslizamiento el anexo conserva características coloniales y actuales realizan reuniones ceremonias importantes y con el paso del tiempo hay lugares que conservan las piedras talladas de laja de encontrar un atractivo para las propias y extraño que represente una contaminación visual sobretodo en estaciones de invierno.

Actualmente, muchos de los anexos tienen problemas como la ausencia de pavimentos y de la tierra q está en mal estado por el mal proceso constructivo por tales razones aprovechando y diseñado pavimento empedrado con todo el profesionalismo que eso amerita para colaborar en la solución de la necesidad fundamental del anexo de porococha de acuerdo al análisis del suelo que se realizara en las calles del anexo de porococha y los fuertes cambios climáticos (lluvia), se construirá una estructura, que fundamentalmente distribuirá las cargas encontradas proveniente de las ruedas de los vehículos, con el fin de que soporte sin tener fallas y/o deformaciones en exceso.

## 1.2. Delimitaciones del problema

### 1.2.1. Espacial

- ✓ Departamento : Lima
- ✓ Provincia : Yauyos
- ✓ Distrito : Tauripampa
- ✓ Lugar : Anexo de Porococha

*Figura 1 Ubicación del área en estudio anexo porococha*



*Fuente: Google Earth*

- **Características problemáticas**
- ✓ Inexistencia de pavimentación
- ✓ Ausencia de veredas
- ✓ Ausencia de distintos tipos de señalización
- ✓ Contaminación atmosférica.

### **1.2.2. Temporal**

La presente tesis se desarrolló en el periodo del año 2023.

### **1.2.3. Económica**

Los gastos en su totalidad serán asumidos por el Sustentante.

### **1.2.4. Geográfica**

El Anexo de Porococha, ubicado en Lima, provincia de Yauyos, en el distrito de Tauripampa con las siguientes coordenadas UTM.

- ✓ Este : 372456.95
- ✓ Norte : 8609906.56
- ✓ Zona 18

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es el resultado del análisis de las propiedades físicas de suelos para pavimentación empedrados frente la acción climática en anexo porococha distrito de tauripampa 2023?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuál es el comportamiento de la consistencia del suelo para pavimentación empedrados frente la acción climática?
- b) ¿Cómo influye la acción climática en las propiedades físicas del suelo?
- c) ¿Cuál es el diseño de la pavimentación empedrado frente la acción climática?

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Social**

La población es 1476 m de las calles del anexo de Porococha y la muestra será de 1476 m de las calles, las cuales no se encuentran pavimentadas y son causantes de problemas en la conducción y en la población, debido a la ausencia de veredas, también existe contaminación ambiental.

### **1.4.2. Teórica**

Comienza con el proceso de empedrado mejora las condiciones de salubridad y mayor viabilidad en el desarrollo de infraestructura vial local y mayor sostenimiento económico porque a través de la comprobación de las distintas teorías se logrará determinar cómo influye las propiedades físicas del suelo en la pavimentación de empedrados frente a las acciones climática en el anexo de Porococha.

### **1.4.3. Metodológica**

Se realizará trabajo de campo In situ, el conteo de cada uno de los vehículos fue por la observación sobre la vía durante el día y los datos de censo información brindada por los habitantes del lugar, análisis del suelo en laboratorio el resultado que nos permitirá la interpretación para el diseño de pavimentación empedrado.

Sobre la base de normas técnicas E-050 de suelos y cimentaciones, pertenecientes al reglamento nacional de edificaciones.

El estudio permitirá que los instrumentos utilizados puedan servir de referencia y pueda ser utilizado por otros investigadores en diferentes contextos de investigación.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar el resultado del análisis de las propiedades físicas de suelos para pavimentación empedrados frente la acción climática en anexo porococha distrito detauripampa 2023.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar el comportamiento de la consistencia del suelo para pavimentación empedrados frente la acción climática.
- b) Determinar la influencia de la acción climática en las propiedades físicas del suelo.
- c) Determinar el diseño de la pavimentación empedrado frente la acción climática

## **CAPITULO II MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **➤ Internacionales**

- a) Según Anguita García, M. (2023) sustento en su tesis: “Utilización de NFU en obras de geotecnia & rehabilitación: neumático fuera de uso”, el cual fue realizado en la Universidad de Sevilla, con el fin de obtener el título doctoral de Ingeniero.

Entre los objetivos, este proyecto determinó:

El propósito es demostrar la viabilidad de utilizar granulados de neumáticos (NFU) con partículas menores a 12 mm en proyectos de geotecnia y rehabilitación de estructuras de contención. Los objetivos específicos incluyen:

- Investigar y presentar de manera cronológica la evolución de sistemas constructivos y elementos prefabricados que emplean NFU en mayor volumen.
- Estudiar los parámetros geotécnicos más relevantes para aplicaciones con NFU, ampliando el conocimiento sobre sus características geométricas, físicas y mecánicas para su uso en aplicaciones no consideradas previamente.
- Destacar la utilidad de los granulados de neumáticos como material viable en terraplenes, rellenos para explanadas y en el trasdós de estructuras de contención, siguiendo las directrices del Pliego General del Ministerio de Fomento y Eurocódigo 7.
- Evaluar la validez de los resultados numéricos obtenidos a través de modelos que

emplean NFU en comparación con soluciones convencionales, y contrastarlos con cálculos analíticos.

- Comparar la rentabilidad económica del uso de NFU frente a soluciones tradicionales, considerando el valor de la sostenibilidad mediante diversos indicadores.
- Realizar experimentación en campo mediante el análisis previo de la implementación del granulado de NFU como relleno en el trasdós de una muralla y en la formación de terraplenes.

Producto a esta investigación se concluye que :

- En términos de granulometría, se seleccionan muestras con partículas de gran tamaño, como S5 y S6, para evitar la dispersión del material y simplificar las labores de procesamiento. Estas muestras carecen de contenido de humedad debido a la ausencia de fibras textiles, lo que las hace adecuadas para resistir cambios de temperatura sin problemas de expansión o contracción.
- El peso específico no muestra una relación directa con la variación del tamaño de partícula, pero sí varía para valores mayores de NFU, debido a un mayor contenido de acero. Si se van a realizar mezclas con materiales de diferentes densidades, se debe considerar la densidad aparente del conjunto en función del volumen ocupado por cada muestra.
- Los ensayos Próctor Normal y Próctor Modificado arrojan resultados de densidad seca similares, con poca humedad, necesaria para lograr la óptima compactación. Por tanto, no es necesario adoptar medidas de compactación excepcionales que encarezcan el proceso de construcción.
- La permeabilidad del material garantiza un drenaje adecuado, protegido por un geotextil que evita la obstrucción. El índice de compresión es similar al de arcillas con alta compresibilidad, lo que indica que se producen mayores deformaciones que en el caso de las arenas densas. Para aplicar NFU, el material debe haber sido sometido a una carga de preconsolidación para reducir los asentos, y si se aplica sin precarga, se debe considerar el índice de compresión. Si hay una sobrecarga constante sobre la capa de NFU, las deformaciones del material se mantienen estables.

b) Según: Ulloa López, Horacio (2015), en su tesis que lleva como título:

- “Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en San Isidro del Pegón, Potosí – Rivas” realizado en la Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua, Facultad de
- c) Ciencias e Ingenierías, para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil.

Estableció como objetivos que se pretenden lograr:

- Establecer los suelos cohesivos de las vías en el municipio de Potosí, departamento de Rivas, mediante el uso de una mezcla de cal hidratada. Para lograr este propósito, se han establecido objetivos específicos, que son los siguientes:

- Recopilar materiales a emplear procedentes de distintos puntos a lo largo de las vías de San Isidro del Pegón y llevar a cabo la evaluación de las propiedades físico-mecánicas de suelos.

- Calcular los porcentajes óptimos de los materiales estabilizadores que se utilizarán y, a través de los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, conseguir una mejora significativa en los suelos cohesivos.

- Disminuir el hinchamiento por cambio de humedades en los suelos cohesivos.
- Disminuir la vulnerabilidad al hinchamiento causado por cambios en la humedad en suelos cohesivos.

Los resultados de la investigación revelan lo siguiente:

- Se identificaron múltiples puntos en las vías de San Isidro que fueron dañados por las lluvias, mediante un reconocimiento a lo largo de estas vías. Se ubicaron los puntos más afectados, que son en parte lugares clave a lo largo de las vías.
- Se determinó que el suelo predominante es de tipo A-7-6 según la normativa AASHTO, lo que significa que tiene poca capacidad de carga, índice alto de plasticidad y un porcentaje elevado de expansión debido a cambios en la humedad. Sin embargo, el estrato número 1 de la calicata 4 es de tipo A-6, aunque con características no deseadas en un proyecto vial.
- Después de caracterizar y clasificar el suelo, se mezclaron las 5 muestras correspondientes a la clasificación A-7-6, y se determinó el índice de plasticidad. Se propusieron dosificaciones basadas en este punto, tomando en cuenta los porcentajes en los que se observaban mayores cambios: 3, 6, 9 y 12 por ciento. Estas dosificaciones resultaron en mejoras significativas en cuanto a plasticidad,

densidad de compactación y capacidad de soporte del suelo, a pesar de no cumplir completamente con el parámetro de expansión propuesto.

- Aunque no se lograron los estándares requeridos en su totalidad, se observó una mejora considerable en las propiedades mencionadas. Considerando que un proyecto vial no se limita únicamente a la estabilización de la subrasante, estos resultados pueden ser aplicables siempre y cuando se tengan en cuenta en el diseño del resto de la estructura del pavimento.

d) Según: Casas Pérez, Diego Fernando (2022) sustento en su tesis: “Efecto Del Cambio Climático Sobre El Ciclo De Vida De Tres Secciones De Pavimentos Flexibles”, el cual fue realizado en la Universidad Distrital, Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental, con el fin de obtener el título de Magister en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental .

Entre los objetivos, que se alcanzarán en el presente proyecto son :

- Determinar los efectos generados por el cambio climático en tres secciones de pavimentos flexibles en condiciones de los pronósticos realizados por la tercera comunicación del cambio climático para los periodos 2010-2040 y 2041-2070; los objetivos específicos son :
- Realizar una revisión de las tendencias investigativas en el análisis sobre pavimentos con un referente desde el cambio climático que se han desarrollado a nivel mundial durante los últimos diez años (2010-2020) .
- Estimar los efectos del cambio climático sobre los procesos de deterioro de tres secciones simuladas de pavimentos flexibles .
- Realizar el análisis de ciclo de vida para tres secciones simuladas de pavimentos flexibles .

Producto de su investigación concluye que :

- En el marco de la revisión se determinó que las tendencias investigativas para el análisis del desempeño de los pavimentos en el marco del cambio climático se han enfocado en la modelación dinámica mediante el uso de sistemas complejos.
- Adicional a esto se evidenció que las tendencias investigativas respecto a lo encontrado en bases de datos se dan geográficamente en Norte América especialmente en Estados Unidos y Canadá ya que estos son los sitios donde más

se le da importancia al tema seguido por Europa.

- La frecuencia de aparición de cada una de variables en el marco de la revisión documental junto con la ubicación geográfica de los estudios lo que permite inferir las diferentes metodologías utilizadas para el análisis del cambio climático sobre el efecto del cambio climático en los pavimentos flexibles, donde se evidencia el aumento en el uso del análisis de ciclo de vida junto con la metodología mecánico-empírica para el estudio de este fenómeno. A partir de esto se determina la temperatura y la precipitación como las variables más importantes, además del análisis de ciclo de vida como la herramienta más innovadora para determinar las diferencias entre ambos escenarios de estudio .
  
- e) Según: Rivera Gómez, Scarleth Jubelka, Dolmos Reyes, Yader Moises (2022) en su tesis: “Efecto de las propiedades físicas del suelo en la infiltración del agua en la finca el plantel UNA 2020-2022” realizado en la Universidad Nacional Agraria, Facultad De Agronomía, el estudio fue realizado para optar el grado académico de Ingeniero Agrícola .

Entre los objetivos, que se alcanzarán en el presente proyecto son :

- Analizar el impacto de las características físicas del suelo en el proceso de infiltración del agua en distintos tipos de uso del suelo dentro de la unidad de experimentación y validación ubicada en la finca El Plantel de la UNA durante el período 2020-2022. Los objetivos específicos son:
- Generar las curvas de velocidad de infiltración para los diferentes usos y tipos de suelos investigados utilizando el modelo de Kostiakov.
- Establecer relaciones entre las propiedades físicas del suelo y la velocidad de infiltración observada.
- Comparar los valores de infiltración básica, acumulada y promedio entre los distintos usos y tipos de suelo evaluados en el estudio.

Producto de su investigación concluye que :

- La capacidad de infiltración del agua es un factor altamente variable que está condicionado por diversos factores, como el nivel de humedad del suelo, sus propiedades físicas y químicas, así como otros aspectos ambientales.
- Los resultados obtenidos mediante la metodología de Kostiakov para diferentes

tipos de uso del suelo reflejan una tasa de infiltración promedio ajustada que varía desde moderadamente lenta hasta muy rápida.

- Se observó que las propiedades físicas y químicas del suelo, como su textura, la cantidad y tamaño de poros presentes, ejercen una influencia significativa en el proceso de infiltración del agua.
- Al comparar los valores de infiltración básica obtenidos, se identificaron grandes disparidades entre los puntos de observación. Por ejemplo, el punto de observación 3 mostró una velocidad promedio de infiltración de 1.9 cm/h, mientras que el punto de observación 9 registró una velocidad de infiltración de 34.8 cm/h. Estas diferencias se atribuyeron a diversas características del suelo, como su textura, estructura y contenido de materia orgánica, así como a los diferentes usos del suelo.
- La condición de humedad presente en el suelo durante la realización de las pruebas de infiltración ejerció una influencia significativa en el proceso, especialmente debido a que estas pruebas se llevaron a cabo durante la temporada de lluvias.

f) Según: Gavilanes Bayas, Erick Giovanni (2015) en su investigación titulada: “Estabilización y Mejoramiento de Sub- Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en Barrio Colinas del Sur” realizado en la Universidad Internacional Del Ecuador, Escuela De Ingeniería Civil, el cual realizo para poder obtener el título de Ingeniero Civil .

Entre los objetivos, que se alcanzarán en el presente proyecto son:

- Examinar y valorar las propiedades físicas y mecánicas derivadas de la modificación y estabilización del suelo en el sector de Santos Pamba, ubicado en el barrio Colinas del Sur, mediante la adición de diferentes porcentajes de cal y cemento, con el fin de determinar la estabilización de la plasticidad del material de sub-rasante en la vía. Los objetivos específicos son los siguientes:
- Introducir cal y cemento para reducir la compresibilidad de un suelo, determinada a través de la prueba de límites de consistencia de suelos.
- Analizar el efecto de la humedad en el suelo estabilizado.
- Evaluar el comportamiento del suelo con distintos porcentajes de los aditivos cementantes.

- Investigar la variación en la resistencia del suelo al aumentar el contenido de cal o cemento.
- Examinar y valorar el incremento en la capacidad de soporte del suelo mediante el ensayo del CBR.

Los resultados de la investigación arrojan las siguientes conclusiones y recomendaciones basadas en los ensayos de laboratorio realizados en muestras de suelo tomadas de la calle A del barrio Colinas del Sur en la ciudad de Quito:

- La calle estudiada presenta un suelo de tipo limo arenoso con pómez y de color café claro, por lo que se recomienda, conforme a las normas internacionales de estabilización de suelos y los ensayos realizados, llevar a cabo una estabilización con cemento.
- Se observa una disminución del índice de plasticidad para cada tipo de suelo estabilizado con cemento en comparación con el suelo natural.
- La relación entre los porcentajes de masa que pasan a través de las mallas N° 200 y N° 40 no excede el 0.65, lo cual es satisfactorio para la estabilización del suelo.
- Se aprecia una reducción significativa del índice de plasticidad con el incremento del porcentaje de cemento, lo que conlleva un leve aumento del límite de plasticidad y una disminución del límite líquido.
- Las características de compactación para los suelos naturales o estabilizados con cemento son similares, dado que se incrementa la densidad seca máxima y se reduce el contenido óptimo de humedad.
- La utilización de cemento para estabilizar el suelo resulta ventajosa, ya que permite reducir el espesor de la estructura de rodadura, sea hormigón rígido o asfalto, en comparación con su estado natural, lo que a su vez conlleva una disminución de los costos de construcción.
- Los suelos tratados con cemento incrementan su capacidad de soporte a valores superiores a los especificados por el MOP en su normativa para el mejoramiento de subrasante.
- Es fundamental realizar un estudio hidrológico e hidráulico del área en estudio para localizar adecuadamente los drenajes, como cunetas y alcantarillas, con el fin de

evitar que los suelos estabilizados entren en contacto con la humedad.

#### ➤ Nacionales

- a) Según Castillo Paz, Hilton Wilner, Robles Chang, Lino Augusto (2019) sustentó en su tesis: “Análisis estructural del pavimento flexible de las calles 02, 03 y 04, en la urbanización Los Pinos, Chimbote, Ancash – 2019”, el cual fue realizado en la Universidad Cesar Vallejo, Facultad De Ingeniería, Escuela Académico Profesional De Ingeniería Civil, con el fin de obtener el título profesional de Ingeniero Civil .

Entre los objetivos, que se alcanzarán en el presente proyecto son :

- Realizar un análisis estructural del pavimento flexible en las calles 01, 04 y 05 de la urbanización Los Pinos, ubicada en Chimbote, Ancash, durante el año 2019. Los objetivos específicos son:
- Identificar los tipos de materiales utilizados en la sub-rasante.
- Verificarse los espesores de las estructuras del pavimento en las mencionadas calles de la urbanización Los Pinos, en el distrito de Chimbote.
- Evaluar la capacidad de soporte del suelo.
- Determinarse el tipo de materiales empleados como estructura del pavimento actual.
- Proponer mejoras para el pavimento flexible de las calles 02, 03 y 04 de la urbanización Los Pinos, en el distrito de Chimbote, Ancash, durante el año 2019.

Productos a esta investigación se concluye que :

- El suelo de fundación o sub-rasante no ha sido mejorado y presenta materia orgánica a una profundidad que oscila entre 0.10 metros y 0.60 metros. Se trata de una combinación de arena mal gradada y arena limosa, con una compactación in situ de nivel medio y una ligera presencia de humedad.
- Las calicatas indican que la base tiene un espesor de 0.15 metros y la carpeta asfáltica de 0.05 metros. Para tratarse de una vía urbana, no se ajusta a las normas establecidas en el manual de carreteras, especialmente con respecto a su tiempo de vida proyectado de 20 años.
- El C.B.R. (California Bearing Ratio) del suelo de fundación es de 10.03 al 94% de

la Máxima Densidad Seca (M.D.S.) a una penetración de 0.1 pulgadas. Mientras que el C.B.R. de las bases granulares existente es de 80.46 al 94% de la Máxima Densidad Seca (M.D.S.). Ambos valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos en el manual de pavimentos urbanos.

- El análisis granulométrico realizado al material de base indica que se clasifica como GPGM según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), y si lo comparamos con los estándares de AASHTO, corresponde a un A1a (0), lo que significa que es un material especialmente preparado tanto para la base como para la subbase de un pavimento. Esto sugiere que se ha utilizado un material adecuado para la base.
  - La propuesta de mejora de la estructura se llevó a cabo utilizando el método establecido por la norma AASHTO 93, con un período de vida proyectado de 20 años, y se realizó una evaluación económica del mismo.
- b) Según: Ccoecca Román, Elsa Llaguento Paico, Katty Milagros(2022), en su tesis que lleva como título: “Estabilización de suelos con cloruro de sodio, para Base y sub base en carreteras de tercera clase para Pavimentación – Lambayeque” realizado en la Universidad Cesar Vallejo, Facultad De Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Académico Profesional De Ingeniería Civil, con el fin de obtener el título profesional de Ingeniero Civil .

Entre estos objetivos, que se alcanzaron en los presentes proyecto son :

- Evaluar las propiedades químicas, físicas y mecánicas del suelo analizado.
- Determinar las propiedades químicas, físicas y mecánicas de los suelos estabilizados con diferentes concentraciones de cloruro de sodio (0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 15%) y compararlas con las del suelo de referencia.
- Establecer la dosis adecuada de cloruro de sodio para los suelos utilizados en la base y subbase con fines de pavimentación.
- Evidenciar la capacidad de mejorar los suelos utilizados en la base y la subbase para pavimentos mediante el empleo de cloruro de sodio;

Los objetivos específicos son:

- Evaluar las propiedades químicas, físicas y mecánicas del suelo analizado.
- Determinar las propiedades químicas, físicas y mecánicas de los suelos estabilizados con diferentes concentraciones de cloruro de sodio (0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 15%) y compararlas con las del suelo de referencia.
- Establecer la dosis adecuada de cloruro de sodio para los suelos utilizados en la base y subbase con fines de pavimentación.

Los resultados de la investigación señalan lo siguiente:

- Respecto al primer objetivo, se identificó que el suelo extraído del tramo en estudio, ubicado en el camino vecinal que conecta las localidades de Tambo Real y La Pluma (LA - 698) en el Distrito de Pitipo, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque, está compuesto por suelos de tipo SM, SP/SM (arenosos arcillosos) según la clasificación S.U.C.S, y de tipo A-1-b(0), A-7-6(4) y A-2-4(0) según la clasificación A.A.S.H.T.O, en las calicatas 1, 2 y 3, respectivamente.
- Con respecto al segundo objetivo, se observó que, al aumentar la concentración de cloruro de sodio, se producen cambios en las propiedades del suelo. Por ejemplo, se observa una disminución en los valores del Límite Líquido y del Límite Plástico al aumentar el cloruro de sodio. Además, se aprecia una ligera mejora en las propiedades mecánicas de la densidad seca máxima con el incremento de la concentración de cloruro de sodio hasta el 2%. Sin embargo, a partir del 2%, se evidencia una disminución en el valor del C.B.R. (California Bearing Ratio).
- En relación al tercer objetivo, se determinó que el diseño óptimo se encuentra en un rango de concentración de cloruro de sodio del 1.5% al 2.0%. Se concluye que hay una mejora de aproximadamente un 10% en el valor del C.B.R. con una concentración del 2% de cloruro de sodio en comparación con el suelo natural. Sin embargo, se observa que más allá del 2%, el valor del C.B.R. disminuye, lo cual no es favorable para la estabilización del suelo.

- c) Según Gonzales Abanto, Kevin Mathius (2021) la investigación nombrada: “Análisis y diseño para la pavimentación de las calles comprendidas dentro del perímetro de la calle Eloy Ureta, la Av. Imperio, la Av. los Incas y los Terrenos Agrícolas Del Sur, 2020” hecha en la Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo, Facultad De Ingeniería, Escuela De Ingeniería Civil y Ambiental, el fin de la tesis fue aportar científicamente y lograr obtener el título de Ingeniera Civil y Ambiental .

Entre los objetivos, que se alcanzarán en el presente proyecto son :

- Determinar la opción más adecuada para pavimentar las calles dentro del perímetro conformado por la calle Eloy Ureta, las avenidas Los Incas e Imperio, y los terrenos agrícolas del sur en el distrito de La Victoria, Chiclayo

Los objetivos específicos son:

- Calcular el número de ejes equivalentes mediante un estudio de tráfico, así como llevar a cabo estudios topográficos y de mecánica de suelos.
- Realizar un análisis pluviométrico y meteorológico utilizando la información proporcionada por el S.E.N.A.M.H.I.
- Elaborar el diseño estructural del pavimento flexible utilizando los métodos A.A.S.T.H.O. 93 e Instituto del Asfalto, del pavimento intertrabado con el método ICPI, y del pavimento rígido utilizando los métodos A.A.S.T.H.O. 93 y P.C.A.
- Realizar un análisis económico de todos los diseños de pavimentación, incluyendo espesores, cantidades, costos unitarios, presupuesto y mantenimiento.
- Evaluar los resultados obtenidos para cada alternativa de pavimentación, considerando sus ventajas y desventajas a lo largo de todo el período de diseño.
- Diseñar el sistema de drenaje pluvial superficial y llevar a cabo el estudio de impacto ambiental correspondiente.

Producto de su investigación concluye que :

De acuerdo con los hallazgos obtenidos en cada fase del estudio:

- A partir del análisis de tráfico, se determinó que el número de repeticiones de ejes equivalentes (ESAL) para los pavimentos flexible y rígido fue de 157,176 y 160,013 respectivamente.
- El estudio topográfico reveló que el volumen de excavación para el pavimento flexible fue de 13,065.35 m<sup>3</sup>, para el pavimento intertrabado fue de 14,687.51 m<sup>3</sup> y para el pavimento rígido fue de 11,443.19 m<sup>3</sup>. En consecuencia, se identificó que

el pavimento intertrabado implicaba el mayor movimiento de tierras, seguido del pavimento flexible y luego el rígido, con un 11% y 22% menos de excavación de terreno natural respectivamente. El área total de las vías a pavimentar es de 32,443.14 m<sup>2</sup>.

- Según el estudio de mecánica de suelos, se utilizó el valor de CBR menor compactado al 95%, obtenido en ensayos de laboratorio, el cual fue de 7.3% para el diseño. Además, se concluyó que la mayoría del suelo de la subrasante está compuesto por arcillas de mediana plasticidad.
- En cuanto al diseño estructural, se determinaron los espesores siguiendo los métodos AASTHO 93 e ICPI, siendo de 2'' para la carpeta de rodadura, 15 cm para la base y 15 cm para la subbase en el pavimento flexible; 8 cm para el adoquín, 4 cm para la cama de arena y 28 cm para la base granular en el pavimento intertrabado; y 15 cm para la losa de concreto y 15 cm para la subbase granular en el pavimento rígido.
- En el estudio económico, se observó que el pavimento rígido resulta ser el más costoso en términos de construcción, seguido por el pavimento intertrabado y luego el flexible, siendo este último un 18% menos costoso que el intertrabado y un 31% menos que el rígido. Respecto al mantenimiento, el pavimento flexible mostró el mayor costo, seguido por el intertrabado y luego el rígido, siendo este último un 30% menos costoso que el flexible y un 39% menos que el intertrabado.
- Tras evaluar estos aspectos, se concluyó que el pavimento flexible es la mejor opción debido a sus menores costos, considerando el bajo tránsito vehicular en la zona, lo que lo hace más adecuado para el proyecto.
- Respecto al drenaje superficial, se decidió implementarlo mediante el escurrimiento superficial de las vías, con un bombeo del 2% en las calles del proyecto, dirigido hacia el canal T.O.C.N.O.P.E.
- Finalmente, en el estudio de impacto ambiental, se identificaron factores negativos como la alteración del relieve, emisión de gases y generación de partículas en suspensión, los cuales serán mitigados mediante el plan de manejo ambiental. Sin embargo, se destacaron aspectos positivos como la generación de empleo y el fomento del comercio. La matriz de Leopold arrojó un valor de 128, indicando un impacto medio.

- d) Según Castro Inga, Alexander (2019) el estudio que este titulado como: “Evaluación De Las Propiedades Mecánicas De Suelos Cohesivos Con Cloruro De Calcio Para Estabilización De Subrasantes De Pavimentos Urbanos, Capote – 2019”, la investigación fue realizada en la Universidad Señor de Sipan, Facultad De Ingeniería, Arquitectura Y Urbanismo, Escuela Profesional De Ingeniería Civil, la tesis fue realizada para optar el título profesional de Ingeniero Civil .

Entre los objetivos, que se alcanzarán en el presente proyecto son :

- Analizar el comportamiento y las características mecánicas de suelos cohesivos mediante la adición de cloruro de calcio para mejorar las subrasantes de pavimentos urbanos en el pueblo de Capote, distrito de P.i.c.s.i., durante el año 2019. Los objetivos específicos son:
- Investigar cómo influye el aditivo C.a.C.l.2. en las propiedades mecánicas de los suelos cohesivos identificados para pavimentación.
- Determinar las propiedades mecánicas, específicamente el índice de capacidad de soporte (C.B.R.), de los suelos cohesivos al agregar cloruro de calcio en diferentes proporciones y porcentajes.
- Establecer criterios para la aplicación de cloruro de calcio en la estabilización de subrasantes de suelos cohesivos destinados a pavimentación urbana, comparando con otros métodos alternativos.

Producto de su investigación concluye que :

- Se ratificó la hipótesis planteada, confirmando que la inclusión de cloruro de calcio en diferentes concentraciones, específicamente del 2%, 5% y 7%, aumenta el valor del índice de capacidad de soporte (C.B.R.) en comparación con la muestra original del suelo. Esto se evidencia en un incremento del 3.29% en el índice C.B.R. para una penetración de 0.1", y un aumento del 2.36% para una penetración de 0.2".
- Después de llevar a cabo diversos ensayos en la muestra natural, se logró identificar el tipo de suelo, clasificándolo como arcilla de baja plasticidad según el sistema S.U.C.S, mientras que bajo la asociación A.A.S.H.T.O se clasificó como suelo del tipo A-6 y A-7, utilizando los resultados del ensayo de límites de Atterberg como referencia.

- El cloruro de calcio sobresale en términos de coste en comparación con otros productos disponibles en el mercado y en la industria de la construcción. Esto se traduce en un ahorro significativo, aproximadamente del 90%, en comparación con el costo de una carpeta asfáltica, lo que podría mejorar notablemente la calidad de vida de los residentes.
  - En conclusión, se determina que la adición de cloruro de calcio mejora el índice de C.B.R. y, a medida que se aumenta el porcentaje de C.a.C.I.2, aumenta tanto la resistencia como las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Por lo tanto, la opción más efectiva sería emplear este estabilizante en una concentración del 7%.
- e) Según Vílchez Carpio, Lilian Patricia, Yeren López, Silvia Cristina (2022) el estudio presentado como: “Condiciones meteorológicas que afectan a las propiedades de las mezclas asfálticas”, la cual fue realizada en la Universidad Ricardo Palma, Facultad De Ingeniería, Escuela Profesional De Ingeniería Civil. El trabajo de investigación tuvo la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Civil .

Entre los objetivos, que se alcanzarán en el presente proyecto son :

- Identificar las condiciones climáticas predominantes que influyen en las características y ocasionan deficiencias en las mezclas asfálticas; los objetivos específicos son:
- Investigar el impacto de las condiciones meteorológicas en las propiedades de las mezclas asfálticas.
- Determinar el grado en el que las condiciones climáticas conducen a fallos en las mezclas asfálticas.

Producto de su investigación concluye que :

- Según lo establecido, hay diversas condiciones meteorológicas que provocan el deterioro prematuro de los pavimentos asfálticos, como el clima, la temperatura, la radiación solar, la humedad, las lluvias y el oxígeno, entre otras.

- Las propiedades más afectadas de las mezclas asfálticas por las condiciones meteorológicas incluyen la estabilidad, durabilidad, resistencia al daño por impermeabilidad y resistencia a la fractura debido a bajas temperaturas.
- Tras la investigación realizada, se concluye que las condiciones meteorológicas del entorno ejercen una influencia perjudicial en el comportamiento de las mezclas asfálticas, lo que resulta en deterioros prematuros y daños consecuentes, principalmente en la superficie de rodadura. Estos daños también afectan la durabilidad del pavimento asfáltico, manifestándose en problemas como fisuras por contracción térmica, exudación, deformación ondulatoria, hinchamiento y desprendimiento de agregados, entre otros.

## **2.2. Marco conceptual**

La exploración de suelos según las normas A.A.S.H.T.O, que sigue el protocolo T 86-90, equivalente a la norma A.S.T.M. D.4.2.0.-6.9., requiere una serie de pasos. En primer lugar, se debe realizar un reconocimiento exhaustivo del terreno para establecer un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía y en las áreas de préstamo. Este proceso tiene como objetivo identificar los diferentes tipos de suelos y rocas presentes en la zona.

El reconocimiento del terreno permite localizar los cortes naturales o artificiales, determinar los estratos principales de los suelos superficiales y delimitar las áreas donde los suelos tienen características similares. Además, facilita la identificación de zonas de riesgo o que no son recomendables para ubicar el trazado de las calles.

El programa de exploración e investigación de campo implica la realización de calicatas o pozos exploratorios, cuyo espaciado varía según las características de los materiales subyacentes en el trazado de las calles. Por lo general, estas perforaciones se sitúan entre 250 y 2,000 metros de distancia, aunque en casos particulares pueden estar más cercanas, especialmente en puntos singulares, como:

- Alteraciones en la topografía de la región bajo estudio pueden surgir debido a diversas razones, como las características naturales del suelo o la presencia de terrenos irregulares o impredecibles.

- Es necesario definir áreas donde los suelos sean considerados de baja calidad o inapropiados para su uso previsto.
- Se deben identificar áreas que estarán sujetas a terraplenes o rellenos con alturas superiores a 5.0 metros.
- Se deben destacar áreas donde la elevación del terreno natural esté muy cerca de la rasante proyectada, con una diferencia de altura inferior a 0.6 metros.
- En áreas donde se realicen cortes, se deben determinar los puntos de transición entre corte y terraplén, para comprender la composición del material a nivel de la subrasante. De estas calicatas o pozos exploratorios, se deben obtenerse muestras representativas de estos donde cada estrato en cantidades suficientes de suelos o rocas, o ambos, que sean relevantes para los diseños y las construcciones.

El tamaño y la naturaleza de las muestras requeridas están determinados por los ensayos específicos a realizar, el contenido de partículas gruesas en la muestra y el equipo de ensayo disponible. Una vez obtenidas las muestras según los métodos descritos, se llevarán a cabo ensayos de laboratorio. Posteriormente, los datos recopilados se analizarán en la fase de gabinete, donde se registrarán los resultados de manera gráfica y escrita.

En esta etapa, se elaborará un perfil estratigráfico de los suelos, que abarcará un espesor mínimo de 1.50 metros y se acotará debidamente, teniendo como referencia superior la línea de subrasante del diseño geométrico vial. Este perfil incluirá información detallada sobre los tipos de suelos presentes en el terraplén y el terreno natural, junto con sus propiedades y características pertinentes para el diseño de pavimentos.

En áreas donde se prevén cortes profundos, se emplearán métodos geofísicos de prospección, siguiendo las directrices establecidas en la Norma M.T.C. E101, para determinar la composición y características de los suelos y/o rocas subyacentes. (11)

**Caracterización de la subrasante:** Se llevará a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro. Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales; para luego, si se considera necesario, densificar la exploración en puntos singulares del trazo de la vía. En caso el tramo tenga una longitud entre 500 m y 1,000 m el número de calicatas a realizar será la cantidad de calicatas para un kilómetro. Si el tramo tiene una longitud menor a 500 m, el número de calicatas a realizar será la mitad de calicatas indicadas . (11)

- **Registro de excavación:** De los estratos encontrados en cada una de las calicatas se obtendrán muestras representativas, las que deben ser descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación de la calicata (con coordenadas UTM - WGS84), número de muestra y profundidad y luego colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio. Así mismo, durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevará un registro en el que se anotará el espesor de cada una de los estratos del subsuelo, sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales. Así mismo se extraerán muestras representativas de la subrasante para realizar ensayos de Módulos de resiliencia (Mr) o ensayos de CBR para correlacionarlos con ecuaciones de Mr. la cantidad de ensayos dependerá del tipo de carretera .

Tabla 1 Número de Ensayos de CBR . (11)

Autopistas carreteras de I.M.D.A. mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	N° Mr y CBR
Autopistas de carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, para calzadas separadas.	2 carriles en cada sentido: 1 MR cada 3 Km/sent. y 1C.B.R cada 1km/sent. 3 carriles en cada sentido: 1 MR cada 2 Km/sent. y 1C.B.R cada 1km/sent.. 4 carriles en cada sentido: 1 M.R. cada 1 Km/sent. y 1C.B.R. cada 1km/sent.
Carreteras duales o multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas	2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 Km/sent. y 1C.B.R cada 1km/sent. 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 Km/sent. y 1C.B.R cada 1km/sent.. 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 Km/sent. y 1C.B.R cada 1km/sent.
Carreteras de 1era: con 1 I.M.D.A entre 4000 - 2001 veh/día de una calzada de 2 carriles.	1 M.R. cada 3 Km y 1 C.B.R cada 1 Km
Carreteras de 2da: con 1 I.M.D.A entre 2000 - 401 veh/día de una calzada de 2 carriles.	Por 1.5 Km se realizará 1 C.B.R. (* )
Carreteras de 3era: con 1 I.M.D.A entre 400 - 201 veh/día de una calzada de 2 carriles.	Por 2 Km se realizará 1 C.B.R (* )
Con 1 I.M.D.A ≤ 200 veh/día de una calzada	Por 3 Km se realizará 1 C.B.R.

El número de ensayos establecido en la Gráfica N°2 es válido tanto para la construcción de nuevos pavimentos como para la reconstrucción y mejora de los existentes. En situaciones en las que la longitud del tramo sea menor que la especificada, el número mínimo de ensayos indicado en el cuadro para la determinación de Mr o CBR debe ser considerado. (11)

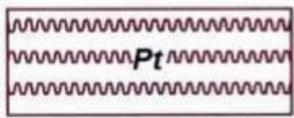
- **Los suelos y su descripción:** Los suelos identificados serán caracterizados y categorizados conforme a los procedimientos establecidos para la construcción de carreteras, siendo obligatorio su clasificación según los estándares de A.A.S.H.T.O y S.U.C.S. Se emplearán los símbolos convencionales para este propósito.

Figura 2: Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación A.A.S.H.T.O .

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Figura 3: Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación S.U.C.S. .  
(12)

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcillaarenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

	<p>Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa</p>
	<p>Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico</p>
	<p>Turba, suelo considerablemente orgánico</p>

- **El tráfico en las vías:** La consideración de los tráficos es de suma importancia en el diseño del pavimento, ya que estos deben resistir las cargas generadas por los vehículos a lo largo de su vida útil para mantener un servicio adecuado. El tráfico está compuesto por una variedad de vehículos con diferentes pesos y números de ejes, lo que ocasiona tensiones y deformaciones diversas en los pavimentos, provocando distintos tipos de deterioro. Por ello, se llevó a cabo un estudio de tráfico con el objetivo de determinar el Número de Repeticiones de Eje Equivalente de 8.2 toneladas.
  
- **Pavimentos y sus tipos**
  - **Pavimento rígido:** El componente principal de este tipo de pavimento consiste en unas losas de concretos que se coloca directamente sobre la subrasante o sobre una capa de material granular seleccionado conocida como sub base. La inclusión de la sub base es necesaria únicamente si la subrasante no posee las características adecuadas para resistir la losa y las cargas que soporta, es decir, si no proporciona un soporte suficiente. Una de las diferencias más notables entre los pavimentos flexibles y rígidos radica en la manera en que distribuyen las tensiones generadas por el tráfico. Debido a que el concreto es mucho más rígido que la mezcla asfáltica, distribuye las tensiones en un área más amplia. Además, el concreto tiene cierta resistencia a la tracción, lo que significa que su comportamiento sigue siendo adecuado incluso en áreas débiles de la subrasante. Por esta razón, la capacidad de carga de un pavimento rígido depende principalmente de las losas en lugar de las capas subyacentes, las cuales tienen una influencia mínima en el diseño. (13)

Una distinción relevante es la presencia de juntas en los pavimentos rígidos, que están ausentes en los pavimentos flexibles. Esta diferencia implica que la teoría de análisis empleada para los pavimentos rígidos se basa en la teoría de placa o plancha, en contraste con la teoría de capas utilizada para los pavimentos asfálticos. (14)

La resistencia típicamente requerida para el concreto es alta, oscilando entre 200 y 400 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a las losas, estas pueden ser de concreto simple, con refuerzo o pre-reforzado. (15)

Otro autor clasifica los pavimentos rígidos como :

- **Pavimento articulado de concreto simple o Jointed Plain Concrete Pavement (J.P.C.P.):** Es la solución más viable económicamente con juntas espaciadas cercanas entre ellas.
- **Pavimento articulado de concreto reforzado o Jointed Reinforced Concrete Pavement (J.R.C.P.):** Aunque el refuerzo no incrementa la capacidad de carga de la estructura, posibilita aumentar la separación entre las juntas. Además, de manera similar a lo que sucede en otras estructuras de concreto reforzado, como una viga, el acero puede mantener unido el concreto en caso de que se presente una grieta o rotura.
- **Pavimento continuo de concreto reforzado o Continuous Reinforced Concrete Pavement (C.R.C.P.):** Se pueden suprimir las juntas transversales; sin embargo, el grosor de la losa es igual al de J.P.C.P. y J.R.C.P. .
- **Pavimento de concreto pre esforzado o Prestressed Concrete Pavement (P.C.P.):** La aplicación de una precompresión reduce los esfuerzos de tracción o tensión cuando la estructura está bajo cargas, lo que disminuye la probabilidad de formación de grietas y permite reducir la cantidad de juntas transversales necesarias. (14)

- **Pavimento semi-rígido:** El origen del pavimento de adoquines de concreto se remonta a los antiguos empedrados, que luego evolucionaron hacia adoquines hechos de piedra, madera y arcilla. Con el avance de las tecnologías de fabricación, se lograron adoquines de concreto más resistentes y duraderos, con formas y texturas uniformes, así como una variedad de colores. (12)

- **Método de diseño:** Para el diseño de pavimento con adoquines de concreto, se propone el método de diseño del I.C.P.I. (Interlocking Concrete Pavement Institute), que es un procedimiento simplificado.

Este, toma en cuenta lo siguiente en la elaboración del diseño:

- a. Temas ambientales .
- b. Características de las Subrasantes .
- c. Materiales del pavimentos .
- d. Tráficos expresados en ejes equivalentes .

**a. Temas ambientales:** Los factores mas importantes en un pavimento son la humedad y la temperatura. La humedad afecta al suelo y las capas granulares del pavimento. Y la temperatura puede afectar la capacidad de carga, especialmente cuando se tiene base tratada con asfalto, también cuando hay temperaturas fríasbajo 0°C y a la vez humedad, el congelamiento y descongelamiento tiene efectos negativos en el pavimento .

**b. Tráficos expresados en ejes equivalentes:** Se describen los criterios a tener en cuenta en la determinación del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes para diseño. Para el caso de los pavimentos semirrígidos con adoquines de concreto, el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes que se recomienda aplicar, en este Manual, es hasta 15'000,000 EE en el carril de diseño y para un periodo de diseño de 20 años. No obstante, el Ingeniero proyectista podrá proponer este tipo de pavimentos con adoquines de concreto para un mayor Número de Repeticiones de EE previa justificación y sustento técnico .

**c. Características de la subrasante:** Estas están establecidas en 6 categorías de subrasante, cuyo establecimiento se encuentra realizado de acuerdo a la capacidad de soporte CBR.

Tabla 2: Categoría de Sub rasante . (11)

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Se considerarán como adecuados para las capas de la subrasante aquellos suelos que presenten un índice CBR de 6% o superior. En caso de que este índice sea inferior (indicativo de una subrasante de calidad deficiente), se buscará estabilizar los suelos. Para ello, se evaluarán diferentes opciones de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, la estabilización química, el uso de geo sintéticos u otros productos aprobados por el M.T.C., así como la elevación de la rasante o la modificación del trazo vial, optando por la alternativa que sea más adecuada tanto desde el punto de vista técnico como económico.

**d. Materiales del pavimento:** Los materiales para un pavimento semirrígido de adoquines de concreto, llegan a ser:

- Base Granular: La inclusión de esta capa sobre la subrasante preparada y compactada es opcional según lo establecido en el Manual, el cual solo contempla capas de base granular y bases tratadas.
- - Base Granular Tratada con Asfalto: Se refiere a la adición de material asfáltico a las características del material granular correspondientes a la Base Granular mencionada anteriormente. La mezcla resultante debe cumplir con una estabilidad Marshall de 1,800 lb.
- - Base Granular Tratada con Cemento: Este tipo de base implica la adición de cemento portland al material granular característico de la Base Granular

mencionada previamente. La resistencia a la compresión requerida a los 7 días es de 4.5 MPa.

- Arena .
  - Adoquines elaborados de concreto.
  - Arena para sellado .
- e. **Pavimento Flexible:** Este tipo de pavimento se distingue por tener una capa superficial compuesta de material bituminoso o mezcla asfáltica, la cual se sustenta sobre capas de material granular. Estas capas granulares suelen experimentar una reducción en su calidad a medida que se aproximan a la subrasante, debido a la disminución de los esfuerzos generados por el tráfico a profundidades mayores y por consideraciones económicas. La metodología empleada para evaluar su desempeño es la teoría de capas de Burmister. . (14)

Las características fundamental que deben cumplir un pavimento flexible son : (15)

- Resistencias estructurales: los pavimentos deben tener la capacidad de resistir las cargas generadas por el tráfico de manera gradual, asegurando que su deterioro se produzca de manera controlada y dentro del ciclo de vida definido en el proyecto. Los principales factores que contribuyen a la falla de este tipo de pavimentos son los esfuerzos cortantes, aunque también se generan esfuerzos adicionales debido a la aceleración y frenado de los vehículos, así como tensiones en las capas superiores de la estructura causadas por la deformación vertical debida a la carga que soportan. Además, el pavimento está expuesto a cargas repetitivas que, a largo plazo, afectan la resistencia de las capas más rígidas, como las carpetas y estas que son bases estabilizadas, donde pueden ocurrir fenómenos de fatiga. La repetición de cargas también puede provocar la rotura de los granos del material granular, alterando las resistencias de todas estas capas.
- Deformabilidad: El control de la deformación es crucial para prevenir fallas estructurales, ya que la deformación permanente puede comprometer la funcionalidad del pavimento. En una vía, pueden presentarse dos tipos de deformaciones: elásticas, que se recuperan de manera instantánea, y plásticas, que son permanentes.
- Durabilidad: La durabilidad es un aspecto fundamental para garantizar un ciclo de vida prolongado de la carretera en condiciones aceptables, lo que no solo evita la

necesidad de reconstrucción, sino también las molestias para los usuarios al interrumpirse el tráfico.

- Costo: Es importante encontrar un equilibrio entre el costo inicial de construcción y el mantenimiento futuro de la vía. Esto incluye considerar la calidad y disponibilidad de los materiales utilizados en la estructura del pavimento. Además, los requisitos de conservación, como las condiciones de drenaje y sub-drenaje, desempeñan un papel crucial en el ciclo de vida del pavimento. . (13)

### **2.3. Definición de términos**

#### **➤ Capas del pavimento:**

- La subrasante se refiere al suelo de base sobre el cual se construirán toda la estructura de los pavimentos y generalmente corresponde al terrenos en su estados naturales. Para que la subrasante sea considerada estable para el diseño, se requiere que tenga un índice de soporte C.B.R. igual o superior al 6%. En caso de que el CBR sea inferior a este valor, se aplicarán técnicas de estabilización mecánica, química o mediante el uso de geo sintéticos para aumentar la capacidad de soporte del suelo natural.
- La sub base, por su parte, está compuesta por materiales pétreos y se construye sobre la subrasante. Esta capa se sitúa debajo de la capa base, especialmente en el pavimento flexible. La sub base suele ser una opción considerada para reducir costos, permitiendo reducir los espesores de la capa base. De acuerdo con las normativas nacionales vigentes, el índice de soporte mínimo requerido para la sub base es del 40%.
- La capa base está compuesta por un materiales seleccionados y tratados, que se compacta entre las capas de sub-base o subrasante y las carpetas de rodaduras. Esta capas puedes ser tratada con mezclas asfálticas u otros tratamientos según lo establecido en el diseño. Para cumplir con las normativas nacionales vigentes, la capa base debe tener un índice de soporte mínimo del 80%.
- Las camas de las arenas consisten en una capa de arena utilizada como base de apoyo para los adoquines. Por lo general, tienen los espesores de 4 c.m. después de ser compactada. A medida que se compacta y nivela la cama de arena, se procede a colocar los adoquines para que la arena quede expuesta los menores tiempos posible. Esto permite que, al colocarse los adoquines correctamente, se genere un sellado parcial de las juntas, que luego se complementa mediante un barrido de arenas finas

en las superficies.



*Figura 4: Cama de Arena .*

- **Carpeta asfáltica:** Se trata de una capa que constituye la superficie sobre la cual se transita, compuestas por una combinación de asfaltos y agregado pétreo. De los asfaltos es el componente más destacado en los pavimentos flexibles y puede presentarse en diversas consistencias. Su color oscuro se debe a los petróleos, uno de los componentes fundamentales del asfalto.



*Figura 5: Carpeta Asfáltica .*

- **Adoquines:** Los adoquines son fabricados en una planta de producción utilizando concreto premezclado de gran resistencia, con unas dosificaciones precisas de materiales y un proceso de curado cuidadosamente controlado. Una vez colocados y compactaciones sobre las camas de arenas, y después de sellar sus juntas, los adoquines forman la superficie de las rodaduras en los pavimentos interrogados.

- **Losa de concreto:** La capa de rodadura está compuesta por concreto hidráulico, cuya alta rigidez minimiza los esfuerzos transmitidos a las capas inferiores del pavimento rígido. Debido a las variaciones volumétricas de contracción o dilatación inherentes al concreto, es fundamental contemplar la instalación de juntas durante su construcción.



*Figura 6: Armado de losa de concreto*

- **Esfuerzos por gradiente térmico:** Este fenómeno ocurre en regiones de elevada altitud y conlleva cambios diarios en el volumen de la estructura de la capa asfáltica, generando esfuerzos cíclicos de compresión y tracción que pueden desencadenar fallas por fatiga. La intensidad de los gradientes térmicos está influenciada por las condiciones climáticas locales, como las variaciones bruscas de temperatura, los vientos fuertes y la turbulencia del aire.
- **Fisuras y grietas:** Se refiere a un patrón de grietas irregulares interconectadas que tienden a formarse en áreas sometidas a cargas repetidas. Estas grietas suelen desarrollarse en la parte inferior de la capa asfáltica, donde los esfuerzos de tracción son más pronunciados bajo la carga vehicular.
- **Fallas funcionales:** Estas fallas implican una deformación superficial que excede los límites permisibles, lo que puede ocasionar molestias para el tráfico. Incluyen problemas como la pérdida de fricción, la reducción de la rugosidad y la aparición de defectos superficiales.

- **Fallas estructurales:** Estas fallas afectan a todo el espesor del pavimento y pueden tener diversas causas. El resultado es una capacidad de carga reducida, lo que puede llevar al colapso total del pavimento, deteniendo el flujo de vehículos y volviéndolo intransitable.
- **Patologías:** En el contexto de los pavimentos asfálticos, se refiere al estudio de los problemas de construcción y a las enfermedades que afectan a dichos pavimentos. Esta investigación busca identificar y comprender las anomalías y defectos presentes en las superficies de rodamiento.
- **Reología del asfalto:** Este concepto describe y caracteriza las propiedades viscoelásticas del asfalto en relación con la temperatura y el tiempo de carga. Se centra en el comportamiento del asfalto como un material viscoelástico y cómo responde a las sollicitaciones mecánicas en diferentes condiciones. .

## **CAPITULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis general**

El análisis de las propiedades físicas de los suelos revelará una correlación entre las características del suelo y el rendimiento de los materiales de pavimentación en diversas condiciones climáticas.

#### **3.2. Hipótesis específicas**

- a) La investigación sobre el comportamiento del suelo una mayor adaptabilidad a los desafíos climáticos, proporcionando una base para soluciones de pavimentación duraderas y resistentes a la intemperie.
- b) Se espera que el estudio sobre la influencia de la acción climática revele cambios perceptibles en las características clave del suelo, los factores climáticos desempeñarán un papel significativo en la alteración de la composición, el contenido de humedad y otras propiedades relevantes del suelo.
- c) El diseño de pavimentos empedrado demostrara que unas consideraciones de diseño bien pensadas pueden mejorar la resistencia y el rendimiento de los pavimentos.

### **3.1. Variables**

#### **3.3.1. Definición conceptual de la variable**

##### **a) Variable independiente**

###### **Acción climática**

Influye cada vez en el clima y temperatura de la tierra, modificando los patrones de lluvia, nieve y glaciares, tormentas y sequías.

##### **b) Variable dependiente**

###### **Propiedades físicas**

La definición conceptual de propiedades físicas del suelo hace referencia a las características y atributos inherentes al suelo que pueden observarse y medirse sin alterar su composición química. Estas propiedades proporcionan información sobre el comportamiento mecánico y estructural del suelo, así como sobre su capacidad para retener y transmitir agua, calor y aire.

###### **Propiedades físicas de la consistencia**

Es la resistencia del suelo a la deformación o ruptura según el contenido de humedad puede ser dura muy dura o seca.

###### **Propiedades físicas de la densidad**

Mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de los ensayos de la densidad es un buen indicador de las propiedades importantes del suelo como son la compactación.

### 3.3.2. Operacionalización de la variable

Tabla 3 Operacionalización de la variable

<b>Variables</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidad</b>
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  Acción climática	Precipitación	Milímetro	mm
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  Propiedades físicas del suelo	Propiedades físicas de la porosidad	Índice de porosidad del suelo	%
	Propiedades físicas de la densidad	Índice de la densidad del suelo	g/cm <sup>3</sup> o t/m <sup>3</sup>
	Propiedades físicas de la consistencia	Índice de consistencia del suelo	%

# CAPITULO IV

## METODOLOGIA

### **4. Método de investigación:**

Según Tamayo (2004), este método permite reconocer los factores que contribuyen a la aparición de un determinado acontecimiento. Esta metodología destaca por su capacidad de observación, su enfoque sistemático, su verificabilidad, su razonamiento lógico y su precisión, y hace hincapié en la obtención de conocimientos a partir de una observación imparcial de la realidad. Sigue estrictamente una secuencia de pasos bien estructurada para validar o refutar las hipótesis formuladas en el marco de una investigación concreta.

El método de investigación es cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos en el ensayo de laboratorio, se determinará la incidencia en las propiedades físicas del suelo para verificar su aplicabilidad en compactación empedrado.

El enfoque de investigación del estudio es cuantitativo se llegará a conocer las propiedades físicas de los suelos (porosidad, densidad, consistencia) lo que involucra datos numéricos que será comparado y verificado que cumpla con los requerimientos para su uso en pavimentación empedrado frente a la acción climática.

La fuente de información es directa debido que se obtendrá datos del laboratorio para formas las bases de un suelo estable.

#### **4.1 Tipo de investigación:**

La presente investigación se inscribe en el ámbito de la investigación aplicada(pura). Como señala Paucar (2020), este tipo de investigación se dedica a abordar cuestiones sociales y a resolver problemas. Además, en consonancia con la perspectiva de Murillo (2008), la investigación aplicada pretende utilizar los conocimientos existentes y obtener nuevos conocimientos simultáneamente.

El tipo de investigación es Aplicada, por q propone a través de las aplicaciones de los conocimientos busca resolver problemas concretos y prácticos específicamente sobre el análisis de propiedades físicas para pavimentación empedrado frente a la acción climática en anexo porococha distrito tauripampa 2023.

#### **4.2 Nivel de investigación:**

Según Wayne W. (2004) A nivel descriptivo, la investigación implica detallar y presentar información sobre las características, rasgos o comportamientos de un sujeto sin manipular variables.

**Descriptivo:** El nivel de investigación es descriptivo, En base al análisis del suelo que se realizara a detallar las propiedades físicas del suelo cómo son la (densidad, porosidad, consistencia) y cómo se manifiestan diversas situaciones. Describe tendencias de un grupo o población.

- Consideran a los componentes de un fenómeno.
- Miden conceptos.
- Definen variables.

**Explicativo:** El nivel de investigación es explicativo, Pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian; ya que, se describió el comportamiento de la variable dependiente, cuando esta llega a ser afectada por la influencia de la variable independiente.

- Establecen las causas de los fenómenos.
- Generan unos sentidos de entendimientos.
- Combinan sus elementos de estudio.

### **4.3 Diseño de investigación**

Según Donald Campbell “La investigación cuasiexperimental se utiliza a menudo cuando se preferiría la investigación experimental, pero la naturaleza del entorno hace que el verdadero diseño experimental sea difícil o imposible... Los cuasiexperimentos son más realistas que los experimentos verdaderos y, por lo tanto, se les debe dar preferencia cuando Un verdadero experimento no es factible”.

El diseño de este trabajo es experimental, lo que implica la manipulación y prueba de las variables de estudio. En otras palabras, se trata de un tipo de investigación en el que se modifica deliberadamente la variable dependiente para observar sus efectos.

### **4.4 Población y muestra**

#### **4.4.1 La población:**

El área del terreno de estudio es 2003.75 m<sup>2</sup> en el Anexo de porococha distrito de tauripampa provincia de Yauyos.

- a. La porosidad.
- b. La consistencia.
- c. La densidad.

La población estuvo conformada por las calles del anexo de porococha por lo tanto es cuantitativa.

#### **4.4.2 La muestra:**

Una muestra es una parte de la población

Está conformada por 1476m en la calle los olivos y calle Jorge chavez del anexo de Porococha del distrito de Tauripampa provincia de Yauyos. La muestra que se tomará involucra trabajo de campo y ensayo de laboratorio en función norma E050 suelos y cimentaciones necesario para definir la estratigrafía y definir las propiedades físicas relacionadas con la condición climáticas.

- a. La porosidad.
- b. La densidad.
- c. La consistencia.

## **4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **4.5.1 Técnicas de recolección de datos**

- Recopilación documental: Se recopilaron datos relevantes sobre los temas de investigaciones, los cuales fueron revisados de maneras analíticas e interpretativas.
- Observaciones: Se registraron los datos obtenidos de cada muestra de suelos extraídas, como el análisis granulométrico, el contenido de humedad natural, la densidad máxima seca, el contenidos óptimos de humedades y el C.B.R. Se siguieron las técnicas indicadas por la A.S.T.M. (American Society for Testing and Materials).

### **4.5.2 Instrumentos de recolección de datos**

Se va realizar pruebas, haciendo uso de los laboratorios de Estudios de Mecánicas de Suelos, contando con los siguientes instrumentos: balanza, horno eléctrico, espátula, estufa, cronometro, etc.

- Se prepararán observaciones, registros y datos obtenidos
- Computadoras
- Impresoras

## **4.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

### **4.6.1 Procesamiento de la información**

Se procesó la información de la tesis de las siguientes maneras:

- Se usó Microsoft Office Word y Excel.
- En el análisis de las propiedades físicas de suelo para pavimentación empedrado se utilizó los softwares Excel y el Reglamento Nacional de Edificaciones E.0.5.0. suelos y cimentaciones.

### **4.6.2 Procesamiento de la información**

Una vez recolectada la información del ensayo de laboratorio se procederá analizar las propiedades físicas del suelo para pavimentación empedrado frente a la acción climática según el reglamento nacional de edificación E050 suelos y cimentaciones.

#### **4.7 Aspectos éticos de la investigación**

En conclusión, es importante señalar que el autor ha respetado las normas de la facultad de la universidad durante la realización de esta investigación, garantizando que esté libre de plagio. Además, se han empleado las citas apropiadas para alinearse con las contribuciones teóricas de cada autor. Con estas consideraciones, la investigación mantiene los estándares éticos, honrando los derechos de autoría y cumpliendo con la legislación vigente. El investigador ha abordado este trabajo a conciencia, extrayendo información de fuentes creíbles dentro de un marco ético y moral.

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. Datos generales de zona**

##### **5.1.1 Ubicación**

los estudios de mecánica de suelos con fines de pavimentación se encuentran en la comunidad del anexo de Porococha, Distrito: de Tauripampa, Provincia de Yauyos y Departamento Lima. El área estudiada tiene en promedio 2,033.75 m<sup>2</sup>.

Sus coordenadas geográficas son: 8'609,900.00 N Norte y 372,400.00 Este. Ubicado en el Departamento de Lima. Presenta un esquema de zonificación sísmica del Perú según el reglamento nacional de Edificación, con una costa peruana y una zona sismicidad alta.

El área de estudio es en el Distrito de Tauripampa. La Figura N° 2 presenta la zona en estudio y en el plano P.-U.C. se presenta el terreno actual y su geomorfología, donde se ha hecho el estudio de suelos.

##### **5.1.2 Accesos**

La pavimentación de empedrados se encuentra dentro del casco urbano del anexo de san Lorenzo, distrito de tauripampa, existen muchos tipos de acceso a la zona de estudio, como vehículos mayores y menores como moto taxi.

### 5.1.3 Clima

El clima es variado, gracias al efecto regulador de la corriente fría de Humboldt. En esta zona se diferencian solo las estaciones del verano e invierno, siendo que, en épocas de verano la temperatura alcanza un pico de 22°C, y en el invierno a 10°C.

### 5.1.4 Servicios

El área delimitada pertenece a una urbe moderna y goza de todos los servicios, tales como luz, agua, desagüé, teléfono y televisión. Las calles están en terreno natural.

### 5.1.5 Características estructurales

Para ello se diseñará un pavimento empedrado, con piedras seleccionadas que permita mejor capacidad estructural.

Adecuada serviciabilidad, seguridad a los usuarios, así mismo, mejorar las condiciones del medio ambiente y por tanto de vida del entorno de la zona de estudio.

*Tabla 4 Grados de ataques de los cloruros y sales solubles totales*

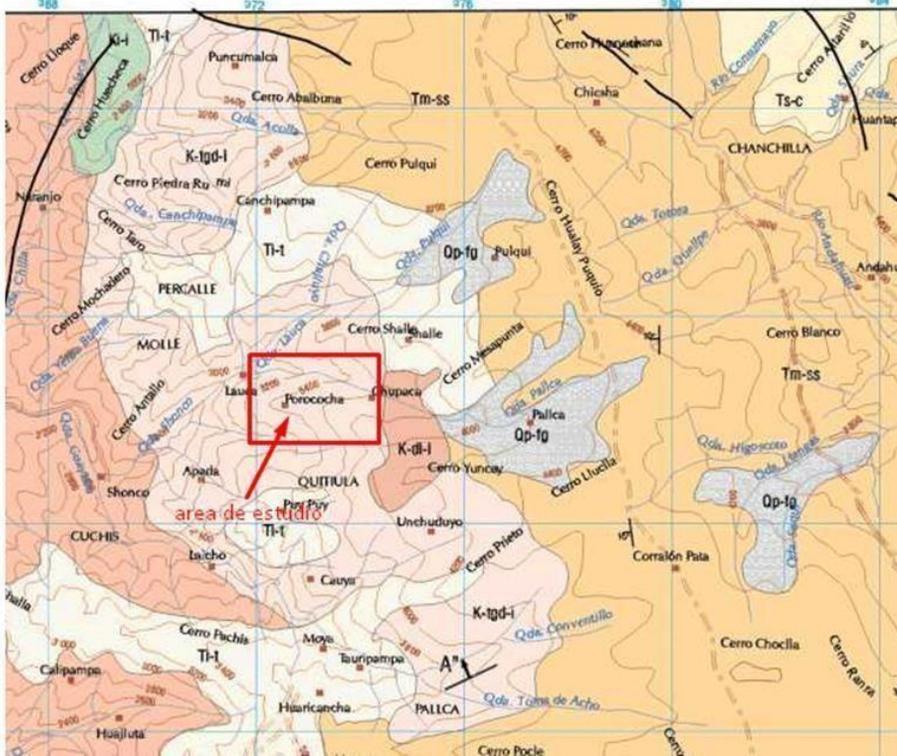
Presencia en el suelo	ppm	Grado de alteración	observaciones
cloruros	>600	Malo	Provoca corrosión
Sales solubles totales	>600	Malo	Provoca pérdida de Resistencia

## 5.2 Geología y sismicidad de la zona

### 5.2.1 Geología

La pavimentación empedrados, se encuentran dentro de los antiguos cono de deyección del cerro. Estas localidades están asentadas sobre un estrato denominado k-tgd-I, es decir, rocas intrusivas tonalita y granodiorita, perteneciente al sistema cretáceo superior, era mesozoico. Es estable en términos geológicos.

Figura 7 Mapa geológico regional



Ubicación del proyecto donde se aprecia el estrato denominado k-tgd-1 es decir rocas intrusivas perteneciente al sistema cretáceo superior era mesozoica.

ERA	SIST	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS		ROCAS INTRUSIVAS				
			SECTOR COSTANERO	CORDILLERA OCCIDENTAL	BATOLITO DE LA COSTA				
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Dep. eolicos <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Or-e</span>	Dep. Aluviales <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Or-al</span>	Intrusiones Menores	SUBVOLCANICOS			
		PLEISTOCENO	Dep. aluviales <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Or-al</span>	Dep. Fluvio-glaciares <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Op-fg</span>					
		Fm. Canete <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Op-c</span>	Disc. eros.						
	TERCIARIO	PLIOCENO	Fm. POCOTO <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ta-p</span>	Fm. Castrovirreyna <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ts-c</span>			Catahuasi	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">T-gd</span> Litología Granodiorita	
		MIOCENO		Gpo. Sacsacero <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Tm-sa</span>			<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">T-di</span> Diorita	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">T-td-c</span> Tonalita Diorita	
	EOCENO	OLIGOCENO		Fm. Tantara <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ti-t</span>			<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">T-gd-c</span> Granodiorita Tonalita	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-mgr-c</span> Monzogranito	
		EOCENO		Disc. eros.			<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-td-t</span> Tonalita diorita	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">T-a</span> Andesita	
	MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR					Tiabaya	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-tgd-t</span> Tonalita granodiorita
									<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-mgr-t</span> Monzogranito
									<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-gd-t</span> Granodiorita
						<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-mzd-1gd-oo</span> Monzodiorita tonalita Granodiorita			
						<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-di-l</span> Diorita			
INFERIOR						Cochahuasi	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-tgd-l</span> Tonalita Granodiorita		
							<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-mzd-l</span> Monzodiorita		
							<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-mgr-l</span> Monzogranito		
							<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-gd-l</span> Granodiorita		
							Jécuan	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-mgr-j</span> Monzogranito	
JURA	SUPERIOR					<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-mgr-j</span> Granodiorita			
						Patap	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-di-p</span> Diorita		
						<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K-gd-l-p</span> Gabrodiorita			

Tabla 5 Las características estratigráficas

**Vulnerabilidad:**

La zona en estudio no tiene riesgo a desastres naturales.

**5.2.2 Sismicidad**

La región sur del país se encuentra en una ubicación vulnerable debido a su proximidad al contacto entre la placa de Nazca y la Cordillera Andina, lo que la expone a un alto riesgo sísmico, especialmente a terremotos superficiales de gran intensidad y magnitud. En la Figura N° 3 se muestra un mapa que ilustra la distribución de las máximas intensidades sísmicas en el año 1994, donde se observa que los valores más altos se concentran en la zona costera del país. Este mapa se basa en la zonificación de riesgo sísmico establecida por la Norma Sismo-Resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. La zona en estudio ha sido clasificada como zona 03, lo que indica una sismicidad elevada y una intensidad estimada de I.X. a .X en la escala de Mercalli Modificada. Los parámetros sísmicos que se emplearán

son:

Factor de zona,  $Z = 0.35,$

Factor de amplificación de ondas sísmicas debido al suelo,  
 $S = 1.0,$  y Periodo de Vibración Fundamental del Suelo,

$T_p = 0.40$  segundos.

**5.2.3 Investigación geotécnica**

➤ Trabajo de campo

Se recolectaron muestras perturbadas de los tipos de suelos identificados, en una cantidad adecuada para llevar a cabo los ensayos de laboratorio estándar, ensayos especiales y análisis químicos. Simultáneamente con el muestreo, se registraron las excavaciones, tomando nota de las principales características de los estratos encontrados, como el espesor, color, humedad, compactación, consistencia, nivel freático, plasticidad, clasificación, entre otros.

Durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevó un registro de las capas de subrasante. La descripción visual de sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales también fueron registrados.

Las calicatas efectuadas tienen la siguiente ubicación:

*Tabla 6 cuadro de ubicación de las calicatas*

<b>Calicata</b>	<b>Ubicación</b>
C-1	Calle Los Olivos, Pje Progreso
C-2	Calle Jorge Chavez, Pje Los Naranjos

### ➤ **Ensayos de laboratorio**

Fueron realizados en la facultad de ingeniería agrícola UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA siguiendo las Normas de la American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.) y fueron los siguientes: C.A.L.I.C.A.T.A C-1, C-2.

02 análisis Granulométrico por tamizado, A.S.T.M. D422

02 ensayos de California Bearing Ratio (C.B.R.). A.S.T.M.D.1.8.8.3-9.1.

*Tabla 7 de las normas*

<b>Norma</b>	<b>Denominación</b>
N.T.P. 339.127:1998	S.U.E.L.O.S Método de ensayo para determinar el contenido de Humedad de un suelo.
N.T.P. 339.128:1999	S.U.E.L.O.S. Método de ensayo Para el análisis granulométrico.
N.T.P. 339.129:1999	S.U.E.L.O.S Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite Plástico, e índice de plasticidad de suelos.
N.T.P. 339.132:1999	S.U.E.L.O.S. Método para determinar el Material que pasa tamiz 75 um (200)

N.T.P. 339.134: 1999	S.U.E.L.O.S. Método para la Clasificación de suelos con propósito de Ingeniería S.U.C.S.
N.T.P. 339.135:1999	S.U.E.L.O.S métodos para clasificación de suelos para uso de vía de transporte.
N.T.P. 339.141:1999	S.U.E.L.O.S. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada(2700 kN- m/m <sup>3</sup> (56000pie-lbf/pie <sup>3</sup> ))

N.T.P. 339.145:1999	S.U.E.L.O.S. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos como compactados en el laboratorio. I"1
N.T.P. 339.152:2002	S.U.E.L.O.S.. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.
N.T.P. 339.177:2002	S.U.E.L.O.S.. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos v anua Subterránea.
N.T.P. 339.131:1999	S.U.E.L.O.S. método de ensayo para determinar el peso específico relativo del solido de un sólido.
N.T.P. 339.139:1999	S.U.E.L.O.S.. Determinación de un peso volumétrico del suelo cohesivo.
N.T.P. 339.140:1999	S.U.E.L.O.S.. Determinación de los factores de contracción de suelos mediante el método del mercurio.
N.T.P. 339.146:2000	S.U.E.L.O.S.. Métodos prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos agregados finos.
N.T.P. 339.178:2002	S.U.E.L.O.S. métodos de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfato soluble en suelo y aguas subterráneas
N.T.P. 339.142:1999	S.U.E.L.O.S. métodos de ensayo de compactación de suelo de la compactación, de suelo en laboratorio utilizado la energíaestándar
N.T.P. 339.076:1982	HORMIGON concreto matados de ensayo para determinar el contenido de cloruros en las aguas usadas en la elaboración. De concreto y morteros.
N.T.P. 339.147:2000	SUELOS métodos de ensayos de permeabilidad de suelo granulares campo constante.
N.T.P. 339.126:1998	SUELOS métodos para reducción de la muestra de campo a tamaño de muestra de ensayo

### 5.2.4 Descripción del suelos

Se encuentran clasificados según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), como:

*Tabla 8: Clasificación de Suelos C-1*

Perforación	<b>C-1</b>
Muestra	MAB
Prof. (m)	1.5
% de Gravas	1.2
% de Arenas	86.8
% de Finos	12.0
L.L. (%)	NP
L.P. (%)	NP
I.P. (%)	NP
S.U.C.S	<b>SM</b>
Contenido de humedad A.S.T.M.	<b>9.30</b>
Clasificación A.A.S.H.T.O-D3282	<b>2-4(0)</b>

*Tabla 9 : Clasificación de Suelos C-2*

Perforaciones	<b>C-2</b>
Muestras	M-2
Profe. (m)	1.5
% de Gravas	0.3
% de Arenas	95.5
% de Finos	4.2
LL. (%)	22.8
LP. (%)	N.P.
IP (%)	N.P.

SUCS	<b>S.P.</b>
Contenido de humedad A.S.T.M.	<b>5.5</b>
Clasificación A.A.S.H.T.O.-D.3.2.8.2	<b>A-3(0)</b>

### 5.2.1 Descripción del perfil estratigráfico

La estratigrafía se determinó mediante las interpretaciones del registro estratigráfico de las exploraciones realizadas en el área investigada, resultando en la siguiente descripción de la composición del subsuelo.

#### **calicata C-1**

La calicata C-1, se ubicó en la calle los olivos en el anexo san lorenzo de porococha en el distrito de tauripampa, se excavo manualmente hasta una profundidad de 1.50 m. de las calles y pasajes

En la totalidad del terreno examinado, se encuentra una capa superficial de suelo fino con restos de vegetación en su parte superior. Este estrato de tonalidad marrón claro presenta un contenido de humedad reducido, lo que resulta en una plasticidad muy baja. Justo debajo de esta primera capa se ubica un estrato compuesto por conglomerado de origen serrano.: arena con finos, mal graduado muy limosa mezcla grava, arena, limo, clasificación según SUCS como **SM Pavimentación empedrados de calles y pasajes.**

#### **calicata C-2**

Ellas existen superficialmente un relleno fino, que tiene resto de raíces de vegetaciones, con unos espesores de 0.30. por debajo, se presenta el estrato tomado como sustentaciones de las estructuras conformadas por arena mal graduadas o mezclas de grava arcilla poco o nada de fino, de color marrón claro, semi compacto, clasificados según **SUCS** como **SP Pavimentación empedrados de calles y pasajes.**

## **5.3 Diseño de pavimento**

### **5.3.1 Parámetro de diseño**

#### **➤ Estructura de las calles**

De acuerdo con las especificaciones del proyecto, las vías tendrán un acabado de Empedrado con piedra seleccionado, con lo cual, La vía estará compuesta por una base de piedra, seguida por unas capas de bases y una capa de base granular. El diseño del pavimento empedrado seguirá el método del Instituto de Asfalto (versión 1965), ajustando los espesores de las capas de base y subbase según las conversiones necesarias para este método de diseño.

#### **➤ Capacidad portante de la subrasante**

Se evalúa con ensayos de Relación de Soporte de California – C.B.R. realizados sobre la subrasante de las diversas vías a construir en el anexo de porococha el distrito de tauripampa. De acuerdo con los resultados para este ensayo, en obra se hará la selección de las estructuras de pavimentos acordes con el valor de C.B.R. obtenido para las diversas vías de la zona urbana del anexo de porococha. Los diseños presentados en los ensayos adoptaron un valor de CBR del 55.0%; sin embargo, se presenta una tabla en la cual se presentan todos los valores de la estructura del pavimento 95% para calles y pasajes el C.B.R es 25.0%.

## **5.4 Estudio de tráfico**

### **a) Tráfico.**

Con respecto a las vidas útiles, se considerará el primer año, como ya se explicó se proyectará el tráfico a 15 años para una determinada tasa de crecimiento, asumida como 5.70%, correspondientes a las elasticidades del parque automotor en relación con el PBI durante los últimos años para el tipo de vehículo “Camión”.

Las proyecciones de los tráficos, se elabora teniendo en cuenta el número acumulado de repeticiones de carga por Eje Equivalente de diseño, de 8.2 toneladas, y que ésta circulará por el carril de diseño durante la vida útiles previstas.

Es importante hacerse notar, que por lo generales las composiciones de vehículos

ligeros tiene menor implicancia en la degradación de la pista, motivo por el cual se descartan como parámetro de diseño.

**b) Índice medio diario (I.M.D) anual**

Se estableció un punto de control para recopilar datos sobre el volumen de tráfico en la carretera, incluyendo información sobre el número de vehículos por día, tipo de vehículo y dirección. Posteriormente, se procesó y se verificó la consistencia de la información recopilada en los conteos de tráfico.

Se llevaron a cabo conteos volumétricos de tráfico para recopilar información que permitiera determinar el Índice Medio Diario (IMD) de tráfico para el año base del estudio. Estos conteos se realizaron durante un período de 24 horas, desde la medianoche hasta la medianoche del día siguiente

Figura 8 Formato de Aforo Vehicular

CAMINO VEONAL		ESTACION																				
SENTIDO	E S	CODIGO DE LA ESTACION																				
LIBRACION	← →	FECHA																				
HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETA S	MICRO	BUS				CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
DIAGRA		PICKUP	RURAL Combi		ZE	3E	ZE	3E	4E	251/252	253	351/352	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3					
0	E																				0	
1	S																					0
2	S																					0
3	E																					0
4	S																					0
5	E																					0
6	S																					0

Fuente: DG 2001 (Diseño Geométrico de Vías)

**El cálculo del Índice Medio Diario – IMDA se obtiene de la siguiente formula:**

$$IMD = \frac{5x.V.D.L. + V.S. + V.D.}{7} \times F.C.$$

Donde:

**V.D.L.** : Promedio de volumen de tránsito en días laborables

**V.S.** : Volúmenes de transitos del día sábado

**V.D.** : Volúmenes de transitos del día Domingo

**F.C.** : Factor de corrección

Se calcularon las proyecciones basadas en los estudios de los censos de tráfico y las cargas, por ejemplo. El total acumulado de repeticiones de Ejes Equivalentes para ambas direcciones durante un periodo de vidas útiles de (n) años, con una tasa de crecimiento (r), se determinó utilizando las siguientes fórmulas:

#### **5.4.1 Transito promedio diario (T.P.D)**

Se entiende por transitos promedios diarios como los números promedios de vehículos que se estima que a diario transitarán por la vía. En este caso, se estima que el tráfico iniciales de 70 vehículos diarios.

#### **5.4.2 Periodo de diseño**

Tiempos que duran unas estructuras iniciales de pavimentos. Para los diseños realizados el período de diseño considerado es de 15 años.

#### **5.4.3 Cargas máximas por eje**

Este valor equivale a 10 t

#### **5.4.4 Diseño del pavimento empedrado**

##### **➤ Tránsitos en las vías**

Para estimar el tráfico de vehículos, se calculan los ejes equivalentes (E.A.L), utilizando un factor de equivalencia (F.E.) que relacionara las cargas de unos ejes estándares con las cargas de cualquier otro eje. Se considera una carga de 8.2 toneladas para el eje estándar. Los factores de equivalencias se determinan utilizando la siguiente fórmula.

$$F.E = \frac{P_j}{P.p.a.t.r.o.n.} ]a$$

Donde

P.j. = peso de eje en t

P.p.a.t.r.o.n. = peso de eje patrón = 8.2T

a = 4 según estudios realizados por el instituto del asfalto

$$F.E = \left[ \frac{10}{8.2} \right] 4 = 2.21$$

Para calcular los ejes equivalentes se utiliza las siguientes expresiones

$$E.A.L. = F.E. * X$$

Donde:

E.A.L. = Ejes equivalentes

X = números de repeticiones de cargas, que en este caso es de 70 por día

$$E.A.L. = 2.21 * 70 = 154.70$$

A continuación, se calcula el número de diseño relativo de tránsito (N.T.D.)

$$N.T.D. = \frac{\sum E.A.L.}{7300}$$

$$\sum E.A.L. = 154.70 * 365 * 15 = 846983$$

$$N.T.D. = \frac{846983}{7300} = 116$$

### ► **Análisis de capacidad portante de la subrasante**

Se calcula una capa única de asfalto con:

$$T_a = \frac{2.3.3.4 + 10 * L.O.G(N.T.D)}{C.B.R.}^{1.4}$$

### 5.4.5 Factores de equivalencia

En la Tabla 13 se encuentran los factores sugeridos para convertir un espesor dado en empedrados compactado en un espesor equivalente de otros materiales.

Tabla 12: Factores de conversión de base y sub base

CONVERSION		FACTOR DE CONVERSION
De	A	
Concreto asfaltico	Base granular	2.1
Concreto asfaltico	Sub base granular	2.7
Base granular	Sub base granular	1.36

### 5.4.6 Espesores de base granular

Está definida en la Tabla 14. Se pueden reemplazarse la base por sub-base cuando el espesor de esta es superior a 16 cm.

Tabla 13: Espesor mínimo de la base granular

N.T.D	Espesor min. De base (cm)
<100	15
100-1000	20
>1000	25

Tabla 14: Espesores de la estructura del pavimento en empedrados

CBR(%)	Espesores de base a construir (cm)	Espesores de sub base a construir (cm)	Excavación (cm)
3	31.0	41.0	71.0
4	31.0	31.0	61.0

5	24.0	32.0	54.0
6	24.0	24.0	53.0
7-8	22.0	31.0	51.0
9	21.0	26.0	44.0
9-12	21.0	21.0	41.0
12-13	21.0	17.0	35.0
14-15	17.0	16.0	34.0
>15	21.0	11.0	32.0

#### **5.4.7 Estructura del pavimento empedrados**

Las estructuras de los pavimentos en empedrados según el análisis realizado para un valor de CBR = 25.00 % quedan la siguiente forma.

#### **Pavimentos empedrados estructura:**

empedrados tipo A-2-4(0) = 20.00

CMCBR 25.00% MIN

Sub base granular tipo A-2-4(0) = 20.00

CMCBR 25.00% MIN

espesor total = 40.00 CM

#### **5.5 Agresión del suelo al concreto del pavimento**

##### **5.5.1 Agresión del suelo al concreto del pavimento**

La degradación que puede ocurrir en el suelo bajo las estructuras está vinculada a las presencias de compuestos químicos que interactúan con el concreto y el acero de refuerzo, generando efectos perjudiciales e incluso destructivos en las estructuras, siendo los sulfatos y cloruros los más significativos. Sin embargo, las reacciones químicas de los suelos con el concreto se manifiestan principalmente a través del agua subterránea, la cual entra en contacto con el concreto. Por lo tanto, el deterioro del concreto suele tener lugar debajo del nivel freático, en áreas con ascensión capilar o donde haya presencia de agua infiltrada debido a diversas

razones, como roturas de tuberías, precipitaciones intensas, inundaciones, entre otras. Los compuestos químicos principales que se analizan son los sulfatos y cloruros, debido a su influencia química sobre el concreto y el acero, respectivamente.

Los análisis químicos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos revelan la presencia de concentraciones nocivas de estos elementos. Esta información se basa en las directrices del ACI (Comité 318-83) para los sulfatos en el suelo, mientras que en otros casos se fundamenta en la experiencia.

Según los resultados de los análisis que son químicos, se observa que, a la profundidad recomendada para las cimentaciones, la concentración promedio de sulfatos es de 856.0 P.P.M, lo cual no representa un riesgo de deterioro para el concreto de los pavimentos empedrados. Por otro lado, las concentraciones medias de cloruros en los suelos son de 41.0 P.P.M, lo que indica una actividad de corrosión baja en la armadura de la cimentación, especialmente si no hay presencia de aguas o niveles freáticos en las zonas.

En resúmenes, se concluyen que los estratos de los suelo que forman partes del contornos donde ira el proyecto “pavimentación de empedrados en calles del centro poblado de Porococha, distrito de Tauripampa, provincia de Yauyos, departamento de lima”, no contiene concentraciones de sulfatos y bajas agresividad de cloruros. Por lo tanto, se recomienda el uso de cemento TIPO I

## **CAPITULO VI**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **6.1. Cuál es el comportamiento de la consistencia del suelo para pavimentación empedrados frente la acción climática**

La conclusión de esta investigación fue: Se pueden cotejarse la hipótesis propuesta, ya que se determinó el comportamiento de la consistencia del suelo la cual en su clasificación aashto-d3282 de sus 2 calicatas fueron los siguientes resultados C1= **A-2-4(0)**, C2= **A- 3(0)**.

El Autor(es) Castro Inga, Alexander (2019) en su tesis ya citada; en su conclusión establece que “Después de realizar varios ensayos en la muestra natural, se logró identificar el tipo de suelo para su clasificación. Se determinó que se trata de una arcilla de baja plasticidad, según el sistema SUCS, mientras que según la asociación A.A.S.T.H.O., se clasificó como suelo de tipo A-6 y A-7. Estas conclusiones se basaron en los resultados obtenidos de los ensayos del límite de Atterberg.

Ambos investigadores cotejamos que es muy importante la clasificación ASSHTO y SUCS.

## **6.2. la influencia de la acción climática en las propiedades físicas del suelo:**

Se concluyo que con los datos sobre el clima se sabe que en la zona de la investigación hay lloviznas y con los resultados del estudio de tráfico que determina la poca cantidad de vehículos pudimos verificar que las lloviznas romperán la compactación del suelo y de esa forma ser más poroso por lo cual se propone el pavimento empedrado.

El Autor Rivera Gómez, Scarleth Jubelka, Dolmos Reyes, Yader Moises (2022) en su tesis citada, en su conclusión establece que“Al analizar las propiedades físicas y químicas del suelo, se encontró que estas afectaron la capacidad de infiltración del agua, siendo la textura del suelo y la presencia, cantidad y tamaño de los poros factores determinantes en este proceso.

Ambos investigadores cotejamos que, las propiedades físicas del suelo con la influencia del agua aumentan la porosidad del suelo.

## **6.3. Cuál es el diseño de la pavimentación empedrado frente la acción climática:**

Su diseño será empedrado tipo a-2-4(0) = 20.00 cm con un CBR 25.00% min, sub base granular tipo a-2-4(0) = 20.00 cm con un CBR 55.00% Max lo cual nos dará un espesor total = 40.00 cm.

El ingeniero (3) en su tesis titulada: “Efecto Del Cambio Climático Sobre El ciclo de vida de tres secciones de pavimentos Flexibles”; en su conclusión establece que “Si se considera una optimización en el pavimento como una filosofía en la gestión de los pavimentos, los impactos del cambio climático sobre el ciclo de vía de los pavimentos flexibles serán mínimos, a su vez el desempeño de los pavimentos genera un impacto sobre la evolución del cambio climático. Para los casos específicos de estas investigaciones se logró evidenciar una cultura del mantenimiento correctivo en el país lo que afectará seriamente tanto sus finanzas como su sistema socio ambiental.

Ambos investigadores cotejamos que, de acuerdo a nuestros estudios previos, se propuso un pavimento el cual tendrá un impacto sobre la evolución del cambio climático.

#### **6.4. resultado del análisis de las propiedades físicas de suelos para pavimentación empedrados frente la acción climática:**

Se concluye que los resultados de estos análisis de estas propiedades físicas del suelo influyen de acuerdo a su acción climática ya que con los ensayos que le hicimos la suelo pudimos darnos cuenta que las lluvias están malogrando la compactación del suelo y a su vez volviéndolo más poroso, por lo cual se propuso el diseño de un pavimento empedrado con todos los estudios de tráfico y demás.

El Autor Casas Pérez, Diego Fernando (2022) en su tesis ya citada en los antecedentes, concluyó que “Se observaron diferencias significativas en los valores de infiltración básica al comparar los puntos de observación 3 y 9. Mientras que el punto 3 mostró una velocidad promedio de infiltración de  $1.9 \text{ cm h}^{-1}$ , el punto 9 registró una velocidad de infiltración de  $34.8 \text{ cm h}^{-1}$ . Estas disparidades se atribuyeron a diversas propiedades físicas y químicas del suelo, como su textura, estructura y contenido de materia orgánica, así como a las diferentes actividades de uso del suelo en esas áreas.

Ambos investigadores cotejamos que, la influencia del clima afecta al suelo y por ende se propone el diseño de un pavimento para proteger el impacto de la acción climática.

## CONCLUSIONES

1. La conclusión de esta investigación fue: Se pudo cotejarse la hipótesis propuesta, ya que se determinó el comportamiento de la consistencia del suelo la cual en su clasificación aashto-d3282 de sus 2 calicatas fueron los siguientes resultados C1= A-2-4(0), C2= A- 3(0).
2. Se concluyo que con los datos sobre el clima se sabe que en la zona de la investigación hay lloviznas y con los resultados del estudio de tráfico que determina la poca cantidad de vehículos pudimos verificar que las lloviznas romperán la compactación del suelo y de esa forma ser más poroso por lo cual se propone el pavimento empedrado.
3. Su diseño será empedrado tipo a-2-4(0) = 20.00 cm con un CBR 25.00% min, sub base granular tipo a-2-4(0) = 20.00 cm con un CBR 55.00% Max lo cual nos dará un espesor total = 40.00 cm.
4. Conclusión general: Se concluye que los resultados de los análisis de las propiedades físicas del suelo influyen de acuerdo a su acción climática ya que con los ensayos que le hicimos la suelo pudimos darnos cuenta que las lluvias están malogrando la compactación del suelo y a su vez volviéndolo más poroso, por lo cual se propuso el diseño de un pavimento empedrado con todos los estudios de tráfico y demás.

## RECOMENDACIONES

1. Se aconseja nuevas propuestas de pavimentos ya que hay nuevas tecnologías.
2. Se recomienda utilizar estabilizadores, ya que confiere estabilidad al suelo mediante una solución líquida consistente. Además, ayuda a reducir el polvo durante un periodo que oscila entre 1 y 4 años, aplicable tanto a vías externas como internas.
3. Es aconsejable realizar exámenes en varios modelos de prueba para cada tipo de suelo y comportamiento. Esto implica experimentar con diferentes estabilizantes, especialmente considerando la observación de una dispersión significativa de polvo con cloruro de calcio durante la preparación de esta investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Anguita García, María.** Utilización de NFU en obras de geotecnia & rehabilitación: neumático fuera de uso. Sevilla : Universidad de Sevilla, 2023.
2. **Altamirano Navarro, Genaro José.** Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí – Rivas. Managua : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, 2015.
3. **Casas Pérez, Diego Fernando.** Efecto Del Cambio Climático Sobre El Ciclo De Vida De Tres Secciones De Pavimentos Flexibles. Bogotá : Universidad Distrital, 2021.
4. **Rivera Gómez, Scarleth Jubelka.** Efecto de las propiedades físicas del suelo en la infiltración del agua en la finca el plantel UNA 2020-2022. Managua, Nicaragua : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, 2022.
5. **Gavilanes Bayas, Erick Giovanny.** Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. Quito : UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR, 2015.
6. **CASTILLO PAZ, Hilton Wilner.** Análisis estructural del pavimento flexible de las calles 02, 03 y 04, en la urbanización Los Pinos, Chimbote, Ancash – 2019. Chimbote, Perú : Universidad Cesar Vallejo, 2019.
7. **Ccoecca Roman, Elsa.** Estabilización de suelos con cloruro de sodio, para Base y sub base en carreteras de tercera clase con fines de Pavimentación – Lambayeque. Chiclayo, Perú : Universidad Cesar Vallejo, 2022.
8. **GONZALES ABANTO, KELVIN MATHIUS.** Análisis y diseño para la pavimentación de las calles comprendidas dentro del perímetro de la calle Eloy Ureta, la Av. Imperio, la Av. los Incas y los Terrenos Agrícolas Del Sur, la Victoria, Chiclayo, 2020. Chiclayo, Perú : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, 2021.
9. **Castro Inga, Alexander.** Evaluación De Las Propiedades Mecánicas De Suelos Cohesivos Con Cloruro De Calcio Para Estabilización De Subrasantes De Pavimentos Urbanos, Capote – 2019. Pimentel, Perú : Universidad Señor de Sipan, 2019.
10. **Vilchez Carpio, Lilian Patricia.** Condiciones meteorológicas que afectan a las propiedades de las mezclas asfálticas. Lima, Perú : Universidad Ricardo Palma, 2022.

11. **Ministerio De Transportes Y Comunicaciones.** Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- Sección Suelos y Pavimentos. 2014.
12. **Manual de Ensayos y Materiales –Norma MTC E101.** Símbolos gráficos para suelos.
13. **Montejo, A.** Ingeniería de pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño. s.l. : Universidad Católica de Colombia, 2016. Montejo, A..
14. **Huang, Y.** Pavement análisis and design. Estados Unidos : Pearson Prentice Hall (2da ed), 2004.
15. **Rico, A., Y Del Castillo, H.** La ingeniería de suelos en las vías terrestres. México D. F. : Limusa (2da ed), 1999.
16. **Silva, J., & Sosa, C.** Determinación de espectros térmicos y condiciones de humedad en mezclas asfálticas abiertas y cerradas, mediante sensores y control operativo con software de asistencia remota. Ecuador : Universidad de las Fuerzas Armadas, 2021.
17. **Leva, K.** Determinación del estado de conservación del pavimento flexible aplicando la metodología índice de condición del pavimento (PCI) en la Vía Nazca - Cusco en tramos con climas diferentes en el año 2019. Lima,Perú. : Universidad Peruana Unión, 2020.
18. **Clemente, P.** Influencia de los factores climáticos en el comportamiento estructural de pavimentos flexibles en el Distrito de Chilca. Huancayo,Perú. : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019.
19. **SAAVEDRA, PEDRO ROBERTO SOTO.** CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES.chile : Universidad Austral de Chile, 2004.
20. **Quezada, Cristy Reátegui.** Estudio de prefactibilidad para la construcción del túnel de metro de lima-callao línea 2, mediante máquinas tuneladoras. lima : PUCP, 2020.
21. **Cluber, Rojas.** comportamiento geotecnico de los taludes criticos de la carretera lajas - el tayal provincia de chota. 2018.
22. **PLAXIS.** Material Models Manual CONNECT. s.l. : Edition V22.01, 2022.
23. **Kramer, S. L.** Geotechnical Earthquake Engineering. s.l. : Pearson Education India, 1996.
24. **PINOS SOLANO, DIEGO STALIN.** CALIDAD DEL SUELO A PARTIR DE INDICADORES FÍSICOS Y QUÍMICOS APLICADO A TRES USOS DE SUELO PARA LA GENERACIÓN DE PROPUESTAS DE GESTIÓN POR IMPACTOS EN EL SUELO

POR ACCIONES ANTRÓPICAS EN EL BOSQUE Y VEGETACIÓN PROTECTORES DE SUNSUN - YANASACHA. Cuenca-Ecuador : UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, 2022.

1. **JIMÉNEZ ALMEIDA, MARÍA NATALIA.** PROPIEDADES MECÁNICAS DE SUELOS PARCIALMENTE SATURADOS. Quito : PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, 2019.

## **ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**MATRIZ DE OPERALIZACION DE LA VARIABLE**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES Y DIMENSIONES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cuál es el resultado del análisis de las propiedades físicas de suelos para pavimentación empedrados frente la acción climática en Anexo Porococha Distrito de Tauripampa 2023?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) ¿Cuál es el comportamiento de la consistencia del suelo para pavimentación empedrados frente la acción climática?</p> <p>b) ¿Cómo influye la acción climática en las propiedades físicas del suelo?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Determinar el resultado del análisis de las propiedades físicas de suelos para pavimentación empedrados frente la acción climática en anexo Porococha Distrito de Tauripampa 2023.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) a) Determina el comportamiento de la consistencia del suelo para pavimentación empedrados frente la acción climática.</p> <p>b) Determinar la influencia de la acción climática en las propiedades físicas del suelo.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>El análisis de las propiedades físicas de los suelos revelará una correlación entre las características del suelo y el rendimiento de los materiales de pavimentación en diversas condiciones climáticas.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</b></p> <p>a) La investigación sobre el comportamiento del suelo una mayor adaptabilidad a los desafíos climáticos, proporcionando una base para soluciones de pavimentación duraderas y resistentes a la intemperie.</p> <p>b) Se espera que el estudio sobre la influencia de la acción climática revele cambios perceptibles en las características clave del suelo, los factores climáticos</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE (x):</b></p> <p>Acción climática</p> <p><b>DIMENSIONES:</b></p> <p>Precipitación</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE (y):</b></p> <p>Propiedades físicas del suelo</p> <p><b>DIMENSIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Propiedades físicas de la porosidad</li> <li>▪ Propiedades físicas de la densidad</li> <li>▪ Propiedades físicas de la consistencia</li> </ul>	<p><b>METODO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p><b>Cuantitativa</b></p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>Descriptivo,</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>Experimental</p> <p><b>POBLACIÓN:</b></p> <p>El área del terreno de estudio es 2003.75 m<sup>2</sup> en el Anexo de porococha distrito de tauripampa provincia de Yauyos.</p>

<p>c) ¿Cuál es el diseño de la pavimentación empedrado frente la acción climática?</p>	<p>c) Determinar el diseño de la pavimentación empedrado frente la acción climática.</p>	<p>desempeñarán un papel significativo en la alteración de la composición, el contenido de humedad y otras propiedades relevantes del suelo.</p> <p>C) El diseño de pavimentos q unas consideraciones de diseño bien pensada pueden mejorar la resistencia y el rendimiento de los pavimentos</p>		<p><b>MUESTRA:</b> Está conformada por 1476m en la calle los olivos del anexo de Porococha del distrito de Tauripampa provincia de Yauyos.</p>
--	--	---	--	--

## **ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLE**

<b>Variables</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidad</b>
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  <b>Acción climática</b>	Precipitación	Milímetro	Mm
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  <b>Propiedades físicas del suelo</b>	Propiedades físicas de la porosidad	Índice de porosidad del suelo	%
	Propiedades físicas de la densidad	Índice de la densidad del suelo	g/cm <sup>3</sup> o t/m <sup>3</sup>
	Propiedades físicas de la consistencia	Índice de consistencia del suelo	%

## **ANEXO 3: CERTIFICADOS DE ENSAYOS**



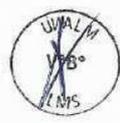
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos

**INFORME DOT. C - LMS - 150/2023**

**ENSAYO DE CBR**  
 NTP 339.145

<b>SOLICITANTE</b> : BACHILLER RODRIGUEZ MAMANI LUCERO NATALY	<b>CALICATA</b> : C-1
<b>PROYECTO</b> : "EFECTO DE LA ACCION CLIMATICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO EN PAVIMENTACION EMPEDRADA ANEXO POROCOCHA DISTRITO DE TAURIPAMPA : 2023"	<b>MUESTRA</b> : MAB
<b>UBICACIÓN</b> : ANEXO DE POROCOCHA - TAURIPAMPA	<b>PROFUNDIDAD</b> : 1.50 m
<b>FECHA</b> : La Molina, 6 de diciembre de 2023	<b>Téc.Resp.</b> : FMQ

Molde N°	1	2	3
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	<b>COMPACTACION (CBR)</b>		
Peso molde+suelo húmedo (g)	14163	13916	13619
Peso de molde (g)	8884	8864	8855
Peso del suelo húmedo (g)	5279	5052	4754
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2320	2320	2320
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.275	2.178	2.049
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.07	1.98	1.87
Tarro N°	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (g)	267.0	286.6	256.7
Tarro + Suelo seco (g)	246.4	264.6	236.3
Peso del Agua (g)	20.54	21.91	19.43
Peso del tarro (g)	35.51	44.47	29.06
Peso del suelo seco (g)	210.9	220.2	207.2
Humedad (%)	9.74	9.95	9.38
Peso molde+suelo saturado (g)	14365	13882	14011
Expansión (%)	0.62	0.79	0.74



**PROCTOR MODIFICADO - NTP 339.141 " B "**

N° Capa	5	5	5	5
Golpes por capa N°	56	56	56	56
Peso molde+suelo húmedo (g)	6658	6728	6745	6741
Peso de molde (g)	4609	4609	4609	4609
Peso del suelo húmedo (g)	2049	2117	2136	2132
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	940	940	940	940
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.180	2.252	2.272	2.288
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.03	2.07	2.04	1.99
Tarro N°				
Tarro + Suelo húmedo (g)	215.4	223.1	235.3	264.0
Tarro + Suelo seco (g)	202.4	206.3	213.3	235.3
Peso del Agua (g)	13.00	16.80	22.00	28.76
Peso del tarro (g)	20.10	20.50	23.56	25.25
Peso del suelo seco (g)	182.3	185.8	189.7	210.0
Humedad (%)	7.13	9.04	11.60	13.70

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	MOLDE N° 1				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
	CARGA				CARGA				CARGA			
	Dial (div)	lb	lb/pul <sup>2</sup>	%	Dial (div)	lb	lb/pul <sup>2</sup>	%	Dial (div)	lb	lb/pul <sup>2</sup>	%
0.000	0	0			0	0			0	0		
0.025	26	226			18	149			7	64		
0.050	69	543			48	381			20	164		
0.075	114	889			84	658			38	303		
0.100	161	1251	0.42	41.7	115	897	0.30	29.9	58	458	0.15	15.3
0.150	261	2020			179	1390			80	627		
0.200	338	2811			217	1682			93	728		
0.300	468	3806			284	2197			114	889		
0.400	554	4263			336	2611			126	997		
0.500	620	4766			384	2964			136	1059		

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
 LA MOLINA  
 LABORATORIO DE  
 MECÁNICA DE SUELOS  
 Ing. Carlos Bravo Aguilar  
 Jefe, Laboratorio de Mecánica de Suelos  
 Facultad de Ingeniería Agrícola - UNALM



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos

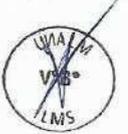
**INFORME DOT.C-LMS-150/2023**

**SOLICITANTE :** BACHILLER RODRIGUEZ MAMANI LUCERO NATALY  
**PROYECTO :** "EFECTO DE LA ACCION CLIMATICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO EN PAVIMENTACION EMPEDRADA ANEXO POROCOCHA DISTRITO DE TAURIPAMPA 2023"  
**UBICACIÓN :** ANEXO DE POROCOCHA - TAURIPAMPA  
**CALICATA :** C-1  
**MUESTRA :** MAB      **PROFUNDIDAD:** 1.50 m      **FECHA:** 6/12/2023

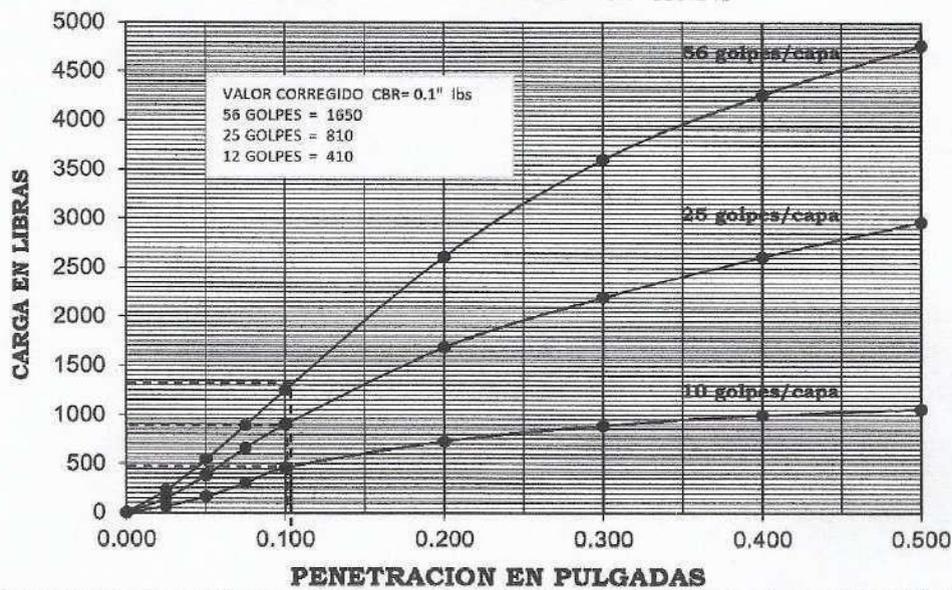
Densidad Seca Máxima	:	2.07	g/cm <sup>3</sup>
Humedad Optima	:	9.30	%
C.B.R. 0.1" - 95 % D.S.M.	:	25.00	%
C.B.R. 0.1" - 100 % D.S.M.	:	55.00	%
Expansión	:	0.00	%

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
 LA MOLINA  
 LABORATORIO DE  
 MECÁNICA DE SUELOS

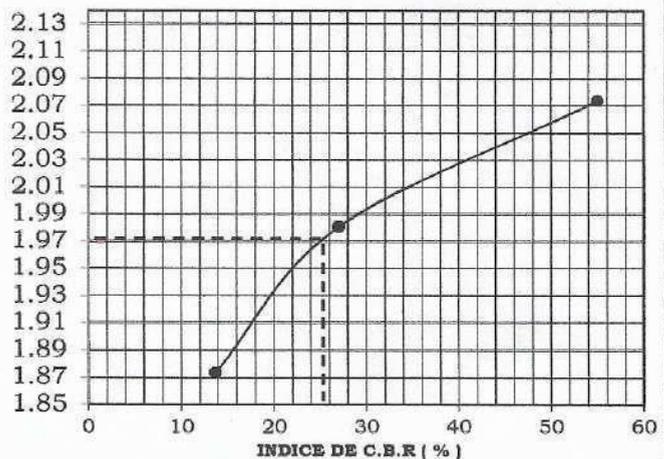
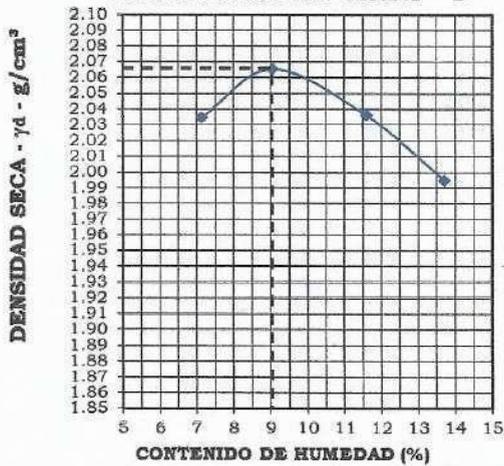
**Ing. Carlos Bravo Aguilar**  
 Jefe, Laboratorio de Mecánica de Suelos  
 Facultad de Ingeniería Agrícola - UNALM



**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN NTP 339.145**



**Proctor Modificado NTP 339.141 " B "**





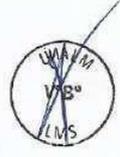
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos

**INFORME DOT. C - LMS - 150/2023**

**ENSAYO DE CBR**  
 NTP 339.145

<b>SOLICITANTE :</b> BACHILLER RODRIGUEZ MAMANI LUCERO NATALY	<b>CALICATA :</b> C-2
<b>PROYECTO :</b> "EFECTO DE LA ACCION CLIMATICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO EN PAVIMENTACION EMPEDRADA ANEXO POROCOCHA DISTRITO DE TAURIPAMPA : 2023"	<b>MUESTRA :</b> MAB
<b>UBICACIÓN :</b> ANEXO DE POROCOCHA - TAURIPAMPA	<b>PROFUNDIDAD :</b> 1.50 m
<b>FECHA :</b> La Molina, 6 de diciembre de 2023	<b>Tec.Resp. :</b> FMQ

Molde N°	1	2	3
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	COMPACTACION (CBR)		
Peso molde+suelo húmedo (g)	11910	12218	11726
Peso de molde (g)	7025	7493	7144
Peso del suelo húmedo (g)	4885	4725	4582
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2298	2298	2296
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.126	2.056	1.994
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.02	1.96	1.89
Tarro N°	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (g)	241.5	211.1	201.2
Tarro + Suelo seco (g)	230.9	201.6	192.6
Peso del Agua (g)	10.58	9.49	8.62
Peso del tarro (g)	33.95	19.58	33.20
Peso del suelo seco (g)	197.0	182.0	156.4
Humedad (%)	5.37	5.21	5.41
Peso molde+suelo saturado (g)	14365	13862	14011
Expansión (%)	0.62	0.79	0.74



**PROCTOR MODIFICADO - NTP 339.141 " B "**

N° Capa	5	5	5	5
Golpes por capa N°	56	56	56	56
Peso molde+suelo húmedo (g)	6535	6612	6641	6636
Peso de molde (g)	4609	4609	4609	4609
Peso del suelo húmedo (g)	1926	2003	2032	2029
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	940	940	940	940
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.049	2.131	2.162	2.159
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.96	2.02	2.01	1.97
Tarro N°				
Tarro + Suelo húmedo (g)	210.6	220.4	218.3	251.0
Tarro + Suelo seco (g)	204.3	210.3	204.3	231.3
Peso del Agua (g)	6.31	10.11	14.00	19.77
Peso del tarro (g)	23.45	18.69	21.42	22.65
Peso del suelo seco (g)	180.8	191.6	182.8	208.6
Humedad (%)	3.49	5.28	7.66	9.48

**PENETRACION**

PENETRACION	MOLDE N° 1				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
	CARGA				CARGA				CARGA			
	Dial (div)	lb	lb/pul <sup>2</sup>	%	Dial (div)	lb	lb/pul <sup>2</sup>	%	Dial (div)	lb	lb/pul <sup>2</sup>	%
0.000	0	0			0	0			0	0		
0.025	35	280			28	226			9	80		
0.050	85	666			68	459			16	134		
0.075	139	1082			95	743			22	180		
0.100	191	1492	0.49	49.4	125	974	0.32	32.5	30	242	0.08	8.1
0.150	261	2020			188	1456			41	327		
0.200	368	2841			245	1897			49	388		
0.300	545	4194			342	2642			68	535		
0.400	708	5436			425	3277			88	689		
0.500	721	5535			592	3866			108	843		

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
 LA MOLINA  
 LABORATORIO DE  
 MECÁNICA DE SUELOS  
 Ing. Carlos Bravo Aguilar  
 Jefe, Laboratorio de Mecánica de Suelos  
 Facultad de Ingeniería Agrícola - UNALM



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos

**INFORME DOT.C-LMS-150/2023**

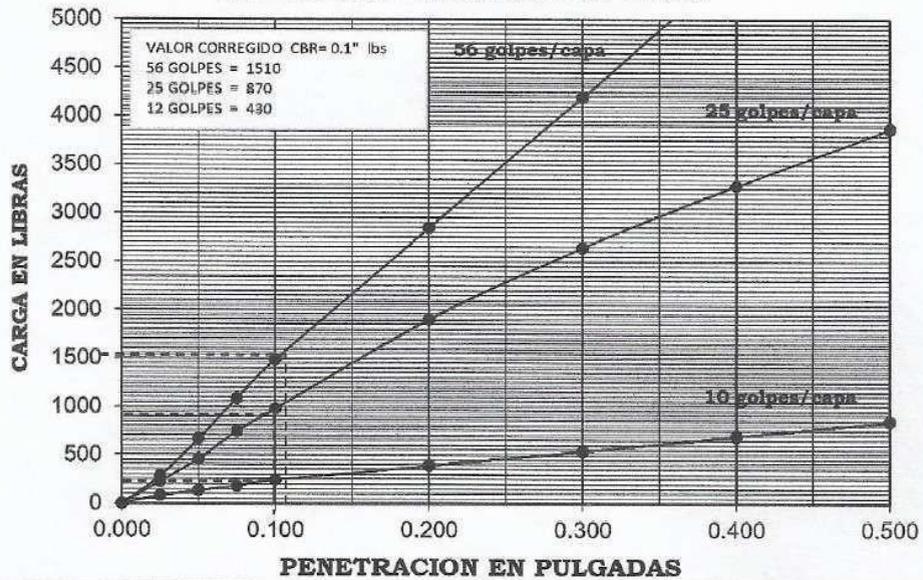
**SOLICITANTE :** BACHILLER RODRIGUEZ MAMANI LUCERO NATALY  
**PROYECTO :** "EFECTO DE LA ACCION CLIMATICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO EN PAVIMENTACION EMPEDRADA ANEXO POROCOCHA DISTRITO DE TAURIPAMPA 2023"  
**UBICACIÓN :** ANEXO DE POROCOCHA - TAURIPAMPA  
**CALICATA :** C-2  
**MUESTRA :** MAB      **PROFUNDIDAD:** 1.50 m      **FECHA:** 6/12/2023

Densidad Seca Máxima	:	<b>2.02</b> g/cm <sup>3</sup>
Humedad Óptima	:	<b>5.55</b> %
C.B.R. 0.1" - 95 % D.S.M.	:	<b>20.10</b> %
C.B.R. 0.1" - 100 % D.S.M.	:	<b>49.50</b> %
Expansión	:	<b>0.00</b> %

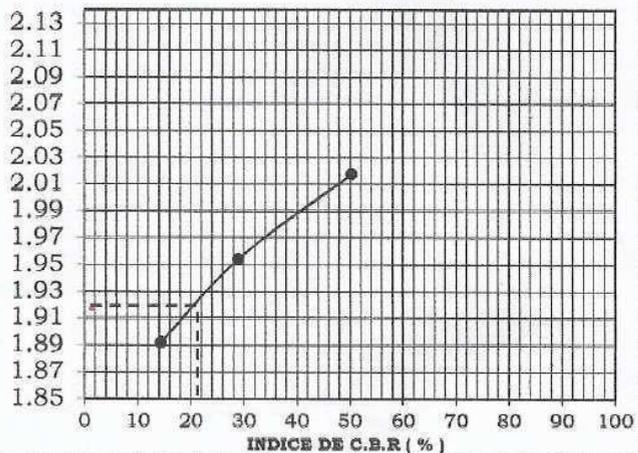
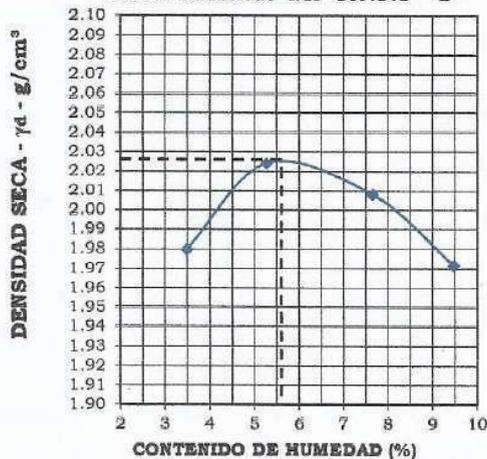
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
 LA MOLINA  
 LABORATORIO DE  
 MECÁNICA DE SUELOS  
**Ing. Carlos Bravo Aguilar**  
 Jefe, Laboratorio de Mecánica de Suelos  
 Facultad de Ingeniería Agrícola - UNALM



**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN NTP 339.145**



**Proctor Modificado NTP 339.141 " B "**



## **ANEXO 4: CERTIFICADOS DE INACAL**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

**Expediente** 20592  
**Solicitante** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS – UNALM  
**Dirección** AV. LA UNIVERSIDAD S/N – LA MOLINA  
**Instrumento de Medición** Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos  
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión  
**Equipo Calibrado** ANILLO DE CARGA  
**Alcance de Indicación** 5000 Kgf  
**Marca (o Fabricante)** WYKEHAM FARRANCE  
**Modelo** NO INDICA  
**Número de Serie** 8291  
**Identificación** 6764A0020128  
**Procedencia** ENGLAND  
**Indicador de Lectura** DIAL ANALOGICO  
**Marca (o Fabricante)** WYKEHAM FARRANCE ENG. LTD.  
**Modelo** JOHN BULL  
**Número de Serie** 7510  
**Identificación** NO INDICA  
**Procedencia** ENGLAND  
**Alcance de Indicación** 0,050 mm  
**Resolución** 0,002 mm  
**Transductor de Fuerza** ANILLO DE CARGA  
**Alcance de Indicación** 5000 Kgf  
**Marca (o Fabricante)** WYKEHAM FARRANCE  
**Modelo** NO INDICA  
**Número de Serie** 8291  
**Identificación** NO INDICA  
**Procedencia** ENGLAND  
**Fecha de Calibración** 2023-09-29  
**Ubic. Del Equipo** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**Lugar de Calibración** AV. LA UNIVERSIDAD S/N – LA MOLINA

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello



Fecha de emisión

2023-10-03

Jefe del laboratorio de calibración

**CEM INDUSTRIAL**  
**JESUS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL,  
AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.

www.cemindustrial.pe    Jesus.quinto@cemind.com    ventas1@cemindustrial.pe  
Telef.: 958009776 / 95800977

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado : **0706-MPES-C-2023**

N° de Orden de trabajo : 0310

**1. SOLICITANTE** : **FUNDICION PARA EL DESARROLLO AGRARIO**

Dirección : Av. La Molina 15024 - Lima

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : R21PE30ZH

Número de Serie : B836547250

Alcance de Indicación : 30000 g

Division de escala real (d) : 1 g

Division de escala de verificación (e) : 10 g

Procedencia : No Indica

Identificación : No Indica

Tipo de Indicación : Electrónica

Ubicación : Laboratorio Mecánica de Suelos

Fecha de Calibración : 2023-05-31

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

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

PESATEC PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### 3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:  
Procedimiento para la Calibración de Instrumento de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (PC - 001 del INACAL, Primera Edición - Mayo 2019.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Av. La Molina 15024 - Lima

Sello



Fecha de Emisión



Firmado digitalmente por  
JURUPE  
MELGAREJO  
SANDRA  
ESPERANZA  
Fecha: 2023-06-02  
08:50:44

2023-06-02

Autorizado por



**Sandra Jurupe Melgarejo**  
Gerente Técnico



# Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0691-2023

SERV-0925-2023

Pág. 1 de 3

**1 Cliente** : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Dirección : Av. La Molina Nro. Sn - La Molina - Lima - Lima.

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

**2 Instrumento Calibrado** : Balanza

Clasificación : No automática  
Marca : AND  
Modelo : FX-3000i  
Número de serie : 15629378  
Procedencia : No indica  
Identificación : 602206860279  
Capacidad máxima : 3 200 g  
Capacidad mínima : No indica  
Div. de escala ( d ) : 0,01 g  
Div. de verificación ( e ) : No indica  
Clase de exactitud : No indica  
Tipo : Electrónica  
Ubicación : Laboratorio de Mecánica de Suelos

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

**3 Fecha y lugar de calibración**

Fecha de calibración : 2023-09-29  
Lugar de calibración : Instalaciones de UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma digital de los responsables de SAT carecen de validez.

**4 Método de calibración**

La calibración se efectuó por comparación según el procedimiento PC-011, 4ta Ed., "PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO. CLASE I y CLASE II", del INDECOPI-SNM.

**5 Trazabilidad**

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP) y/o Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración:

Código	Clase de exactitud	Certificado de calibración
LM-PE2-01	E2	LM-C-100-2023 / INACAL-DM
LM-PE2-05	E2	LM-C-304-2022/ INACAL-DM
LM-PF1-03	F1	PE22-C-1321 / KOSSOMET S.A.C.
LM-PF1-04	F1	LM-C-404-2022 / INACAL-DM

Fecha de emisión: 2023-10-03



Firmado digitalmente por:  
Sadit S. Romero Pinto  
Fecha: 03/10/2023 19:24

Jefe de Laboratorio de Masa (e)



Firmado digitalmente por:  
Ing. Yanet Maldonado Páñez  
Fecha: 03/10/2023 19:51

Jefe de División de Metrología



# Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-0939-2023

SERV - 0925 - 2023  
Pág. 1 de 4

1. Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Dirección : Av. La Molina Nro. Sn - La Molina - Lima - Lima

2. Equipo calibrado : HORNO  
Marca : BINDER  
Modelo : ED 53  
Número de serie : 14-16141  
Ventilación : Natural  
Procedencia : Alemania  
Identificación : 672257270011  
Ubicación : Laboratorio de Mecánica de Suelos

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

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohíbe toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma digital del responsable de SAT carecen de validez.

### Instrumento de medición del equipo:

Nombre	Tipo	Intervalo de indicación	Resolución
Termómetro de medición	Digital	No indica	1 °C
Dispositivo de control	Digital	0 °C a 300 °C	1 °C

### 3. Fecha y lugar de Calibración

Fecha de calibración : 2023-10-02  
Lugar de calibración : Instalaciones de UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

### 4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa según el procedimiento PC-018, 2da Ed., "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático", del INDECOPI-SNM.

### 5. Trazabilidad

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Instrumento patrón	Certificado de calibración N°
Termómetro de código LT-TC-02 con 10 termopares tipo K (K02-49 al K02-56) con incertidumbre del orden de 0,17 °C a 0,19 °C.	LT-0671-2023 de SAT S.A.C.

### 6. Condiciones ambientales

Temperatura ambiental : Mínima : 21,2 °C Máxima : 23,2 °C  
Humedad relativa : Mínima : 57 %hr Máxima : 62 %hr

### 7. Condiciones de Calibración

La calibración se realizó bajo condiciones normales de uso del equipo.

N°	Temperatura de trabajo (°C)	Posición del Controlador (°C)	Porcentaje de carga (%)	Tipo de carga /muestras
1	110 ± 5	110	Aprox. 20	4 recipientes de aluminio conteniendo muestras de suelos.

Fecha de emisión: 2023-10-05



Firmante: VLADIMIR NELSON  
CAPCHA TINAJEROS  
Fecha: 05/10/2023 17:27



Firmado digitalmente por:  
Ing. Yanet Maldonado Panes  
Fecha: 05/10/2023 18:27

Jefe de Laboratorio de Temperatura y Humedad (e)

Jefe de División de Metrología



## EQUIPOS DE LABORATORIO UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS

**PLANILLA N°** : 150  
**SOLICITANTE** : BACHILLER RODRIGUEZ MAMANI LUCERO NATALY

A continuación, se muestran los equipos del laboratorio utilizados en los ensayos solicitados con su respectivo certificado de calibración en laboratorios acreditados ante INACAL.

ENSAYOS	INSTRUMENTOS CALIBRADOS	N° CERTIFICADO
C.B.R.	Balanza 0.1 g	0706-MPES-C-2023
	Balanza 0.01 g	LM-0691-2023
	Horno de secado	LC-0939-2023
	Anillo de carga de 5000 kgf	LF-110-2023
	<b>EQUIPO:</b>	
	Equipo para ensayo de C.B.R.	

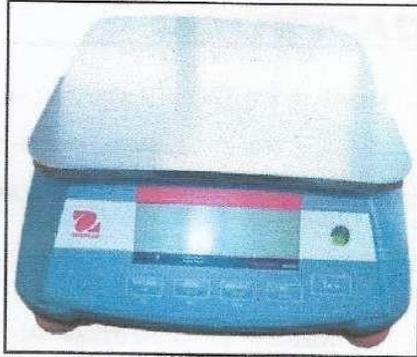
La Molina, 19 de diciembre 2023

Atentamente;

**Laboratorio de Mecánica de Suelos**  
Facultad de Ingeniería Agrícola  
Universidad Nacional Agraria La Molina



**EQUIPOS DE PESAJE:**



**Equipo 1:** Balanza 0.1 g



**Equipo 2:** Balanza 0.01 g

**EQUIPO DE TEMPERATURA:**



**Equipo 3:** Horno de secado.

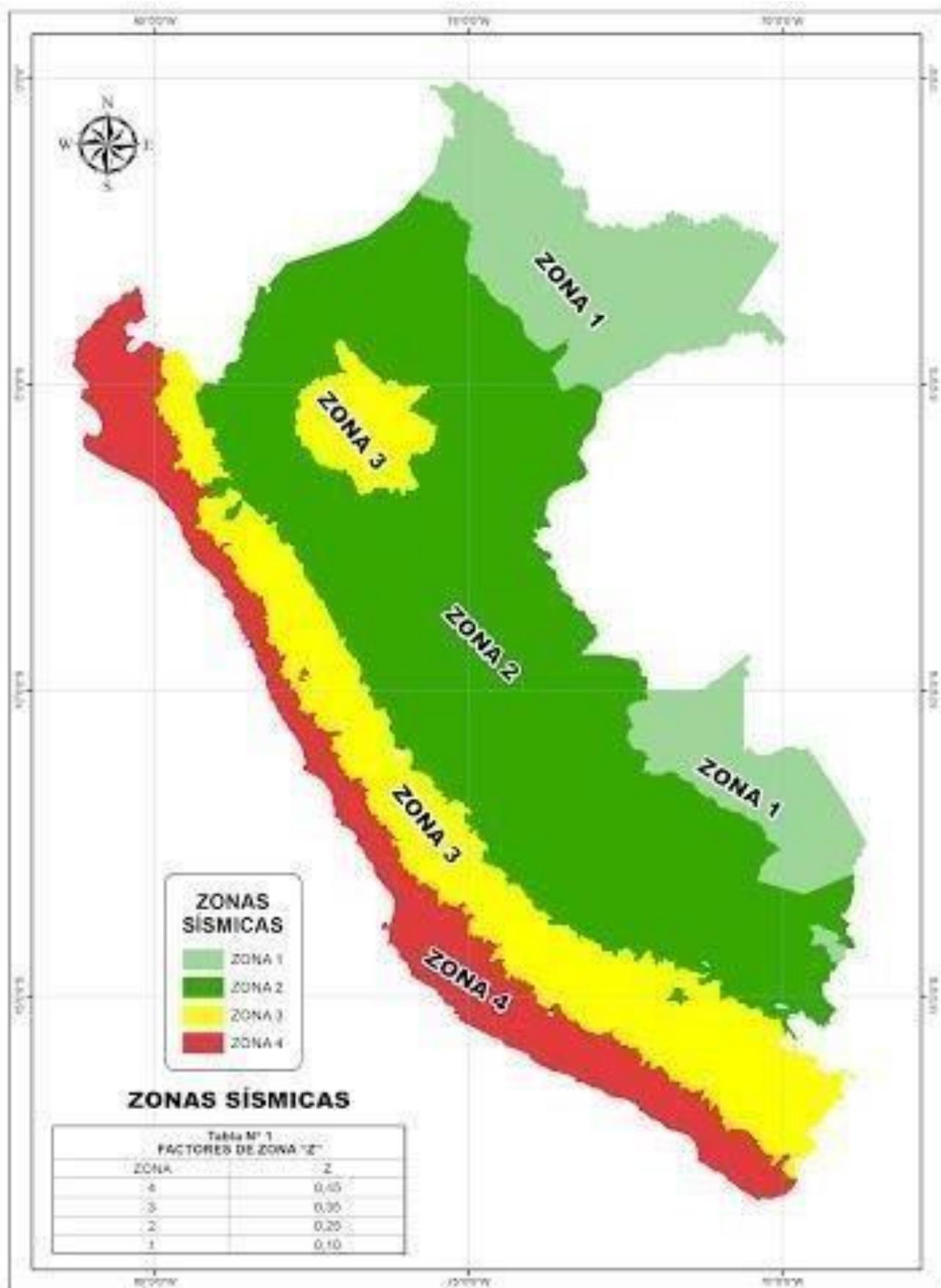
**EQUIPO DE FUERZA Y PRESION:**

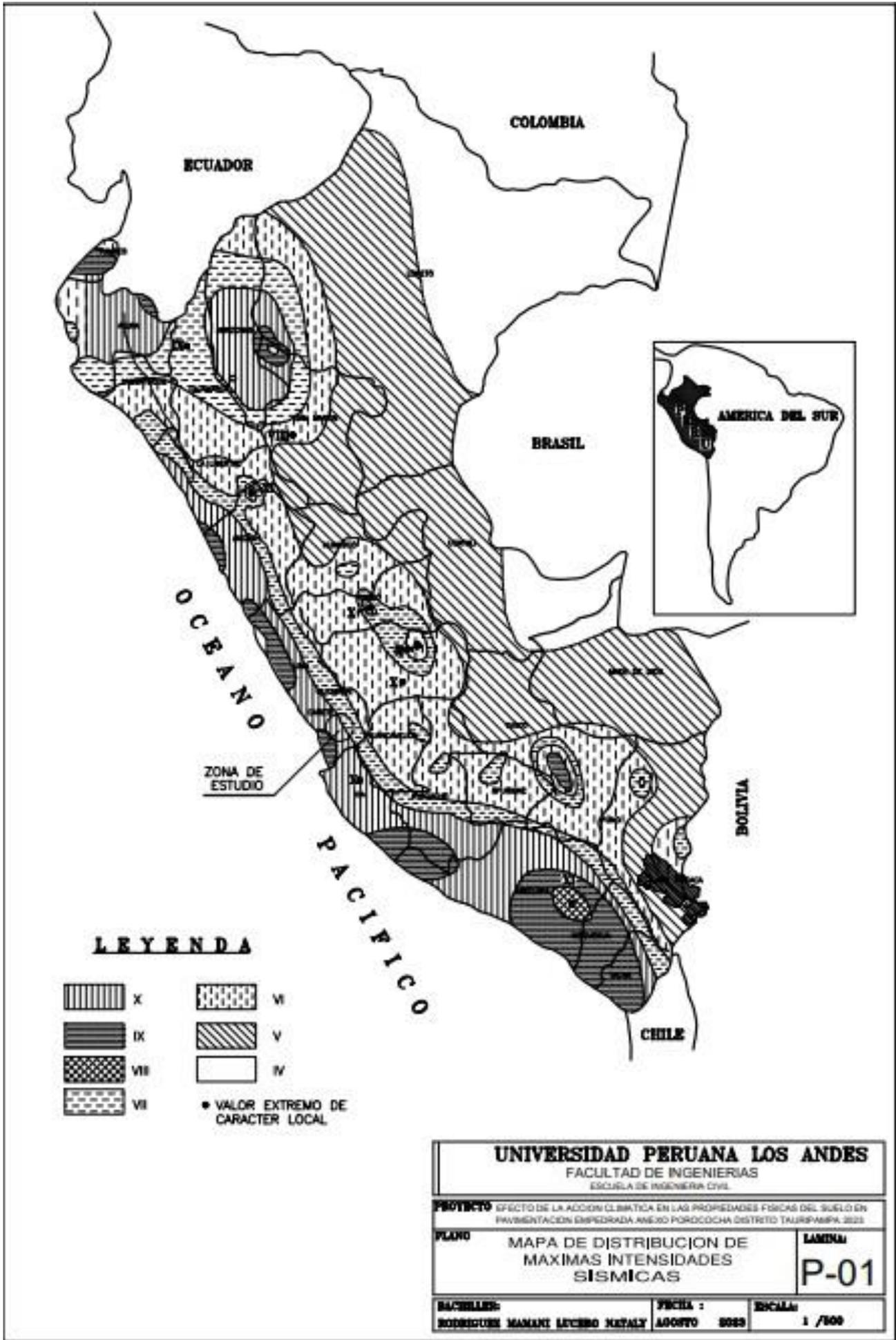


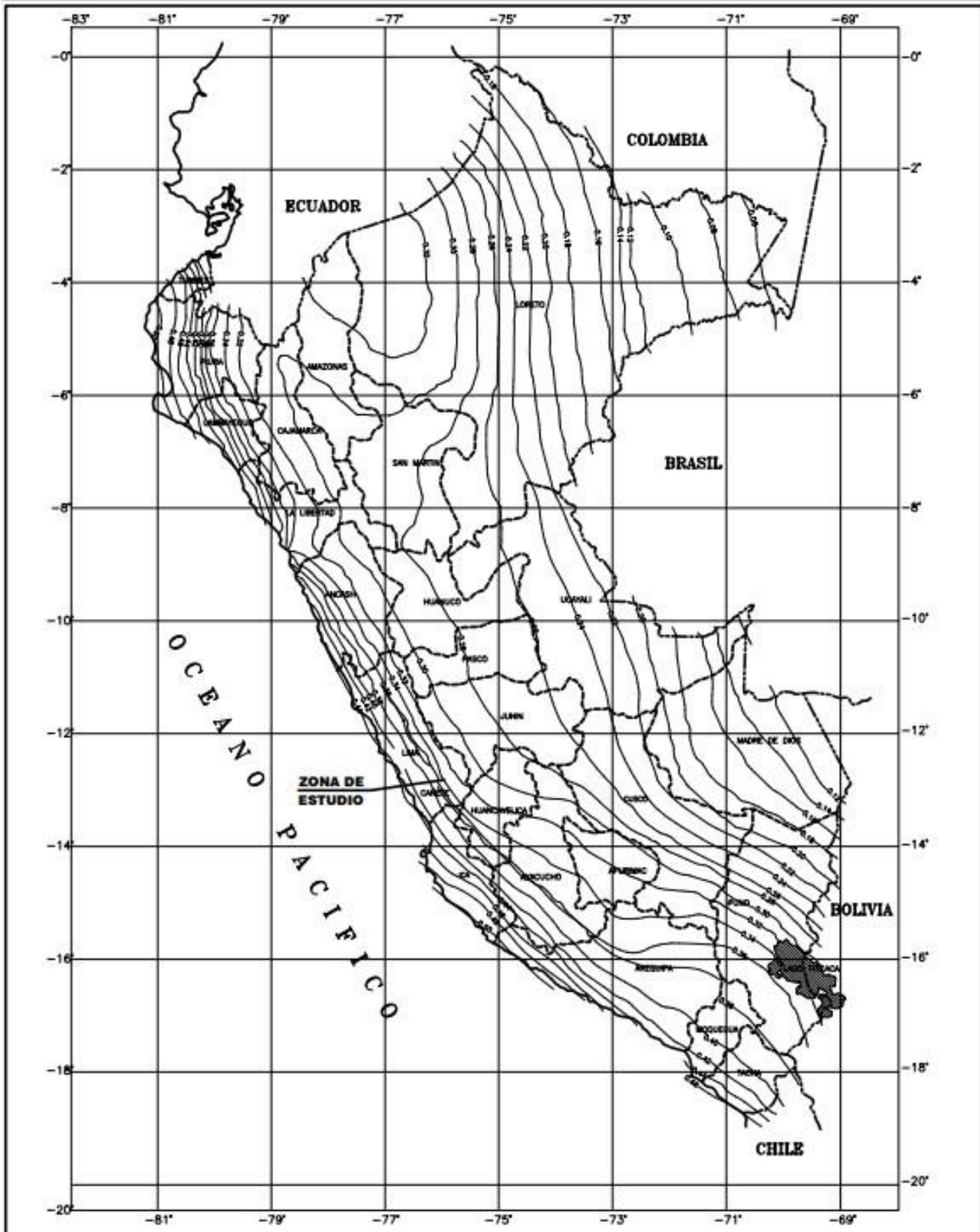
**Equipo 4:** Equipo para ensayo de C.B.R. y anillo de carga de 500 kgf.

## **ANEXO 4: PANEL FOTOGRAFICO**

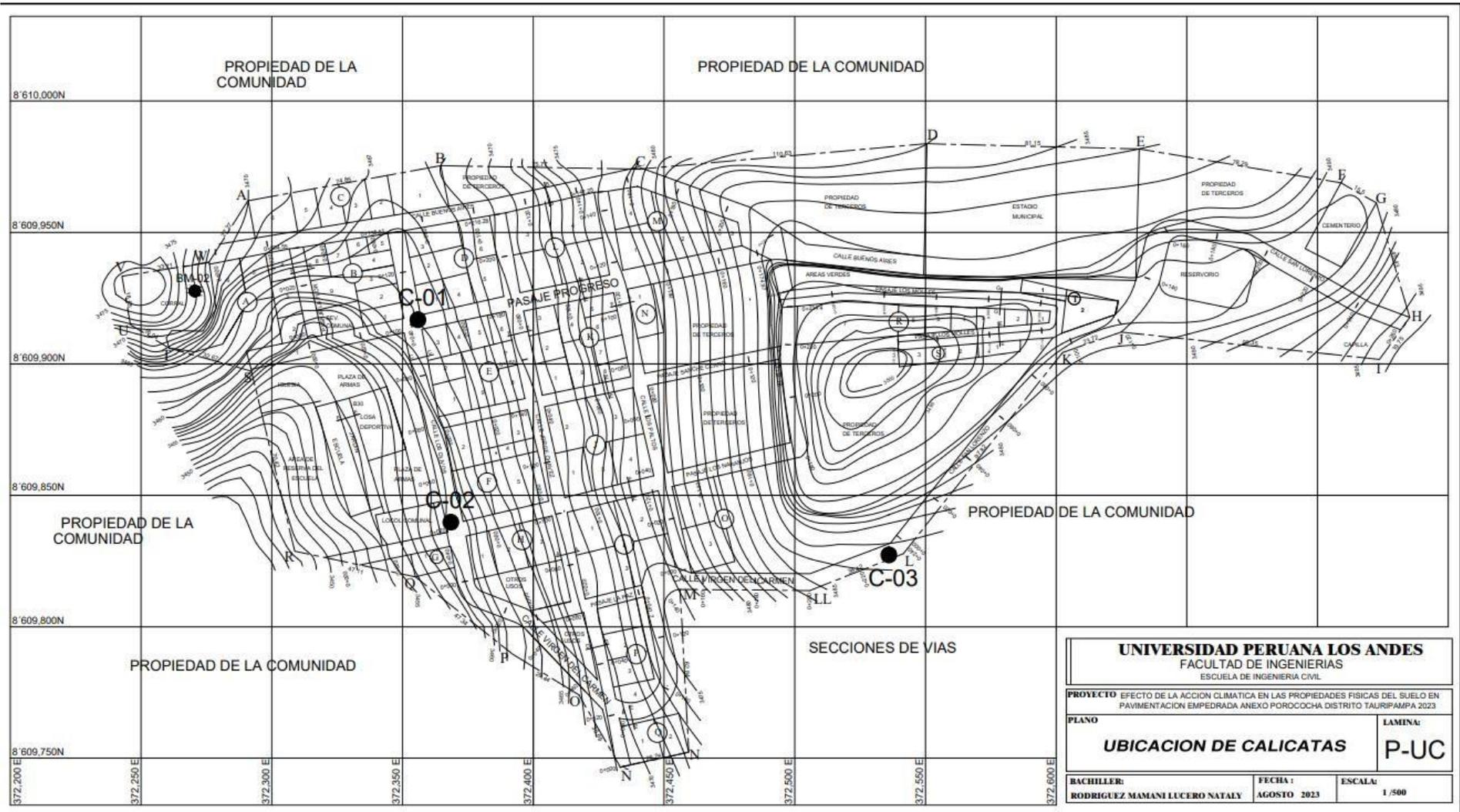






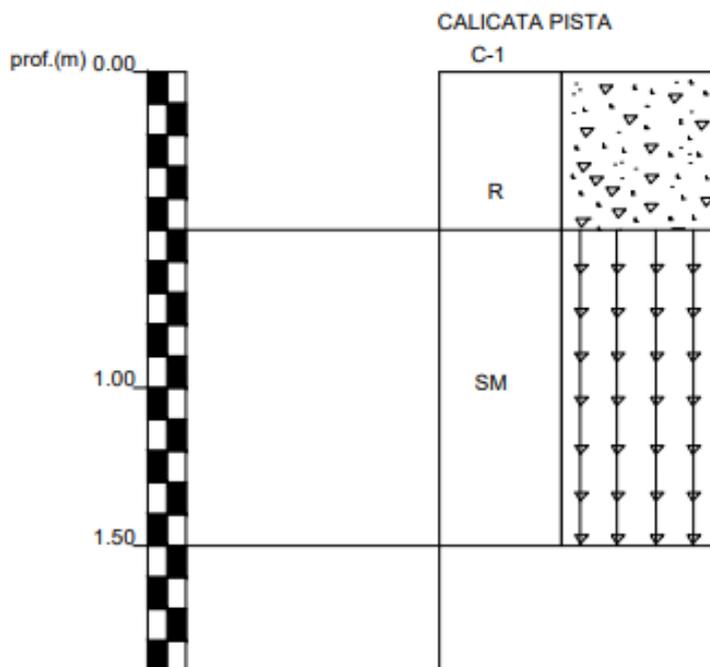


<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b> FACULTAD DE INGENIERIAS ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL		
<b>PROYECTO</b> EFECTO DE LA ACCION CLIMATICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO EN PAVIMENTACION EMPEDRADA ANEXO POROCOCHA DISTRITO TAURIPAMPA 2023		
<b>PLANO</b>	DISTRIBUCION DE ISOACELERACIONES PARA 10% DE EXCEDENCIA EN 50 AÑOS	<b>LAMINA:</b> <b>P-02</b>
<b>BACHILLER:</b> RODRIGUEZ MAMANI LUCERO NATALY	<b>FECHA :</b> AGOSTO 2023	<b>ESCALA:</b> 1 / 500

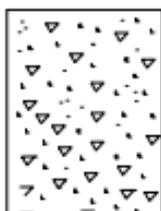


<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b> FACULTAD DE INGENIERIAS ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL		
<b>PROYECTO</b> EFECTO DE LA ACCION CLIMATICA EN LAS PROPIEADAES FISICAS DEL SUELO EN PAVIMENTACION EMPEDRADA ANEXO POROCOCHA DISTRITO TAURIPAMPA 2023		
<b>PLANO</b>	<b>LAMINA:</b>	
<b>UBICACION DE CALICATAS</b>	<b>P-UC</b>	
<b>BACHILLER:</b> RODRIGUEZ MAMANI LUCERO NATALY	<b>FECHA :</b> AGOSTO 2023	<b>ESCALA:</b> 1 /500

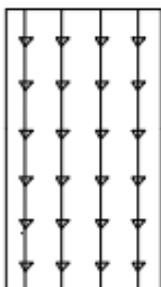
## PERFIL ESTRATIGRAFICO



### SIMBOLOGIA DE SUELOS



**R**  
SE PRESENTA UN SUELO FINO  
CON RESIDUOS DE RAICES.  
DE VEGETACIONES EN LA  
PARTE MAS SUPERFICIAL  
COLOR MARRON



**SM**  
CAPA DE CONGLOMERADO  
DE SIERRA ARENA CON FINO  
MAL GRADUADAS MUY LIMOSA  
MEZCLA GRAVAS ARENA  
LIMO

PROVINCIA : YAUYOS  
DEPARTAMENTO : LIMA  
DISTRITO : TAURIPAMPA  
UBICACION : ANEXO DE POROCOCHA



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
FACULTAD DE INGENIERIAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**PROYECTO** EFECTO DE LA ACCION CLIMATICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO EN  
PAVIMENTACION EMPEDRADA ANEXO POROCOCHA DISTRITO TAURIPAMPA 2023

**PLANO**

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**LAMINA:**

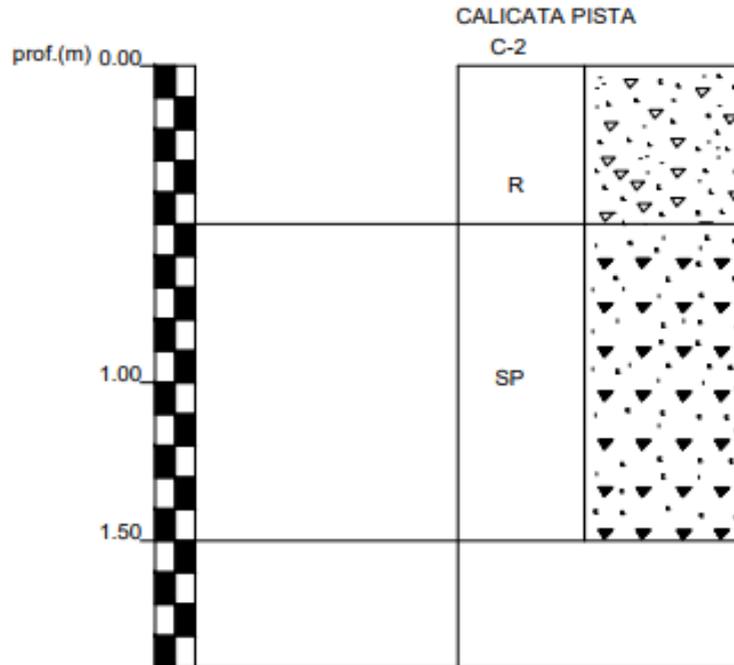
**P-01**

**BACHILLER:**  
RODRIGUEZ MAMANI LUCERO NATALY

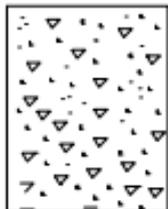
**FECHA:**  
AGOSTO 2023

**ESCALA:**  
1/500

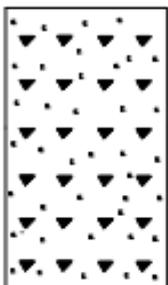
## PERFIL ESTRATIGRAFICO



### SIMBOLOGIA DE SUELOS



**R**  
SE PRESENTA UN SUELO FINO  
CON RESIDUOS DE RAICES.  
DE VEGETACIONES CON UN  
ESPESOR DE 0.30



**SP**  
ARENA MAL GRADUADO O  
MEZCLA DE GRAVA O ARCILLA  
POCO O NADA DE FINO DE  
COLOR MARRON CLARO  
SEMI COMPACTO  
  
NO SE ENCONTRO LA NATA  
FREATICA

PROVINCIA : YAUYOS  
DEPARTAMENTO : LIMA  
DISTRITO : TAURIPAMPA  
UBICACION : ANEXO DE POROCOCHA



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
FACULTAD DE INGENIERIAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**PROYECTO** EFECTO DE LA ACCION CLIMATICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO EN PAVIMENTACION EMPEDRADA ANEXO POROCOCHA DISTRITO TAURIPAMPA 2023

**PLANO**

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**LAMINA:**

**P-02**

**BACHILLER:**

**RODRIGUEZ MAMANI LUCERO NATALY**

**FECHA :**

**AGOSTO 2023**

**ESCALA:**

**1/500**



**FOTO 1:** descripción del suelo de la calicata C-1 donde se ve el Tipo de material existe en el anexo de porococha en la Pavimentación empedrada,



**Foto 2:** se aprecia el material de la excavación de la **calicata C-2**, realizada en la pavimentación empedrada en las calles en el anexo de porococha, distrito de tauripampa-Provincia de Yauyos -Lima. No se encontró el nivel Freático



FOTO N°01 VISTA PANORAMICA DEL NUCLEO DE SERVICOS COMPLEMENTARIOS QUE SON EL LOCAL COMUNAL, IGLESIA Y CAMPANARIO Y ESCUELA PRIMARIA, DEL ANEXO SAN LORENZO DE POROCOCHA DONDE SE VA DESARROLLAR EL PAVIMENTO EMPEDRADO.

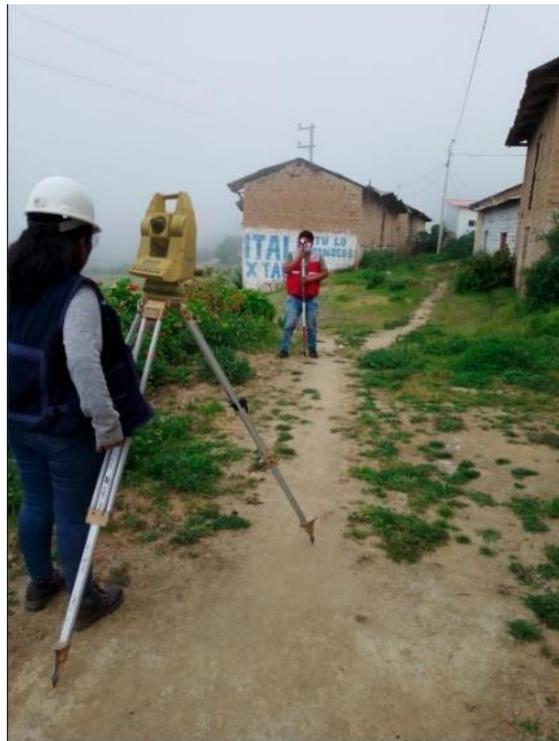


FOTO N°02 VISTA PANORAMICA DEL PASAJE LOS MOLLES ESTA EN UN VIA NIVELADA CON TERRENO MAL ALINEADA. POCA VEGETACION CON UN ANCHO VARIABLE.

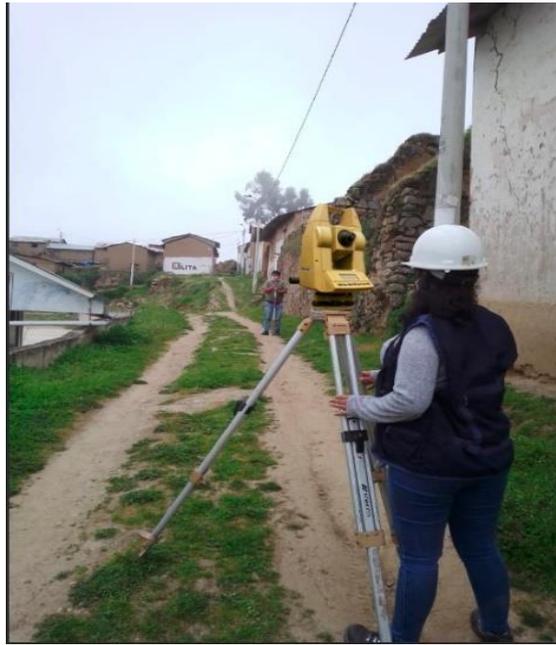


FOTO N°03 CALLE LOS OLIVOS ES LA VIA PRINCIAL DEL ANEXO DE SAN LORENZO DE POROCOCHA, DISTRITO DE TAURIPAMPA, DEPARTAMENTO DE LIMA.



FOTO N°4 CALLE VIRGEN DEL CARMEN DONDE SE OBSERVA EL TIPO DE SUELO QUE EXISTE EN EL ANEXO SAN LORENZO DE POROCOCHA