



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**Título de la Tesis:**

Geomallas biaxiales para mejorar la subrasante de bajo valor de soporte califonia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

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

INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

Tolentino Hipolo, Katherin (ORCID: 0000-0002-1874-3262)

**ASESOR:**

M.Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy (ORCID: 0000-0002-0250-4363)

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

A mis padres Anderson y Sonia por confiar en mí y apoyarme siempre, que sin ellos no hubiese logrado conquistar cada uno de mis sueños, pero sobre todo por su apoyo incondicional durante mi etapa profesional.

A mi hermano, Kenyo por estar conmigo en aquellas noches de estudio. A todos mis familiares y amigos, que siempre me alentaron a persistir en mis sueños y me apoyaron en mi desarrollo profesional, demostrarles que todo esfuerzo tendrá una recompensa y que nunca dejemos de soñar.

## **Agradecimiento**

Mi mayor gratitud y agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo que nos permitió albergarnos en la escuela de Ingeniería Civil para llegar a cumplir uno de mis sueños.

Agradecer a los coordinadores de la escuela por brindarnos como asesor al Ing. Luis Jimmy Clemente Condori quien nos brindó sus conocimientos y su predisposición constante en el desarrollo de la tesis hasta concluir con la sustentación.

Agradecer a mi familia en conjunto quienes siempre están dándome el coraje para nunca dejar de perseguir mis metas.

## Declaratoria de autenticidad

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo TOLENTINO HIPOLO, Katherin (tesista) identificada con DNI N° 75723257 Bachiller de la carrera de Ingeniería Civil autor de la tesis titulada:

"Geomallas biaxiales para mejorar la subrasante de bajo valor de soporte california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020".

#### DECLARO QUE

El tema de la tesis es auténtico, siendo resultado de nuestro trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etcétera (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del contexto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor.

En este sentido, somos conscientes de que el hecho de no respetar los derechos del autor y hacer plagio, son objeto de sanciones universitarias y/o legales.

Lima, 02 de Enero del 2021.

  
\_\_\_\_\_  
TOLENTINO HIPOLO, Katherin  
DNI N° 75723257



## Índice de contenido

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaratoria de autenticidad.....	iv
Índice de contenido .....	v
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras .....	viii
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCION .....	1
II. MARCO TEORICO .....	8
III. METODOLOGIA .....	23
3.1. Tipo y diseño investigación.....	23
3.2. Variables y Operacionalización .....	25
3.3. Población , muestra y muestreo .....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	26
3.5. Procedimiento.....	38
3.6. Método de análisis de datos .....	56
3.7. Aspecto ético .....	56
IV. RESULTADOS .....	57
V. DISCUSIONES .....	84
VI. CONCLUSIONES .....	86
VII. RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS.....	89
ANEXOS .....	97

## Índice de tablas

Tabla 1. Especificaciones técnicas de la geomalla biaxial MacGrid® EGB 20.....	16
Tabla 2. Número de Calicatas para la Exploración de Suelos.....	19
Tabla 3. Clasificación de Suelos según SUCS.....	20
Tabla 4. Ficha de análisis granulométrico para el suelo.....	28
Tabla 5. Ficha de contenido de humedad para el suelo.....	29
Tabla 6. Ficha de límites de consistencia.....	30
Tabla 7. Ficha de Proctor modificado para el suelo.....	30
Tabla 8. California Bearing Ratio (CBR)-ASTM D 1883.....	32
Tabla 9. Validación de instrumento.....	34
Tabla 10. Resumen de datos del instrumento.....	36
Tabla 11. Magnitud del coeficiente de confiabilidad de un instrumento.....	37
Tabla 12. Número de repeticiones acumuladas de EE.....	41
Tabla 13. Categorías de Subrasante.....	46
Tabla 14. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad.....	51
Tabla 15. Valores de coeficiente estadístico de la desviación estándar.....	52
Tabla 16. Índice de serviciabilidad según el tráfico acumulado.....	53
Tabla 17. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento ai.....	54
Tabla 18. Valores recomendados del coeficiente de drenaje (mi).....	55
Tabla 19. Ubicación de las calicatas.....	59
Tabla 20. Resumen de tipo de suelo.....	60
Tabla 21. Resumen del ensayo de contenido de humedad.....	61
Tabla 22. Resumen del ensayo de límites de consistencia.....	62
Tabla 23. Resumen del ensayo de Proctor modificado.....	62
Tabla 24. Resumen del ensayo de CBR.....	64
Tabla 25. Espesores de mejoramiento calculados.....	65
Tabla 26. Valor recomendado para la confiabilidad.....	66
Tabla 27. Valor recomendado para la desviación estándar normal.....	67
Tabla 28. Valor recomendado para la variación de serviciabilidad.....	67
Tabla 29. Resumen de datos para el SN.....	68
Tabla 30. Calculo de espesores con mejoramiento MacGrid 20 y 30.....	72
Tabla 31. Espesores calculados de acuerdo al mejoramiento aplicado.....	76

Tabla 32. Costo de pavimento de acuerdo a la estructura. ....77

## Índice de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la vía acceso a Pucusana .....	7
Figura 2. Geomallas biaxiales. ....	12
Figura 3. Coeficiente “LCR “de la geomalla biaxial .....	13
Figura 4. Confinamiento lateral de la geomalla biaxial. ....	14
Figura 5. Incremento de capacidad de soporte con geomalla biaxial.....	15
Figura 6. Separación de capas granulares.....	15
Figura 7. Preparación del terreno.....	18
Figura 8. Colocación de geomalla biaxial .....	18
Figura 9. Suelo arena-limo y arcilloso, Pucusana.....	21
Figura 10. Estabilización con geosintéticos.....	22
Figura 11. Variables de los espesores de un pavimento .....	22
Figura 12. Flujograma de procedimiento de investigación .....	38
Figura 13. LCR (Layer coeficiente ratio) vs. CBR de la subrasante .....	48
Figura 14. Flujograma “Guía de geosintéticos de mejora de subrasante”. .....	49
Figura 15. Variación de tránsito diario.....	57
Figura 16. Composición vehicular. ....	57
Figura 17. Tramo 0+350 .00 se la vía ingreso a Pucusana .....	58
Figura 18. Tramo 0+0750 m de la vía de acceso a Pucusana .....	59
Figura 19. Suelo arcilloso inorgánica arenoso - prog.0+750.00 .....	60
Figura 20. Curva granulométrica de la progresiva 0+750.00.....	61
Figura 21. Grafica de la curva del ensayo de Proctor.....	63
Figura 22. Diseño de pavimento con mejoramiento por remplazo.....	69
Figura 23. Coeficiente LCR para geomalla MacGrid EGB 20.....	70
Figura 24. Coeficiente LCR para geomalla MacGrid EGB 30.....	71
Figura 25. Diseño de pavimento con mejoramiento con MacGrid EGB 20KN.....	73
Figura 26. Diseño de pavimento con mejoramiento con MacGrid 30KN .....	74
Figura 27. Calculo del SN para CBR de 3.5%.....	74
Figura 28. CBR vs. Geomallas biaxiales. ....	75
Figura 29. SN vs. Geomallas biaxiales.....	75
Figura 30. Monto calculado vs propuestas de estructura de pavimento .....	77
Figura 31. T de Student para el CBR. ....	79



Figura 32. T de Student para incremento de SN. ....	81
Figura 33. T de Student para la optimización de costo .....	83

## Índice de anexos

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.....	98
Anexo 2. Matriz de consistencia.....	99
Anexo 3. Resultados de Ensayo de Mecánica de Suelos.....	100
Anexo 4. Panel fotográfico del Ensayo de suelos.....	126
Anexo 5. Conteo vehicular de la Vía de ingreso a Pucusana .....	135
Anexo 6. Proyección de tráfico para 20 años. ....	142
Anexo 7. Panel fotográfico de toma de datos en campo .....	143
Anexo 8. Metrados del mejoramiento por remplazo de material.....	147
Anexo 9. Metrados del mejoramiento con geomalla Mac Grid EGB 20.....	148
Anexo 10. Metrados del mejoramiento con geomalla Mac Grid EGB 30.....	149
Anexo 11. ACU del mejoramiento tradicional de un pavimento flexible.....	150
Anexo 12. ACU del mejoramiento con MacGrid 20 de un pavimento flexible.....	152
Anexo 13. ACU del mejoramiento con MacGrid 30 de un pavimento.....	153
Anexo 14. Presupuesto de mejoramiento tradicional de un pavimento .....	155
Anexo 15. Presupuesto de mejoramiento con MacGrid 20 de un pavimento .....	155
Anexo 16. Presupuesto de mejoramiento con MacGrid 30 de un pavimento .....	156
Anexo 17. Cálculo de CBR en función de SN .....	157
Anexo 18. Encuestas de Juicio de expertos.....	158
Anexo 19. Ficha de recolección de datos de laboratorio .....	163
Anexo 20. Certificado de calibración de los equipos de laboratorio .....	191

## Resumen

A lo largo de la historia se sigue utilizando el método tradicional para diseño de pavimento flexible y mejoramiento de suelo, bajo ese concepto surge la iniciativa de desarrollar nueva propuesta de mejoramiento de subrasante inferiores a un CBR de 6%, la norma recomienda y establece estabilizar la subrasante para suelos con insuficiente capacidad de resistencia. En ese sentido es indispensable establecer la adecuada propuesta para mejorar la subrasante de bajo valor de soporte de califonia de un pavimento flexible.

Esta investigación se inició con el objetivo general de mejorar la subrasante de bajo valor de soporte califonia de un pavimento flexible con geomallas biaxiales en la Vía de ingreso a Pucusana.

Para la investigación se realizó estudio de mecánica de suelos donde se determinó que el CBR es igual a 3.5 %, por lo que se mejoró la subrasante mediante las geomallas biaxiales MacGRID EGB 20 KN y MacGRID EGB 30, lo que resulta incrementar la resistencia del número estructural (SN) expresado capacidad estructural del suelo, proporcionando confinamiento estructural, aumento de vida útil, mejora el rendimiento, resistencia a la deformación, aumenta el módulo de elasticidad, aumenta los intervalos de mantenimiento de una estructura de pavimento. Así mismo para la optimización de costos se realizó el mejoramiento mediante el método tradicional de remplazo de material para determinar los espesores de mejoramiento y capas que en comparación con el diseño de pavimento con geomallas biaxiales existe una reducción de los espesores de la capas que por ende el costo total es menor al costo con el método tradicional, llegando a optimizar el costo de ejecución mediante el uso de geomallas biaxiales.

Finalmente mediante esta presente investigación se determina que con el uso de geomallas biaxiales en mejora subrasantes de bajo CBR incrementando el número estructural (SN), reduciendo espesores de las capas de una estructura de pavimento flexible, generando un ahorro económico que un mejoramiento mecánico en una estructura de pavimento.

**Palabras clave:** Geomallas biaxiales, mejoramiento de subrasante, pavimento.

## **Abstract**

Throughout history, the traditional method for flexible pavement design and soil improvement has been used, under this concept the initiative arises to develop a new subgrade improvement proposal lower than a CBR of 6%, the standard recommends and establishes stabilize the subgrade for soils with insufficient resistance capacity. In this sense, it is essential to establish the appropriate proposal to improve California's low support value subgrade of a flexible pavement.

This present investigation was started with the general objective of improving the low-value subgrade of California support of a flexible pavement with biaxial geogrids in the entrance road to Pucusana.

For the research, a soil mechanics study was carried out where it was determined that the CBR is equal to 3.5%, so the subgrade was improved by means of the MacGRID EGB 20 KN and MacGRID EGB 30 biaxial geogrids, which results in increasing the resistance of the number structural (SN) expressed structural capacity of the soil, providing structural confinement, increased useful life, improves performance, resistance to deformation, increases the modulus of elasticity, increases the maintenance intervals of a pavement structure. Likewise, for the optimization of costs, the improvement was carried out using the traditional method of material replacement to determine the thickness of improvement and layers that compared to the pavement design with biaxial geogrids there is a reduction in the thickness of the layers that therefore the total cost is lower than the cost with the traditional method, optimizing the cost of execution through the use of biaxial geogrids.

Finally, through this present investigation it is determined that with the use of biaxial geogrids in subgrade improvement of low CBR increasing the structural number (SN), reducing the thickness of the layers of a flexible pavement structure, generating an economic saving than a mechanical improvement in a pavement structure.

**Keywords:** Pavement, biaxial geogrids, subgrade improvement

## I. INTRODUCCION

El uso de pavimento flexible en estructuras viales, es común por su bajo costo y la composición de materiales que se requieren en su ejecución, pero intervienen diferentes factores para su diseño, sobre todo influye la composición del tipo de suelo que posee, en muchos casos son suelos inestables lo que requiere una estabilización , en estos casos hay muchas formas de mejorar el suelo que son más económicas respecto a extraer materiales de las canteras para utilizar como reemplazo , dichas canteras pueden encontrarse lejos y esto puede perjudicar en el tiempo de trabajo y costo , caso contrario se podría tener un ahorro significativo de 20 al 45% ( Junco y Tejeda, 2011, párr.1).

En el mundo la alternativa del uso de geosintéticos ya es usual en muchos países, donde las geomallas en pavimentos flexibles incrementan la capacidad de soporte de un determinado material, proporcionando confinamiento lateral, disminuyendo los esfuerzos de carga producidas por los vehículos a la estructura de pavimento. Estas geomallas proporcionan una mayor resistencia, lo cual certifica una mayor eficiencia en un 90% (Palma, 2012, párr.1).

A nivel mundial, como en Barranquilla, Colombia la compañía Grupo TDM realizó la pavimentación del Centro Comercial Carnaval donde las condiciones del terreno requerían un mejoramiento más de 70 cm de material de reemplazo , logrando la optimización mediante la estabilización del suelo colocando geomallas y eso minimizó el impacto de esfuerzo ante el suelo de baja capacidad portante , además hubo reducción del espesor de mejoramiento , controló el asentamiento diferencial y generó una capa de separación entre el suelo de fundación con el material de préstamo (Grupo TDM, 2018,"Mejoramiento de vías",p.2).

Por lo mencionado del uso de geomallas tiene un gran impacto a nivel mundial , así mismo en el Perú ya se está aplicando geomallas como reemplazo al método convencional, por ejemplo en el distrito San Juan Bautista, Maynas, Loreto donde la infraestructura vial del distrito requería el mejoramiento de suelo , el tipo de suelo estaba compuesta de arcilla de alta plasticidad , típico de suelos de la Selva Peruana , bajo estas condiciones hubo la necesidad de mejorar le subrasante, se buscó una solución óptima que fue el uso de 4 capas de geomallas colocado sobre el suelo blando , lo que tuvo como resultado que aumente la capacidad de soporte,

beneficio económico, fácil y sencilla instalación de las geomallas. (Grupo TDM, 2017, "Mejoramiento de Sub-rasante con geomallas" p.1-2).

Uno de las aplicaciones de geomallas, se realizó en el Callao, Av. Néstor Gambetta siendo una de las principales vías arteriales del distrito, debido al crecimiento poblacional y las actividades económicas, presentan un alto tráfico. En el proceso de ejecución hubo presencia de líneas de tuberías telefónicas, afectando la integridad de la subrasante, para este caso se aplicó las geomallas, teniendo resultados óptimos en la construcción. (Grupo TDM, 2012, "Av. Nestor Gambetta", p.1-2).

El Perú debido diversidad de suelos que posee, clasifica de acuerdo a calidad de suelo por medio del CBR, si este es mayor al 6% son aptos para la subrasante caso contrario si el CBR es igual o menor al 6% significa que la subrasante es inestable como suelo de fundación lo que recomienda un mejoramiento o estabilización de suelo (MTC, 2014, p.121).

A nivel Lima Metropolitana, los distritos ubicados al Sur de Lima se caracterizan de tener suelos variados, en el distrito de Pucusana en las zonas alejadas de la playa, corresponde a la Zona II, esta área está conformado por la primera capa superficial de suelo granular fino y suelo arcilloso; que según SUCS conforman el tipo GP (Grava Mal Graduada), SW (Arena Bien graduada) y SM (Arena Limo) son suelos de capacidad portantes entre 4 a 9 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo el distrito presenta un mayor probabilidad de generar una licuación de suelos, esto ha sido evidenciados en sismos históricos, generando daños por asentamientos, fallas geomorfológicas y pérdida de capacidad portante de suelo (Instituto Geofísico del Perú, 2010, p.17).

En el distrito de Pucusana, por su ubicación geográfica, se ve afectado por fenómenos de origen climatológicos, principalmente por las precipitaciones pluviales intensas, que traen como consecuencias huaycos, inundaciones, fenómeno de "El Niño", generando acumulación de sedimentos, desmontes e incluso desechos afectando al suelo con pérdida de propiedades mecánicas como la excesiva saturación, en consecuencias dejando daños estructurales en su composición de la infraestructura vial de Pucusana.

La carretera acceso a Pucusana, perteneciente a la Red Vial N° 6 presenta diversos riesgos en cuanto a señalización vertical y horizontal, bermas, entre otros

elementos de seguridad esto afectando en la calidad del servicio del distrito. Esto es debido a su precipitación pluvial, es constantemente afectado por el fenómeno costero de “El Niño”, el último episodio severo ocurrió en el año 2017 dejando la mayor parte de población damnificada por pérdidas económicas, este fenómeno se caracteriza por lluvias intensas y desborde de ríos que ocasiono pérdidas humanas, actividades económicas e infraestructura, dejando las vías con daños severos, por lo se requiere con prontitud tomar las acciones para su transitabilidad, siendo el único acceso para todos los pobladores (Primer Boletín N° 281, 2017, p.1).

La gran parte de los pobladores son pescadores, agricultores y se dedican al turismo, lo que es esencial para su visita tener una infraestructura vial en óptimas condiciones, para contribuir en una mejor transitabilidad vehicular, peatonal de todos los pobladores. Por otro lado el Municipio distrital hasta la fecha de hoy ha realizado ningún mejoramiento en las vías afectadas, esto ha generado la molestia en la población (Municipalidad Distrital de Pucusana, 2015, p.45).

Por los motivos expuestos del tipo de suelo arcilloso que posee Pucusana, se necesita realizar un mejoramiento de subrasante, para tener las condiciones óptimas para la construcción de una infraestructura vial, por ello mediante este proyecto de investigación se pretende implementar nuevas soluciones frente a este tipo de condiciones, con el uso de geomallas biaxiales mejoraremos la subrasante. Mediante esta propuesta adecuada para una infraestructura vial, podrá ser aplicado para suelos arcillosos o similares dentro del distrito de Pucusana que ayude a implementar nuevas soluciones y tenga mejores beneficios.

## **Formulación de problema**

La formulación del problema quiere decir delimitar el área de estudio exponiendo sustentos razonables con la finalidad de formular el problema y que exista la necesidad de proyectar el desarrollo de la investigación (Quintana, 2008 p.244).

### **Problema general**

¿Cómo las geomallas biaxiales mejoraría la subrasante de bajo valor de soporte californiana de un pavimento flexible, Pucusana, 2020?

### **Problemas específicos**

- ¿Con el coeficiente "LCR" incrementaría la resistencia del número estructural del suelo aplicando la geomalla biaxial?
- ¿Con la reducción de espesores se optimizaría el costo de ejecución aplicando la geomalla biaxial?

### **Objetivo de investigación**

Son necesarios para establecer que es lo que se quiere pretender con la investigación, para formular se necesita claridad y decisiones precisas de interés que deben centrar el problema, es decir a donde se quiere llegar; dichos objetivos deben ser claros para poder dar respuesta a la problemática formulada. (Hurtado, 2005, p.11)

### **Objetivo general**

Mejorar la subrasante de bajo valor de soporte californiana de un pavimento flexible con geomallas biaxiales, Pucusana, 2020.

### **Objetivos específicos**

- Incrementar la resistencia del número estructural del suelo aplicando la geomalla biaxial mediante el coeficiente "LCR".
- Optimizar el costo de ejecución aplicando la geomalla biaxial por medio de la reducción de espesores.



## **Hipótesis de investigación**

Las hipótesis pueden ser verdaderas o rechazadas, esto es basado en información previa, su importancia trata en establecer relaciones entre los hechos que se producen entre sí (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.104).

## **Hipótesis general**

Las geomallas biaxiales mejorará la subrasante de bajo valor de soporte californiana de un pavimento flexible, Pucusana, 2020.

## **Hipótesis específicos**

- El coeficiente “LCR” incrementará la resistencia del número estructural del suelo aplicando la geomalla biaxial.
- La reducción de los espesores optimizará el costo de ejecución mediante el uso de geomalla biaxial.

## **Justificación**

Además de plantear problemas, objetivos cabe indicar que es necesario exponer razones para el área de estudio. En la investigación deberá tener definido el propósito, es decir se deberá explicar o justificar el porque es importante realizar la investigación y analizar cuáles son los beneficios que resultaran (Hernández, Fernandez & Baptista, 2014, p.40)

## **Justificación metodológica**

El Gobierno Local del distrito de Pucusana, registra en el sistema Invierte (SSI) con el código de inversiones 2378887 el proyecto: “Mejoramiento de la transitabilidad de la carretera de acceso a Pucusana, Lima”, desde el año 2017 y que hasta la fecha de hoy no ha sido ejecutado. El expediente técnico en referencia plantea para la infraestructura vial, el mejoramiento de subrasante con la método tradicional del remplazo de material ya que el suelo es orgánicos, arcillas inorgánicas, arenas mal graduadas con poco finos y arena limosa. Mediante este proyecto de investigación se pretende innovar el método tradicional con el uso de geomallas biaxiales como mejoramiento de subrasante al tener un suelo de bajo CBR, el implementar este tipo de solución no es común en la zona, pues permite optimizar costo, tiempo de

ejecución, mejora la capacidad de soporte, aumenta el tiempo de vida útil y mejora el rendimiento de la infraestructura vial.

### **Justificación técnica**

De acuerdo al expediente técnico el procedimiento para el mejoramiento de subrasante mediante el remplazo de material consiste en realizar un corte de terreno y colocar material granular con un CBR  $\geq$  a 10 %, dicho procedimiento requiere tiempo y el uso maquinarias y mano de obra para su ejecución. Por otro lado colocar geomallas biaxiales como mejoramiento de suelo es muy sencillo y rápido, consiste en preparar la subrasante y sobre ella colocar las geomallas traslapadas al suelo con apoyo de herramientas manuales, este proceso constructivo optimiza tiempo, costo y mejora el rendimiento del pavimento.

### **Justificación social**

Mediante este proyecto de investigación se pretende implementar una propuesta de tecnología y económica en la infraestructura vial del distrito de Pucusana, se tendrá un impacto positivo directo para las personas que cuenten con medio de transporte y los peatones que transiten por esta vía; el impacto positivo indirecto para la comunidad de Pucusana se verá reflejado en el desarrollo de actividades de comercios, bancos, saneamiento de agua y desagüe, generación de empleos y las comunidades aledañas se conecten con el distrito. Además el distrito tendrá una mejor vista estética promoviendo al desarrollo distrital de Pucusana.

### **Delimitación**

Se refiere al trabajo en campo donde se realizara el proyecto de investigación, también es indicar de forma clara el contexto o lugar geográfico donde se realizó el trabajo de investigación (Chaverri, 2017, p.7).

### **Delimitación Espacial**

Se encuentra ubicada en el distrito de Pucusana, provincia de Lima y región Lima en la costa central del territorio La Carretera acceso a Pucusana se encuentra a 62 km al sur de Lima como se observa en la Figura 1.



Figura 1. Ubicación geográfica de la vía acceso a Pucusana.

Fuente: Google Earth, 2020.

### Delimitación Temporal

La tesis de investigación “Geomallas biaxiales para mejorar la subrasante de bajo valor de soporte califonia en un pavimento flexible, Pucusana, 2020” , tuvo una duración de 6 meses aproximadamente, que consta en 2 meses para la toma de datos de muestra y 4 meses que inicio en el mes de julio del 2020 para el desarrollo del proyecto de investigación.

## **II.MARCO TEORICO**

### **Antecedentes de investigación**

Son trabajos realizados con antigüedad respecto a las variables planteadas, pueden ser artículos científicos, investigaciones de pregrado, posgrado entre otros trabajos que muestra el resumen de investigación. Mediante esta revisión de documentación orienta al investigador para que sepa hasta donde debe llegar a analizar de su tema de investigación y cuáles son los vacíos que quedan, esto servirá para la parte de discusión (Orosco, s.f, “Antecedentes de investigación”, párr.1).

### **Antecedentes Nacionales**

Kari M. y Olortegui J., (2019) en su tesis “Propuesta de diseño de pavimento flexible reforzado con geomalla en la interfaz subrasante-subbase utilizando el método Giroud- Han, para mejorar el tramo de la vía “. Universidad Ciencias Aplicadas. Lima, Perú, tuvo como objetivo reducir los espesores de la vía, incrementar la resistencia de la subrasante extendiendo su vida útil. La metodología que se desarrolló en la investigación fue aplicativo. Los autores concluyeron que se optimizaron la estructura de capas del pavimento incorporando geomallas en 33.33%, lo que significa que se ahorrara en material granular, sin influenciar en su capacidad estructural.

Orejon E., (2018) en la tesis titulada “Propuesta de mejoramiento de la subrasante de pavimento flexible usando las geomallas biaxiales en suelos de bajo CBR-distrito de Ahuac”. Universidad Continental, Huancayo, Lima su objetivo principal fue establecer la propuesta adecuada para estabilizar la subrasante mediante las geomallas biaxiales en suelos de bajo CBR. El método que aplico que tipo aplicada de nivel descriptivo con diseño no experimental- transversal. El autor concluye que para suelos con CBR 2.6% siendo un suelo inadecuado se necesita un remplazo de 40 necesita ningún mejoramiento debido al aporte estructural.

Hinostroza H., (2018) en su tesis titulada “Diseño de pavimento flexible reforzado con geomalla para reducción de la estructura de pavimento”. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú en su trabajo de investigación desarrollo un diseño de pavimento incorporando la geomalla con la finalidad de

reducir los espesores de capas de pavimento. La metodología que desarrollo fue de nivel descriptivo explicativo. El autor concluye que con las geomallas en el refuerzo de la estructura del pavimento debería estar ubicado entre la capa de subbase y la subrasante para que cumpla la función no solo de reducir espesores sino también evitar la contaminación de materiales granulares(base) y finos (subrasante), dicha posición de la geomalla disminuirá la capacidad de soporte del pavimento.

Sócala M., (2016) en su tesis titulada: “Diseño y análisis comparativos de costos de un pavimento flexible según el método de AASHTO 1993, y otro con geomallas biaxiales en el sector los Laureles del distrito de El Porvenir”. Universidad Privada Antenor Orrego, La Libertad , Trujillo, Perú en su trabajo de investigación tuvo como objetivo realizar una comparativa de los costos con el método AASHTO 93 y mediante las geomallas biaxiales en un pavimento flexible. La metodología que desarrollo el autor fue de tipo aplicativo, porque busco dar solución a un problema específico de la zona. Finalmente concluyó que el tipo de suelo es arenoso pobremente graduada, que al emplear geomallas biaxiales en la estructura de pavimento reduce en 9cm a comparación de un pavimento diseñado con AASHTO, donde obtuvo un ahorro de 322 m<sup>3</sup>, que significa un ahorro de 27.4% en la partida de movimiento de tierra, disminuyendo el tiempo de ejecución agregando que la geomalla biaxial no tiene un efecto contaminante.

Palma F., (2015) en su tesis titulada:” Mejoramiento de la subrasante usando geomallas en la av. Los Insurgentes, distrito de Chaupimarca- Pasco “. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, Pasco, Perú en su trabajo de investigación tuvo como objetivo demostrar el importante uso de las geomallas en el mejoramiento de subrasante. La investigación fue de carácter aplicativo a nivel descriptivo, explicativo. El autor concluyó que en su perfil estratigráfico del suelo no se puede fundar un pavimento flexible lo que requiere hacer uso de geomallas en la subrasante dando grandes resultados, mejorando la capacidad portante, reduciendo tensiones, y una mejora distribución de esfuerzos al suelo.

## **Antecedentes Internacionales**

Arévalo F., (2016) en su tesis “Utilización de la geomalla biaxial en diseño de pavimento flexible de la av. Pedro Carbo- La Estacada”. Universidad de Guayaquil, Ecuador uno de sus objetivos fue analizar la importancia de la geomalla biaxial en el pavimento flexible. El autor desarrollo la metodología tipo aplicada. Los autores concluyeron que mediante la incorporación de la geomalla en la subrasante de la vía para suelos con CBR en el rango de 1% - 3%, tienen un aumento en la resistencia por ende se redujo los espesores de capas granulares, eficiencia mecánica y también aumenta la funcionalidad y durabilidad de la vía.

Gavilanes E., (2015) en su tesis. “Estabilización y mejoramiento de subrasante mediante cal y cemento para un obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur”. Universidad Internacional del Ecuador, Ecuador en su tesis evaluó la estabilización de la subrasante usando cal y cemento en distintas proporciones con la finalidad de determinar la estabilización correspondiente. El método que se aplico fue experimental. El autor concluye en la vía de estudio tiene una subrasante arenosa que de acuerdo a la normativa internacional los resultados de los ensayos de laboratorio solo se puede usar la relación de 4-5% para realizar la estabilización con cemento o cal, aumentando la capacidad portante del suelo, considerando ambos como aditivos de importancia en la estabilización de suelo.

Parra M., (2018) en su tesis titulada “Estabilización de suelo con cal y ceniza volante “Universidad Católica de Colombia, Colombia se tuvo como objetivo principal fue hacer el mejoramiento químico al suelo por medio de la cal y ceniza. La investigación que se desarrollo fue tipo aplicada y diseño experimental. El autor finalizo concluyendo que la cal tiene un buen comportamiento mecánico especialmente para la adición del 8%, que significa la alta resistencia a la traccion , pues esto mejora el comportamiento de la muestra realizada ; por otro lado el uso de la ceniza volante elegida como material alternativo .

Tapia A., Fajardo F. e Inga, (2009) en su tesis titulada “Diseño de pavimento usando geomallas en el tramo de la carretera Bajada de Chanduy – Aguas verdes-Pocito”. Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Ecuador en su trabajo de investigación planteo como objetivo el diseño de pavimento con uso de geomallas para demostrar los beneficios económicos y optimización de recursos. La investigación se enfoca

en el método descriptivo- explicativo donde al final se expone una comparación entre la colocación de geomallas y el método tradicional. Los autores concluyen que mediante las geomallas produce el mejoramiento de subrasante, incremento mediante el número estructural de la subrasante del pavimento flexible garantizando el ahorro en cuanto a material por ende se optimiza el tiempo de ejecución.

Hernández J., Mejía D. y Zelaya C., (2016) en su tesis titulada “Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador “, El Salvador en su investigación tuvieron como objetivo determinar cómo se comporta el suelo arcilloso aplicando cal como mejoramiento o estabilizador de subrasante de un pavimento. El método de la investigación es aplicada de diseño experimental. Los autores finalizan concluyendo que el suelo analizado en su estado natural, de acuerdo al manual centro americano para diseño de pavimentos SIEC, es considerado como un suelo de mala calidad, con un CBR de 1.93, mediante la cal en el suelo logra aumentar la capacidad de soporte del CBR , teniendo resultados positivos , por eso es recomendable añadir el 5% de cal a la subrasante logrando incrementar su valor de soporte de 1.93% a un 54 %, lo que significa que su impacto es positivo para formar parte de la subrasante.

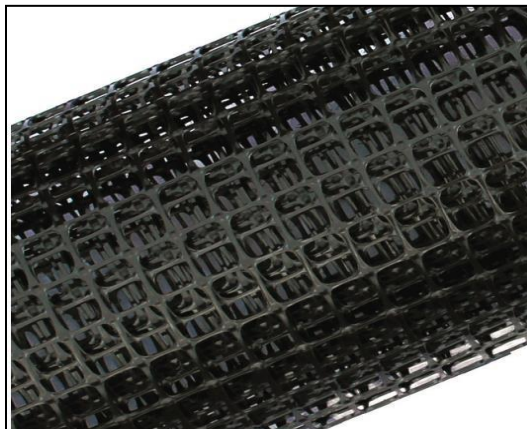
## **Bases Teóricas**

### **Geomallas biaxiales**

Las geomallas biaxiales están constituidas por una red de elementos tensibles que se encuentran conectados de forma integral, presenta una estructura abierta que permite estar sujeta al suelo siendo usadas en su mayor parte como refuerzos en capas granulares en diferentes tipos de suelos, esta distribución de esfuerzos están dados en ambas direcciones (Cidelsa, 2015, p.2).

Por otro lado, se afirma que las geomallas son geosintéticos en base a polipropileno, químicamente inertes garantizando a la resistencia a la tensión y una alta plasticidad, además tiene una buena resistencia a daños en su colocación y exposición ambiental (Pavco, 2012, p.2).

En lo mencionado líneas arriba el autor quiere decir que la utilización de geomallas biaxiales presenta grandes beneficios para el mejoramiento de suelo y refuerzo de un pavimento , como el aumento en tiempo de vida útil, reduce términos económicos, así mismo se está contribuyendo al uso de la tecnología en la rama de construcción.



*Figura 2. Geomallas biaxiales.*

Fuente: Geosistemas Pavco, 2012.

### **Layer Coefficient Ratio (LCR)**

Se refiere a la relación del coeficiente de la geomalla biaxial se cuantifica el aporte estructural a la estructura de un pavimento. . Dicho factor define como la relación del coeficiente de capa de la capa granular reforzada y el coeficiente de la capa



granular sin reforzar. Este valor de LCR, depende del ESAL, tener el valor del CBR de la subrasante y profundidad de ahuellamientos en la carretera (Palma, 2012, p.4).

Se entiende que el aporte estructural de la geomalla en la estructura de pavimento flexible se mide mediante el aumento de esfuerzo del coeficiente de la capa de la base de la vía en estudio. Este valor oscila entre los valores de 1.5 a 2.00 como se observa en la Figura 2.

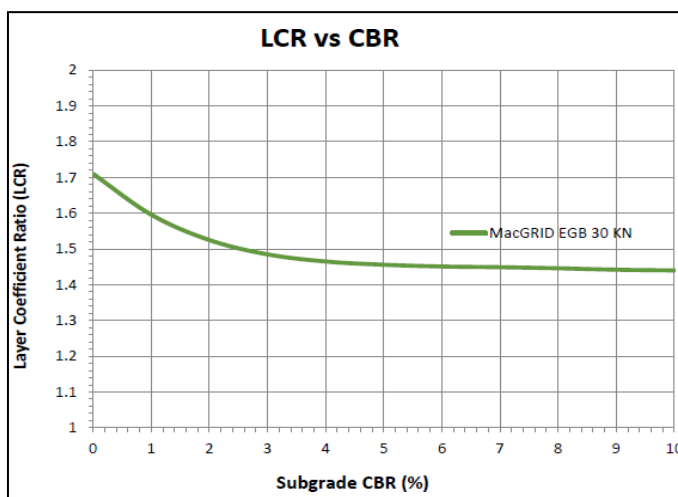


Figura 3. Coeficiente "LCR" de la geomalla biaxial

Fuente: Edward Orejon Estada, 2018.

### **Beneficios del uso de la geomallas biaxiales**

Mediante la incorporación de geomallas biaxiales en la subrasante como mejoramiento para la estructura de un pavimento, optimiza costos, tiempo de ejecución, aumento en capacidad portante y aumenta la vida útil, según Maccaferri el Tipo de Geomalla Mac Grid EGB 30, indicada para estabilización de suelos, tiene los beneficios de mejorar el rendimiento de la subrasante extendiendo la vida útil, aumenta el módulo de elasticidad, mayor valor de soporte, resistencia a la deformación, puede influenciar en la reducción de espesores (2018, parr.4).

Las geomallas con fines de estabilización mecánica de suelos conllevan grandes beneficios respecto a otros métodos tradicionales de tratamiento al suelo. Mediante este geosintéticos se consigue la misma eficacia de reducción de espesor de cara desde un 40-50% de reducción, con el consiguiente un ahorro en movimiento de

tierras, transporte y por lo tanto emisiones de CO<sub>2</sub>. De igual forma la inclusión de esta geomalla aumenta el tiempo de vida útil, reduciendo el presupuesto anual, mantenimiento para la sustitución y reposición de la capa de asfalto hasta en 50% (Santillán, s.f, p.2).

### **Mecanismos de refuerzo**

La geomalla en la estructura de un pavimento flexible, origina una buena interacción con el suelo, por ellos existen tres mecanismos fundamentales de refuerzo el confinamiento lateral quiere decir es la restricción de desplazamiento del material ante una carga como se observa en la Figura 3; también el incremento de capacidad de soporte , donde la geomalla actúa como barrea envolvente que confina la base granular que favorece a la subrasante como se observa en la Figura 4; así mismo cumple la función de separación de capas evita que el componente granular se mezcle con el asfalto y se produzca una deformación (Tex Delta, s.f, p.6).



*Figura 4.* Confinamiento lateral de la geomalla biaxial.

Fuente: Geosoft Pavco, 2013.

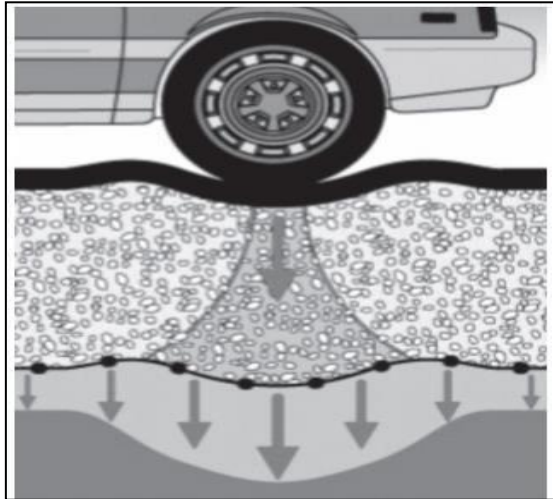


Figura 5. Incremento de capacidad de soporte con geomalla biaxial.

Fuente: Geosoft Pavco, 2013.

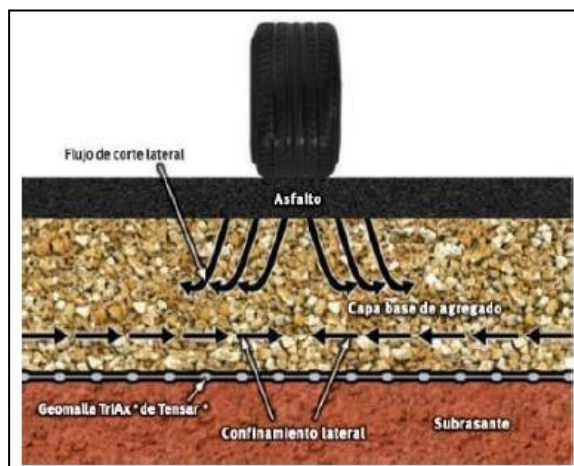


Figura 6. Separación de capas granulares.

Fuente: Tensar Earth Technologies.

### MacGrid® EGB 20

La geomalla biaxial MacGrid® EGB 20 de Maccaferri, dentro de sus especificaciones técnicas indica que se usa para estabilización de suelos en pavimento flexible tal cual se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. *Especificaciones técnicas de la geomalla biaxial MacGrid® EGB 20.*

<b>Propiedades Físicas</b>	<b>Und</b>	<b>Ensayo</b>	<b>EGB 20</b>
Abertura nominal de la malla longitudinal (MD)	mm		38
Abertura nominal de la malla transversal(TD)	mm		36
Polímero			Polipropileno
Color			negro

<b>Propiedades Mecánicas</b>	<b>Und</b>	<b>Ensayo</b>	<b>EGB 30</b>
Resistencia longitudinal a la tracción (MD)	kN/m	ASTM D 6637	20.0
Resistencia transversal a la tracción (TD)	kN/m	ASTM D 6637	20.0
Resistencia longitudinal al 2% de deformación (MD)	kN/m	ASTM D 6637	7.0
Resistencia transversal al 2% de deformación (TD)	kN/m	ASTM D 6637	7.0
Resistencia longitudinal al 5% de deformación (MD)	kN/m	ASTM D 6637	14.0
Resistencia transversal al 5% de deformación (TD)	kN/m	ASTM D 6637	14.0
Eficiencia de las juntas	%	GRI GG2	93
Rigidez Flexural	mg-cm	ASTM D 1388	1,000,00
Espesor mínimo de la costilla Longitudinal (MD)	mm	ASTM D 1777	1.30
Espesor mínimo de la costilla Transversal (TD)	mm	ASTM D 1777	1.00
Estabilidad de las Aperturas	m- N/deg	COE method	0.70

Fuente: Maccaferri, s.f.

### **MacGrid® EGB 30**

La geomalla biaxial MacGrid® EGB 30 de Maccaferri, dentro de sus especificaciones técnicas indica que se usa para estabilización de suelos en pavimento flexible como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Especificaciones técnicas de la geomalla biaxial MacGrid® EGB 30.

Propiedades Físicas	Und	Ensayo	EGB 30
Abertura nominal de la malla longitudinal (MD)	mm		36
Abertura nominal de la malla transversal(TD)	mm		38
Polímero			Polipropileno
Color			negro

Propiedades Mecánicas	Und	Ensayo	EGB 30
Resistencia longitudinal a la tracción (MD)	kN/m	ASTM D 6637	30.0
Resistencia transversal a la tracción (TD)	kN/m	ASTM D 6637	30.0
Resistencia longitudinal al 2% de deformación (MD)	kN/m	ASTM D 6637	10.5
Resistencia transversal al 2% de deformación (TD)	kN/m	ASTM D 6637	10.5
Resistencia longitudinal al 5% de deformación (MD)	kN/m	ASTM D 6637	21.0
Resistencia transversal al 5% de deformación (TD)	kN/m	ASTM D 6637	21.0
Eficiencia de las juntas	%	GRI GG2	93
Rigidez Flexural	mg-cm	ASTM D 1388	3, 500,00
Espesor mínimo de la costilla Longitudinal (MD)	mm	ASTM D 1777	2.00
Espesor mínimo de la costilla Transversal (TD)	mm	ASTM D 1777	1.50
Estabilidad de las Aperturas	m- N/deg	COE method	1.40

Fuente: Maccaferri, s.f.

Para la colocación de geomalla biaxial MacGrid EGB 30 para el mejorar la subrasante, primero se deberá preparar el terreno dejando toda la superficie limpia y compactada para luego colocar la geomalla de forma tensionada y sin arrugas, para asegurar las geomallas deben estar traslapadas y aseguradas con grapas metálicas sobre la subrasante. Posterior al proceso de la colocación de la geomalla biaxial como mejoramiento de subrasante se procede a la conformación de las capas de pavimentación.



*Figura 7. Preparación del terreno.*

Fuente: Tensar Earth Technologies, s.f.



*Figura 8. Colocación de geomalla biaxial*

Fuente: Tensar Earth Technologies, s.f.

## **Suelos**

Es una parte importante para la construcción de una infraestructura vial, es por ello la necesidad de realizar una exploración e investigación donde nos permitirá identificar mediante cortes naturales las propiedades de la composición del suelo, para lo cual se realiza mediante calicatas de 1.5 metros de profundidad, este procedimiento es importante para dar inicio al diseño de pavimento flexible . Para determinar el número de calicatas, se usara la Tabla 2.















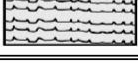
Tabla 2. Número de Calicatas para la Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad	Número mínimo de Calicatas
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido
Carreteras Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una o dos o más carriles.	1.50 m	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido
Carreteras de 1 Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m	4 calicatas x km
Carreteras de 2 Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m	3 calicatas x km
Carreteras de 3 Clase: carreteras con un IMDA entre 4001-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m	2 calicatas x km
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m	1 calicatas x km

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014.

De acuerdo a las muestras obtenidas en campo, según sus propiedades físicas – químicas se clasificarán el suelo en función a la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de Suelos según SUCS

DIVISIONES MAYORES		SIMBOLO		DESCRIPCION
		SUCS	GRAFICO	
SUELOS GRANULARES	Grava y suelos gravosos	GW		Grava bien graduada
		GP		Grava mal graduada
		GM		Grava limosa
		GC		Grava arcillosa
	Arena y suelos arenosos	SW		Arena bien graduada
		SP		Arena mal graduada
		SM		Arena limosa
		SC		Arena arcillosa
SUELOS FINOS	Limos y arcillas (Il<50)	ML		Limo inorgánico de baja plasticidad
		CL		Arcilla inorgánica de baja plasticidad
		OL		Limo orgánico o arcilla orgánica de baja plasticidad
	Limos y arcillas (Il>50)	MH		Limo inorgánico de alta plasticidad
		CH		Arcilla inorgánica de alta plasticidad
		OH		Limo orgánico o arcilla orgánica de alta plasticidad
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	Pt		Turba y otros suelos altamente orgánicos	

Fuente: Arthur Casagrande, 1942.

### Suelo Arena-Limo y Arcilla

Son suelos inestables, si hablamos de arena-limo se refiere a suelos medianamente impermeables, difícil de compactar; mientras la arcilla se refiere a suelos con baja de baja resistencia de deformación en estado húmedo, pero al secarse forman masas cohesivas y duras, impermeables y difícil de compactar con contenido de agua se vuelven expansibles (CGVC, 2014, p.3).



Por lo mencionado estos suelos son de baja capacidad portante y debido a sus propiedades físico-mecánicas son propensos a sufrir licuación de suelos como se aprecia en la Figura 9.



*Figura 9.* Suelo arena-limo y arcilloso, Pucusana.

Fuente: Municipalidad distrital de Pucusana, 2017.

Para la diseñar una infraestructura vial, se necesita tener un suelo en óptimas condiciones de capacidad de soporte, según el MTC indica que para suelos de menor o igual a 6% de CBR al ser considerado como un suelo insuficiente, por lo que se necesita realizar un mejoramiento de subrasante para la construcción de un pavimento flexible (2014, p.41).

### **Mejoramiento de suelo**

Se refiere al proceso de estabilización de las propiedades del suelo a través de procesos mecánicos. Los mejoramientos suceden en suelos de bajo CBR, según el MTC indica que existen diversas formas de realizar la estabilización mecánica de suelos, por cloruro de sodio, y estabilización con geosintéticos como se observa en la Figura 8 (MTC, 2014, p.85-105).



Figura 10. Estabilización con geosintéticos.

Fuente: Maccaferri, 2018.

### Número estructural

Para determinar los espesores de las capas de la estructura de un pavimento flexible, primero se deberá hallar el valor de SN, que significa la capacidad requerida de un pavimento de acuerdo a las distintas condiciones como el Esal, y sobre todo el tipo de suelo donde se realizará. Así mismo expresa la serviciabilidad respecto a las condiciones ambientales.

Este número abstracto significa la medida de cada capa, y esto debe ser hallado para que cada capa tenga su valor, dichas capas son sub base, base granular y carpeta asfáltica, como se observa en la Figura 11 (García, 2015, p.3).

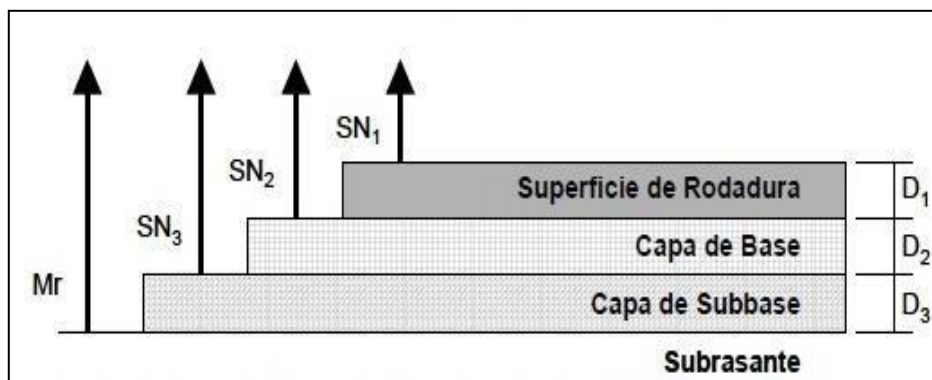


Figura 11. Variables de los espesores de un pavimento

Fuente: Tex Delta, s.f.

### **III.METODOLOGIA**

#### **3.1. Tipo y diseño investigación**

##### **Método de investigación**

El método lógico deductivo está basado en la toma de decisiones en términos generales para explicar casos particulares, que inicia a partir de leyes, principios, normas, etcétera , en términos universales con validez para ser aplicados a hechos o soluciones particulares (Bernal, 2006, p.56).

Así mismo otros autores menciona que el método lógico deductivo consiste en dar inicio de varias premisas con la finalidad de concluir en un caso particular, es decir que va de lo general o universal a lo particular (Hurtado y Toro, 2005, p.82).

Por lo mencionado, el método que se aplicó fue el método lógico-deductivo.

##### **Tipo de investigación**

La presente tesis es de tipo aplicada consiste en la solución de problemas de un determinado contexto que significa la búsqueda de una o varios conocimientos referentes o especializadas al tema, con la finalidad de incorporar de manera práctica satisfaciendo necesidades concretas (Baena, 2017, p.30).

Por lo mencionado la investigación es aplicada, porque pretende dar soluciones a suelos de subrasantes de bajo CBR, donde se planteó una nueva alternativa, sin alterar el nivel estructural del pavimento.

##### **Nivel de investigación**

La tesis es de carácter descriptivo consiste en precisar las características de algún fenómeno que sea sujeto a análisis, donde se recopilan información relevante de forma conjunta o independiente referido a determinadas variables (Hernández, Fernandez y Baptista, 2014, p.56)

El nivel explicativo consiste en que a partir de leyes o teorías se da una explicación deductiva del fenómeno donde se establecen causas y efectos (Yanez, s.f, párr.1).

Por lo mencionado la tesis es de nivel descriptivo-explicativo, pues se describe las características y costos del uso de geomallas como mejoramiento de suelos de bajo CBR y los efectos que trae en la estructura de un pavimento.

### **Diseño de investigación**

La tesis es no experimental-trasversal que consiste la no manipular las variables, es decir solo realiza la observación de los fenómenos en su contexto natural para después analizarlos e interpretarlos, estos datos se recolectan en un determinado momento sin intervenir en el contexto en que se desarrollan (Vásquez, s.f, p.10).

Por lo descrito en la presente tesis no se manipula la variable independiente ya que la muestra será analizada en su contexto natural para después comparar y analizar los resultados con la finalidad de elegir la alternativa optima y con ello aportar conocimientos de los beneficios del uso de geomallas. A continuación la gráfica del diseño de investigación



M1: Muestra (suelo de bajo CBR)

X: Variable Independiente (Geomallas biaxiales)

R: Resultados

### **Enfoque de investigación**

El enfoque cuantitativo es un método tradicional que significa proceder de un problema a diferentes postulados donde se expresan relaciones entre determinadas variables, este método se refiere a generalizar y normalizar de forma ordenada los resultados (Bernal, 2006, p.68).

Por otro lado otro autor indica que es un proceso de formulación e preguntas y se responden por medio de recopilación de datos, estos pueden ser imágenes, palabras o números. En esta investigación los datos que responden las preguntas pueden estar representadas en números (Cárdenas, 2018, p.3).

### **3.2. Variables y Operacionalización**

#### **Variable Independiente**

Geomallas biaxiales: Debido a que el suelo es de bajo CBR se determina que mediante el aporte estructural del coeficiente “LCR” que son estructuras bidimensionales de polipropileno mejorara la subrasante, incrementa el número estructural (SN) que por ende en comparación de un diseño tradicional de pavimento reduce espesores y optimiza costo de ejecución.

#### **Variable dependiente**

Subrasante de bajo CBR : son suelos arenosos, arcillosos y limosos con presencia de finos , poseen baja plasticidad , esto se determina mediante un ensayos de suelos donde se realizan los ensayos de granulometría, humedad, consistencia , Proctor y CBR son la finalidad de obtener la calidad del suelo.

#### **Operacionalización**

La tabla de operacionalización de variables del trabajo de investigación esta adjuntada en el Anexo 02.

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

#### **Población**

En concepto general de población se refiere a un conjunto de individuos que son materia de estudio pues poseen características en común y debe ser definido del problema de investigación, dicha población debe ser medida y cuantificada (Toledo, s.f, p.4).

En esta investigación la población está conformada por los pavimentos flexibles con subrasante de bajo CBR en el distrito de Pucusana-Lima.

## **Muestra**

Es una fracción representativa de individuos, conformada por un subconjunto de una población de la cual será objeto de investigación, existen procedimientos para la obtención de componentes de la muestra (López, 2004, parr.5).

En esta investigación la muestra es el pavimento flexible con subrasante de bajo CBR de la obra "Vía de ingreso a Pucusana-Lima" (3 kilómetros), siendo esta vía el único acceso a Pucusana, y que ha sido afectada por últimos acontecimientos de fenómenos naturales dejando el suelo cada vez más inestable.

## **Muestreo**

Para el muestro las técnicas no pirolísticas se refieren a la elección de los sujetos va a depender de algunas determinadas características y criterios que los investigadores tomaran en el momento adecuado (Otzen y Manterola, 2017, p.228).

Así mismo otro autor indica que para elegir los sujetos, dependerá de la decisión y el criterio del investigador (Hernández et al, 2003, p.327).

Dentro del muestreo probabilístico se encuentra el muestreo dirigido o intencional se refiere según el investigador elige los elementos de la población. Para esta investigación el muestreo, la unidad elemental elegida es desconocida y los resultados dependerán de la calidad de los conocimientos o criterio de investigador (Universidad Tecnológica de el Salvador, s.f, p.47).

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

#### **Técnicas**

La observación consiste en recolectar información o datos de acuerdo al fenómeno en el tiempo presente en situ es decir solo en un determinado momento (Chávez, s.f, p.7).

Es decir la técnica de observación se recopila datos directamente en campo o laboratorio de un evento y lugar específico, mediante formatos previamente aprobados de un experto referente al tema de investigación.

La técnica de revisión de documentos, es más utilizada para recopilar información como tesis, revistas científicas, papers, entre otros documentos, ayuda a sintetizar, información adecuada en función al problema de investigación (Chávez, s.f, p.9).

La técnica de entrevista consiste en obtener información en base a experiencias, opiniones de expertos en el tema facilitando la comprensión y realimentando las ideas que los entrevistados nos proporcionan (Folgueiras, s.f, párr.2).

Por lo mencionado se usaron las técnicas mencionadas líneas arriba.

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

Se llevara a cabo de manera de obtención de información, esta debe estar almacenada mediante un material de manera de será procesada, analizada para luego ser interpretadas, este formato o recurso se utilizara para registrar la información (Arias, 2012, p.68).

La presente investigación analizó al suelo en su estado natural para lo cual se llevó a cabo ensayos de laboratorio donde se usaron formatos de toma de datos, están fueron evaluadas mediante el juicio de expertos. Los ensayos que se realizó fueron de acuerdo al Manual del MTC.

Los formatos de fichas para recolectar información en el laboratorio se hizo los ensayos de:

- Análisis Granulométrico, ficha como se muestra en el Tabla 7.
- Contenido de humedad, ficha como se muestra en el Tabla 8.
- Límites de consistencia, ficha como se muestra en el Tabla 9.
- Proctor Modificado, ficha como se muestra en el Tabla 10.
- California Bearing Ratio (CBR), ficha en la Tabla 11.

Tabla 4. Ficha de análisis granulométrico para el suelo.

<b>Laboratorio</b>						
<b>Fecha</b>						
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020					
<b>Ensayo</b>	Análisis Granulométrico- ASTM D 422- 63					
<b>Objetivo</b>	Determinar el tipo de suelo					
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima					
<b>SUELO</b>						
<b>Calicata</b>				<b>Profundidad</b>		
<b>Estrato</b>				<b>Cantidad</b>		
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>% Pesos Retenidos</b>	<b>% Retenidos Acumulados</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Clasificación</b>	
3"	76.200				SUCS	
2 1/2"	63.500				AASHTO	
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N° 4	4.760				<b>Descripción de la muestra</b>	
N°6	3.350					
N° 8	2.380					
N°10	2.000					
N°16	1.190					
N°20	0.850					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420					
N° 50	0.297					
N°80	0.177					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
< N° 200						
<u>RODRIGO JONATHAN BERNUY DÍAZ</u> INGENIERO CIVIL CIP N° 231959		<u>CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ</u> INGENIERO CIVIL CIP N°231953				
<u>FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY</u> INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN SUELOS CIP N° 137831						

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 5. Ficha del ensayo de contenido de humedad.

<b>Laboratorio</b>					
<b>Fecha</b>					
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020				
<b>Ensayo</b>	Contenido de humedad- NTP 339.127 / ASTM D2216				
<b>Objetivo</b>	Determinar la cantidad de agua que posee una muestra de suelo respecto al peso seco de la muestra.				
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima				
<b>SUELO</b>					
<b>Calicata</b>				<b>Profundidad</b>	
<b>Muestra</b>	N°				
<b>Recipiente</b>	N°				
<b>Rec+suelo húmedo</b>	gr				
<b>Rec+suelo seco</b>	gr				
<b>Peso del recipiente</b>	gr				
<b>Peso del agua</b>	gr				
<b>Peso del suelo seco</b>	gr				
<b>Humedad</b>	%				
<p> <u>RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ</u>                  INGENIERO CIVIL                  CIP N° 231959             </p> <p> <u>CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ</u>                  INGENIERO CIVIL                  CIP N°231953             </p> <p> <u>FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY</u>                  INGENIERO CIVIL                  ESPECIALISTA EN SUELOS                  CIP N° 137831             </p>					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Ficha de límites de consistencia.

<b>Laboratorio</b>							
<b>Fecha</b>							
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020						
<b>Ensayo</b>	Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad - NTP 339.129(ASTM D-4318)						
<b>Objetivo</b>	Medir la cohesión del suelo y su contenido de humedad.						
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima						
<b>SUELO</b>							
Calicata			Profundidad				
N° Ensayos	Limite liquido		Limite plástico				
Peso de capsula (gr)							
Peso del suelo húmedo + capsula (gr)							
Peso del suelo seco + capsula (gr)							
Peso del agua (gr)							
Peso del suelo seco (gr)							
% Humedad							
Numero de golpes							
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%; vertical-align: bottom;"> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <b>RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ</b>            INGENIERO CIVIL  <b>CIP N° 231959</b> </td> <td style="text-align: center; width: 50%; vertical-align: bottom;"> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <b>CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ</b>            INGENIERO CIVIL  <b>CIP N°231953</b> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; vertical-align: top; padding-top: 20px;"> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <b>FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY</b>            INGENIERO CIVIL            ESPECIALISTA EN SUELOS  <b>CIP N° 137831</b> </td> </tr> </table>				<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <b>RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ</b> INGENIERO CIVIL <b>CIP N° 231959</b>	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <b>CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ</b> INGENIERO CIVIL <b>CIP N°231953</b>	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <b>FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY</b> INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN SUELOS <b>CIP N° 137831</b>	
<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <b>RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ</b> INGENIERO CIVIL <b>CIP N° 231959</b>	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <b>CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ</b> INGENIERO CIVIL <b>CIP N°231953</b>						
<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <b>FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY</b> INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN SUELOS <b>CIP N° 137831</b>							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Ficha del ensayo de Proctor modificado.

<b>Laboratorio</b>			
<b>Fecha</b>			
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020		
<b>Ensayo</b>	Proctor Modificado - ASTM D-1557		
<b>Objetivo</b>	Hallar la máxima densidad seca que puede alcanzar el suelo, así como la humedad optima a que deberá hacerse la compactación		
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima.		
<b>SUELO</b>			
Calicata		Cantidad	
Profundidad		N° capas	
N° golpes/capa			
Volumen de molde (cm3)			
Contenido de humedad %			
Peso del suelo+molde (gr)			
Peso del molde (gr)			
Peso del suelo (gr)			
Densidad húmeda (gr/cm3)			
Muestra N°			
Peso del molde (gr)			
Peso del molde+muestra húmeda (gr)			
Peso del molde+ muestra seca (gr)			
Peso del agua(gr)			
Peso del material seco(gr)			
Contenido de humedad(gr)			
% Promedio			
Densidad seca (gr/cm3)			
		Densidad Máxima (gr/cm3)	
<p>RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ INGENIERO CIVIL CIP N° 231959</p> <p>CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ INGENIERO CIVIL CIP N°231953</p> <p>FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN SUELOS CIP N° 137831</p>			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Ficha del ensayo de CBR.

<b>Laboratorio</b>														
<b>Fecha</b>														
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020													
<b>Ensayo</b>	California Bearing Ratio (CBR)-ASTM D 1883													
<b>Objetivo</b>	Determinar la máxima resistencia sometido a esfuerzos cortantes y calidad del suelo.													
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima													
<b>SUELO</b>														
Calicata						Cantidad								
Profundidad				N° capas					N° golpes/capa					
<b>Molde N°</b>														
<b>N° de golpes por capa</b>														
Peso del molde + suelo húmedo (grs)														
Peso del molde (gramos)														
Peso del suelo húmedo (grs.)														
Volumen del molde (cc)														
Densidad húmeda (grs./cm3)														
Densidad seca (grs./cm3)														
<b>Tarro N°</b>														
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)														
Peso del tarro + suelo seco (grs.)														
Peso del agua (grs.)														
Peso del tarro (grs.)														
Peso del suelo seco (grs.)														
% de humedad														
Promedio de humedad														
<b>EXPANSIÓN</b>														
<b>Fecha</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Lectura</b>			<b>Expansión</b>			<b>Lectura</b>			<b>Expansión</b>			
		Dial	Mm	%	Dial	Mm	%	Dial	Mm	%				
<b>PENETRACIÓN</b>														
<b>Penetración (Pulg)</b>	<b>Molde N°01-N° de Golpe</b>			<b>Molde N°02- N° de Golpes</b>			<b>Molde N°03- N° de Golpes</b>							
	<b>Lectura</b>		<b>Corrección</b>	<b>Lectura</b>		<b>Corrección</b>	<b>Lectura</b>		<b>Corrección</b>					
	Dial	Lb	Lb./pulg <sup>2</sup>	Dial	Lb	Lb./pulg <sup>2</sup>	Dial	Lb	Lb./pulg <sup>2</sup>					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <u>RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ</u>                  INGENIERO CIVIL                  CIP N° 231959             </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <u>CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ</u>                  INGENIERO CIVIL                  CIP N°231953             </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <u>FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY</u>                  INGENIERO CIVIL                  ESPECIALISTA EN SUELOS                  CIP N° 137831             </td> </tr> </table>											<u>RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ</u> INGENIERO CIVIL CIP N° 231959	<u>CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ</u> INGENIERO CIVIL CIP N°231953	<u>FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY</u> INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN SUELOS CIP N° 137831	
<u>RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ</u> INGENIERO CIVIL CIP N° 231959	<u>CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ</u> INGENIERO CIVIL CIP N°231953													
<u>FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY</u> INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN SUELOS CIP N° 137831														

Fuente: Elaboración propia.

Estos formatos elaborados para cada ensayo, serán firmados por tres ingenieros colegiados, uno de ellos es especialista en suelos certificando que los datos obtenidos servirán para procesarse y tener el resultado correcto.

### **Validación**

Validar el instrumento se refiere a la autenticidad, para ellos existen algunos procedimientos para medir la validez, por eso es necesario conocer las características del estudio. El investigador deberá validar el instrumento, que consiste en estimar de manera subjetiva mediante el juicio de expertos, donde se dará a conocer el grado de error probable y a su vez la confiabilidad del instrumento, deberá ser de tres o cinco expertos que validen el instrumento mediante ítems seleccionados las cuales serán relacionadas con el desarrollo del trabajo de investigación (Corral, s.f, p.231).

Se usó el método de agregados individuales del juicio de expertos que consiste en seleccionar como mínimo tres expertos para juzgar de forma individual la congruencia e importancia de las preguntas formuladas con el instrumento de validación.

En esta investigación se tendrá el respaldo de cinco ingenieros colegiados los cuales darán su juicio de acuerdo a la Tabla 9.

Tabla 9. Validación de instrumento.

**Encuesta de juicio de experto N° 1**

**INSTRUCCIONES**

Marque con Un (X) en cada casilla, de acuerdo a la siguiente manera:

(1) Totalmente en desacuerdo	(2) En desacuerdo	(3) Ni de acuerdo, ni desacuerdo
(4) De acuerdo	(5) Totalmente de acuerdo	

ITEMS	PREGUNTAS	1	2	3	4	5
1	¿Usted cree que mediante el ensayo de análisis granulométrico del suelo se determinará el tipo de suelo?					
2	¿Usted cree que mediante el ensayo de contenido de humedad se determinará la humedad que posee el suelo?					
3	¿Usted cree que los ensayos de límite líquido y plástico determinará la plasticidad del suelo?					
4	¿Usted cree que mediante ensayo de Proctor modificado se determinara la densidad máxima y humedad óptima del suelo?					
5	¿Usted cree que mediante el ensayo de CBR se determinara la capacidad de resistencia y calidad del suelo?					
6	¿Usted cree mediante el aporte estructural de la geomalla biaxial incrementará la resistencia del número estructural del suelo?					
7	¿Usted cree que con reforzamiento de geomallas biaxial en la subrasante se reducirá los espesores de capas de un pavimento flexible?					
8	¿Usted cree que con mejoramiento de suelo con geomalla biaxial de un pavimento flexible optimizará costos de ejecución?					
9	¿Usted cree que la capacidad de resistencia de la subrasante de bajo CBR mejorará al reforzar con geomallas biaxiales?					
10	¿Usted cree que el mejoramiento del suelo con geomalla biaxial tiene mayores beneficios respecto al método tradicional reemplazo de material?					
<b>TOTAL</b>						

Datos del juez:	..... Nombres /apellidos	..... Ingeniero Civil CIP N° .....	..... Firma
-----------------	-----------------------------	--	----------------

Fuente: Elaboración propia.

## Confiabilidad

La confiabilidad del instrumento de la investigación consiste el nivel de consistencia del resultado del puntaje sujeto a diferentes ítems en el mismo instrumento (Quiroz, s.f, p.18).

El alfa de Cronbach es un método de consistencia pues tiene por finalidad estimar la fiabilidad del instrumento por medio de un grupo de ítems que miden a la dimensión teórica, estas deben estar correlacionadas. El valor de alfa a medida que se encuentra más cerca al valor de uno significa mayor consistencia interna de los ítems analizados (Lao y Tukakuwa, 2016, p.68).

En lo que se refiere a la confiabilidad del instrumento de medición en esta tesis para evaluar el grado o nivel de confianza se evaluó por medio del método del coeficiente Alfa de Cronbach, ya que en el instrumento de validación se realizó las preguntas con respuestas policotómicas siendo contestadas por los jueces expertos, para ello se usó la fórmula:

$$\alpha = \frac{K}{(K - 1)} \left[ \frac{1 - \sum S_t^2}{S_t^2} \right]$$

Donde:

$\alpha$  = se refiere al coeficiente de confianza del cuestionario.

K=se refiere al número de preguntas propuestas en la encuesta.

$S_t^2$ = es la varianza total del cuestionario.

$\sum S_t^2$ = se refiere a la suma total de la varianza individual de las preguntas.

Se procedió a realizar un cuadro de resumen de las respuestas de los expertos, de la siguiente forma como se aprecia en la Tabla10.

Tabla 10. Resumen de datos del instrumento

VALIDACION POR JUECES							
ITEM	JUEZ 1	JUEZ 2	JUEZ 3	JUEZ 4	JUEZ 5	INVESTIGADOR	TOTAL
1	4	4	4	4	3	5	25
2	5	5	5	4	5	5	31
3	5	5	5	4	5	5	32
4	5	5	5	4	5	5	33
5	5	5	5	5	5	4	34
6	4	4	5	5	5	5	34
7	5	4	3	5	4	4	32
8	5	4	5	4	4	5	35
9	5	4	5	5	4	5	37
10	4	4	5	5	5	5	38
Alfa de Cronbach = 0.95							

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En cada casillero se encuentra el valor del puntaje de cada juez o experto, esta calificación se dio mediante una encuesta con una serie de preguntas formuladas mediante ítems, que de acuerdo al criterio y experiencia fueron respondidas por los jueces.



Para determinar la confiabilidad nos basaremos en la siguiente Tabla 11.

*Tabla 11.* Magnitud del coeficiente de confiabilidad de un instrumento.

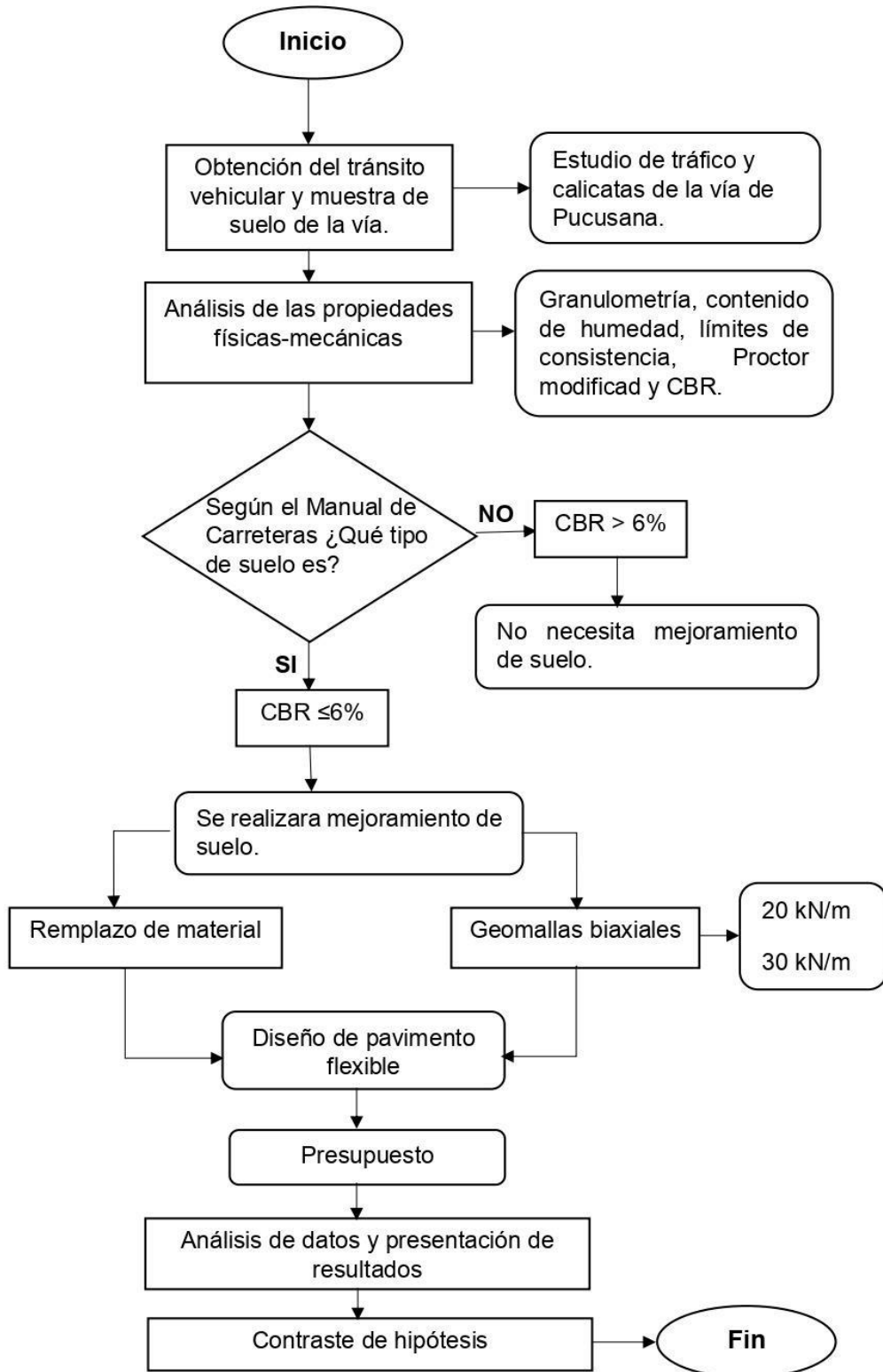
<b>Rango</b>	<b>Magnitud</b>
0.81 - 1.00	Muy alta
0.61 - 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Moderada
0.21 – 0.40	Baja
0.001 – 0.20	Muy baja

Fuente: Lao y Tukakuwa, 2016.

Interpretación: Con los datos obtenidos como se observa en la Tabla 11, se determinó que el nivel de confianza es de 0.95, lo que sería en porcentaje de 95 %, lo que se interpreta quiere decir que el instrumento presenta una confiabilidad alta y el nivel de significancia sería 5 %.

### 3.5. Procedimiento

Figura 12. Flujoograma de la tesis.



Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo de la investigación, en la Etapa I se procedió a hacer el estudio de tráfico de la vía denominada Vía de ingreso a Pucusana, que consiste en el conteo vehicular para hallar el volumen diario anual (IMDA) de acuerdo al tipo de vehículo que transitan por la carretera que esta adjuntada en el Anexo 05, este estudio es importante para diseñar el pavimento y con la finalidad de determinar qué tipo de carretera y la cantidad de calicatas que se deberá realizar para esta investigación.

Para la proyección de tráfico, se usará la fórmula:

$$T_n = T_o(1 + r)^n$$

Siendo:

$T_n$ : se refiere al tráfico en el tramo  $t$  y en el año  $n$ .

$T_o$ : se refiere al tráfico en el tramo  $t$ , en el año base.

$r$ : se refiere a la tasa de crecimiento.

$n$ : se refiere al tiempo en años.

Para la tasa de crecimiento para vehículos livianos se tomara como dato la tasa de crecimiento del PBI, y para los ómnibus en referencia a la población y para vehículos de carga pesada se usó la tasa del producto bruto interno (PBI) proyectada del INEI.

La fórmula para determinar la tasa de crecimiento para vehículos livianos es:

$$TC = \left( \frac{\text{Año 2017}}{\text{Año 2007}} \right)^{\frac{1}{(\text{Año 2017} - \text{Año 2007})}} - 1$$

La fórmula para determinar la tasa de crecimiento para ómnibus es:

$$TC = \left( \frac{\text{Año 2017}}{\text{Año 1940}} \right)^{\frac{1}{(\text{Año 2017} - \text{Año 1940})}} - 1$$

La fórmula para determinar la tasa de crecimiento para vehículos pesados es:

$$TC = \left( \frac{\text{Año 2017}}{\text{Año 2007}} \right)^{\frac{1}{(\text{Año 2017} - \text{Año 2007})}} - 1$$

Para diseñar un pavimento flexible es importante tener la suma de vehículos pesados (ómnibus y camiones). En base al estudio de tráfico se mide los ejes equivalentes (EE) acumulados en una determinada proyección.

Se determinó el número de repeticiones de los EE en un determinado periodo, se refiere a la sumatoria de los vehículos de carga pesada que se consideraron en el estudio de tráfico: que se consideraron en el estudio de tráfico:

$$N_{rep\ de\ EE_{8.2tn}} = \sum [EE_{dia-carril} \times Fca \times 365]$$

Siendo:

$N_{rep\ de\ EE_{8.2tn}}$ : se refiere al número de repeticiones de EE de 8.2 tn.

$\Sigma$ : se refiere a la suma total de EE de los tipos de vehículo de carga pesada por día.

$EE_{dia-carril}$ : ejes equivalentes de cada vehículo de carga pesada.

$Fca$ : se refiere factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo de carga pesada.

365: cantidad de días del año.

Del mismo modo:

$$N_{rep\ de\ EE_{8.2tn}} = IMDA_{pi} \times Fd \times Fc \times F_{vpi} \times F_{pi}$$

$IMD_{pi}$ : índice medio diario según tipo de vehículo pesado.

$Fd$ : se refiere al factor direccional

$Fc$ : se refiere factor carril de diseño

$F_{vp}$ : refiere al: factor vehículo pesado.

$F_{pi}$ : se refiere al factor de presión de neumáticos.

En el análisis del comportamiento del pavimento en el tiempo del periodo estimado según el Manual de Carreteras de acuerdo a los EE se define de acuerdo a la siguiente Tabla14.

Tabla 12. Número de repeticiones acumuladas de EE.

TIPOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
Tp0	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
Tp1	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
Tp2	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
Tp3	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
Tp4	>750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
Tp5	>1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
Tp6	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
Tp7	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
Tp8	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
Tp9	> 7'500,00 EE ≤ 10'000,000 EE
Tp10	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
Tp11	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
Tp12	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
Tp13	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
Tp14	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
Tp15	> 30'000,000 EE

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2014.

De acuerdo el tipo de vía se define que se realizara dos calicatas de forma alternada por kilómetro, teniendo un total de seis muestras de suelo de la Vía de ingreso a Pucusana (prog 0+000.00 – 3+000.00), la cantidad de calicatas se precisó de acuerdo al Manual del MTC.

Continuando con la Etapa II, las muestras obtenidas en campo se analizaran las características físicas-mecánicas, por medio de ensayos en laboratorio, de acuerdo a las normativas correspondientes como:

Para el análisis granulométrico por tamizado, donde determinaremos el tipo de suelo mediante la nomenclatura de SUCS y AASHTO, este ensayo se desarrollara de acuerdo a la normativa ASTM D-422, MTC E 107 de la siguiente forma:

1. Seleccionar una fracción de muestra en base a la dimensión del material y pesar la muestra.
2. Se realiza un lavado a la muestra pasante por la malla del tamiz n°200.
3. Se seca la muestra en el horno.
4. La muestra se colocara desde el tamiz n°3 “hasta el n°4, y agitarlo manualmente.
5. Se determinara la fracción retenida en cada tamiz.
6. Para determinar el tipo de suelo, se calculara la siguiente formula:

Porcentaje que pasa:

$$\% \text{ Que pasa} = \frac{\text{Peso retenido por el tamiz}}{\text{Peso total}}$$

Porcentaje acumulado:

$$\% \text{ Que pasa} = 1 - \% \text{ retenido}$$

En el ensayo de contenido de humedad se hizo en base a la normativa ASTM D-2216, donde se determinó la relación la masa del agua en una masa dada por el suelo al peso de las partículas sólidas, se siguió el siguiente procedimiento:

1. Primero registramos el peso de un contenedor limpio y seco.
2. Colocar la muestra húmeda en el contenedor y registrar la masa de ambas sobre una balanza y registrar el peso.
3. Colocar la muestra humedad dentro de un contenedor adecuado e introducirlo al horno y secarla hasta alcanzar una masa constante.
4. Luego determinar la masa del contenedor y la muestra secada al horno mediante la balanza, y registrar el peso.
5. Se determina el contenido de humedad mediante la siguiente formula :

$$W\% = \frac{\text{Peso muestra humeda} - \text{Peso muestra seca}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100\%$$

Para obtener el límite de consistencia nos basaremos en la normativa ASTM D-4318, mediante este ensayo determinaremos la plasticidad del suelo dentro de los límites de Atterberg, para ello primero se realiza el límite líquido, de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. La muestra deberá estar secada al horno, luego cuartear, homogenizar para pesarla.
2. En un recipiente seleccionaremos una pequeña muestra y la humedeceremos hasta obtener la consistencia deseada.
3. La muestra será colocada en la cuchara de la Copa de Casagrande ya calibrada.
4. Luego con el acanalador, se pasara por el medio de la muestra y se sacara una porción.
5. Se procede a dar vuelta la manija y contaremos los golpes hasta lograr que se cierre la muestra.
6. Se sacara la muestra del lado derecho de la cuchara y realizamos los famosos churritos y luego se pesan en la balanza.
7. Esta muestra se pondrá al horno por 24 por horas para luego pesarla.

Para el ensayo de límite plástico:

1. Sacamos una porción del lado izquierdo de la cuchara y realizamos los churritos y lo pesamos en la balanza.
2. Se coloca al horno la muestra para posterior pesar la muestra seca.

Después de realizar el límite líquido y plástico, procedemos a desarrollar la siguiente formula:

$$\text{Indice de Plasticidad} = \text{Limite liquido} - \text{Limite plastico}$$

Par el Proctor modificado, se determinó la humedad óptima de compactación del suelo, con la llega a su máxima compacidad, este ensayo se realizó en base a la normativa ASTM D-698, donde se realizara de la siguiente forma:

1. Tener como muestra de 25kg y tamizarlo por la tamiz n°4, homogenizarlo y dividirlo en porciones de 5kg.
2. Mezclar cada muestra con un poco de agua para obtener resultados que nos permita alcanzar humedad y densidad máxima. Realizaremos las pruebas con 6%, 8% y 9%.
3. Procedemos a pesar la masa de molde sin collar y determinaremos el volumen del molde.
4. El molde deberá estar con el collar sobre la placa base y llenarlo con la muestra hasta un quinto de la altura del molde.
5. Luego apisonar la muestra con 25 golpes y después realizar la misma acción con 5 capas dejando un exceso de material sobre el borde de la última capa.
6. Quitar el collar y mediante una regla enrasar la muestra al nivel del molde y se pesa el suelo apisonado.
7. Extraer la muestra húmeda compactada y colocarlos sobre taras y pesarlas.
8. Llevar la muestra al horno para luego pesarlas. Para determinar la humedad, para calcular la densidad de la muestra húmeda:

$$\rho \text{ húmeda} = \frac{W \text{ molde} + \text{muestra húmeda} - W \text{ molde}}{V \text{ molde}}$$

El contenido de humedad de la muestra:

$$\omega\% = \frac{W \text{ muestra húmeda} + \text{tara} - W \text{ muestra seca} + \text{tara}}{W \text{ muestra seca} + \text{tara} - W \text{ tara}} \times 100\%$$

Densidad seca:

$$\rho \text{ seco} = \frac{\rho \text{ seco}}{1 + \omega}$$

Finalmente el ensayo del CBR, se desarrolló de acuerdo a la normativa ASTM D-1883, donde se determinara la máxima resistencia de un suelo sometida a esfuerzos cortantes. Se realiza mediante el siguiente procedimiento:



1. Se prepara la muestra con una cantidad de 5kg para cada molde de CBR.
2. Se procede a determinar las dimensiones y pesar el molde. Se ensablo el molde con el collar y también la base con el disco espaciador.
3. En el molde se deberá compactar la muestra del suelo y en cinco capas, estas serán compactadas con 56 kg.
4. Una vez compactada, se quita el collar y se deberá retirar con el enrasador el material sobrante. Se retira el molde y se vuelve a poner en sentido invertido donde se tapara con un papel filtro.
5. En el lado superior del molde se coloca un vástago con anillos de sobrecarga, y se toma la lectura inicial colocando en los bordes un trípode y en el centro un dial. Se sumerge el molde en el tanque y se toman las lecturas continuas durante 4 días.
6. El proceso se hizo para 2 muestras de 5 capas y 25 golpes y 5 capas de 10 golpes.
7. Luego se sacan los moldes del tanque, para que escurran, se retiran la sobrecarga y el vástago.
8. Luego de pesar se colocan las sobrecargas sin el vástago. La muestra se coloca sobre la prensa y se agrega el pistón. Se coloca el dial medidor de la forma que permita medir la penetración del pistón.
9. Se enceran las agujas de los diales medidores y se aplican la carga sobre el pistón de penetración mediante el mecanismo del equipo de carga, con una velocidad constante y se toma nota de las lecturas de carga para las penetraciones realizadas.
10. Se desarrolló las siguientes fórmulas::

$$CBR "0.1" = \frac{\textit{Presion de penetracion para 0.1"}}{\textit{Carga unitaria de patron para 0.1" de penetracion}} \times 100\%$$

$$CBR "0.2" = \frac{\textit{Presion de penetracion para 0.2"}}{\textit{Carga unitaria de patron para 0.2" de penetracion}} \times 100\%$$

En la Etapa II, después de los ensayos realizados procederemos a clasificar al suelo de acuerdo a su calidad CBR, según al Manual de carreteras del MTC de los resultados obtenidos, se analizan las características físicas-mecánicas de la subrasante para definir la calidad del suelo de acuerdo como se aprecia en la Tabla 13.

Tabla 13. Categorías de Subrasante

CATEGORIAS	SUBRASANTE	CBR (%)
S <sub>0</sub>	Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub>	Subrasante insuficiente	CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S <sub>2</sub>	Subrasante regular	CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S <sub>3</sub>	Subrasante buena	CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S <sub>4</sub>	Subrasante muy buena	CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S <sub>5</sub>	Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014.

En esta etapa se deberá determinar, según el Manual de Carreteras si el CBR es mayor a 6% no necesitará de un mejoramiento de subrasante, pero caso contrario si el CBR es menor o igual al 6% se considera una subrasante inadecuada o insuficiente necesitará de un mejoramiento o estabilización de suelo, mediante esta investigación procederemos a realizar el mejoramiento por sustitución de suelo y con geomallas biaxiales de 20kN y 30Kn.

Para la estabilización por sustitución de suelo que consiste en el remplazo y remoción de suelo para hallar el espesor de remplazo primero debemos asumir que el CBR será mayor o igual al 10% y se calculara el SN que se designara como SN<sub>m</sub> numero estructural mejorado luego para el SN del suelo con el CBR existente denominado S<sub>Ne</sub> (existente), mediante la siguiente formula:

Se calculara la diferencia de los números estructurales (SN):

$$\Delta SN = SNe - SNm$$

Espesor de mejoramiento en cm:

$$E = \frac{\Delta SN}{a_i \times m_i}$$

Siendo:

$a_i$ : se refiere al coeficiente estructural del material a colocar .

$m_i$ : se refiere al coeficiente de drenaje del material a colocar.

Para la estabilización por geomallas biaxiales se colocara una capa de agregado granular y sobre ella colocar la geomalla biaxial como refuerzo del suelo natural. Según Aigen Zhao , Filippo Montanelli y Pietro Rimoldo , quienes se basaron en verificaciones en campo a escala real y ensayos de laboratorio para poder aplicar este método con el uso de geomallas biaxiales acoplado a la metodología AASHTO 9, que consiste en que mediante la contribución estructural de la geomalla biaxial tiene como beneficio el aumento de esfuerzo del coeficiente estructural , este valor es adimensional es mayor a 1 y varía de acuerdo al tipo de geomalla biaxial que pueden ser de 20 kN, 30 kN, entre otros valores, así mismo al reforzar la subrasante con geomalla biaxial genera un posible reducción de la dimensión de las capas del pavimento flexible , esto se define mediante las siguientes formulas:

Se muestra la ecuación basada en AASHTO 93:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 LCR D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

El coeficiente LCR:

$$LCR = \frac{SN_r - SN_u}{a_2 D_2} + 1$$

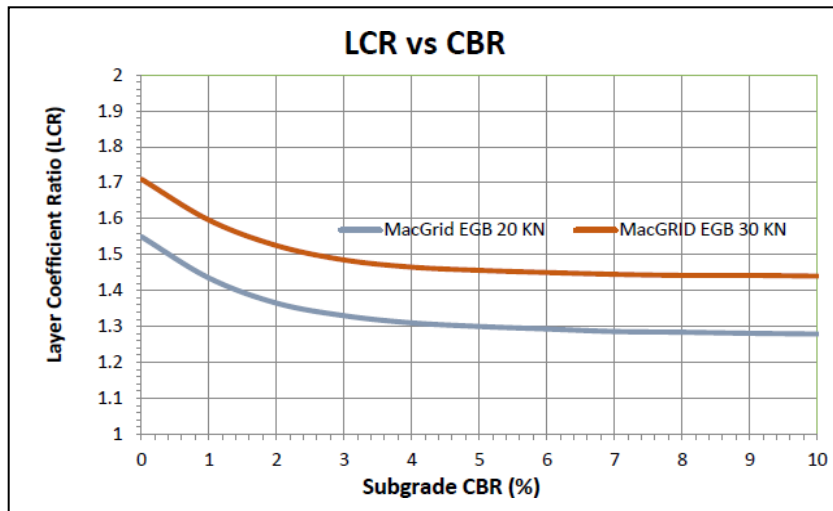


Figura 13. LCR (Layer coeficiente ratio) vs. CBR de la subrasante.

Fuente: Edward, Orejon Estrada, 2018.

El aporte o contribución estructural de la geomalla biaxial , se refleja en el coeficiente LCR como se observa en la Figura 13, que es un número abstracto que cuantifica e incrementa la capacidad de soporte del suelo mediante el número estructural (SN).

Para la reducción de espesor de mejoramiento de subrasante:

$$D_2 = \frac{SN_r - a_1 D_1 m_2}{LCR a_2 m_2}$$

Para la reducción de espesor de la base:

$$D_1 = \frac{SN_r - LCR a_1 D_2}{a_1}$$

En esta investigación nos basamos según el Manual Subgrade Enhancement Geosynthetic Design and Construcción Guide del California Department of Transportation, ya que en la normativa peruana no existe parámetros que definan la utilización de geomallas, mediante la normativa del Departamento de Transportes de California genero un flujograma como se observa en la Figura 14 del uso de geosintéticos de acuerdo a las propiedades mecánicas y físicas del suelo natural, donde identificaremos de acuerdo al CBR de la subrasante para poder definir que la geomalla que usaremos es la Mac Grid EGB 20kN y 30 kN.

# SUBGRADE ENHANCEMENT GEOSYNTHETIC DESIGN AND CONSTRUCTION GUIDE

January 14, 2013

Updated on September 21, 2013

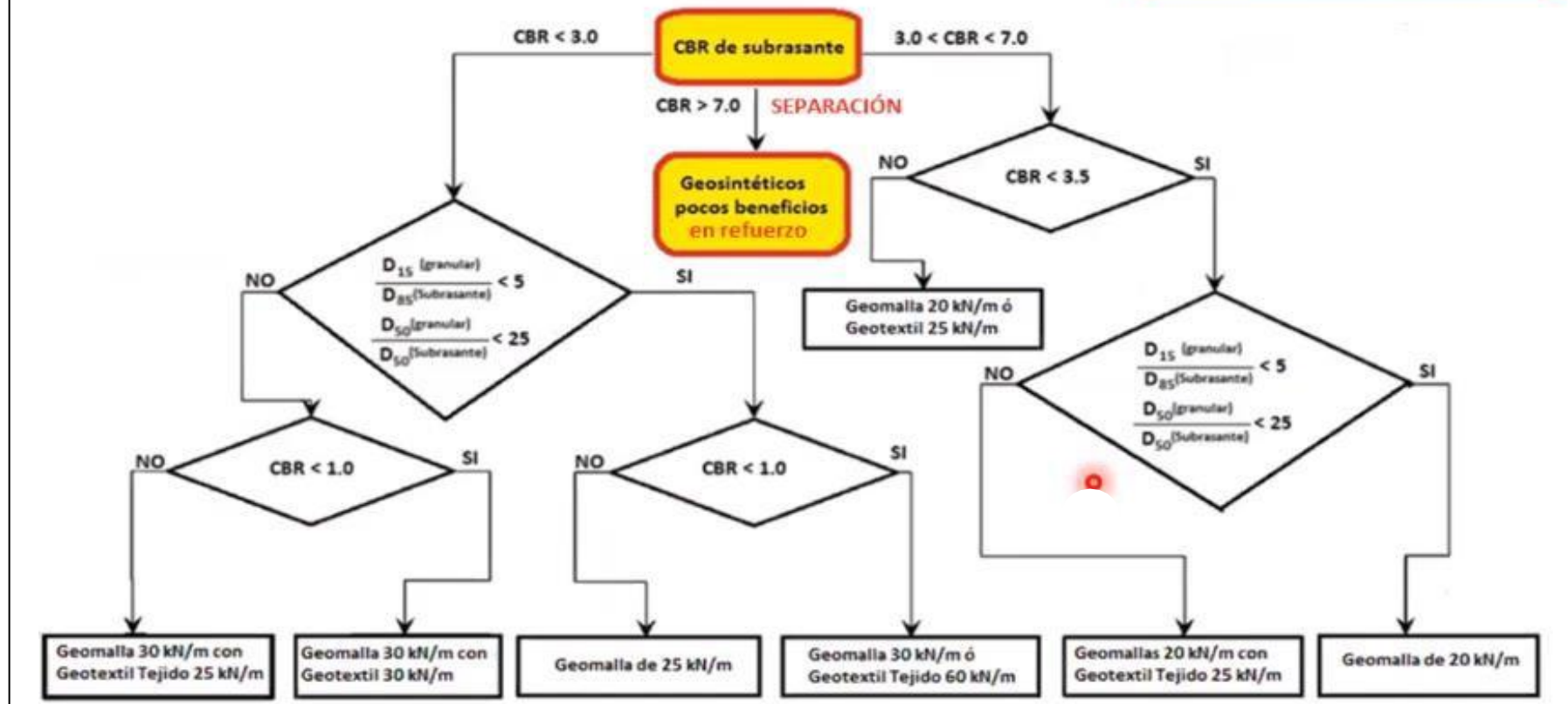


Figura 14. Flujograma “Guía de geosintéticos de mejora de subrasante”.

Fuente: Departamento de Transportes de California, 2013.

En la Etapa III se empleará el método del guía de AASHTO 93 de diseño de pavimento flexible donde se emplea el SN para cuantificar la capacidad de soporte que necesita o requiere para una capacidad estructural del suelo, por medio de la siguiente ecuación se busca hallar el SN requerido para diseñar el pavimento flexible.

La fórmula del método de AASHTO 93, para diseño de pavimento flexible:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10} SN + 1 - 0.20 + \frac{\log_{10} \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} M_R$$

– 8.07

Para resolver dicha fórmula planteada por AASHTO 93, debemos definir y hallar los valores de lo siguiente:

El  $W_{18}$  que es el numero acumulado de EE, para el período de análisis ( $W_{18}$ ) en el carril de diseño que significa el número de repeticiones de EE de 8.2 tn.

El Modulo de Resiliencia ( $M_R$ ) se refiere a la rigidez de la subrasante correlacionada con el CBR mediante la siguiente formula o ecuación:

$$M_R(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

La confiabilidad consiste en la probabilidad que una estructura se comporte, durante su tiempo de diseño. Para hallar depende de los factores que intervienen en su comportamiento y estructura del pavimento.

El Manual del MTC indica y recomienda los siguientes valores para determinar la confiabilidad como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD(R)
Caminos de Bajo Volumen de Transito	Tp0	100,000	150,000	65%
	Tp1	150,001	300,000	70%
	Tp2	300,001	500,000	75%
	Tp3	500,001	750,000	80%
	Tp4	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	Tp5	1,000,001	1,500,000	85%
	Tp6	1,500,001	3,000,000	85%
	Tp7	3,000,001	5,000,000	85%
	Tp8	5,000,001	7,500,000	90%
	Tp9	7,500,001	10'000,000	90%
	Tp10	10'000,001	12'500,000	90%
	Tp11	12'500,001	15'000,000	90%
	Tp12	15'000,001	20'000,000	95%
	Tp13	20'000,001	25'000,000	95%
	Tp14	25'000.001	30'000,000	95%
	Tp15	>30'000,000		95%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014.

El coeficiente estadístico de desviación estándar normal ( $Z_r$ ) se refiere al valor determinado de confiabilidad de acuerdo a al dato obtenido de una distribución normal. Se aprecia los distintos valores de los coeficientes estadísticos de  $Z_r$  en la Tabla 15.

Tabla 15. Valores de coeficiente estadístico de la desviación estándar.

TIPOS DE CAMINO	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACION ESTANDAR NORMAL(ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Transito	Tp0	100,001	150,000	-0.385
	Tp1	150,001	300,000	-0.524
	Tp2	300,001	500,000	-0.674
	Tp3	500,001	750,000	-0.842
	Tp4	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	Tp5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	Tp6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	Tp7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	Tp8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	Tp9	7,500,001	10'000,000	-1.282
	Tp10	10'000,001	12'500,000	-1.282
	Tp11	12'500,001	15'000,000	-1.282
	Tp12	15'000,001	20'000,000	-1.645
	Tp13	20'000,001	25'000,000	-1.645
	Tp14	25'000.001	30'000,000	-1.645
	Tp15	>30'000,000		-1.645

Fuente: Ministerio de Transportes Y Comunicaciones, 2014.

Para la Desviación Estándar Combinada ( $S_o$ ), se refiere al valor se relaciona con la variabilidad de la predicción del tráfico y otros factores que intervienen en su comportamiento del pavimento flexible. Según la guía AASHTO sugiere tomar el valor entre el rango de 0.40 hasta 0.50 para pavimentos flexibles, el manual recomienda tomar el valor de  $S_o$  igual a 0.45.

Para el Índice de serviciabilidad (PSI) que se refiere al valor de la serviciabilidad del pavimento y determina la condición o capacidad de servicio, esto se ve en la transitabilidad que otorga la vía al transitar por ella, esto se mide mediante una escala del cero al cinco, en donde el máximo valor significa la comodidad óptima. Para hallar la se deberá tener en cuenta que la serviciabilidad inicial se refiere a la



comodidad cuando la vía ha sido construida y la final es el nivel aceptable antes que el pavimento sea rehabilitado, mediante la siguiente Tabla 16, el manual recomienda los valores.

Tabla 16. Índice de serviciabilidad según el tráfico acumulado.

TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL(PI)	INDICE DE SERVICIALIDAD FINAL(PT)	DIFERENCIAL DE SERVICIALIDAD ( $\Delta$ PSI)
Tp1	150,001	300,000	3.8	2.00	1.80
Tp2	300,001	500,000	3.8	2.00	1.80
Tp3	500,001	750,000	3.8	2.00	1.80
Tp4	750,001	1,000,000	3.8	2.00	1.80
Tp5	1,000,001	1,500,000	4.00	2.50	1.50
Tp6	1,500,001	3,000,000	4.00	2.50	1.50
Tp7	3,000,001	5,000,000	4.00	2.50	1.50
Tp8	5,000,001	7,500,000	4.00	2.50	1.50
Tp9	7,500,001	10'000,000	4.00	2.50	1.50
Tp10	10'000,001	12'500,000	4.00	2.50	1.50
Tp11	12'500,001	15'000,000	4.00	2.50	1.50
Tp12	15'000,001	20'000,000	4.20	3.00	1.20
Tp13	20'000,001	25'000,000	4.20	3.00	1.20
Tp14	25'000,001	30'000,000	4.20	3.00	1.20
Tp15	>30'000,000		4.20	3.00	1.20

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014.

Para el SN se representa en un número que define como la capacidad estructural del pavimento de acuerdo a la calidad del suelo, tráfico, variación de serviciabilidad de tiempo de vida útil y condiciones ambientales como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento ai.

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE		OBSERVACION
Capa Superficial			
Carpeta Asfáltica en Caliente, modulo 2,965 Mpa(430,000 PSI) a 20 o C(68 oF)	$a_1$	0.170/cm	Capa pavimento recomendada para los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	$a_1$	0.170/cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micro pavimento 25mm	$a_1$	0.130/cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa	$a_1$	0.250	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramo con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contra curvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.
Lechada asfáltica de 12mm	$a_1$	0.150	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramo con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.
Base			
Base Granular CBR 80% compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.02/cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE
Base Granular CBR 100% compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.054/cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall=1500lb)	$a_{2a}$	0.115/cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico.
Base Granular Tratada con Cemento(resistencia a la compresión 7 días=35kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2b}$	0.070cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días=12 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2c}$	0.080cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Sub Base			
Sub Base Granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS	$a_3$	0.047/cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
Sub Base Granular CBR 60% compactada al 100% de la MDS	$a_3$	0.050/cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $>15'000,000$ EE

Fuente: Ministerio de Transportes, 2014.

Después de determinar la ecuación planteada por AASHTO, procedemos a hallar los espesores de diseño de pavimento, teniendo los valores definidos de los coeficientes estructurales, y resolvemos la siguiente ecuación:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Siendo:

a1, a2, a3: se refiere a los coef. estructurales de las capas

d1, d2, d3: se refiere al espesor de la capa en centímetros.

m2, m3: se refiere al coeficiente de drenaje de cada capa.

Se requiere resolver los coeficientes de drenaje para las capas del pavimento como se observa en la Tabla 18.

Tabla 18. Valores recomendados del coeficiente de drenaje (mi)

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACION			
	MENOR QUE 1%	1%-5%	5%-25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: Ministerio de Transportes, 2014.

En la etapa IV se deberá realizar el diseño de pavimento con ambos mejoramientos de suelo, así mismo se realiza la planilla de metrados de la vía con un ancho de 7.20m de dos carriles en diferentes sentidos.

Por otro lado se realizó el análisis de precios unitarios de cada partida de mejoramiento para ejecutar el presupuesto en el programa S10.

Finalmente se desarrollará la Etapa IV donde recopilaremos los datos y analizamos los datos obtenidos en base al ensayo de mecánica de suelos. Así mismo se dará respuesta en función a la hipótesis y comparándola con los resultados de los

antecedentes, para posteriormente realizar el comentario, conclusión y recomendación.

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

Para la interpretación y evaluación de la recopilación de datos en campo, mediante las fichas de la investigación fue la estadística general; lo que significa que los datos se sintetizaron y presentaron en tablas, gráficos que fueron analizados e interpretados de acuerdo al objetivo que busca la tesis. Estos objetivos son: mejorar la subrasante de bajo valor de soporte californiana de un pavimento flexible con geomallas biaxiales, Pucusana, 2020; incrementar la resistencia del número estructural del suelo aplicando la geomalla biaxial mediante el coeficiente "LCR" y optimizar el costo de ejecución aplicando la geomalla biaxial por medio de la reducción de espesores.

La interpretación de datos tuvo como base la Normativa Peruana (NTP), American Society Testing and Materials (ASTM), Ministerio Transportes y Comunicaciones (MTC); las cuales fueron procesados mediante las herramientas informáticas como el Microsoft Word, Excel y Project. Además se contó con el apoyo del ingeniero asesor para verificación de los datos y resultados obtenidos.

Para la contrastación hipótesis de la investigación se usó los datos en tablas resumidas para ser procesados en el programa estadístico de Minitab, esto se hizo para comprobar indicar que los datos obtenidos dentro de la investigación son confiables y válidos.

### **3.7. Aspecto ético**

La Tesista afirma y se compromete con la veracidad de sus resultados, al trabajo con dedicación, entrega y tenacidad para el correcto desarrollo de la investigación, preservando la moral y los valores de honestidad, respeto y veracidad. Así mismo, en el desarrollo de la investigación se usó el Manual de Carreteras del MTC Normativas Peruanas y Normativas Americanas (ASTM), que son recursos confiables y válidos para la tesis y por ende los resultados obtenidos no fueron objetos de manipulación.

## IV.RESULTADOS

En la Etapa I, se realizó el estudio de tráfico de la Vía de ingreso a Pucusana, mediante formatos de conteo del tránsito vehicular adjuntadas en el Anexo 05 , siendo el día con mayor tránsito los jueves como se observa en la Figura 15. También se determinó la composición vehicular del tramo ene estudio como se observa en la Figura 13. Además se obtuvo que el índice medio diario anual es de:

$$IMDA = 200 \text{ Vehiculos /dia}$$

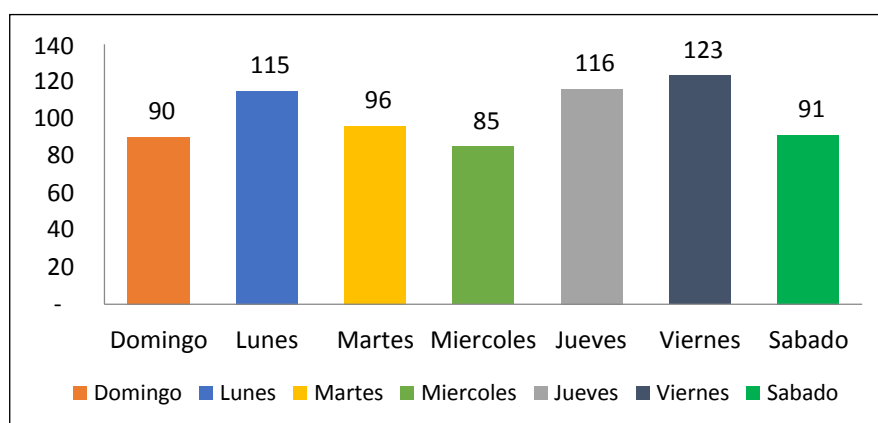


Figura 15. Variación de tránsito diario.

Fuente: Elaboración propia.

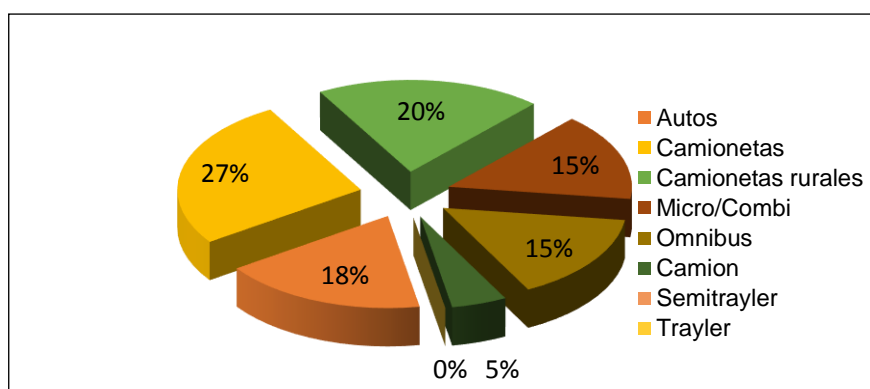


Figura 16. Composición vehicular.

Fuente: Elaboración propia.

Se proyectó el tráfico en un periodo de análisis de 20 años, con diferentes tasas de crecimiento de acuerdo al tipo de vehículos.

Dichos cálculo se encuentra adjuntado en el Anexo 6, donde se obtuvo los Ejes Equivalentes (EE) con una proyección de tráfico de 20 años para un pavimento flexible.

$$\text{Ejes Equivalentes (EE)} = 9.99E + 05$$

De acuerdo a los EE que resultaron de la proyección de tráfico, se interpreta que la “Vía de ingreso a Pucusana”, se determinó la vía una carretera de tercera clase, lo que se realizó 2 calicatas alternadas por km, teniendo un total de 6 calicatas en un tramos de 3.00 km.

Una vez obtenido el tipo de carretera con los EE se realizó la toma de muestra mediante 6 calicatas desde la prog.0+300.00 hasta la prog. 3+300.00 con un total de tramo de estudio de 3 km, esta parte de la vía se encuentra con falta de pavimentación como se observa en la Figura 17 y esta parte con pavimento flexible existente ha sido severamente dañada como se observa en la Figura 18 por los fenómenos climatológicos ocurridos en el año 2017.



*Figura 17.* Tramo 2+950 .00 se la vía ingreso a Pucusana.

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 18.* Tramo 1+350 m de la vía de acceso a Pucusana.

Fuente: Elaboración propia.

A largo del tramo en estudio, se realizó 6 calicatas ubicadas de acuerdo al resumen en la Tabla 19.

*Tabla 19.* Ubicación de las calicatas.

CALICATA	PROFUNDIDAD	PROGRESIVA
C-01	1.50 m	0+350.00
C-02	1.50 m	0+750.00
C-03	1.50 m	1+350.00
C-04	1.50 m	1+850.00
C-05	1.50 m	2+350.00
C-06	1.50 m	2+950.00

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos del registro del perfil estratigráfico y granulometría se define que el suelo es de limos orgánicos, arcillas inorgánicas, arenas mal graduadas con finos y arena limosas, siendo un suelo inestable como se observa

en la Figura 19. Además se muestra la Tabla 20, el resumen del tipo de suelo según cada calicata.

Tabla 20. Resumen de tipo de suelo.

CALICATA	MUESTRAS	PROGRESIVA	SUCS	AASHTO
C-01	M-1	0+350.00	ML	A-4(0)
	M-2		SP	A-3(0)
C-02	M-1	0+750.00	CL	A-6(8)
	M-2		SP-SM	A-3(0)
C-03	M-1	1+350.00	CL	A-6(11)
	M-2		ML	A-4(1)
C-04	M-1	1+850.00	SM	A-2-4(0)
	M-2		CL	A-7-6(24)
C-05	M-1	2+350.00	SM	A-2-4(0)
C-06	M-1	2+950.00	SM	A-2-4(0)

Fuente: Laboratorio de suelos Cormax S.A.C, 2020.

Figura 19. Suelo arcilloso inorgánica arenoso - prog.0+750.00



Fuente: Elaboración propia.



Además de definir el tipo de suelo por cada calicata realizada los resultados se expresaron mediante una curva granulométrica de la abertura del tamiz vs el porcentaje que suelo que pasa como se observa en la Figura 21.

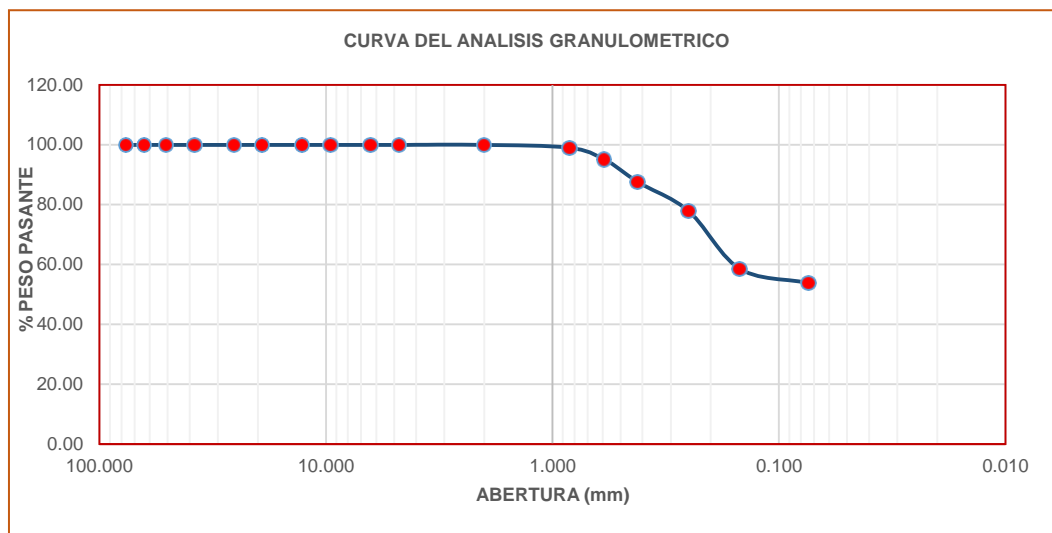


Figura 21. Curva granulométrica de la progresiva 0+750.00

Fuente: Laboratorio de suelos Cormax S.A.C, 2020.

Se obtuvo del ensayo de contenido de humedad que presenta una humedad baja, los resultados se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21. Resumen del ensayo de contenido de humedad.

CALICATA	MUESTRA	HUMEDAD (%)
C-01	M-1	4.22
C-02	M-1	21.22
C-03	M-1	18.33
C-04	M-1	15.14
C-05	M-1	25.99
C-06	M-1	N.P

Fuente: Laboratorio de suelos Cormax S.A.C, 2020.

Se demuestra mediante el ensayo que al tener un suelo arcilloso, arenoso, limoso presenta baja humedad. Los resultados completos del ensayo están adjuntados en el Anexo 03.

Luego se hizo el ensayo de límite líquido y plástico para determinar el índice de plasticidad, donde se obtuvo los resultados de acuerdo al cuadro de resumen como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Resumen del ensayo de límites de consistencia.

CALICATA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
C-01	24.18	20.80	3.38
C-02	32.15	20.88	11.27
C-03	35.17	21.71	13.46
C-04	27.47	23.61	3.86
C-05	46.59	25.24	21.35
C-06	NP	NP	NP

Fuente: Laboratorio de suelos Cormax S.A.C, 2020.

Se muestra mediante el ensayo que al tener un suelo inestable, es característico tener una baja plasticidad. Los resultados completos de los ensayos están adjuntados en el Anexo 03.

Se obtuvo del ensayo del Proctor modificado tipo A, los resultados como se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23. Resumen del ensayo de Proctor modificado.

PROGRESIVA	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )
C-01	12.61	1.804
C-02	13.00	1.810
C-03	12.80	1.812
C-04	12.54	1.816
C-05	12.43	1.806
C-06	12.50	1.808

Fuente: Laboratorio de suelos Cormax S.A.C, 2020.

Para el ensayo de Proctor modificado por cada calicata de todo el tramo de 3 kilómetros, se representó mediante la siguiente Figura 21.

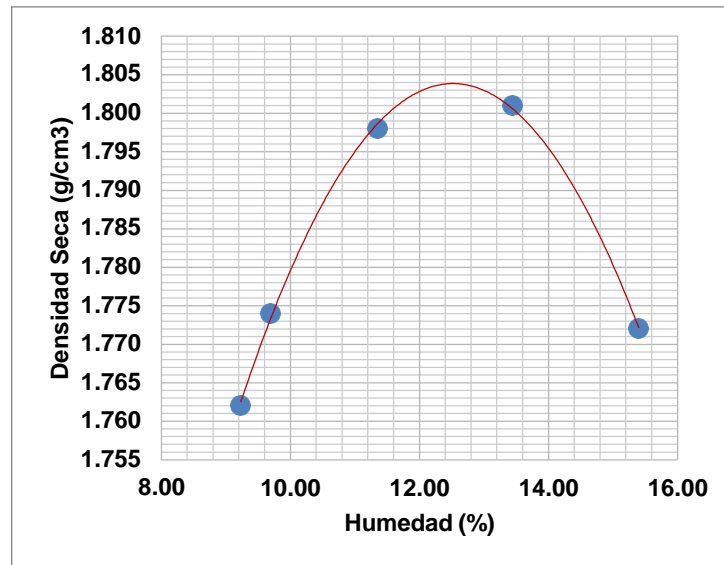


Figura 20. Grafica de la curva del ensayo de Proctor.

Fuente: Laboratorio de suelos Cormax S.A.C, 2020.

Mediante el ensayo realizado se obtienen los porcentajes de compactación que se requiere para el diseño de pavimento flexible, estos resultados del ensayo se adjuntan en el Anexo 03.

Después de haber realizado los ensayos mencionados finalmente se realizó el ensayo de CBR en el laboratorio, donde se obtuvo los resultados de acuerdo a la Tabla 24 para cada progresiva, así mismo se observa que el suelo presenta un CBR menor al 4.00% esto significa que dentro de los rangos que el MTC menciona se clasificaría como un suelo insuficiente por sus características físicas-mecánicas que resultaron de acuerdo al ensayo de mecánica de suelos.

Tabla 24. Resumen del ensayo de CBR.

PROGRESIVA	CBR (%)
0+350.00	3.50
0+750.00	3.50
1+350.00	3.64
1+850.00	3.53
2+350.00	3.67
2+950.00	3.65

Fuente: Laboratorio de suelos Cormax S.A.C, 2020.

Los resultados obtenidos de acuerdo al CBR, donde indica la calidad del suelo de la vía de ingreso a Pucusana se concluye que suelo es insuficiente, tomando el CBR de menor valor de 3.5 % para el diseño de pavimento, así mismo se realizó una estabilización de subrasante.

Los resultados del ensayo de CBR por cada progresiva están adjuntadas en el Anexo 03.

En resumen del estudio de suelos de la Vía de ingreso a Pucusana que comprende el tramo desde la progresiva 0+300.00 hasta 3+ 300.00, presenta un CBR menor al 6%, siendo un suelo inadecuado de baja capacidad portante. Este valor significa que necesita una estabilización por remplazo de material y por medio de geomallas biaxiales MacGrid 20 kN y 30 kN

Después del estudio de suelos en la Etapa II, se determinó que el suelo es insuficiente con un CBR igual al 3.5%, siendo un suelo con baja capacidad portante lo que requiere una estabilización para ello realizamos una estabilización por remplazo de material según el Manual de Carreteras, donde recomienda los siguientes valores para el desarrollo del espesor de mejoramiento para el suelo.

Datos:

$$CBR \text{ mejorado} = 10.00 \% \rightarrow SN \text{ mejorado} = 2.75$$

$$CBR \text{ existente} = 3.50\% \rightarrow SN \text{ existente} = 3.54$$

$$a_i = 0.021 / \text{cm}$$

$$m_i = 1.00 / \text{cm}$$

Se calcula el espesor de mejoramiento:

$$E = \frac{\Delta(3.54 - 2.75)}{0.021 \times 1.00}$$

$$E = 37.62 \text{ cm} \approx 40.00 \text{ cm}$$

En la Tabla 25 se observa los resultados de los espesores de mejoramiento en función al CBR en cada progresiva, además se promedió dichas alturas para usar el espesor de mejoramiento para todo el tramo en estudio.

Tabla 25. Espesores de mejoramiento calculados.

PROGRESIVA	CBR (%)	Altura (cm)	Promedio (cm)
0+850.00	3.50	40	40 cm
1+100.00	3.50	40	
1+550.00	3.64	35	
1+900.00	3.53	40	
2+500.00	3.67	35	
3+050.00	3.65	35	

Fuente: Elaboración propia.

El espesor de mejoramiento para el tramo en estudio de la Vía de ingreso a Pucusana tramo progresiva 0+300.00 hasta 3+300.00, será de:

$$\text{Espesor de mejoramiento} = 40.00 \text{ cm}$$

En la Etapa III, se realizara el diseño de pavimento flexible mediante el método AASHTO 93, para lo cual debemos definir y hallar los siguientes valores:

Para este trabajo de investigación, se consideró que por ser un pavimento flexible un periodo de diseño de 20 años y también para la proyección de tráfico de la vía.

$$P_d = 20 \text{ años}$$

El número de EE para una proyección de tráfico de 20 años, se obtuvo:

$$W_{20 \text{ años}} = 9.99E + 05 \text{ (Repeticiones d carga de 8,2 t)} \approx 999225$$

El Modulo de resiliencia, el Manual e Carreteras recomienda usar la siguiente fórmula:

$$M_R(\text{psi}) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Teniendo en cuenta que ya se tiene estabilizada por remplazo de material, con un CBR igual o mayor al 10 %, se obtuvo:

$$M_R = 11153$$

Para la confiabilidad, el valor se obtuvo de acuerdo a la Tabla 26, siendo este de acuerdo a los ejes equivalentes.

$$R = 80\%$$

Tabla 26. Valor recomendado para la confiabilidad.

TIPOS DE CAMINO	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIBILIDAD (R%)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	Tp4	750,001	1,000,000	80%

Fuente: Ministerio de Transportes, 2014.

Para el coeficiente estadístico de desviación estándar normal denominado  $Z_r$ , se obtuvo el valor de acuerdo al Manual de Carreteras como se muestra en la Tabla 27, siendo el valor de :

$$Z_R = -0.842$$

Tabla 27. Valor recomendado para la desviación estándar normal.

TIPOS DE CAMINO	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	Tp4	750,001	1,000,000	-0.842

Fuente: Ministerio de Transportes, 2014.

Para el hallar el valor de la desviación estándar combinada ( $S_o$ ), la guía de AASHTO 93, sugiere tomar el valor de :

$$S_o = 0.45$$

Para la variación de servicialidad, se refiere a la transitabilidad que ofrece el pavimento este valor es desde el 0 que refleja el peor y 5 refleja la mayor comodidad, este valor resulta al restar la servicialidad inicial menor la terminada estimada, de acuerdo al tráfico el Manual recomienda los valores como se observa en la Tabla 28

$$\Delta PSI = 1.80$$

Tabla 28. Valor recomendado para la variación de servicialidad.

TIPOS DE CAMINO	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIA DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta PSI$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	Tp4	750,000	1,000,000	1.8

Fuente: Ministerio de Transportes, 2014.

Teniendo todos los valores, se procede a reemplazar los datos obtenidos como se observa en la Tabla 28. Se calcula siguiente ecuación de diseño del método AASHTO 93.

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10} SN + 1 - 0.20 + \frac{\log_{10} \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} M_R$$

- 8.07

$$SN \text{ requerido} = 3.54$$

Este valor fue calculado mediante el software AASHTO 93, que se encuentran adjuntados en el Anexo 07.

De los cálculos efectuados se obtuvo los datos de acuerdo a la Tabla 21, para realizar el cálculo del SN.

Tabla 29. Resumen de datos para el SN.

DATOS	PERIODO DE DISEÑO (t = 20 años)
CBR =	10%
M <sub>R</sub> =	11153
R =	80%
Z <sub>R</sub> =	-0.842
S <sub>0</sub> =	0.45
ΔPSI =	1.8
SN <sub>req</sub> =	3.54

Fuente: Elaboración propia.

Para los valores de los coeficientes estructurales (a<sub>i</sub>), respecto al tráfico de la vía, se tomó las recomendaciones del Manual de Carreteras resulta:

*Carpeta asfáltica en caliente: a<sub>1</sub> = 0.170/cm*

*Base granular CBR 80 %: a<sub>2</sub> = 0.052 /cm*



*Sub base granular CBR 40%:  $a_3 = 0.047 / \text{cm}$*

Para los espesores de la estructura del pavimento se determinó los coeficientes de drenaje ( $m_i$ ), este valor representa a que la vía tendrá un buen drenaje en la base granular y la sub base granular, de acuerdo al Manual de Carreteras, resultado:

$$m_1 = m_2 = 1.00$$

Se obtuvo los resultados mediante la ecuación de AASHTO 93, para determinar los espesores de la estructura del pavimento flexible se tuvo en cuenta que el SN resultado es mayor al SN requerido.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$SN = 0.170 \times D_1 + 0.052 \times D_2 \times 1.00 + 0.047 \times D_3 \times 1.00$$

$$SN = 2.84$$

Se obtuvo los espesores de diseño del pavimento flexible como se observa en la Figura 22.

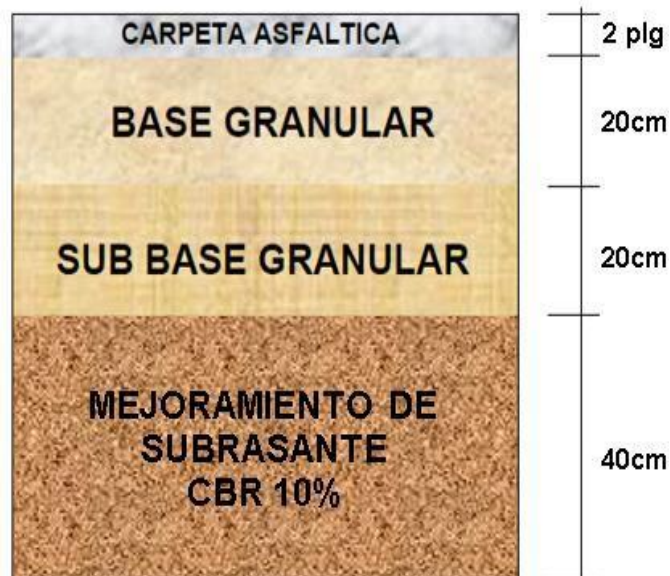


Figura 21. Diseño de pavimento con mejoramiento por reemplazo.

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia en la

Figura 23, la propuesta 1 de estructura de pavimento flexible con mejoramiento de

subrasante, con CBR no menor de 10% donde se tuvo como resultado que el espesor de mejoramiento de remplazo de material es de 40 centímetros, la sub base granular de 20 centímetros, la base granular de 20 centímetros y finalmente la carpeta asfáltica de 2 pulgadas.

Por otro lado luego se realizó el procedimiento con la colocación de geomallas como mejoramiento de subrasante para un CBR de 3.5%, este dato fue obtenido de acuerdo al ensayo en laboratorio. El proceso de incluir las geomallas en la metodología AASHTO se describió en el ítem procedimiento, para realizar el cálculo es necesario conocer y determinar el valor numérico de los coeficientes LCR para cada geomalla que se usó en esta investigación para ello en la Figura 23 se observa el coeficiente LCR para geomalla y en la Figura 24 para la geomalla MacGrid EGB 30 KN de acuerdo al CBR de 3.5 %.

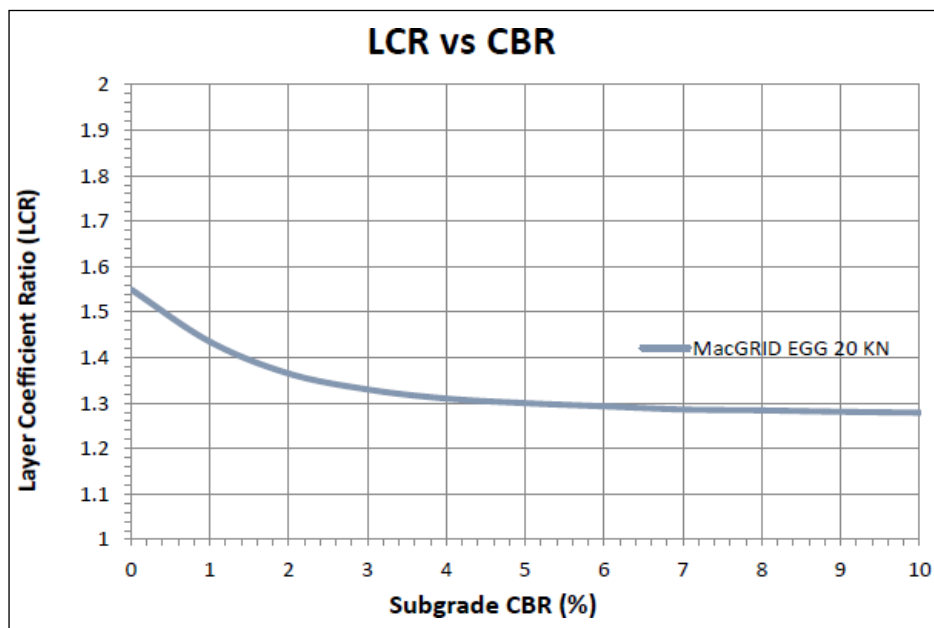


Figura 22. Coeficiente LCR para geomalla MacGrid EGB 20.

Fuente: Elaboración propia.

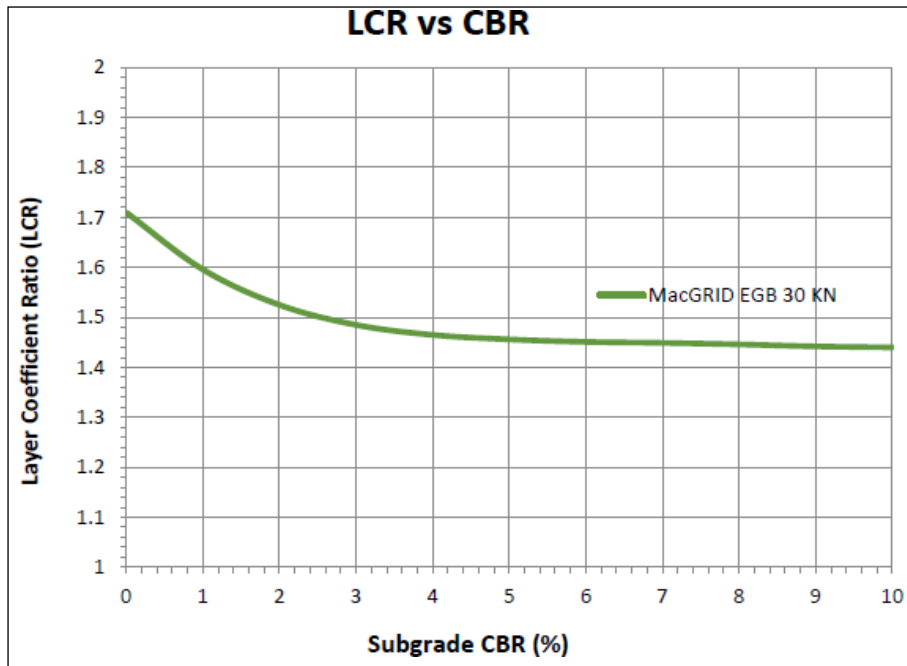


Figura 23. Coeficiente LCR para geomalla MacGrid EGB 30.

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo con la geomalla biaxial MacGrid EGB 20 KN y 30 KN en el mejoramiento de subrasante en un pavimento flexible se desarrolló en una hoja de cálculo para CBR de 3.5% siguiendo las formulas planteadas en el ítem procedimiento.

Mediante la Tabla 30, se observa que con colocación de geomallas biaxiales, el mejoramiento de subrasante no es necesario debido al alto aporte estructural que proporciona las geomallas biaxiales esto se debe a la gran contribución de resistencia a la tracción de dichas geomallas.

Tabla 30. Calculo de espesores con mejoramiento MacGrid 20 y 30.

	CALCULO DE SN		ESPESOR EQUIVALENTE		Ec. SNr CALCULO DE D3r		CALCULO DE ESPESORES		VERIFICANDO	
	<b>MACGRID EGB 20KN</b>	a1	0.17	a1	0.17	a1	0.17			
a2		0.052					a2	0.052	a2	0.052
a3		0.047	a3	0.047	a3	0.047	a3	0.047	a3	0.047
D1		5.08	D1	5.08	D1	5.08			D1	5.08
D2		20			LCR	1.34	D2r	15	D2r	15
D3		35	D3'	57	D3r	43	D3r	26.0	D3r	25.0
<b>MACGRID EGB 30KN</b>	D1	5.08	D1	5.08	D1	5.08			D1	5.08
	D2	20			LCR	1.5	D2r	15	D2r	15
	D3	35	D3'	57	D3r	38	D3r	21	D3r	20
	m2	1					m2	1	m2	1
	m3	1	m3	1	m3	1	m3	1	m3	1
	SN	3.55		3.55						
					SN gr 20KN	2.00	SN gr 20KN	2.00	SN gr 20KN	2.0
					SN gr 30KN	1.79	SN gr 30KN	1.79	SN gr 30KN	1.79

Fuente: Elaboración propia.

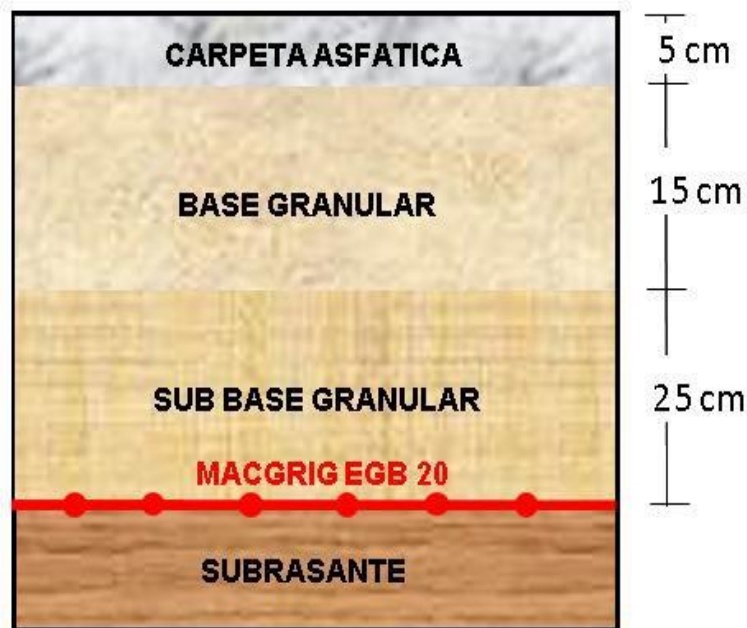


Figura 24. Diseño de pavimento con mejoramiento con MacGrid EGB 20KN.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Figura 26 se aprecia que no existe mejoramiento de subrasante donde se determinó como sub base granular un espesor de 25 centímetros, en la base granular es de 15 centímetros y la carpeta asfáltica de 2 pulgadas.

Así mismo en Figura 26 nos e observa el mejoramiento debido a su alto aporte estructural, así mismo se obtuvo como resultado el incremento del número estructural de acuerdo a la hoja de cálculo se obtuvo SN igual a 2.00, por ende se efectuó la ecuación de la resiliencia ( $M_R$ ) donde se halló el nuevo valor del CBR que tuvo un incremento del 45% siendo un suelo apto y muy bueno como base de fundación incrementando su capacidad de soporte el cálculo se realizó mediante el software AASHTO adjuntada en el anexo 06.

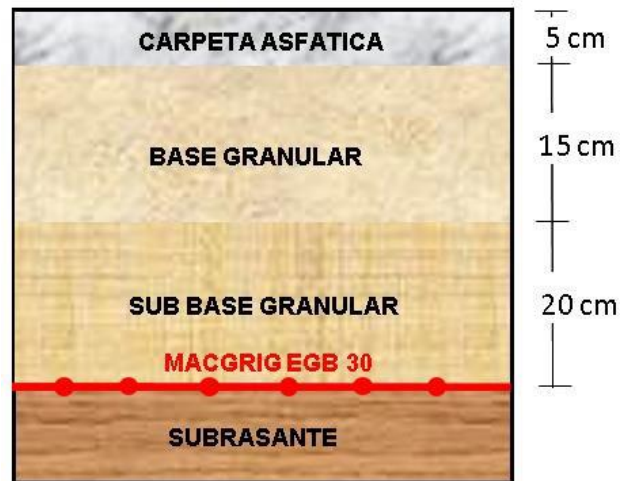


Figura 25. Diseño de pavimento con mejoramiento con MacGrid 30KN

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Figura 27, se observa que mediante el mejoramiento con geomalla Mac Grid 30 KN, se tuvo mejores resultados esto se debe a su aporte estructural, no necesita realizar mejoramiento de suelo, de decir solo se tuvo de sub base granular de 20 cm, en base granular de 15 cm y carpeta asfáltica de 2 pulg.

Mediante la hoja de cálculo Tabla 30 se determinó que el SN resulto 1.79, y mediante el cálculo en el software AASHTO y la formula de resiliencia se determinó que el incremento del CBR es de 60%, el cálculo de adjunta en el Anexo 17.

Cabe indicar que se tuvo con un CBR de 3.5% un SN de 3.54, teniendo una baja capacidad de soporte como se aprecia en la Figura 27.

Ecuación AASHTO 93	
Tipo de Pavimento	
<input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible	<input type="radio"/> Pavimento rígido
Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)	
80 % Zr = -0.841	So = 0.45
Serviciabilidad inicial y final	
PSI inicial = 3.8	PSI final = 2
Módulo resiliente de la subrasante	
Mr = 5696.321 psi	
Información adicional para pavimentos rígidos	
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)	Coficiente de transmisión de carga - (J)
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)	Coficiente de drenaje - (Cd)
Tipo de Análisis	
<input checked="" type="radio"/> Calcular SN	<input type="radio"/> Calcular W18
W18 = 999225	Número Estructural
	SN = 3.54
<input type="button" value="Calcular"/> <input type="button" value="Salir"/>	

Figura 26. Calculo del SN para CBR de 3.5%.

Fuente: software AASHTO.

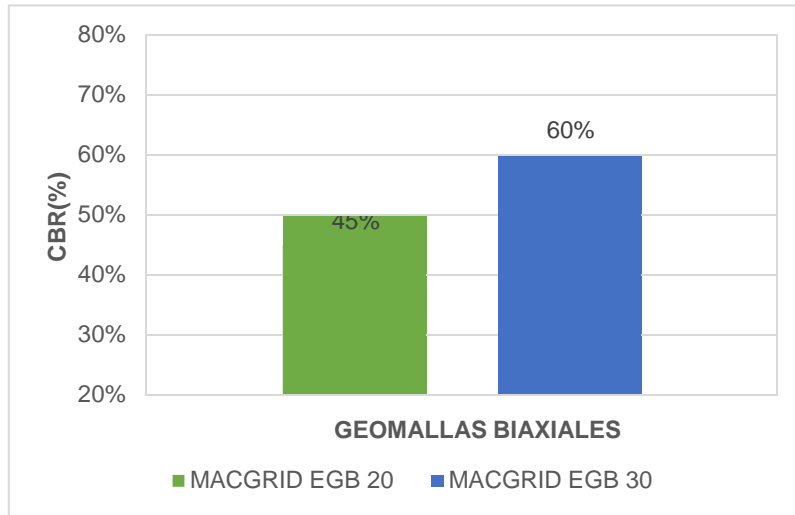


Figura 27. CBR vs. Geomallas biaxiales.

Fuente: Elaboración propia.

Mediante la Figura 28 se aprecia que mejoro el CBR de 3.5% con geomallas es amplia debido a su aporte estructural.

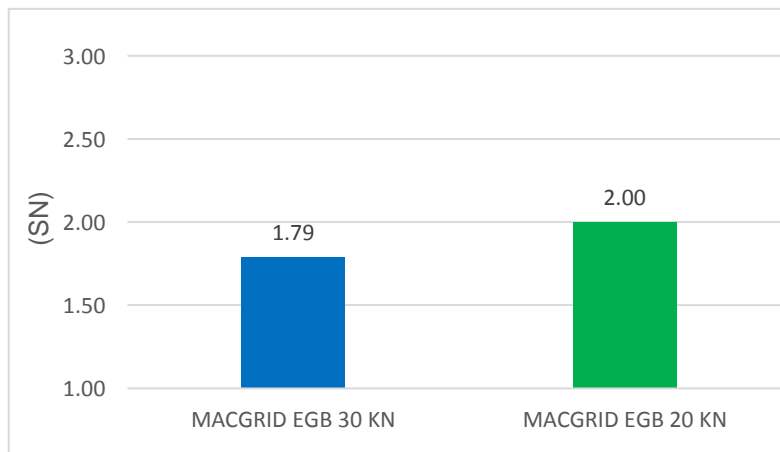


Figura 28. SN vs. Geomallas biaxiales.

Fuente: Elaboración propia.

Mediante la Figura 29 se aprecia que el número estructural incremento en su capacidad de soporte mediante la colocación de geomallas biaxiales.

En la Etapa IV se realiza una comparativa de acuerdo a la Tabla 31 donde se muestra los espesores resultantes de acuerdo al mejoramiento aplicado a un pavimento flexible.

Tabla 31. Espesores calculados de acuerdo al mejoramiento aplicado.

CAPAS DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE		
	SUSTITUCION DE SUELO	GEOMALLAS BIAXIALES	
		MacGRID EGB 20	MacGRID EGB 30
Carpeta asfáltica (cm)	5	5	5
Base granular (cm)	20	15	15
Sub base granular (cm)	20	25	20
Mejoramiento (cm)	40	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia en la Figura 31, los espesores de diseño mediante un método tradicional la sustitución de suelo, así mismo se obtuvo los resultados de los espesores con la incorporación de la geomalla biaxial, que se observa en la Tabla 22. De acuerdo a los cálculos realizados se interpreta que mediante las geomallas se reduce al 100% la capa de mejoramiento de suelo, debido a la alta resistencia a la tracción de las geomallas biaxiales.

Finalmente se efectuaron la hoja de metrados y se hizo el ACU para efectuar el presupuesto por cada tipo de aplicación de mejoramiento se subrasante. Los metrados realizados se adjunta en el Anexo 08, 9 y 10, el ACU en el Anexo 11, 12 y 13 y el presupuesto en el Anexo 10. Así mismo se muestra en la Tabla 32 un cuadro resumen del costo del pavimento flexible de acuerdo al mejoramiento aplicado.



Tabla 32. Costo de pavimento de acuerdo a la estructura.

DESCRIPCIÓN	MONTO (S/.)
Pavimento flexible con remplazo de material	3,791,390.98
Pavimento flexible con geomalla biaxial MacGrid 20	3,431,347.49
Pavimento flexible con geomalla biaxial MacGrid 30	3,310,132.93

Fuente: Elaboración propia.

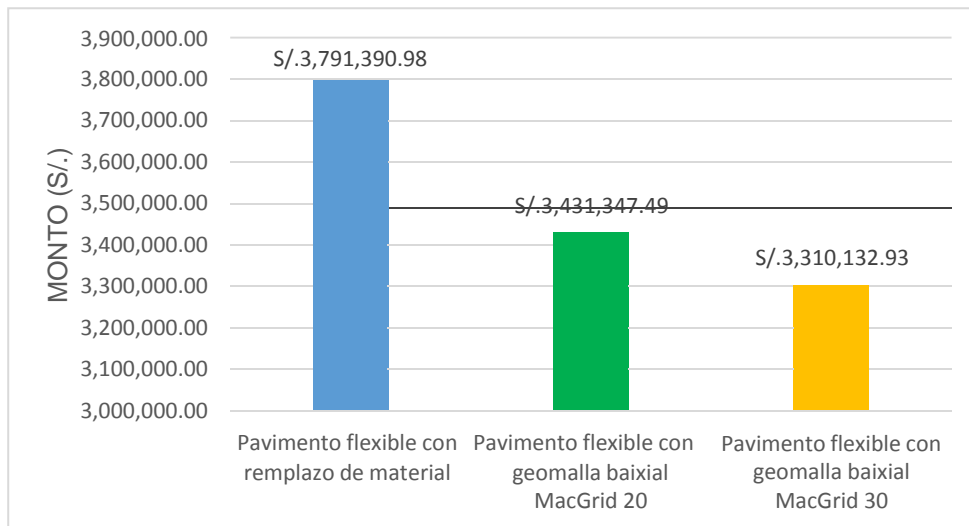


Figura 29. Monto calculado vs propuestas de estructura de pavimento

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la Tabla 32, el costo total de cada propuesta de estructura de pavimento con mejoramiento tradicional y con geomallas biaxiales, estos montos se resultaron mediante el análisis de costos unitarios y planilla de metrados adjuntados en el Anexos 24 y 26. Así mismo se observa en la Figura 30 que el costo de ejecución de un mejoramiento tradicional es mayor al mejoramiento con geomallas, optimizando el costo total mediante la geomalla MacGRID EGB 20 KN en un 10.00% y con la geomalla MacGRID EGB 30 KN en un 13.00% de lo tradicional.

Prueba de hipótesis con el estadístico t: Utilizando el valor de P y T.

De acuerdo al Esal la vía es de tercera clase por lo que se realizó 6 calicatas para el ensayo de CBR es decir para la investigación se llevaron 6 muestras de suelo al laboratorio dando como resultado de acuerdo a la Tabla 24. Según la normativa de pavimentos si la subrasante resulta con  $\text{CBR} \leq 6\%$  requiere de un mejoramiento caso contrario  $\text{CBR} > 6\%$  no requiere de un mejoramiento de suelo.

Formulación de la hipótesis:

$H_0 : \mu > 6\%$  Las geomallas biaxiales no mejorará la subrasante de bajo valor de soporte califonia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020.

$H_{a1} : \mu \leq 6\%$  Las geomallas biaxiales mejorará la subrasante de bajo valor de soporte califonia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020.

Considerar para el contraste de hipótesis utilizando el valor de P, si:

Valor  $P >$  Nivel de significancia  $\rightarrow$  Se acepta la  $H_0$  y se rechaza la  $H_a$

Valor  $P <$  Nivel de significancia  $\rightarrow$  Se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_a$

Se consideró que el nivel de confianza de 95%, nivel de significancia del 5% y una media hipotética de 6%. Se calculó la media, desviación estándar y valor de t en el software minitab obteniendo los siguientes resultados:

Datos:

Error estándar de la media = 0.0326

Limite sup. De 95% para  $\mu = 3.6474$

N= 6

Resultados de la media y desviación estándar:

Media  $\rightarrow \bar{x} = 3.58 \%$

Desviación estándar  $\rightarrow \sigma = 0.0799$

Resultados del valor T y p:

T = -74.18 ; p= 0.000

Los valores obtenidos se representaron en el Minitab, como se observa en la Figura 31.

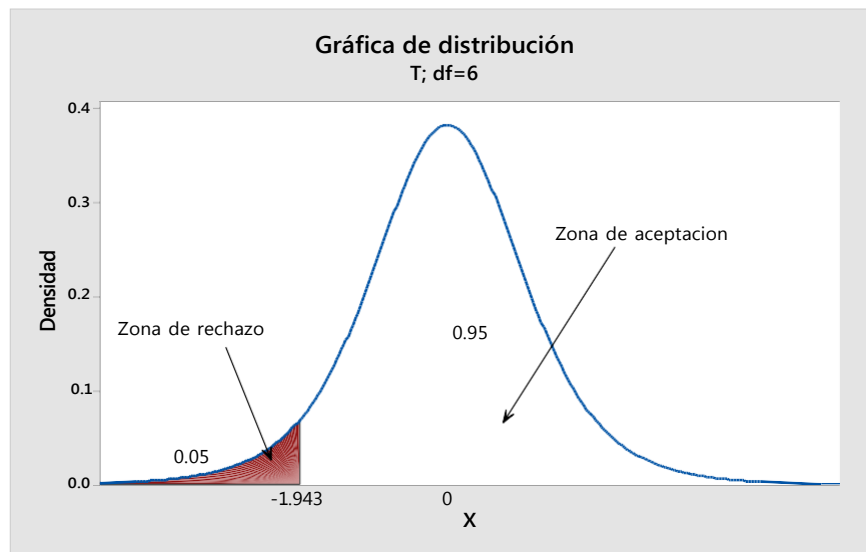


Figura 30. T de Student para el CBR.

Fuente: Software Minitab 19, 2020.

Interpretación:

El estadístico  $t = -74.18$  respecto al mejoramiento de CBR con geomallas se encuentra en la zona de rechazo lo cual indica que la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis alterna. Así mismo se obtuvo el valor de  $P = 0.000$  es decir este valor es menor al nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Prueba de hipótesis con el estadístico t: Utilizando el valor de P y T.

Se consideraron para esta investigación dos tipos de geomallas biaxiales MacGrid EGB 20 Kn y MacGrid EGB 30 Kn, estas geomallas cuando se incorpora a la estructura del pavimento en la subrasante mediante su aporte estructural el coeficiente “LCR” mostrados en Figura 23 y 24, siendo el aporte estructural mínimo el valor abstracto 1.34 de coeficiente “LCR” de acuerdo a la Tabla 29.

Formulación de la hipótesis:

$H_0 : \mu < 1.34$  El coeficiente “LCR” no incrementara la resistencia del número estructural del suelo aplicando la geomalla biaxial.

$H_{a1} : \mu > 1.34$  El coeficiente “LCR” incrementara la resistencia del número estructural del suelo aplicando la geomalla biaxial.

Considerar para el contraste de hipótesis utilizando el valor de P, si:

Valor P > Nivel de significancia → Se acepta la  $H_0$  y se rechaza la  $H_a$

Valor P < Nivel de significancia → Se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_a$

Se consideró que el nivel de confianza de 95%, nivel de significancia del 5% y una media hipotética de 1.34. Se calculó la media, desviación estándar y valor de t en el software minitab obteniendo los siguientes resultados:

Datos:

Error estándar de la media = 0.110

Limite sup. De 95% para  $\mu = 2.065$

N= 2

Resultados de la media y desviación estándar:

Media →  $\bar{x} = 2.76$

Desviación estándar →  $\sigma = 0.156$

Valor T = 12.91

Valor p = 0.025

Los valores obtenidos se representaron en el Minitab, como se observa en la Figura 15.

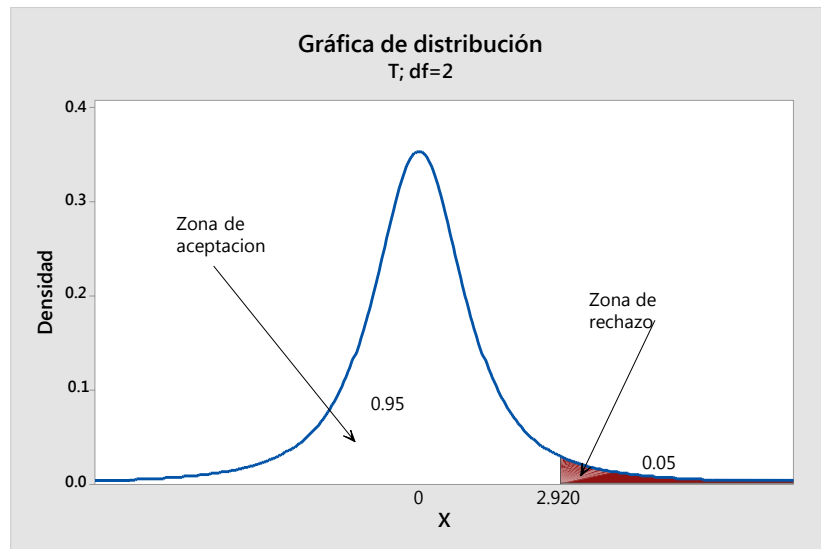


Figura 31. T de Student para incremento de SN.

Fuente: Software Minitab 19, 2020.

Interpretación:

El estadístico  $t = 12.91$  respecto al incremento del número estructural (SN) se encuentra en la región de rechazo lo cual indica que la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis alterna. Así mismo se obtuvo el valor de  $P = 0.025$  es decir este valor es menor al nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Prueba de hipótesis mediante el estadístico t: Utilizando el valor de P y T.

Se consideraron la estructura de pavimento con el mejoramiento tradicional y mejoramiento con geomallas biaxiales de 20 Kn y 30 Kn de acuerdo a la Tabla 31, donde se observa la reducción de espesores mediante el mejoramiento con geomallas, así mismo se calculó los costos totales para la ejecución de acuerdo a la Tabla 32 y teniendo el monto base de S/. 3, 791,390.98 soles del diseño de pavimento tradicional por remplazo de material.

Formulación de la hipótesis:

$H_0 : \mu > \text{S/. } 3,791,390.98$  La reducción de los espesores no optimizará el costo de ejecución mediante el uso de geomalla biaxial.

$H_{a1} : \mu < \text{S/. } 3,791,390.98$  La reducción de los espesores optimizará el costo de ejecución mediante el uso de geomalla biaxial.

Considerar para el contraste de hipótesis utilizando el valor de P, si:

Valor P > Nivel de significancia → Se acepta la  $H_0$  y se rechaza la  $H_a$

Valor P < Nivel de significancia → Se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_a$

Se consideró que el nivel de confianza de 95%, nivel de significancia del 5% y una media hipotética de S/. 3, 791,390.98. Se calculó la media, desviación estándar y valor de t en el software Minitab obteniendo los siguientes resultados:

Datos:

Error estándar de la media = 60607

Limite sup. De 95% para  $\mu = 3753400$

N= 2

Resultados:

Media →  $\bar{x} = 3370740$

Desviación estándar →  $\sigma = 85712$

Valor T = -6.94

Valor p= 0.046

Los valores obtenidos se representaron en el Minitab, como se observa en la Figura 33.

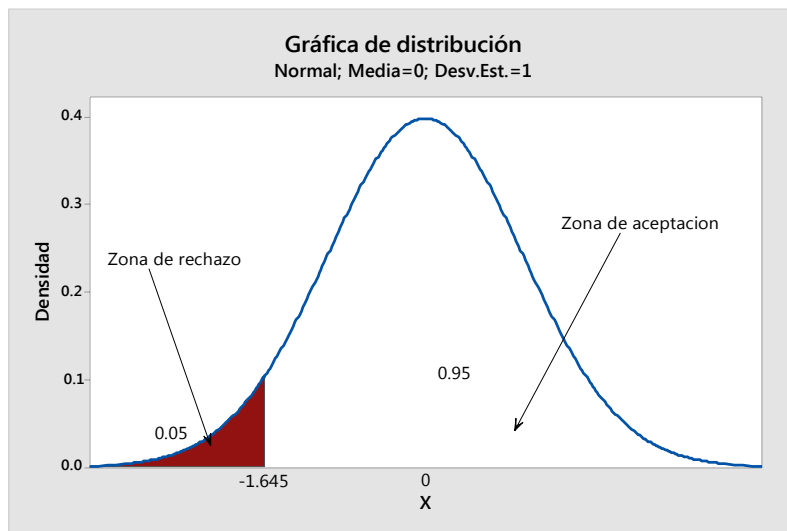


Figura 32. T de Student para la optimización de costo

Fuente: Software Minitab 19, 2020.

Interpretación:

El estadístico  $t = -6.94$  respecto a la optimización de costos de ejecución con geomallas biaxiales se encuentra en la zona de rechazo lo cual indica que hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis alterna. Así mismo se obtuvo el valor de  $P = 0.046$  es decir este valor es menor al nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

## V.DISCUSIONES

OG: Mejorar la subrasante de bajo valor de soporte california de un pavimento flexible con geomallas biaxiales, Pucusana, 2020.

En referencia al resultado obtenido del ensayo de suelo en laboratorio, se tiene un CBR igual a 3.5 %, según la normativa establecida por el MTC indica que se debe realizar un mejoramiento de suelo con  $CBR \leq 6\%$  y para esta investigación se planteó que con las geomallas biaxiales mejorara la subrasante de bajo CBR. Este resultado guarda relación con el resultado obtenido por Orejon donde obtuvo que el CBR es de 2.6% y plantea un mejoramiento de subrasante mediante geomallas biaxiales MacGrid EGB 20 y MacGrid EGB 30. Así mismo el resultado no guarda relación con Hernández, Mejía y Zelaya, estos autores concluyen que el suelo analizado es considerado de mala calidad con un CBR de 1.93 y debe realizar su mejoramiento mediante la adición de cal a la subrasante.

OE1: Incrementar la resistencia del número estructural del suelo aplicando la geomalla biaxial mediante el coeficiente "LCR".

A partir de obtener que el CBR es 3.5%, se incorporó el LCR al mejoramiento de suelo y por ende al pavimento, se obtuvo el incremento de resistencia del Número Estructural de 19% a 25%. Este resultado guarda relación con Tapia, Barona e Inga que indican que la utilización de subrasantes mejoradas con geomallas ocasiona un incremento en la resistencia del suelo en la estructura del pavimento, puesto que aumenta el SN. Así mismo el resultado no guarda relación con Hernández, Mejía y Zelaya quienes concluyen que el incremento de resistencia de la subrasante debería ser con la adición de cal donde se logra obtener de 1.93% al 54%.

OE2: Optimizar el costo de ejecución aplicando la geomalla biaxial por medio de la reducción de espesores.

Se realizó el diseño de pavimento con mejoramiento por remplazo de material donde se obtuvo un monto mayor a las propuestas con geomallas biaxiales así mismo se redujo los espesores de capa, teniendo un ahorro en costos del 10% al 13% respecto al diseño de pavimento al método tradicional. Este resultado concuerda con Sócala



quien infiere que el ahorro mediante la reducción de espesores de la estructura de pavimento con geomallas es de 27.4% en la partida de movimiento de tierra disminuyendo el costo de ejecución y adicionalmente no tienen un efecto contaminando al medio ambiente. También concuerda con Tapia, Barona e Inga quienes concluyen que el aporte adicional de la geomalla genera una disminución del costo del pavimento donde optimiza el costo total y el tiempo de ejecución.

## VI.CONCLUSIONES

Se realizó ensayos en el laboratorio con la finalidad analizar el suelo para obtener el valor de CBR, además se hizo el contraste de hipótesis donde se acepta la hipótesis alterna: Las geomallas biaxiales mejorará la subrasante de bajo valor de soporte califonia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020, concluyendo con el objetivo general: Mejorar la subrasante de bajo valor de soporte califonia de un pavimento flexible con geomallas biaxiales, Pucusana, 2020.

Se obtuvo que el CBR resulto el 3-5% siendo un suelo arena limosa, arcilla orgánicas e inorgánicas, arenas mal graduadas de finos por sus características físicas y mecánicas es considerado un suelo insuficiente e inestable de bajo valor de soporte que requiere de un mejoramiento donde se propuso mejorar la subrasante con geomallas biaxiales, y debido a su aporte estructural se obtuvo que mediante la geomalla MacGrid EBG 20 KN mejoró la subrasante de bajo valor de soporte de califonia en 45.00% y mediante la geomalla MacGrid EBG 30 KN mejoró en 60% , esto significa que por medio del geomalla biaxial el aporte es significativamente alto a la subrasante , proporcionando estabilidad , mejor rendimiento y una mejor distribución de esfuerzos generados por las cargas de servicio .

Se procesaron los datos obtenidos y se realizó el contraste de hipótesis donde se aceptó la hipótesis alterna: El coeficiente "LCR" incrementará la resistencia del número estructural del suelo aplicando la geomalla biaxial; concluyendo con el objetivo específico 01: Incrementar la resistencia del número estructural del suelo aplicando la geomalla biaxial mediante el coeficiente "LCR".

Se definió los valores abstractos del coeficiente "LCR" de las geomallas biaxiales Mac Grid EGB 20 Kn y 30 Kn , donde se obtuvo que para el CBR de 3.5 % el número estructural SN igual a 3.54 reflejando una baja capacidad de resistencia por el bajo valor de soporte a diferencia que por medio de la geomalla MacGrid EBG 20 KN se obtuvo un SN igual a 2.00 y con la geomalla MacGrid EBG 30 KN se obtuvo un SN igual a 1.79 teniendo un resultado positivo en el incremento de resistencia reflejado en el número estructural, generando beneficios como confinamiento de estructura , extiende la vida útil , mejora el rendimiento, aumenta el módulo de elasticidad por la alta resistencia con la geomalla biaxial por su resistencia a la deformacion

Finalmente se realizó el procesamiento de datos y contraste de hipótesis donde se acepta la hipótesis alterna: La reducción de los espesores optimizará el costo de ejecución mediante el uso de geomalla biaxial, concluyendo con el objetivo específico 2: Optimizar el costo de ejecución aplicando la geomalla biaxial por medio de la reducción de espesores.

Se obtuvo como resultados mediante el método tradicional, un espesor de mejoramiento de 40 cm, para un subbase de 20 cm y una base de 20 cm y mediante la geomallas biaxial MacGrid EBG 20 Kn y MacGrid EGB 30 Kn la capa de espesor de mejoramiento se redujo al 100%, debido a su alta resistencia a la tracción y en la estructura de pavimento se redujo en 5%, por ende en las partidas analizadas influye en la optimización de costo total. El ahorro para el tramo de estudio considerando las recomendaciones normativas, se concluye que con el uso de geomalla MacGrid EBG 20 KN optimiza el del costo total en un 10.00% y mediante la geomalla MacGrid EBG 30 KN el ahorro es de un 13.00% respecto diseño tradicional de pavimento flexible con mejoramiento de remplazo de material, se concluye que con la colocación de geomallas biaxiales se optimiza los costos de ejecución este ahorro es significativo durante la obra.

## **VII.RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar ensayos a las propiedades físicas mecánicas de la geomallas biaxiales para verificar sus aportes estructurales, debido a que es muy limitado la ficha técnica que proporciona las entidades proveedoras de este producto. Esto con la finalidad de mejorar el diseño de reforzamiento mediante geomallas biaxiales.

Para poder calcular el aporte estructural de las geomallas respecto al incremento del número estructural se recomienda realizar muestras y ser ensayas en el laboratorio donde se compruebe el incremento.

Se recomienda hacer una combinación de geosintéticos en la incorporación a un pavimento para mejores resultados lo que generaría una optimización en mayor rango del costo total y tiempo de ejecución, considerando que sea extenso el tramo en estudio.

## REFERENCIAS

### Tesis

KARI Benites, Maribel y OLORTEGUI Herrera, Jhonatan. Propuesta de diseño de pavimento flexible reforzado con Geomalla en la interfaz subrasante - subbase utilizando la metodología Giroud – Han, para mejorar el tramo de la carretera (vía). Trabajo de investigación (Para optar del Grado de Bachiller en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, 2019. 30pp.

Disponible:

[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626363/Kari\\_BM.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626363/Kari_BM.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

OREJON Estrada, Edward. Propuesta de mejoramiento de la subrasante e pavimentos flexibles usando las geomallas biaxiales en suelos de bajo valor de Soporte California-distrito de Ahuac. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Continental, 2018. 135pp.

Disponible: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5165>

HINOSTROZA Molina, Hinosgar. Diseño de Pavimento Flexible reforzado con Geomallas para la reducción de la estructura del Pavimento. Tesis (Titulo para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2018. 168 pp.

Disponible: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2784?show=full>

SÓCALA Saldarriaga, Marcos. Diseño y Análisis Comparativo de Costos de un Pavimento Flexible Según Metodología del AASHTO 93, y otro con Geomallas Biaxiales en el Sector Los Laureles del Distrito de El Porvenir – Trujillo- La Libertad. Tesis Titulo para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Privada Antenor Orrego., 2016. 88pp.

Disponible: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4451>

PALMA Fernandez, Fredy. Mejoramiento de la Subrasante utilizando Geomallas en la Avenida Los Insurgentes, Distrito de Chaupimarca-Pasco. Tesis (Titulo para optar

el Título Profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, 2015. 213pp.

Disponible: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/92>

AREVALO Suquitana, Fredy. Utilización de la Geomalla Biaxial en Diseño de Pavimento Flexible de la Carretera Pedro Carbo- La Estacada. Trabajo de Investigación (Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2016. 68pp.

Disponible: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/15332>

GAVILANES Bayas, Erick. Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. Tesis (Titulo para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador, 2015. 146pp.

Disponible: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2191>

PARRA Gómez, Manuel. Estabilización de un Suelo con Cal y Ceniza Volante. Trabajo de Investigación (Título del Trabajo de Grado). Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2018. 81pp.

Disponible: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/22856>

TAPIA Diez, Andrés, BARONA Fajardo, Fabricio e INGA Morán, Luis. Diseño de un pavimento utilizando geomallas en tramo de la carretera Bajada de Chanduy - Aguas Verdes – Pocito (absc. 2+920 hasta absc. 3+600). Tesis (Titulo para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Ecuador: Escuela Superior Politécnica Del Litoral, 2009. 93pp.

Disponible: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/8178>

HERNANDEZ Lara, Josué, MEJIA Ramírez, David y ZELAYA Amaya, Cesar. Propuesta de Estabilización de Suelos Arcillosos para su Aplicación en Pavimentos Rígidos en la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador. Tesis (Titulo para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil).El Salvador: Universidad de El Salvador, 2016.380pp.

Disponible:

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14342/1/50108285.pdf>

HERNANDEZ, Josué, MEJIA Ramírez, David y Zelaya Amaya, Cesar. (2016). Propuesta de Estabilización de Suelos Arcillosos para su Aplicación en Pavimentos Rígidos en la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador. Tesis (Título para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). El Salvador : Universidad de El Salvador, 2016. pág. 380.

Disponible:

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14342/>

### **Libros**

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación, 6 ta ed. McGraw-Hill Education, Mexico, 2014. 632pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0.

Disponible:

[https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)

HURTADO, Jacqueline. Como formular objetivos de investigación. Instituto Universitario de Tecnología “Jose Antonio Anzoategui”, Venezuela, [s.n]: 1-75pp. ,2005.

ISBN: 980-6306-36-8.

Disponible: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2015/10/Como-Formular-Objetivos-de-Investigacion-Hurtado-2005-1.pdf>

OROSCO, Fabián. Antecedentes de la investigación. Recursos en internet [en línea]. Lima.

Disponible :

<https://riofaponencias.files.wordpress.com/2012/04/antecedentes.pdf>.

ARIAS, Fidas. El proyecto de investigación. 6. Caracas, Venezuela : Episteme, 6ª ed.2012. 146 pp.

ISBN:980-07-8529-9

Disponible:

[https://issuu.com/fidasgerardoarias/docs/fidas\\_g.arias\\_el\\_proyecto\\_de\\_inv](https://issuu.com/fidasgerardoarias/docs/fidas_g.arias_el_proyecto_de_inv)

BAENA, Guillermina. Metodología de investigación. Grupo Editorial Patria. 3ª ed. 2017. 170pp.

ISBN: 978-607-744-748-1

Disponible:

[http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)

BERNAL Torres, Cesar Augusto. (2006). Metodología de la Investigación. Editorial Leticia Gaona Figueroa. Mexico : Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, 2006. (2).

Disponible:

<https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

FOLGUERIAS Bertomeu, Pilar. La entrevista. Técnica de recogida de información. Universidad de Barcelona, España. 2016. 11p.

Disponible: <https://www.recercat.cat/handle/2072/262207>

GUTIERREZ, Daniel Santillán. Materiales geosintéticos: la estabilización de terreno. Conama10. Tecoma .S.A. 22p.2010.

Disponible:<http://www.conama10.conama.org/conama10/download/files/CT%2010/1335416312.pdf>



## Revistas

JUNCO, Juan y TEJEDA, Eduardo. Chemical additive obtained from quaternary salts used for soil stabilization of road subgrade clay, Cuba . Revista de Arquitectura e Ingeniería de Cuba, 5, (2): 1-21, 2011.

ISSN: 1990-8830

Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/1939/193921394002.pdf>

QUINTANA, Alberto. Planteamiento del problema de investigación: errores de la lectura superficial de libros de texto de metodología. Revista de investigación en Psicología Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, 11, (1):239-253, 2008

ISSN: 1609 – 7475.

Disponible:

<file:///C:/Users/tolentino/Downloads/Dialnet-PlanteamientoDelProblema-2747363.pdf>

CHAVERRI, Diego. Delimitación y justificación de problemas de investigación en ciencias sociales. Revista Ciencias Sociales Universidad de Costa Rica, 3, (157): 185-193, 2017.

ISSN: 0482-5276.

Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/153/15354681012.pdf>

VARGAS, Zoila . La investigacion aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Universidad de Costa Rica : s.n.Revista Educación, 33(1): 155-165, 2009.

ISSN: 0379-7082

Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

TAKAKUWA, Rita y LAO LI, Tania. Análisis de confiabilidad y validez de un instrumento de medición de la sociedad del conocimiento y su independencia en las tecnologías de la información y comunicación. Revista de Iniciación científica, 2, (2), 2016.

ISSN : 2412-0464

Disponible: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1249>

Grupo TDM. Pavimentación Centro Comercial Carnaval. Revista Grupo TDM, Barranquilla, Colombia, [s.n]: 1-2, 2018.

Disponible: <http://www.tdm.com.pe/soluciones-pavimentacion-estabilizacion-y-refuerzo-de-vias.php>

Grupo, TDM. Pavimentación Calles Bello Horizonte. Revista Grupo TDM, Loreto, Perú, 1-2pp, 2017.

Disponible: <http://www.tdm.com.pe/products-geosinteticos-geomallas.php>

Grupo TDM. Pavimentación Estabilización y Refuerzo de Vías, Callao, Lima, Perú [s.n]:1-2pp, 2012.

Disponible: <http://www.tdm.com.pe/soluciones-pavimentacion-imprimacion-asfaltica.php>

Tex DELTA. Geomallas para el refuerzo de la estructura del pavimento flexible. [En línea]

Disponible:

<https://texdelta.com/blog/geomallas-para-el-refuerzo-de-la-estructura-del-pavimento-flexible/>.

CIDELSA . Geomallas Cidelsa. (2015). Lima ,Peru, 2015, 4pp. [en línea].

Disponible:

[https://www.cidelsa.com/media/prod\\_brochure\\_2/Diptic\\_geomalla\\_2015.pdf](https://www.cidelsa.com/media/prod_brochure_2/Diptic_geomalla_2015.pdf).

PAVCO.Geosistemas- Ingenia mejor Ingenieria. Lima, Peru : 2012, 2pp. [en línea].

Disponible:

[http://www.geosoftpavco.com/fichastecnicas/Geomalla%20Biaxial\\_Ficha\\_Julio24\\_10.pdf](http://www.geosoftpavco.com/fichastecnicas/Geomalla%20Biaxial_Ficha_Julio24_10.pdf).

MACCAFERRI, Geosisteticos. Lima, Peru : 2018 [en línea].

Disponible:

[https://www.maccaferri.com/br/es/peru/?gclid=CjwKCAiAr6-ABhAfEiwADO4sfXLjtatSUfE7YD61kHMirOeq2uXKlqkPZ7VKSfKZVuYj4BRlao3qihoC7P4QAvD\\_BwE](https://www.maccaferri.com/br/es/peru/?gclid=CjwKCAiAr6-ABhAfEiwADO4sfXLjtatSUfE7YD61kHMirOeq2uXKlqkPZ7VKSfKZVuYj4BRlao3qihoC7P4QAvD_BwE)

Instituto Geofísico del Perú. Zonificación Sísmico-Geotécnica. Lima, [s.n]: 2010.53pp.

Disponible:

<https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/1194/Informe%20Chaclacayo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PALMA, Ismael. Stabilization and reinforcement on roads with Biaxial Geogrids. Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica, Cancún [s.n]:2012. 5pp.

Disponible:

[https://www.smig.org.mx/admArticulos/eventos/1\\_Reunion\\_Cancun/2\\_XXVI\\_Reunion\\_Nacional/5\\_Vias\\_terrestres/I4PAGI\\_1.pdf](https://www.smig.org.mx/admArticulos/eventos/1_Reunion_Cancun/2_XXVI_Reunion_Nacional/5_Vias_terrestres/I4PAGI_1.pdf)

MUNICIPALIDAD, Distrital de Pucusana. Creación del servicio de protección contra inundaciones en los sectores del Bosque, El Pino, Fundo Colorado y todo Pucusana, distrito de Pucusana, Lima – Lima. Lima, [s.n]: 2015.110pp.

Disponible:<https://es.scribd.com/document/407568799/PIP-RIO-PUCUSANA-docx>

OROSCO, Fabián. Antecedentes de la investigación. Recursos en internet [en línea].Lima.

Disponible:

<https://riofaponencias.files.wordpress.com/2012/04/antecedentes.pdf>

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. International Journal of Morphology.(35), 1, 227-232 pp.

ISSN: 007-9502

Disponible: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>.

TOLEDO, Neftalí. Población y muestra. Mexico: Universidad Autónoma del Estado de México, 67pp.

Disponible: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/63099/secme-26877.pdf;jsessionid=29672734DFCD0108B31026C82CA6DC83?sequence=1>

CORRAL, Yadira. Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. Revista ciencias de la educación, (19), 2009, 229-247pp. ISSN 1316-5917

Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5362681>

## **Normas**

Ministerio, Transportes y Comunicaciones .Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima, [s.n]: 2014. 281pp.

Disponible:

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)

Primer Boletín N° 281/29- Junio-2007. Recursos internet [en línea]. Lima. Boletín de emergencias.

Disponible:

<https://www.mindef.gob.pe/informacion/documentos/BOLETIN%20INFORMATIVO>.

Ministerio, Transportes y Comunicaciones .Manual Ensayo de Materiales, Lima, [s.n]:2016. 1269pp.

Disponible:

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

## **ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

<b>Variable independiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
Geomallas Biaxiales	“Las geomallas Biaxiales son estructuras bidimensionales fabricadas de polipropileno, químicamente inertes y con características uniformes y homogéneas, producidas mediante un proceso de extrusión y luego estiradas longitudinal y transversalmente” (Amanco, 2018, p.4)	Debido a que el suelo es de bajo CB se determina que mediante el aporte estructural del coeficiente “LCR” se mejorara la subrasante, incrementa el número estructural (SN) que por ende en comparación de un diseño tradicional de pavimento reduce espesores y optimiza costo de ejecución.	Refuerzo estructural geomalla	Coeficiente “LCR”	Numero abstracto
			Beneficio económico	Costo Material	Soles (S/.)
<b>Variable dependiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
Subrasante de bajo CBR	“Este tipo de suelos se caracteriza por su baja permeabilidad, al dificultar el paso por el agua por el reducido tamaño de sus poros y su alta comprensibilidad; tan es así que los suelos arcilloso, limosos e incluso arenosos” (Bañon & Bahía, s.f, p.4).	Se realizaron calicatas en campo de acuerdo al tipo de vía , se tomó 6 muestras de suelo que serán llevadas al laboratorio para realizar el ensayo de granulometría, contenido de humedad límites de consistencia , Proctor y CBR con la finalidad de determinar la calidad del suelo	Capacidad de resistencia del suelo natural	Granulometría Contenido de humedad Límites de consistencia Proctor Modificado CBR	SUCS-AASHTO (%) (%) (%) (%)

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Matriz de consistencia.

Título: “Geomallas biaxiales para mejorar subrasante de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020”



PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p><b>PROBLEMA PRINCIPAL</b></p> <p>¿Cómo las geomallas biaxiales mejoraría la subrasante de bajo valor de soporte california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020?</p>	<p><b>OBJETIVO PRINCIPAL</b></p> <p>Mejorar la subrasante de bajo valor de soporte california de un pavimento flexible con geomallas biaxiales, Pucusana, 2020.</p>	<p><b>HIPÓTESIS PRINCIPAL</b></p> <p>Las geomallas biaxiales mejorará la subrasante de bajo valor de soporte california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020.</p>	<p>V .I: Geomallas biaxiales</p> <p>V.D: Subrasante de bajo CBR</p>	<p>Refuerzo estructural</p> <p>Beneficio económico</p> <p>Capacidad de resistencia del suelo natural</p>	<p>Coefficiente LCR</p> <p>Costo Material</p> <p>Granulometría</p> <p>Contenido de humedad (%)</p> <p>Límites de consistencia (%)</p> <p>Proctor (%)</p> <p>CBR (%)</p>	<p><b>METODO :</b> Lógico-deductivo</p> <p><b>TIPO :</b> Aplicada</p> <p><b>NIVEL:</b> Descriptivo-Explicativo</p> <p><b>ENFOQUE:</b> Cuantitativo</p> <p><b>DISEÑO :</b> No experimental</p> <p><b>POBLACION:</b> Pavimentos flexibles con subrasante de bajo CBR.</p> <p><b>MUESTRA:</b> 3.00 kilómetros</p> <p><b>TECNICAS PARA OBTENCION DE DATOS:</b> Observación Revisión de documentos Encuestas</p> <p><b>TECNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS</b> Uso de herramientas tecnológicas (Excel, AutoCAD, Civil 3D, S10, Minitab, AASHTO 93)</p>
<p><b>PROBLEMA ESPECIFICO N° 1</b></p> <p>¿Con el coeficiente “LCR” incrementaría la resistencia del número estructural del suelo aplicando las geomalla biaxial?</p>	<p><b>OBJETIVO ESPECIFICO N° 1</b></p> <p>Incrementar la resistencia del número estructural del suelo aplicando la geomalla biaxial mediante el coeficiente “LCR”.</p>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICO N° 1</b></p> <p>El coeficiente “LCR” incrementara la resistencia del número estructural del suelo aplicando la geomalla biaxial.</p>	<p>V .I: Coeficiente LCR</p> <p>V.D: Numero estructural</p>	<p>Refuerzo estructural</p> <p>Estructura de pavimento flexible</p>	<p>Numero adimensional</p> <p>Altura</p>	<p><b>POBLACION:</b> Pavimentos flexibles con subrasante de bajo CBR.</p> <p><b>MUESTRA:</b> 3.00 kilómetros</p> <p><b>TECNICAS PARA OBTENCION DE DATOS:</b> Observación Revisión de documentos Encuestas</p> <p><b>TECNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS</b> Uso de herramientas tecnológicas (Excel, AutoCAD, Civil 3D, S10, Minitab, AASHTO 93)</p>
<p><b>PROBLEMA ESPECIFICO N° 2</b></p> <p>¿Con la reducción de espesores se optimizaría el costo de ejecución aplicando la geomalla biaxial?</p>	<p><b>OBJETIVO ESPECIFICO N° 2</b></p> <p>Optimizar el costo de ejecución aplicando la geomalla biaxial por medio de la reducción de espesores.</p>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICO N° 2</b></p> <p>La reducción de los espesores optimizará el costo de ejecución mediante el uso de geomalla biaxial.</p>	<p>V .I: Reducción de espesores</p> <p>V.D: Costo de ejecución</p>	<p>Capas</p> <p>Presupuesto</p>	<p>Cm o pulg</p> <p>Monetario (S/.)</p>	<p><b>POBLACION:</b> Pavimentos flexibles con subrasante de bajo CBR.</p> <p><b>MUESTRA:</b> 3.00 kilómetros</p> <p><b>TECNICAS PARA OBTENCION DE DATOS:</b> Observación Revisión de documentos Encuestas</p> <p><b>TECNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS</b> Uso de herramientas tecnológicas (Excel, AutoCAD, Civil 3D, S10, Minitab, AASHTO 93)</p>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Resultados de Ensayo de Mecánica de Suelos.



SOLICITA	Bach. Katherin Tolentino Hipolo		
TESIS	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califorma de un pavimento flexible, Pucusana, 2020		
LUGAR	PUCUSANA – PROVINCIA DE LIMA - LIMA	NIVEL FREÁTICO (m)	No Presenta
FECHA	06-11-20	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C-1	TAMANO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Gráfico	En Mts.	Muestra	Densidad	
LC		0.05			De -0.00 a -0.05 m. <b>Carpeta Asfáltica</b> , deteriorada
R		0.40			De -0.05 a -0.40 m. <b>Material de relleno</b> , seleccionado (afirmado) * <b>Color:</b> marrón claro. * <b>Compacidad:</b> compacto. * <b>Estado:</b> de ligera humedad. * <b>Plasticidad:</b> no plástico.
ML		1.00	M-1		De -0.40 a -1.00 m. <b>Limo inorgánico</b> * <b>Color:</b> beige claro. * <b>Compacidad:</b> semicompacto. * <b>Estado:</b> de baja humedad. * <b>Plasticidad:</b> de baja plasticidad.
SP		1.50	M-2		De -1.00 a -1.50 m. <b>Arena pobremente graduada</b> * <b>Color:</b> beige claro. * <b>Compacidad:</b> semicompacto. * <b>Estado:</b> de baja humedad. * <b>Plasticidad:</b> no plástico. * Presenta arenas de grano y textura fina.

*Franklin Raul Gomez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831





SOLICITA	Bach. Katherin Tolentino Hipolo		
PROYECTO	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califomia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020		
LUGAR	PUCUSANA – PROVINCIA DE LIMA - LIMA	NIVEL FREÁTICO (m)	No Presenta
FECHA	06-11-20	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C-2	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Simbolo	Gráfico	En Mts.	Muestra	Densidad	
R		0.35			De -0.05 a -0.35 m. <b>Material de relleno</b> , seleccionado (afirmado) <ul style="list-style-type: none"> <li>* <b>Color:</b> marrón claro.</li> <li>* <b>Compacidad:</b> compacto.</li> <li>* <b>Estado:</b> de ligera humedad.</li> <li>* <b>Plasticidad:</b> no plástico.</li> </ul>
CL		1.30	M-1		De -0.35 a -1.30 m. <b>Arcilla inorgánica</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>* <b>Color:</b> marrón claro.</li> <li>* <b>Compacidad:</b> semicompacto.</li> <li>* <b>Estado:</b> húmedo.</li> <li>* <b>Plasticidad:</b> de mediana plasticidad.</li> </ul>
SP-SM		1.50	M-1		De -1.30 a -1.50 m. <b>Arena pobremente graduada con limos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>* <b>Color:</b> beige oscuro.</li> <li>* <b>Compacidad:</b> semicompacto.</li> <li>* <b>Estado:</b> medianamente húmedo a húmedo.</li> <li>* <b>Plasticidad:</b> no plástico.</li> <li>* Presenta gravillas aisladas.</li> </ul>

*Franklin Rajul Gomez Sapallanay*  
 FRANKLIN RAJUL  
 GOMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 Reg. CIP N° 137631



<b>SOLICITA</b>	Bach. Katherin Tolentino Hipolo		
<b>PROYECTO</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califorma de un pavimento flexible, Pucusana, 2020		
<b>LUGAR</b>	PUCUSANA – PROVINCIA DE LIMA - LIMA	<b>NIVEL FREÁTICO (m)</b>	No Presenta
<b>FECHA</b>	06-11-20	<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b>	Cielo abierto
<b>CALICATA</b>	C-3	<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b>	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Gráfico	En Mts.	Muestra	Densidad	
R		0.35			De -0.05 a -0.35 m. <b>Material de relleno</b> , seleccionado (afirmado) * <b>Color:</b> marrón claro. * <b>Compacidad:</b> compacto. * <b>Estado:</b> de ligera humedad. * <b>Plasticidad:</b> no plástico.
CL		1.00	M-1		De -0.35 a -1.00 m. <b>Arcilla inorgánica</b> * <b>Color:</b> marrón claro. * <b>Compacidad:</b> semicompacto. * <b>Estado:</b> húmedo. * <b>Plasticidad:</b> de mediana plasticidad.
ML		1.50	M-2		De -1.00 a -1.50 m. <b>Limo orgánico</b> * <b>Color:</b> beige oscuro. * <b>Compacidad:</b> semicompacto. * <b>Estado:</b> húmedo. * <b>Plasticidad:</b> de baja plasticidad.

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



SOLICITA	Bach. Katherin Tolentino Hipolo		
PROYECTO	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020		
LUGAR	PUCUSANA – PROVINCIA DE LIMA - LIMA	NIVEL FREÁTICO (m)	No Presenta
FECHA	06-11-20	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C-4	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Gráfico	En Mts.	Muestra	Densidad	
LC		0.05			De -0.00 a -0.05 m. <b>Carpeta Asfáltica</b> , deteriorada
R		0.15			De -0.05 a -0.15 m. <b>Material de relleno</b> , seleccionado (afirmado) * <b>Color:</b> marrón claro. * <b>Compacidad:</b> compacto. * <b>Estado:</b> de ligera humedad. * <b>Plasticidad:</b> no plástico.
SM		1.10	M-1		De -0.15 a -1.10 m. <b>Arena limosa</b> * <b>Color:</b> beige claro. * <b>Compacidad:</b> semicompacto. * <b>Estado:</b> húmedo. * <b>Plasticidad:</b> no plástico.
CL		1.50	M-2		De -1.00 a -1.50 m. <b>Arcilla inorgánica</b> * <b>Color:</b> marrón rojizo. * <b>Compacidad:</b> semiblando. * <b>Estado:</b> húmedo. * <b>Plasticidad:</b> de mediana plasticidad.

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137631

SOLICITA	Bach. Katherin Tolentino Hipolo
----------	---------------------------------



PROYECTO	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califonia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020		
LUGAR	PUCUSANA – PROVINCIA DE LIMA - LIMA	NIVEL FREÁTICO (m)	No Presenta
FECHA	06-11-20	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C-5	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Gráfico	En Mts.	Muestra	Densidad	
R		0.15			De -0.05 a -0.15 m. <b>Material de relleno</b> , seleccionado (afirmado) * <b>Color:</b> marrón claro. * <b>Compacidad:</b> compacto. * <b>Estado:</b> de ligera humedad. * <b>Plasticidad:</b> no plástico.
SM		1.00	M-1		De -0.15 a -1.50 m. <b>Arena limosa</b> * <b>Color:</b> beige oscuro. * <b>Compacidad:</b> semicompacto. * <b>Estado:</b> medianamente húmedo a húmedo. * <b>Plasticidad:</b> no plástico. * Presenta gravillas aisladas.

PROYECTO	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califonia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020		
LUGAR	PUCUSANA – PROVINCIA DE LIMA - LIMA	NIVEL FREÁTICO (m)	No Presenta
FECHA	06-11-20	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C-6	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Gráfico	En Mts.	Muestra	Densidad	
R		0.35			De -0.05 a -0.35 m. <b>Material de relleno</b> , seleccionado (afirmado) * <b>Color:</b> marrón claro. * <b>Compacidad:</b> compacto. * <b>Estado:</b> de ligera humedad. * <b>Plasticidad:</b> no plástico.
SM		1.00	M-1		De -0.15 a -1.50 m. <b>Arena limosa</b> * <b>Color:</b> marrón oscuro. * <b>Compacidad:</b> semicompacto. * <b>Estado:</b> medianamente húmedo a húmedo. * <b>Plasticidad:</b> no plástico. * Presenta gravillas aisladas.

*Franklin Paul*  
FRANKLIN PAUL  
INGENIERO EN SUELOS  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

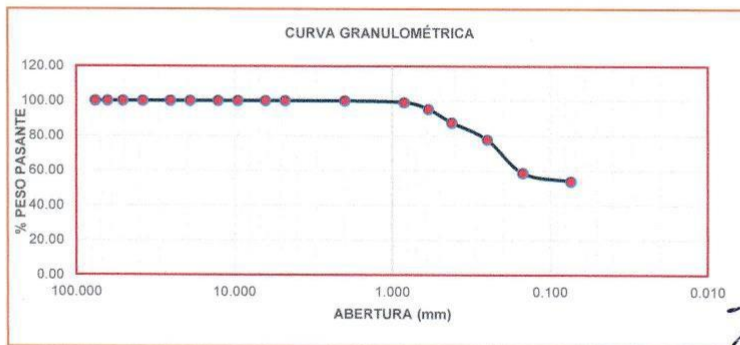


**ENSAYO** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422  
**NOMBRE DE LA TESIS** Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de calificación de un pavimento flexible, Pucusana, 2020  
**SOLICITANTE** Bach. Katherin Tolentino Hipolo  
**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA** C-1 (M-1) **PROCEDENCIA** Via de ingreso a Pucusana, Lima, Lima  
**FECHA DE RECIBO** 24/10/2020 **FECHA DE ENSAYO** 28/10/2020

PESO SECO INICIAL	229.97 g
PESO SECO FINAL	115.56 g
PESO LAVADO	114.41 g

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% PESO RETENIDO	% PESO ACUMULADO	% PESO PASANTE
3"	76.200	0.00	0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.840	2.19	0.95	0.95	99.05
30	0.590	8.86	3.85	4.80	95.20
40	0.420	17.51	7.61	12.42	87.58
60	0.250	22.40	9.74	22.16	77.84
100	0.149	44.29	19.26	41.41	58.59
200	0.074	10.94	4.76	46.17	53.83
Fondo		123.79	53.83	100.00	0.00

<b>Humedad (%)</b>	4.22
<b>Límite Líquido</b>	24.18
<b>Límite Plástico</b>	20.80
<b>Índice de Plasticidad</b>	3.38



TIPO DE SUELO - SUCS  
ML

TIPO DE SUELO - AASHTO

*Franklin Rangel*  
**FRANKLIN RANGEL**  
**GOMEZ SAPALLANAY**  
**INGENIERO CIVIL**  
**ESPECIALISTA EN SUELOS**  
**Reg. CIP N° 137831**



ENSAYO  
NOMBRE DE LA TESIS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

SOLICITANTE  
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA  
FECHA DE RECIBO

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

C-1 (M-2)

PROCEDECIA

Via de ingreso a Pucusana, Lima, Lima

24/10/2020

FECHA DE ENSAYO

30/10/2020

PESO SECO INICIAL	274.35 g
PESO SECO FINAL	270.86 g
PESO LAVADO	3.48 g

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% PESO RETENIDO	% PESO ACUMULADO	% PESO PASANTE
3"	76.200	0.00	0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00
30	0.590	3.38	1.23	1.23	98.77
40	0.420	10.88	3.96	5.20	94.80
60	0.250	76.45	27.87	33.06	66.94
100	0.149	150.48	54.85	87.91	12.09
200	0.074	29.67	10.82	98.73	1.27
Fondo		3.48	1.27	100.00	0.00

Humedad (%)

1.52

Límite Líquido

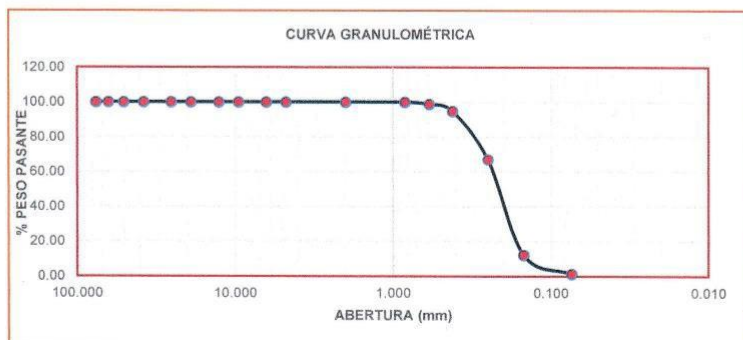
N.P.

Límite Plástico

N.P.

Índice de Plasticidad

N.P.



TIPO DE SUELO - SUCS

SP

TIPO DE SUELO - AASHTO

A-3 (0)

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



ENSAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

NOMBRE DE LA TESIS

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de calificación de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

SOLICITANTE

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

C-2 (M-1)

PROCEDECENCIA

Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima

FECHA DE RECIBO

24/10/2020

FECHA DE ENSAYO

28/10/2020

PESO SECO INICIAL	350.24 g
PESO SECO FINAL	65.48 g
PESO LAVADO	284.76 g

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% PESO RETENIDO	% PESO ACUMULADO	% PESO PASANTE
3"	76.200	0.00	0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.840	2.67	0.76	0.76	99.24
30	0.590	6.48	1.85	2.61	97.39
40	0.420	9.77	2.79	5.40	94.60
60	0.250	13.67	3.90	9.30	90.70
100	0.149	22.10	6.31	15.61	84.39
200	0.074	10.79	3.08	18.70	81.30
Fondo		284.76	81.30	100.00	0.00

Humedad (%)

21.22

Límite Líquido

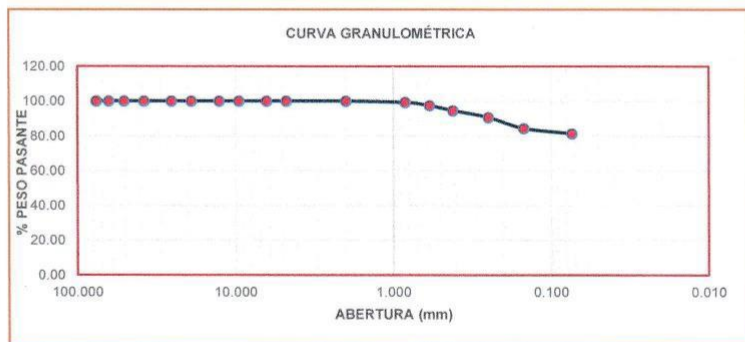
32.15

Límite Plástico

20.88

Índice de Plasticidad

11.27



TIPO DE SUELO - SUCS

CL

TIPO DE SUELO - AASHTO

A-6 (8)

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
 FRANKLIN RAÚL  
 GÓMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 Reg. CIP N° 137831



**ENSAYO**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

**NOMBRE DE LA TESIS**

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

**SOLICITANTE**

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA**

C-2 (M-2) PROCEDENCIA Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima

**FECHA DE RECIBO**

24/10/2020 FECHA DE ENSAYO 30/10/2020

PESO SECO INICIAL	372.69 g
PESO SECO FINAL	348.49 g
PESO LAVADO	24.21 g

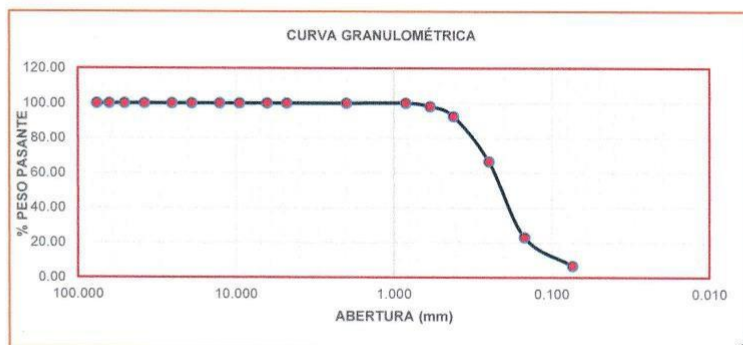
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% PESO RETENIDO	% PESO ACUMULADO	% PESO PASANTE
3"	76.200	0.00	0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00
30	0.590	7.15	1.92	1.92	98.08
40	0.420	20.97	5.63	7.55	92.45
60	0.250	96.73	25.95	33.50	66.50
100	0.149	161.99	43.47	76.97	23.03
200	0.074	61.64	16.54	93.51	6.49
Fondo		24.21	6.49	100.00	0.00

Humedad (%)  
7.35

Límite Líquido  
N.P.

Límite Plástico  
N.P.

Índice de Plasticidad  
N.P.



TIPO DE SUELO - SUCS  
SP-SM

TIPO DE SUELO - AASHTO  
A-3 (0)

*Franklin Rangel*  
FRANKLIN RANGEL  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831





ENSAYO  
NOMBRE DE LA TESIS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422  
Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

SOLICITANTE  
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA  
FECHA DE RECIBO

Bach. Katherin Tolentino Hipolo  
C-3 (M-1)      PROCEDENCIA      Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima  
24/10/2020      FECHA DE ENSAYO      28/10/2020

PESO SECO INICIAL	291.87 g
PESO SECO FINAL	41.64 g
PESO LAVADO	250.23 g

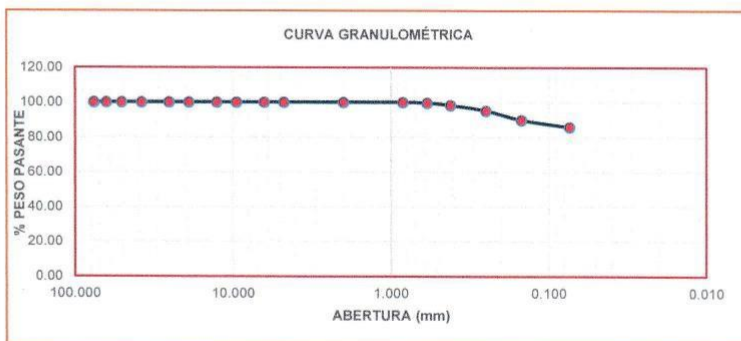
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% PESO RETENIDO	% PESO ACUMULADO	% PESO PASANTE
3"	76.200	0.00	0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00
30	0.590	1.22	0.42	0.42	99.58
40	0.420	3.85	1.32	1.74	98.26
60	0.250	9.12	3.12	4.86	95.14
100	0.149	15.51	5.31	10.18	89.82
200	0.074	11.94	4.09	14.27	85.73
Fondo		250.23	85.73	100.00	0.00

Humedad (%)  
18.33

Límite Líquido  
35.17

Límite Plástico  
21.71

Índice de Plasticidad  
13.46



TIPO DE SUELO - SUCS  
CL

TIPO DE SUELO - AASHTO  
A-6 (11)

*Francisco Gomez*  
FRANKLIN RAEL  
GOMEZ SARALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



ENSAYO  
NOMBRE DE LA TESIS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422  
Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

SOLICITANTE  
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA  
FECHA DE RECIBO

Bach. Katherin Tolentino Hipolo  
C-3 (M-2) PROCEDENCIA Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima  
FECHA DE ENSAYO 30/10/2020

PESO SECO INICIAL	405.53 g
PESO SECO FINAL	154.96 g
PESO LAVADO	250.57 g

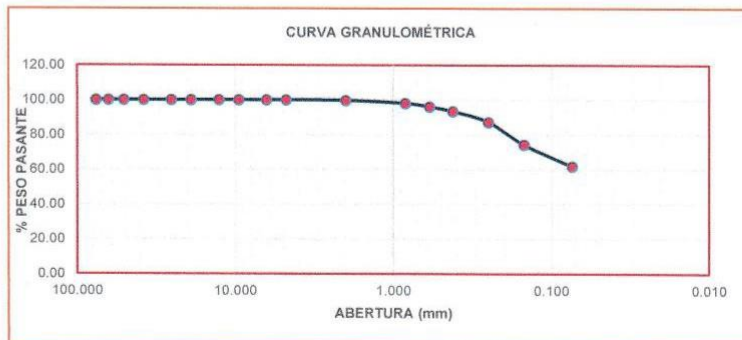
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% PESO RETENIDO	% PESO ACUMULADO	% PESO PASANTE
3"	76.200	0.00	0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	1.22	0.30	0.30	99.70
20	0.840	6.78	1.67	1.97	98.03
30	0.590	7.91	1.95	3.93	96.07
40	0.420	10.74	2.65	6.57	93.43
60	0.250	24.87	6.13	12.71	87.29
100	0.149	52.56	12.96	25.67	74.33
200	0.074	50.87	12.54	38.21	61.79
Fondo		250.57	61.79	100.00	0.00

Humedad (%)  
15.14

Límite Líquido  
27.47

Límite Plástico  
23.61

Índice de Plasticidad  
3.86



TIPO DE SUELO - SUCS  
ML

TIPO DE SUELO - AASHTO  
A-4 (1)

*Franklin Raúl Comez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
COMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



ENSAYO  
NOMBRE DE LA TESIS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

SOLICITANTE  
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

FECHA DE RECIBO

C-4 (M-1)  
24/10/2020

PROCEDENCIA  
FECHA DE ENSAYO

Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima  
02/11/2020

PESO SECO INICIAL	471.32 g
PESO SECO FINAL	388.39 g
PESO LAVADO	82.94 g

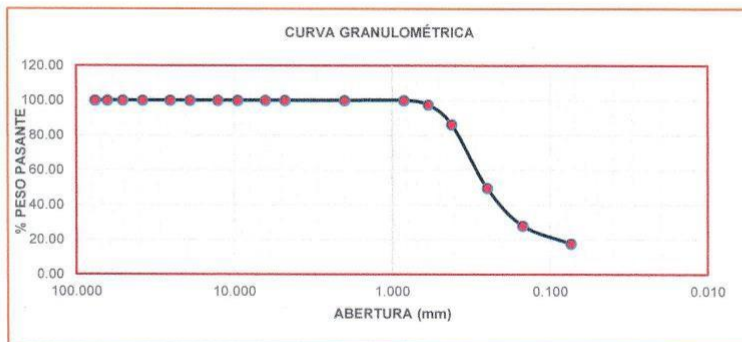
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% PESO RETENIDO	% PESO ACUMULADO	% PESO PASANTE
3"	76.200	0.00	0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00
30	0.590	12.31	2.61	2.61	97.39
40	0.420	52.60	11.16	13.77	86.23
60	0.250	172.77	36.66	50.43	49.57
100	0.149	101.65	21.57	72.00	28.00
200	0.074	49.05	10.41	82.40	17.60
Fondo		82.94	17.60	100.00	0.00

Humedad (%)  
11.26

Limite Líquido  
N.P.

Limite Plástico  
N.P.

Índice de Plasticidad  
N.P.



TIPO DE SUELO - SUCS  
SM

TIPO DE SUELO - AASHTO  
A-2-4 (0)

*Franklin R. Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN R. GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137631



ENSAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

NOMBRE DE LA TESIS

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

SOLICITANTE

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

C-4 (M-2)

PROCEDENCIA

Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima

FECHA DE RECIBO

24/10/2020

FECHA DE ENSAYO

30/10/2020

PESO SECO INICIAL	288.36 g
PESO SECO FINAL	7.68 g
PESO LAVADO	280.68 g

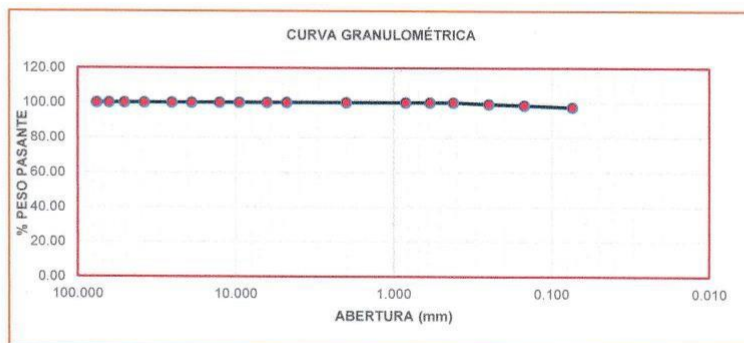
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% PESO RETENIDO	% PESO ACUMULADO	% PESO PASANTE
3"	76.200	0.00	0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00
30	0.590	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.420	0.00	0.00	0.00	100.00
60	0.250	2.52	0.87	0.87	99.13
100	0.149	1.80	0.62	1.50	98.50
200	0.074	3.36	1.17	2.66	97.34
Fondo		280.68	97.34	100.00	0.00

Humedad (%)  
25.99

Límite Líquido  
46.59

Límite Plástico  
25.24

Índice de Plasticidad  
21.35



TIPO DE SUELO - SUCS  
CL

TIPO DE SUELO - AASHTO  
A-7-6 (24)

*Franklin Raul...*  
FRANKLIN RAUL...  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



ENSAYO  
NOMBRE DE LA TESIS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

SOLICITANTE  
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA  
FECHA DE RECIBO

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

C-5 (M-1)

PROCEDECENCIA

Via de ingreso a Pucusana, Lima, Lima

FECHA DE ENSAYO

02/11/2020

PESO SECO INICIAL	335.24 g
PESO SECO FINAL	282.88 g
PESO LAVADO	52.35 g

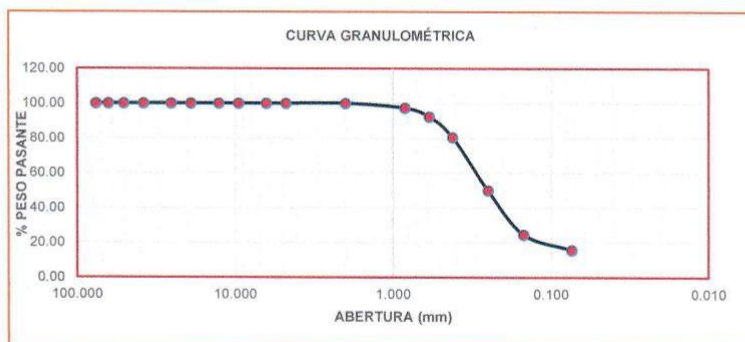
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% PESO RETENIDO	% PESO ACUMULADO	% PESO PASANTE
3"	76.200	0.00	0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.840	9.20	2.74	2.74	97.26
30	0.590	16.51	4.93	7.67	92.33
40	0.420	39.61	11.81	19.48	80.52
60	0.250	102.72	30.64	50.12	49.88
100	0.149	85.06	25.37	75.50	24.50
200	0.074	29.78	8.88	84.38	15.62
Fondo		52.35	15.62	100.00	0.00

Humedad (%)  
7.73

Límite Líquido  
N.P.

Límite Plástico  
N.P.

Índice de Plasticidad  
N.P.



TIPO DE SUELO - SUCS  
SM

TIPO DE SUELO - AASHTO  
A-2-4 (0)

*Franklin Ralk*  
FRANKLIN RALK  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



ENSAYO  
NOMBRE DE LA TESIS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

SOLICITANTE  
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

FECHA DE RECIBO

C-6 (M-1)

PROCEDENCIA

Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima

FECHA DE ENSAYO

02/11/2020

PESO SECO INICIAL	344.20 g
PESO SECO FINAL	263.43 g
PESO LAVADO	80.77 g

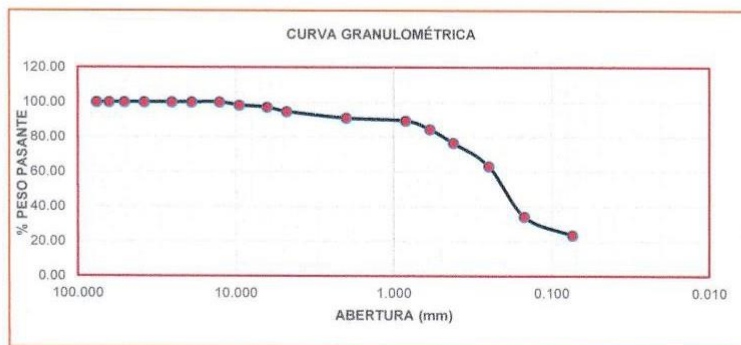
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% PESO RETENIDO	% PESO ACUMULADO	% PESO PASANTE
3"	76.200	0.00	0.00	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	6.25	1.82	1.82	98.18
1/4"	6.350	3.90	1.13	2.95	97.05
4	4.760	8.51	2.47	5.42	94.58
10	2.000	12.81	3.72	9.14	90.86
20	0.840	5.64	1.64	10.78	89.22
30	0.590	16.71	4.85	15.63	84.37
40	0.420	26.96	7.83	23.47	76.53
60	0.250	45.92	13.34	36.81	63.19
100	0.149	99.73	28.98	65.78	34.22
200	0.074	37.00	10.75	76.53	23.47
Fondo		80.77	23.47	100.00	0.00

Humedad (%)  
9.05

Limite Líquido  
N.P.

Limite Plástico  
N.P.

Índice de Plasticidad  
N.P.



TIPO DE SUELO - SUCS  
SM

TIPO DE SUELO - AASHTO  
A-2-4 (0)

*Franklin Rangel*  
FRANKLIN RANGEL  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 157831



**ENSAYOS**

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS - ASTM D2216  
LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318

**NOMBRE DE LA TESIS**

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de californiana de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

**SOLICITANTE**

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA**

C-1

**PROCEDENCIA**

Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima

**FECHA DE RECIBO**

24/10/2020

**FECHA DE ENSAYO**

28/10/2020

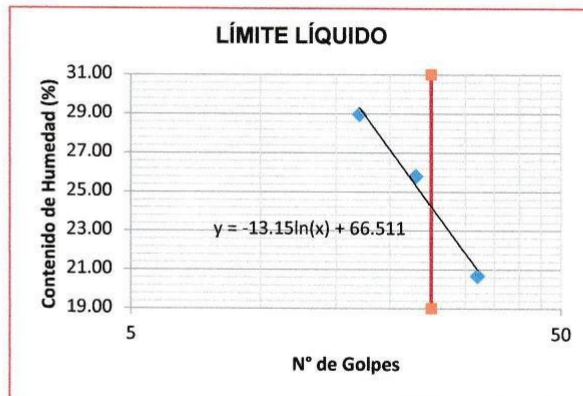
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS - ASTM D2216**

	N-03	N-05
Peso de recipiente (g)	345.78	336.45
Peso recipiente + muestra húmeda (g)	604.31	597.27
Peso recipiente + muestra seca (g)	594.01	586.52
Peso de agua (g)	10.30	10.75
Peso de muestra seca (g)	248.23	250.07
Humedad (%)	4.15	4.30
Humedad promedio (%)	4.22	

HUMEDAD (%)
4.22

**LÍMITES DE CONSISTENCIA (LÍQUIDO Y PLÁSTICO) - ASTM D4318**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1-E	5-B	6-E	3-C	4
Cápsula	1-E	5-B	6-E	3-C	4
Peso de cápsula (g)	29.27	29.32	29.31	29.00	28.77
Peso de cápsula + M. Húmeda (g)	40.59	42.63	40.66	38.43	39.32
Peso de cápsula + M. Seca (g)	38.65	39.9	38.11	36.80	37.51
Peso de agua (g)	1.94	2.73	2.55	1.63	1.81
Peso de M. Seca (g)	9.38	10.58	8.8	7.8	8.74
Contenido de Humedad (%)	20.68	25.80	28.98	20.90	20.71
N° de Golpes	32	23	17		
Promedio Humedad (%)	24.18			20.80	



L.L.	24.18
L.P.	20.80
I.P.	3.38

*Franklin Rajal*  
FRANKLIN RAJAL  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



**ENSAYOS**

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS - ASTM D2216

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318

**NOMBRE DE LA TESIS**

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

**SOLICITANTE**

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA**

C-2

**PROCEDENCIA**

Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima

**FECHA DE RECIBO**

24/10/2020

**FECHA DE ENSAYO**

28/10/2020

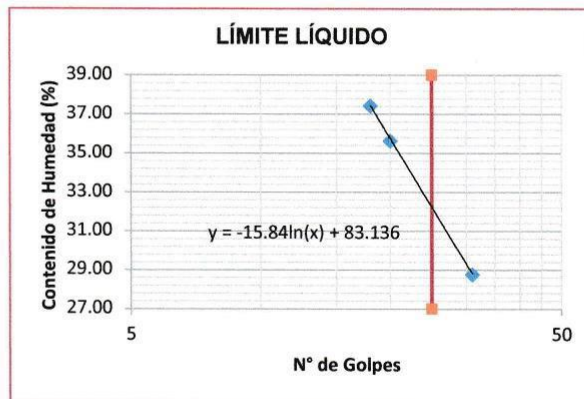
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS - ASTM D2216**

	N-01	N-04
Peso de recipiente (g)	325.41	322.44
Peso recipiente + muestra húmeda (g)	602.32	600.49
Peso recipiente + muestra seca (g)	554.24	551.44
Peso de agua (g)	48.08	49.05
Peso de muestra seca (g)	228.83	229.00
Humedad (%)	21.01	21.42
Humedad promedio (%)	21.22	

<b>HUMEDAD (%)</b>
21.22

**LÍMITES DE CONSISTENCIA (LÍQUIDO Y PLÁSTICO) - ASTM D4318**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	3-F	6-D	1-E	6-E	5-A
Cápsula	29.74	29.27	29.26	29.34	30.25
Peso de cápsula (g)	29.74	29.27	29.26	29.34	30.25
Peso de cápsula + M. Húmeda (g)	42.14	41.30	43.29	41.12	42.09
Peso de cápsula + M. Seca (g)	39.37	38.14	39.47	39.07	40.06
Peso de agua (g)	2.77	3.16	3.82	2.05	2.03
Peso de M. Seca (g)	9.63	8.87	10.21	9.73	9.81
Contenido de Humedad (%)	28.76	35.63	37.41	21.07	20.69
N° de Golpes	31	20	18		
Promedio Humedad (%)	32.15			20.88	



L.L.	32.15
L.P.	20.88
I.P.	11.27

*Franklin Ruiz*  
**FRANKLIN RUIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 Reg. CIP N° 137831





**ENSAYOS**

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS - ASTM D2216  
LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318

**NOMBRE DE LA TESIS**

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de calificación de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

**SOLICITANTE**

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA**

C-3

PROCEDENCIA

Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima

**FECHA DE RECIBO**

24/10/2020

FECHA DE ENSAYO

28/10/2020

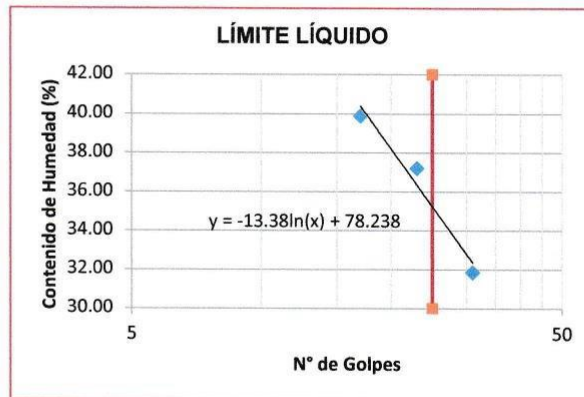
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS - ASTM D2216**

	N-02	N-06
Peso de recipiente (g)	333.24	328.47
Peso recipiente + muestra húmeda (g)	610.06	605.41
Peso recipiente + muestra seca (g)	567.59	562.10
Peso de agua (g)	42.47	43.31
Peso de muestra seca (g)	234.35	233.63
Humedad (%)	18.12	18.54
Humedad promedio (%)	18.33	

HUMEDAD (%)
18.33

**LÍMITES DE CONSISTENCIA (LÍQUIDO Y PLÁSTICO) - ASTM D4318**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1-C	2-D	6-B	3-E	2-F
Cápsula					
Peso de cápsula (g)	28.42	29.15	29.54	29.24	29.57
Peso de cápsula + M. Húmeda (g)	43.2	41.21	44.62	35.54	35.03
Peso de cápsula + M. Seca (g)	39.63	37.94	40.32	34.40	34.07
Peso de agua (g)	3.57	3.27	4.3	1.14	0.96
Peso de M. Seca (g)	11.21	8.79	10.78	5.16	4.5
Contenido de Humedad (%)	31.85	37.20	39.89	22.09	21.33
N° de Golpes	31	23	17		
Promedio Humedad (%)		35.17		21.71	



L.L.	35.17
L.P.	21.71
I.P.	13.46

*Franklin Rale*  
FRANKLIN RALE  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



**ENSAYOS**

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS - ASTM D2216  
LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318

**NOMBRE DE LA TESIS**

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de calificación de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

**SOLICITANTE**

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA**

C-4 PROCEDENCIA Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima

**FECHA DE RECIBO**

24/10/2020 FECHA DE ENSAYO 30/10/2020

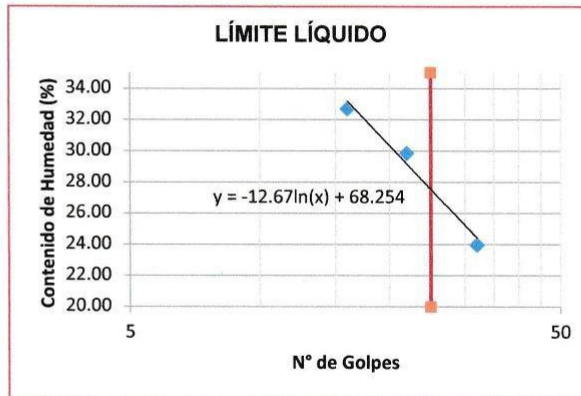
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS - ASTM D2216**

	N-03	N-05
Peso de recipiente (g)	345.78	336.45
Peso recipiente + muestra húmeda (g)	587.45	594.06
Peso recipiente + muestra seca (g)	555.89	559.95
Peso de agua (g)	31.56	34.11
Peso de muestra seca (g)	210.11	223.50
Humedad (%)	15.02	15.26
Humedad promedio (%)	15.14	

**HUMEDAD (%)**  
15.14

**LÍMITES DE CONSISTENCIA (LÍQUIDO Y PLÁSTICO) - ASTM D4318**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	5-A	6-E	2-E	4-E	1-H
Cápsula					
Peso de cápsula (g)	30.28	29.29	29.56	28.80	30.08
Peso de cápsula + M. Húmeda (g)	45.43	43.29	46.93	37.32	36.78
Peso de cápsula + M. Seca (g)	42.5	40.07	42.65	35.68	35.51
Peso de agua (g)	2.93	3.22	4.28	1.64	1.27
Peso de M. Seca (g)	12.22	10.78	13.09	6.88	5.43
Contenido de Humedad (%)	23.98	29.87	32.70	23.84	23.39
Nº de Golpes	32	22	16		
Promedio Humedad (%)	27.47			23.61	



L.L.	27.47
L.P.	23.61
I.P.	3.86

*Francisco Raul Gomez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. QIP N° 137031



**ENSAYOS**

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS - ASTM D2216  
LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318

**NOMBRE DE LA TESIS**

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de calificación de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

**SOLICITANTE**

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA**

C-5 PROCEDENCIA Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima

**FECHA DE RECIBO**

24/10/2020 FECHA DE ENSAYO 30/10/2020

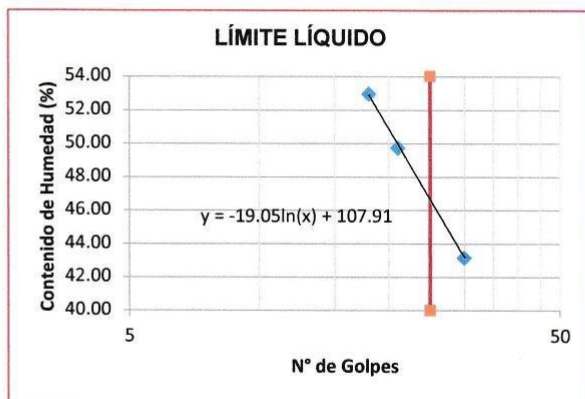
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS - ASTM D2216**

	N-01	N-04
Peso de recipiente (g)	325.41	322.44
Peso recipiente + muestra húmeda (g)	609.19	613.04
Peso recipiente + muestra seca (g)	550.92	552.80
Peso de agua (g)	58.27	60.24
Peso de muestra seca (g)	225.51	230.36
Humedad (%)	25.84	26.15
Humedad promedio (%)	25.99	

**HUMEDAD (%)**  
25.99

**LÍMITES DE CONSISTENCIA (LÍQUIDO Y PLÁSTICO) - ASTM D4318**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1-E	5-B	6-E	3-C	4
Cápsula					
Peso de cápsula (g)	29.27	29.32	29.31	29.00	28.77
Peso de cápsula + M. Húmeda (g)	48.31	46.03	49.73	39.72	39.04
Peso de cápsula + M. Seca (g)	42.57	40.48	42.66	37.55	36.98
Peso de agua (g)	5.74	5.55	7.07	2.17	2.06
Peso de M. Seca (g)	13.3	11.16	13.35	8.55	8.21
Contenido de Humedad (%)	43.16	49.73	52.96	25.38	25.09
N° de Golpes	30	21	18		
Promedio Humedad (%)	46.59			25.24	



L.L.	46.59
L.P.	25.24
I.P.	21.35

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



ENSAYO  
NOMBRE DE LA TESIS

PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557 - MÉTODO A

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de calificación de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

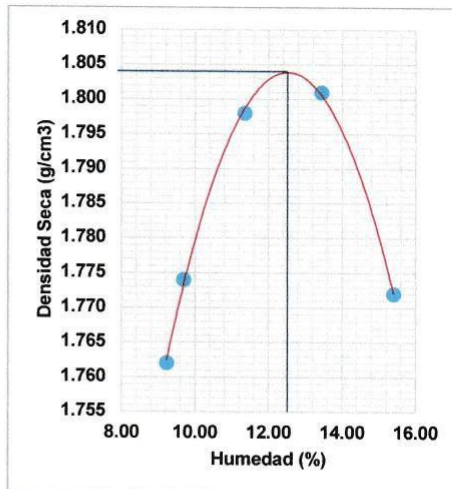
SOLICITANTE  
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA  
FECHA DE RECIBO

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

C-1 PROCEDENCIA  
24/10/2020 FECHA DE ENSAYO

Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima  
09/11/2020

MOLDE	Und.	1	2	3	4	5
Peso molde	g	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00
Volumen molde	cm <sup>3</sup>	943.69	943.69	943.69	943.69	943.69
Peso molde + Suelo húmedo	g	6078.26	6098.33	6151.34	6190.01	6191.74
Peso Suelo Húmedo	g	1816.26	1836.33	1889.34	1928.01	1929.74
Peso molde + Suelo seco	g	5924.78	5936.11	5958.75	5961.59	5934.22
Peso Suelo Seco	g	1662.78	1674.11	1696.75	1699.59	1672.22
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.925	1.946	2.002	2.043	2.045
CÁPSULA		1-C	2-D	6-B	3-E	2-F
Peso cápsula	g	28.42	29.15	29.54	29.24	29.57
Peso cápsula + Suelo húmedo	g	45.40	50.07	64.96	64.66	44.10
Peso cápsula + Suelo seco	g	43.97	48.22	61.35	60.46	42.16
Peso agua	g	1.43	1.85	3.61	4.20	1.94
Peso suelo seco	g	15.55	19.07	31.81	31.22	12.59
Humedad	%	9.23	9.69	11.35	13.44	15.40
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.762	1.774	1.798	1.801	1.772



Humedad Óptima (%)	12.61
Densidad Seca Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.804

*Francisco Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL  
SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



ENSAYO  
NOMBRE DE LA TESIS

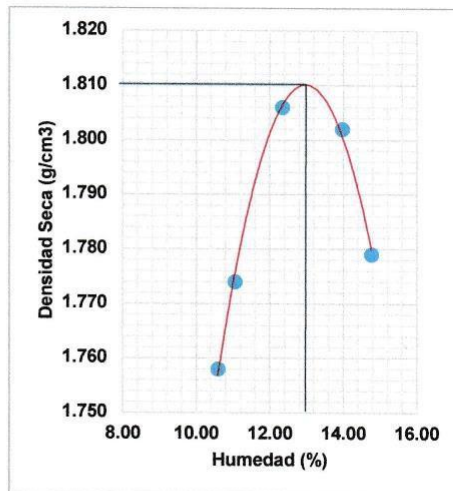
PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557 - MÉTODO A

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de calificación de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

SOLICITANTE  
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA  
FECHA DE RECIBO

Bach. Katherin Tolentino Hipolo  
C-2 PROCEDENCIA Via de ingreso a Pucusana, Lima, Lima  
24/10/2020 FECHA DE ENSAYO 09/11/2020

MOLDE	Und.	1	2	3	4	5
Peso molde	g	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00
Volumen molde	cm <sup>3</sup>	943.69	943.69	943.69	943.69	943.69
Peso molde + Suelo húmedo	g	6096.78	6121.18	6176.62	6200.26	6188.70
Peso Suelo Húmedo	g	1834.78	1859.18	1914.62	1938.26	1926.70
Peso molde + Suelo seco	g	5921.01	5936.11	5966.30	5962.53	5940.82
Peso Suelo Seco	g	1659.01	1674.11	1704.30	1700.53	1678.82
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.944	1.970	2.029	2.054	2.042
CÁPSULA		3-F	6-D	1-E	6-E	5-A
Peso cápsula	g	29.74	29.27	29.26	29.34	30.32
Peso cápsula + Suelo húmedo	g	45.40	50.07	64.96	64.66	44.10
Peso cápsula + Suelo seco	g	43.90	48.00	61.04	60.33	42.33
Peso agua	g	1.50	2.07	3.92	4.33	1.77
Peso suelo seco	g	14.16	18.73	31.78	30.99	12.01
Humedad	%	10.60	11.06	12.34	13.98	14.77
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.758	1.774	1.806	1.802	1.779



Humedad Óptima (%)	13.00
Densidad Seca Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.810

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



ENSAYO

PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557 - MÉTODO A

NOMBRE DE LA TESIS

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califorma de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

SOLICITANTE

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

C-3 PROCEDENCIA

Via de ingreso a Pucusana, Lima, Lima

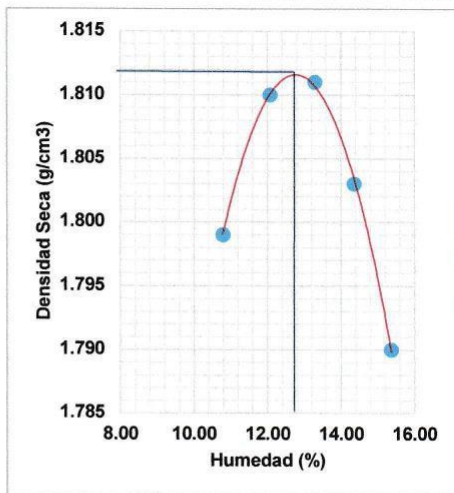
FECHA DE RECIBO

24/10/2020

FECHA DE ENSAYO

09/11/2020

MOLDE	Und.	1	2	3	4	5
Peso molde	g	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00
Volumen molde	cm <sup>3</sup>	943.69	943.69	943.69	943.69	943.69
Peso molde + Suelo húmedo	g	6142.88	6176.24	6198.15	6207.80	6210.84
Peso Suelo Húmedo	g	1880.88	1914.24	1936.15	1945.80	1948.84
Peso molde + Suelo seco	g	5959.70	5970.08	5971.02	5963.47	5951.21
Peso Suelo Seco	g	1697.70	1708.08	1709.02	1701.47	1689.21
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.993	2.028	2.052	2.062	2.065
CÁPSULA		5-A	6-E	2-E	4-E	1-H
Peso cápsula	g	30.28	29.29	29.56	28.80	30.08
Peso cápsula + Suelo húmedo	g	45.40	50.07	64.96	64.66	44.10
Peso cápsula + Suelo seco	g	43.93	47.83	60.81	60.16	42.23
Peso agua	g	1.47	2.24	4.15	4.50	1.87
Peso suelo seco	g	13.65	18.54	31.25	31.36	12.15
Humedad	%	10.79	12.07	13.29	14.36	15.37
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.799	1.810	1.811	1.803	1.790



Humedad Óptima (%)	12.80
Densidad Seca Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.812

*Franklin Rajul Gomez Sapallanay*  
 FRANKLIN RAJUL  
 GOMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 Reg. CIP N° 137931



ENSAYO  
NOMBRE DE LA TESIS

PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557 - MÉTODO A

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de calificación de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

SOLICITANTE  
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA  
FECHA DE RECIBO

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

C-4

PROCEDENCIA

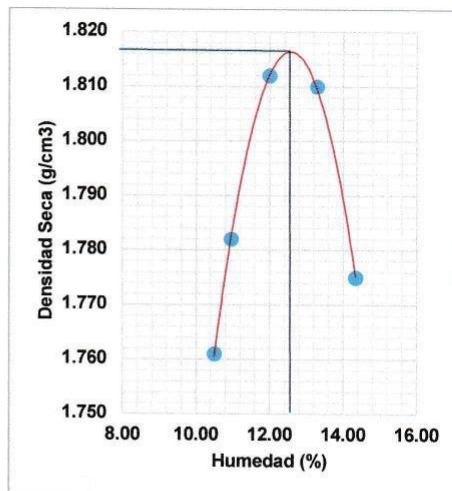
Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima

24/10/2020

FECHA DE ENSAYO

11/11/2020

MOLDE	Und.	1	2	3	4	5
Peso molde	g	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00
Volumen molde	cm <sup>3</sup>	943.69	943.69	943.69	943.69	943.69
Peso molde + Suelo húmedo	g	6098.33	6127.97	6177.16	6197.08	6177.25
Peso Suelo Húmedo	g	1836.33	1865.97	1915.16	1935.08	1915.25
Peso molde + Suelo seco	g	5923.84	5943.66	5971.97	5970.08	5937.05
Peso Suelo Seco	g	1661.84	1681.66	1709.97	1708.08	1675.05
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.95	1.98	2.03	2.05	2.03
CÁPSULA		1-E	6-C	6-F	1-F	4-A
Peso cápsula	g	29.26	28.41	29.13	28.30	28.32
Peso cápsula + Suelo húmedo	g	45.40	50.07	64.96	64.66	44.10
Peso cápsula + Suelo seco	g	43.87	47.93	61.12	60.39	42.12
Peso agua	g	1.53	2.14	3.84	4.27	1.98
Peso suelo seco	g	14.61	19.52	31.99	32.09	13.80
Humedad	%	10.50	10.96	12.00	13.29	14.34
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.761	1.782	1.812	1.810	1.775



Humedad Óptima (%)	12.54
Densidad Seca Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.816

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



ENSAYO  
NOMBRE DE LA TESIS

PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557 - MÉTODO A

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califormia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

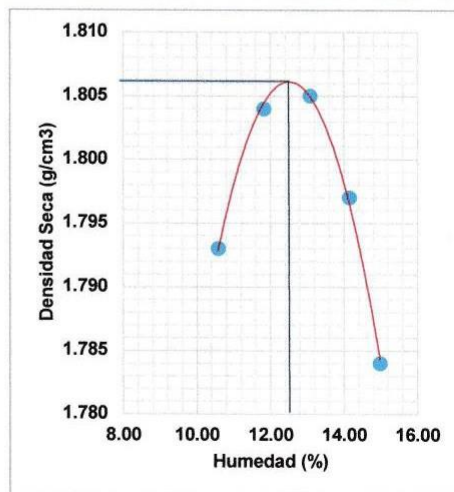
SOLICITANTE  
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA  
FECHA DE RECIBO

Bach. Katherin Tolentino Hipolo

C-5 PROCEDENCIA  
24/10/2020 FECHA DE ENSAYO

Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima  
11/11/2020

MOLDE	Und.	1	2	3	4	5
Peso molde	g	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00
Volumen molde	cm <sup>3</sup>	943.69	943.69	943.69	943.69	943.69
Peso molde + Suelo húmedo	g	6133.05	6165.64	6188.16	6197.77	6197.74
Peso Suelo Húmedo	g	1871.05	1903.64	1926.16	1935.77	1935.74
Peso molde + Suelo seco	g	5954.04	5964.42	5965.36	5957.81	5945.54
Peso Suelo Seco	g	1692.04	1702.42	1703.36	1695.81	1683.54
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.983	2.017	2.041	2.051	2.051
CÁPSULA		1-C	2-D	6-B	3-E	2-F
Peso cápsula	g	28.42	29.15	29.54	29.24	29.57
Peso cápsula + Suelo húmedo	g	48.24	52.91	67.80	67.50	46.94
Peso cápsula + Suelo seco	g	46.34	50.40	63.37	62.76	44.68
Peso agua	g	1.90	2.51	4.43	4.74	2.26
Peso suelo seco	g	17.92	21.25	33.83	33.52	15.11
Humedad	%	10.58	11.82	13.08	14.15	14.98
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.793	1.804	1.805	1.797	1.784



Humedad Óptima (%)	12.43
Densidad Seca Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.806

*Francisco Rab...*  
FRANKLIN RAB...  
GOMEZ SARALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. QIP N° 137831





ENSAYO  
NOMBRE DE LA TESIS

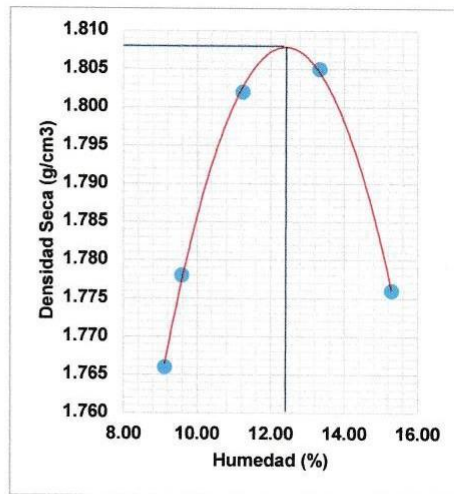
PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557 - MÉTODO A

Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de calificación de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

SOLICITANTE  
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA  
FECHA DE RECIBO

Bach. Katherin Tolentino Hipolo  
C-6 PROCEDENCIA Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima  
24/10/2020 FECHA DE ENSAYO 11/11/2020

MOLDE	Und.	1	2	3	4	5
Peso molde	g	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00
Volumen molde	cm <sup>3</sup>	943.69	943.69	943.69	943.69	943.69
Peso molde + Suelo húmedo	g	6080.55	6100.62	6153.67	6192.42	6194.25
Peso Suelo Húmedo	g	1818.55	1838.62	1891.67	1930.42	1932.25
Peso molde + Suelo seco	g	5928.56	5939.88	5962.53	5965.36	5937.99
Peso Suelo Seco	g	1666.56	1677.88	1700.53	1703.36	1675.99
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.927	1.948	2.005	2.046	2.048
CÁPSULA		3-F	6-D	1-E	6-E	5-A
Peso cápsula	g	29.74	29.27	29.26	29.34	30.32
Peso cápsula + Suelo húmedo	g	44.22	48.89	63.78	63.48	42.92
Peso cápsula + Suelo seco	g	43.01	47.17	60.29	59.46	41.25
Peso agua	g	1.21	1.72	3.49	4.02	1.67
Peso suelo seco	g	13.27	17.90	31.03	30.12	10.93
Humedad	%	9.12	9.58	11.24	13.33	15.29
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.766	1.778	1.802	1.805	1.776



Humedad Óptima (%)	12.50
Densidad Seca Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.808

*Francklin Rajuc*  
FRANKLIN RAJUC  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137631

Anexo 4. Panel fotográfico del Ensayo de suelos.



Fotografía 1. Calicata C-01 en la progresiva 0+450.00 de la Vía de ingreso a Pucusana.



Fotografía 2. Calicata C-02 en la progresiva 0+850.00 de la Vía ingreso a Pucusana.



*Fotografía 3.* Calicata C-03 en la progresiva 1+250.00 de la Vía ingreso a Pucusana.



*Fotografía 4.* Calicata C-04 en la progresiva 1+850.00 de la Vía ingreso a Pucusana.



*Fotografía 5.* Calicata C-05 en la progresiva 2+250.00 de la Vía ingreso a Pucusana.



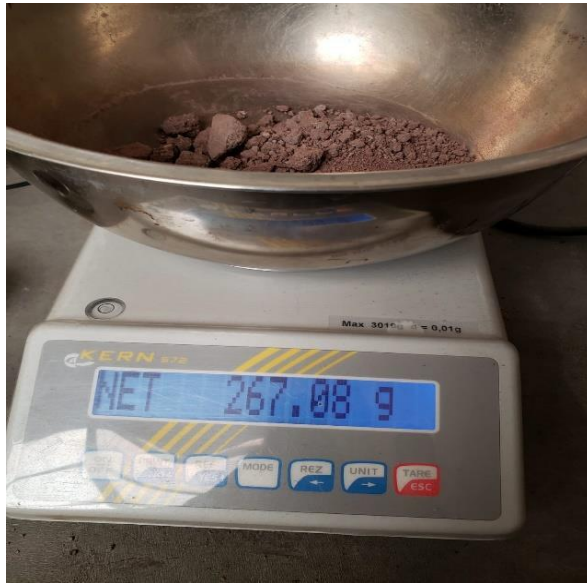
*Fotografía 6.* Calicata C-06 en la progresiva 2+850.00 de la Vía ingreso a Pucusana.



*Fotografía 7.* Ensayo de granulometría, se ordena de forma secuencial los tamices para proceder a pasar la muestra por los tamices.



*Fotografía 8.* Consiste en mover de un lado a otro para luego pesar % que pasar el material retenido en cada tamiz.



*Fotografía 9.* Para el ensayo de contenido de humedad se pasó a cuartear el suelo traído de campo para luego pesar cada muestra cuarteadada (peso húmedo).



*Fotografía 10.* La muestra se introduce al horno durante 24 horas a  $\pm 110$  °C.



*Fotografía 11.* Para el límite líquido a la muestra húmeda se aplicó la Copa de Casagrande, por medio del número de golpes.



*Fotografía 12.* Después de cerrar la muestra por medio de la Copa de Casagrande se procede a pesar.



*Fotografía 13.* Para el límite plástico, se forma con la palma de la mano cilindros de 3mm de diámetro.



*Fotografía 14.* Procedemos a pesar la muestra dentro de un recipiente.





*Fotografía 15.* Para el ensayo de Proctor Modificado método A , se escogió cada muestra de 3kg.



*Fotografía 16.* Se procede a agregar la cantidad de muestra al recipiente metálico.



*Fotografía 17.* Con un pistón procedemos a dar golpes por cada capa.



*Fotografía 18.* Para el CBR se inicia con la compactación de 3 muestras para la segunda parte consta de la penetración de cada muestra mediante un pistón de la prensa de CBR.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Conteo vehicular de la Vía de ingreso a Pucusana.

<b>ESTUDIO DE TRÁFICO</b>																		
<b>Tesis: Geomallas biaxiales para mejorar la subrasante de bajo valor de soporte california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020</b>																		
<b>Tramo</b>			<b>Carretera Acceso a Pucusana</b>							<b>Ubicación</b>			<b>Km 0+000.00</b>					
<b>Cod. Estación</b>			<b>Estación N° 01</b>							<b>Sentido</b>			<b>Ambos sentidos</b>					
<b>Referencia de Estación</b>			<b>Peaje Chilca</b>							<b>Día</b>			<b>Domingo</b>		<b>Fecha</b>	<b>04-Oct-20</b>		
<b>Hora</b>	<b>Automóvil</b>	<b>Camioneta</b>	<b>Camioneta Rural</b>	<b>micro / combi</b>	<b>Omnibus</b>		<b>Camión</b>			<b>Semitraylers</b>			<b>Trayles</b>				<b>TOTAL</b>	<b>PORC. %</b>
					<b>2E</b>	<b>3E</b>	<b>2E</b>	<b>3E</b>	<b>4E</b>	<b>2s3</b>	<b>3s2</b>	<b>&gt;=3S3</b>	<b>2T2</b>	<b>2T3</b>	<b>3T2</b>	<b>&gt;=3T3</b>		
00-01			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
03-04	-	2.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.44
04-05	1.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	3.33
05-06	1.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.56
06-07	1.00	1.00	1.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	7.78
07-08	1.00	2.00	1.00	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	8.89
08-09	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.44
09-10	-	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	3.33
10-11	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	3.33
11-12	2.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.56
12-13	2.00	2.00	2.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	8.89
13-14	-	2.00	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	6.67
14-15	1.00	2.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.56
15-16	2.00	1.00	1.00	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	8.89
16-17	1.00	2.00	1.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	8.89
17-18	2.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.56
18-19	2.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.56
19-20	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	2.22
20-21	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.11
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
23-00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>19.00</b>	<b>28.00</b>	<b>16.00</b>	<b>17.00</b>	<b>8.00</b>	-	<b>2.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>21.11</b>	<b>31.11</b>	<b>17.78</b>	<b>18.89</b>	<b>8.89</b>	-	<b>2.22</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>100.00</b>	

## ESTUDIO DE TRÁFICO

Tesis: Geomallas biaxiales para mejorar la subrasante de bajo valor de soporte californiana de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

Tramo		Carretera Acceso a Pucusana										Ubicación			Km 0+000.00			
Cod. Estación		Estación N° 01										Sentido			Ambos sentidos			
Referencia de Estación		Peaje Chilca										Día			Lunes		Fecha	05-Oct-20
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitraylers			Trayles				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
03-04	-	2.00	1.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	4.35
04-05	2.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	3.48
05-06	1.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	3.48
06-07	1.00	1.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	4.35
07-08	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	9.57
08-09	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	3.48
09-10	-	2.00	1.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	5.22
10-11	1.00	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	4.35
11-12	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	8.70
12-13	1.00	2.00	1.00	-	2.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	6.96
13-14	-	1.00	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	4.35
14-15	2.00	1.00	1.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	5.22
15-16	1.00	3.00	1.00	3.00	2.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	12.17
16-17	2.00	2.00	2.00	3.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	9.57
17-18	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	2.61
18-19	2.00	2.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	6.09
19-20	-	3.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	5.22
20-21	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	0.87
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
23-00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>19.00</b>	<b>29.00</b>	<b>22.00</b>	<b>21.00</b>	<b>14.00</b>	<b>2.00</b>	<b>4.00</b>	<b>4.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>115.00</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>16.52</b>	<b>25.22</b>	<b>19.13</b>	<b>18.26</b>	<b>12.17</b>	<b>1.74</b>	<b>3.48</b>	<b>3.48</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>100.00</b>	

## ESTUDIO DE TRÁFICO

Tesis: Geomallas biaxiales para mejorar la subrasante de bajo valor de soporte califonia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

Tramo		Carretera Acceso a Pucusana										Ubicación		Km 0+000.00					
Cod. Estación		Estación N° 01										Sentido		Ambos sentidos					
Referencia de Estación		Peaje Chilca										Día		Martes	Fecha	06-Oct-20			
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitraylers			Trayles				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
03-04	-	2.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.17
04-05	1.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	3.13
05-06	1.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.21
06-07	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.17
07-08	3.00	1.00	1.00	2.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	10.42
08-09	1.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.17
09-10	-	2.00	1.00	1.00	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	6.25
10-11	1.00	1.00	1.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	6.25
11-12	2.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	9.38
12-13	1.00	1.00	2.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	7.29
13-14	-	2.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.17
14-15	3.00	1.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	6.25
15-16	2.00	1.00	1.00	1.00	3.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	10.42
16-17	1.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.21
17-18	3.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.21
18-19	1.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.17
19-20	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	2.08
20-21	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	2.08
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
23-00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>21.00</b>	<b>27.00</b>	<b>16.00</b>	<b>12.00</b>	<b>11.00</b>	<b>-</b>	<b>7.00</b>	<b>2.00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>96.00</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>21.88</b>	<b>28.13</b>	<b>16.67</b>	<b>12.50</b>	<b>11.46</b>	<b>-</b>	<b>7.29</b>	<b>2.08</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>100.00</b>	

## ESTUDIO DE TRÁFICO

Tesis: Geomallas biaxiales para mejorar la subrasante de bajo valor de soporte california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

Tramo		Carretera Acceso a Pucusana									Ubicación			Km 0+000.00					
Cod. Estación		Estación N° 01									Sentido			Ambos sentidos					
Referencia de Estación		Peaje Chilca									Día			Miercoles	Fecha	07-Oct-20			
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitraylers			Trayles				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
03-04	-	1.00	1.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.88
04-05	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	2.35
05-06	2.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	7.06
06-07	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.71
07-08	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	11.76
08-09	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	3.53
09-10	-	1.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.71
10-11	1.00	1.00	2.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	7.06
11-12	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.71
12-13	1.00	1.00	2.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	8.24
13-14	-	1.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	3.53
14-15	1.00	1.00	1.00	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	8.24
15-16	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	8.24
16-17	1.00	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.88
17-18	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	3.53
18-19	1.00	1.00	2.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	7.06
19-20	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	2.35
20-21	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.18
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
23-00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>15.00</b>	<b>20.00</b>	<b>20.00</b>	<b>12.00</b>	<b>15.00</b>	-	<b>3.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>85.00</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>17.65</b>	<b>23.53</b>	<b>23.53</b>	<b>14.12</b>	<b>17.65</b>	-	<b>3.53</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>100.00</b>	

## ESTUDIO DE TRÁFICO

Tesis: Geomallas biaxiales para mejorar la subrasante de bajo valor de soporte californiana de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

Tramo		Carretera Acceso a Pucusana									Ubicación			Km 0+000.00				
Cod. Estación		Estación N° 01									Sentido			Ambos sentidos				
Referencia de Estación		Peaje Chilca									Día			Jueves	Fecha	08-Oct-20		
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitraylers			Trayles				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03-04	-	2.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	3.45
04-05	1.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	2.59
05-06	1.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	4.31
06-07	1.00	3.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	5.17
07-08	2.00	2.00	3.00	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	9.48
08-09	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	2.59
09-10	-	1.00	1.00	1.00	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	4.31
10-11	2.00	2.00	1.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	6.03
11-12	2.00	2.00	3.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	7.76
12-13	5.00	1.00	2.00	-	2.00	5.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.00	14.66
13-14	-	2.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	2.59
14-15	1.00	3.00	1.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	6.90
15-16	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	6.03
16-17	1.00	2.00	2.00	1.00	-	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	8.62
17-18	2.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	4.31
18-19	1.00	2.00	1.00	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	5.17
19-20	-	3.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	3.45
20-21	-	1.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	2.59
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>22.00</b>	<b>32.00</b>	<b>22.00</b>	<b>10.00</b>	<b>13.00</b>	<b>11.00</b>	<b>6.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>116.00</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>18.97</b>	<b>27.59</b>	<b>18.97</b>	<b>8.62</b>	<b>11.21</b>	<b>9.48</b>	<b>5.17</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>100.00</b>	

## ESTUDIO DE TRÁFICO

Tesis: Geomallas biaxiales para mejorar la subrasante de bajo valor de soporte california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

Tramo		Carretera Acceso a Pucusana									Ubicación			Km 0+000.00				
Cod. Estación		Estación N° 01									Sentido			Ambos sentidos				
Referencia de Estación		Peaje Chilca									Día			Viernes		Fecha	09-Oct-20	
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitraylers			Trayles				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03-04	-	1.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	2.44
04-05	1.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	2.44
05-06	1.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	4.07
06-07	1.00	1.00	3.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	5.69
07-08	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	8.94
08-09	2.00	1.00	3.00	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	7.32
09-10	-	1.00	1.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	4.88
10-11	1.00	2.00	1.00	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	4.88
11-12	2.00	3.00	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	7.32
12-13	1.00	2.00	1.00	3.00	-	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	8.94
13-14	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	1.63
14-15	1.00	3.00	3.00	-	3.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	10.57
15-16	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	8.13
16-17	1.00	3.00	1.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	7.32
17-18	1.00	1.00	2.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	4.88
18-19	2.00	2.00	2.00	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	6.50
19-20	-	1.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	2.44
20-21	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	1.63
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>17.00</b>	<b>31.00</b>	<b>25.00</b>	<b>22.00</b>	<b>10.00</b>	<b>14.00</b>	<b>4.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>123.00</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>13.82</b>	<b>25.20</b>	<b>20.33</b>	<b>17.89</b>	<b>8.13</b>	<b>11.38</b>	<b>3.25</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>100.00</b>	



## ESTUDIO DE TRÁFICO

Tesis: Geomallas biaxiales para mejorar la subrasante de bajo valor de soporte california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020

Tramo		Carretera Acceso a Pucusana								Ubicación			Km 0+000.00					
Cod. Estación		Estación N° 01								Sentido			Ambos sentidos					
Referencia de Estación		Peaje Chilca								Día			Sabado		Fecha	10-Oct-10		
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitraylers			Trayles				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03-04	-	1.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	3.30
04-05	2.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.40
05-06	1.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.49
06-07	1.00	1.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	6.59
07-08	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	7.69
08-09	2.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.49
09-10	-	1.00	1.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.49
10-11	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.40
11-12	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	8.79
12-13	1.00	2.00	2.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	8.79
13-14	-	1.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.40
14-15	1.00	1.00	2.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	6.59
15-16	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	7.69
16-17	1.00	1.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.49
17-18	1.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.40
18-19	2.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	5.49
19-20	-	1.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	4.40
20-21	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.10
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>17.00</b>	<b>22.00</b>	<b>22.00</b>	<b>16.00</b>	<b>11.00</b>	-	<b>3.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>91.00</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>18.68</b>	<b>24.18</b>	<b>24.18</b>	<b>17.58</b>	<b>12.09</b>	-	<b>3.30</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>100.00</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Proyección de tráfico para 20 años.

Ejes Equivalentes		Buses		Camiones			Semitraylers				Traylers				EAL Anual	EAL Acumulado
	Años	2 E	>=3E	2 E	3 E	4 E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
<b>2020</b>	<b>0</b>	18	4	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>29,721</b>	<b>29,721</b>
2021	1	20	4	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33,009	62,730
2022	2	20	4	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33,009	95,739
2023	3	21	4	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34,653	130,391
2024	4	21	5	17	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,535	166,926
<b>2025</b>	<b>5</b>	22	5	18	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>38,179</b>	<b>205,105</b>
2026	6	23	5	19	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39,823	244,928
2027	7	23	5	19	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39,823	284,750
2028	8	24	5	20	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,066	326,816
2029	9	25	5	21	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43,710	370,526
<b>2030</b>	<b>10</b>	26	5	22	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>45,354</b>	<b>415,879</b>
2031	11	26	6	24	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48,058	463,937
2032	12	27	6	25	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49,702	513,639
2033	13	28	6	26	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51,345	564,984
2034	14	29	6	27	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53,589	618,573
<b>2035</b>	<b>15</b>	30	6	29	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>56,054</b>	<b>674,628</b>
2036	16	32	7	30	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58,981	733,609
2037	17	33	7	32	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62,046	795,655
2038	18	34	7	34	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65,112	860,767
2039	19	35	7	36	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68,177	928,944
<b>2040</b>	<b>20</b>	36	8	37	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>70,282</b>	<b>999,225</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Panel fotográfico de toma de datos en campo.



*Fotografía 18.* La vía de ingreso a Pucusana el tramos en estudio inicia desde la progresiva 0+350.00.



*Fotografía 19.* Tramo progresiva 1+350.00, pavimento con daños severos.



*Fotografía 20.* Tramo progresiva 2+350.00 sin pavimentar.



*Fotografía 21.* Tramo progresiva 2+950.00 sin pavimentar.



*Fotografía 22.* Toma de datos de la Vía de ingreso a Pucusana.



*Fotografía 23.* Conteo vehicular de la Vía de ingreso a Pucusana.



*Fotografía 24.* Conteo vehicular de la Vía de ingreso y toma de datos de campo.



*Fotografía 25.* Conteo vehicular ubicado en el tramo 0+750.00 de Pucusana.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Planilla de metrados del mejoramiento por remplazo de material de un pavimento flexible.

<b>PLANILLA DE METRADOS POR PARTIDAS</b>												
<b>TESIS:</b>		GEOMALLAS BIAXIALES PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE BAJO VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE, PUCUSANA, 2020										
<b>SUB PRESUPUESTO</b>		METODO TRADICIONAL										
<b>TESISTA</b>		KATHERIN TOLENTINO HIPOLO										
ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				PARCIAL	Total
			Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Per.		
<b>01</b>	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>											
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
01.01.01	EXCAVACIÓN HASTA SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO	m3	3000.00	7.20	0.80	1.00					17280.00	<b>17280.00</b>
01.01.02	ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES C/ VOLQUETE 10M3 D=10KM	m3				1.35			17280.00		23328.00	<b>23328.00</b>
01.02	SUB-BASE Y BASE											
01.02.01	MEJORAMIENTO DE SUELO DE SUBRASANTE E=0.40 M	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E=0.20M	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>
01.02.03	BASE GRANULAR E=0.20M	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>
01.03	PAVIMENTOS											
01.03.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>
01.03.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE E=2" C/EQUIPO	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9. Planilla de metrados del mejoramiento con geomalla Mac Grid EGB 20 KN.

<b>PLANILLA DE METRADOS POR PARTIDAS</b>												
<b>TESIS:</b>		GEOMALLAS BIAXIALES PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE BAJO VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE, PUCUSANA, 2020										
<b>SUB PRESUPUESTO</b>		GEOMALLA MACGRID EGB 20 KN										
<b>TESISTA</b>		KATHERIN TOLENTINO HIPOLO										
ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				PARCIAL	Total
			Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Per.		
<b>01</b>	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>											
01.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>											
01.01.01	EXCAVACIÓN HASTA SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO C/TRACTOR 140-160 HP	m3	3000.00	7.20	0.40	1.00					8640.00	<b>8640.00</b>
01.01.02	ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES C/ VOLQUETE 10M3 D=10KM	m3				1.35			8640.00		11664.00	<b>11664.00</b>
01.02	<b>SUB-BASE Y BASE</b>											
01.02.01	MEJORAMIENTO DE GEOMALLA BIAXIAL MACGRID EGB 20	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E=0.25M	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>
01.02.03	BASE GRANULAR E=0.15M	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>
01.03	<b>PAVIMENTOS</b>											
01.03.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>
01.03.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE E=2" C/EQUIPO	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 10. Planilla de metrados del mejoramiento con geomalla Mac Grid EGB 30 KN.

<b>PLANILLA DE METRADOS POR PARTIDAS</b>												
<b>TESIS:</b>		GEOMALLAS BIAXIALES PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE BAJO VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE, PUCUSANA, 2020										
<b>SUB PRESUPUESTO TESISTA</b>		GEOMALLA MACGRID EGB 30 KN KATHERIN TOLENTINO HIPOLO										
ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	DIMENSIONES			N° de Veces	METRADO				PARCIAL	Total
			Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Per.		
<b>01</b>	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>											
01.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>											
01.01.01	EXCAVACIÓN HASTA SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO C/T	m3	3000.00	7.20	0.35	1.00					7560.00	<b>7560.00</b>
01.01.02	ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES C/ VOLQUETE 10M3 D=10KM	m3				1.35			7560.00		10206.00	<b>10206.00</b>
01.02	<b>SUB-BASE Y BASE</b>											
01.02.01	MEJORAMIENTO DE GEOMALLA BIAJIAL MACGRID EGB 30	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E=0.20M	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>
01.02.03	BASE GRANULAR E=0.15M	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>
01.03	<b>PAVIMENTOS</b>											
01.03.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>
01.03.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE E=2" C/EQUIPO	m2	3000.00	7.20		1.00					21600.00	<b>21600.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11. Análisis de precios unitarios del mejoramiento tradicional de un pavimento flexible.

S10		Página : 1					
<b>Análisis de precios unitarios</b>							
Presupuesto	GEOMALLAS BIAXIALES PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE BAJO VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE, PUCUSANA, 2020						
							Fecha presupuesto 01/01/2021
Partida	03.01.01	EXCAVACIÓN HASTA SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO C/TRACTOR 140-160 HP					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por: m3			9.48
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0286	18.14	0.52	
0101010004	PEON	hh	2.0000	0.0571	16.39	0.94	
						<b>1.46</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010040	TRACTOR SOBRE ORUGAS 140-160 HP	hm	1.0000	0.0286	278.94	7.98	
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.46	0.04	
						<b>8.02</b>	
Partida	03.01.02	ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES C/ VOLQUETE 10M3 D=10KM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por: m3			34.10
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0178	18.14	0.32	
						<b>0.32</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010018	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP, 3 YD3	hm	1.0000	0.0178	195.25	3.48	
0301010094	VOLQUETE 10 M3	hm	6.0000	0.1067	283.88	30.29	
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.32	0.01	
						<b>33.78</b>	
Partida	03.02.01	MEJORAMIENTO DE GEOMALLA BIAXIAL MACGRID EGB 20					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por: m2			42.72
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	18.14	10.37	
0101010004	PEON	hh	3.0000	1.7143	16.39	28.10	
						<b>38.47</b>	
<b>Materiales</b>							
0201270051	GEOMALLA BIAXIAL MACGRID EGB 20	m2		1.0000	3.10	3.10	
						<b>3.10</b>	
<b>Equipos</b>							
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	38.47	1.15	
						<b>1.15</b>	
Partida	03.02.02	SUB BASE GRANULAR E=0.25M					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por: m2			18.36
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	18.14	0.18	
0101010004	PEON	hh	4.0000	0.0400	16.39	0.66	
						<b>0.84</b>	
<b>Materiales</b>							
0201320004	MATERIAL GRANULAR PARA SUBBASE	m3		0.3250	38.13	12.39	
						<b>12.39</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010055	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101-135 HP	hm	1.0000	0.0100	170.99	1.71	
0301010072	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	1.0000	0.0100	178.33	1.78	
0301010081	CAMIÓN CISTERNA 4X2 2000 GLN	hm	1.0000	0.0100	161.15	1.61	
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.84	0.03	
						<b>5.13</b>	
Partida	03.02.03	BASE GRANULAR E=0.15M					

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto

GEOMALLAS BIAJIALES PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE BAJO VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE, PUCUSANA, 2020

Fecha presupuesto 01/01/2021

Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2			12.26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	18.14	0.12	
0101010004	PEON	hh	4.0000	0.0267	16.39	0.44	
<b>Materiales</b>							
0201320003	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.1950	42.37	8.26	
<b>Equipos</b>							
0301010055	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101-135 HP	hm	1.0000	0.0067	170.99	1.15	
0301010072	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	1.0000	0.0067	178.33	1.19	
0301010081	CAMIÓN CISTERNA 4X2 2000 GLN	hm	1.0000	0.0067	161.15	1.08	
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.56	0.02	
<b>3.44</b>							
<hr/>							
Partida	<b>03.03.01</b>	<b>IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA</b>					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4,000.0000	EQ. 4,000.0000	Costo unitario directo por : m2			4.71
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0040	18.14	0.07	
0101010004	PEON	hh	2.0000	0.0040	16.39	0.07	
<b>Materiales</b>							
0201130001	LÍQUIDO DE PAVIMENTACIÓN RC 250	gal		0.3200	8.50	2.72	
0201440001	KEROSENE INDUSTRIAL	gal		0.0800	9.80	0.78	
<b>Equipos</b>							
0301010114	COCINA DE ASFALTO 320 GLN	hm	1.0000	0.0020	53.84	0.11	
0301010115	BARREDORA MECÁNICA 7 P LON	hm	1.0000	0.0020	48.42	0.10	
0301010126	TRACTOR DE TIRO MF 265, 63HP	hm	1.0000	0.0020	278.94	0.56	
0301010127	CAMIÓN IMPRIMADOR 1800 GLN	hm	1.0000	0.0020	150.00	0.30	
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.14	0.02	
<b>1.07</b>							
<hr/>							
Partida	<b>03.03.02</b>	<b>CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE E=2" C/EQUIPO</b>					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,250.0000	EQ. 1,250.0000	Costo unitario directo por : m2			34.37
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0128	18.14	0.23	
0101010004	PEON	hh	8.0000	0.0512	16.39	0.84	
<b>Materiales</b>							
0201130002	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	m3		0.0650	430.00	27.95	
<b>Equipos</b>							
0301010060	RODILLO NEUMÁTICO AUTOPROPULSADO 81-100 HP	hm	1.0000	0.0064	129.87	0.83	
0301010094	VOLQUETE 10 M3	hm	1.0000	0.0064	283.88	1.82	
0301010128	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP	hm	1.0000	0.0064	287.21	1.84	
0301010129	RODILLO TANDEM ESTÁTICO 58 - 70 HP	hm	1.0000	0.0064	129.87	0.83	
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.07	0.03	
<b>5.35</b>							

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12. Análisis de precios unitarios del mejoramiento con MacGrid 20 de un pavimento flexible.

S10

Página : 1

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto **GEOMALLAS BIAXIALES PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE BAJO VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE, PUCUSANA, 2020**

Fecha presupuesto **01/01/2021**

Partida **03.01.01 EXCAVACIÓN HASTA SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO C/TRACTOR 140-160 HP**

Rendimiento **m3/DIA MO. 280.0000 EQ. 280.0000 Costo unitario directo por : m3 **9.48****

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0286	18.14	0.52
0101010004	PEON	hh	2.0000	0.0571	16.39	0.94
<b>1.46</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010040	TRACTOR SOBRE ORUGAS 140-160 HP	hm	1.0000	0.0286	278.94	7.98
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.46	0.04
<b>8.02</b>						

Partida **03.01.02 ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES C/ VOLQUETE 10M3 D=10KM**

Rendimiento **m3/DIA MO. 450.0000 EQ. 450.0000 Costo unitario directo por : m3 **34.10****

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0178	18.14	0.32
<b>0.32</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010018	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP, 3 YD3	hm	1.0000	0.0178	195.25	3.48
0301010094	VOLQUETE 10 M3	hm	6.0000	0.1067	283.88	30.29
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.32	0.01
<b>33.78</b>						

Partida **03.02.01 MEJORAMIENTO DE GEOMALLA BIAXIAL MACGRID EGB 20**

Rendimiento **m2/DIA MO. 14.0000 EQ. 14.0000 Costo unitario directo por : m2 **42.72****

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	18.14	10.37
0101010004	PEON	hh	3.0000	1.7143	16.39	28.10
<b>38.47</b>						
<b>Materiales</b>						
0201270051	GEOMALLA BIAXIAL MACGRID EGB 20	m2		1.0000	3.10	3.10
<b>3.10</b>						
<b>Equipos</b>						
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	38.47	1.15
<b>1.15</b>						

Partida **03.02.02 SUB BASE GRANULAR E=0.25M**

Rendimiento **m2/DIA MO. 800.0000 EQ. 800.0000 Costo unitario directo por : m2 **18.36****

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	18.14	0.18
0101010004	PEON	hh	4.0000	0.0400	16.39	0.66
<b>0.84</b>						
<b>Materiales</b>						
0201320004	MATERIAL GRANULAR PARA SUBBASE	m3		0.3250	38.13	12.39
<b>12.39</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010055	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101-135 HP	hm	1.0000	0.0100	170.99	1.71
0301010072	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	1.0000	0.0100	178.33	1.78
0301010081	CAMIÓN CISTERNA 4X2 2000 GLN	hm	1.0000	0.0100	161.15	1.61
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.84	0.03
<b>5.13</b>						

Partida **03.02.03 BASE GRANULAR E=0.15M**

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13. Análisis de precios unitarios del mejoramiento con MacGrid 30 de un pavimento flexible.

S10							Página : 1
<b>Análisis de precios unitarios</b>							
Presupuesto	GEOMALLAS BIAXIALES PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE BAJO VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE, PUCUSANA, 2020						Fecha presupuesto 01/01/2021
Partida	<b>02.01.01</b>	<b>EXCAVACIÓN HASTA SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO C/TRACTOR 140-160 HP</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 280.0000</b>	<b>EQ. 280.0000</b>	Costo unitario directo por : m3		<b>9.48</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0286	18.14	0.52	
0101010004	PEON	hh	2.0000	0.0571	16.39	0.94	
						<b>1.46</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010040	TRACTOR SOBRE ORUGAS 140-160 HP	hm	1.0000	0.0286	278.94	7.98	
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.46	0.04	
						<b>8.02</b>	
Partida	<b>02.01.02</b>	<b>ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES C/ VOLQUETE 10M3 D=10KM</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 450.0000</b>	<b>EQ. 450.0000</b>	Costo unitario directo por : m3		<b>34.10</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0178	18.14	0.32	
						<b>0.32</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010018	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP, 3 YD3	hm	1.0000	0.0178	195.25	3.48	
0301010094	VOLQUETE 10 M3	hm	6.0000	0.1067	283.88	30.29	
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.32	0.01	
						<b>33.78</b>	
Partida	<b>02.02.01</b>	<b>MEJORAMIENTO DE GEOMALLA BIAXIAL MACGRID EGB 30</b>					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 14.0000</b>	<b>EQ. 14.0000</b>	Costo unitario directo por : m2		<b>44.41</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	18.14	10.37	
0101010004	PEON	hh	3.0000	1.7143	16.39	28.10	
						<b>38.47</b>	
	<b>Materiales</b>						
0201270050	GEOMALLA BIAXIAL MACGRID EGB 30	m2		1.0000	4.79	4.79	
						<b>4.79</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	38.47	1.15	
						<b>1.15</b>	
Partida	<b>02.02.02</b>	<b>SUB BASE GRANULAR E=0.20M</b>					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 1,000.0000</b>	<b>EQ. 1,000.0000</b>	Costo unitario directo por : m2		<b>14.69</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	18.14	0.15	
0101010004	PEON	hh	4.0000	0.0320	16.39	0.52	
						<b>0.67</b>	
	<b>Materiales</b>						
0201320004	MATERIAL GRANULAR PARA SUBBASE	m3		0.2600	38.13	9.91	
						<b>9.91</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010055	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101-135 HP	hm	1.0000	0.0080	170.99	1.37	
0301010072	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	1.0000	0.0080	178.33	1.43	
0301010081	CAMIÓN CISTERNA 4X2 2000 GLN	hm	1.0000	0.0080	161.15	1.29	
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.67	0.02	
						<b>4.11</b>	
Partida	<b>02.02.03</b>	<b>BASE GRANULAR E=0.15M</b>					

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto		GEOMALLAS BIAJIALES PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE BAJO VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE, PUCUSANA, 2020					Fecha presupuesto	01/01/2021
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2			12.26	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	18.14	0.12		
0101010004	PEON	hh	4.0000	0.0267	16.39	0.44		
						<b>0.56</b>		
	<b>Materiales</b>							
0201320003	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.1950	42.37	8.26		
						<b>8.26</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010055	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101-135 HP	hm	1.0000	0.0067	170.99	1.15		
0301010072	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	1.0000	0.0067	178.33	1.19		
0301010081	CAMIÓN CISTERNA 4X2 2000 GLN	hm	1.0000	0.0067	161.15	1.08		
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.56	0.02		
						<b>3.44</b>		
Partida	<b>02.03.01</b>	<b>IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA</b>						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4,000.0000	EQ. 4,000.0000	Costo unitario directo por : m2			4.71	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0040	18.14	0.07		
0101010004	PEON	hh	2.0000	0.0040	16.39	0.07		
						<b>0.14</b>		
	<b>Materiales</b>							
0201130001	LÍQUIDO DE PAVIMENTACIÓN RC 250	gal		0.3200	8.50	2.72		
0201440001	KEROSENE INDUSTRIAL	gal		0.0800	9.80	0.78		
						<b>3.50</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010114	COCINA DE ASFALTO 320 GLN	hm	1.0000	0.0020	53.84	0.11		
0301010115	BARREDORA MECÁNICA 7 P LON	hm	1.0000	0.0020	48.42	0.10		
0301010126	TRACTOR DE TIRO MF 265, 63HP	hm	1.0000	0.0020	278.94	0.56		
0301010127	CAMIÓN IMPRIMADOR 1800 GLN	hm	1.0000	0.0020	150.00	0.30		
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.14			
						<b>1.07</b>		
Partida	<b>02.03.02</b>	<b>CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE E=2" C/EQUIPO</b>						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,250.0000	EQ. 1,250.0000	Costo unitario directo por : m2			34.37	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0128	18.14	0.23		
0101010004	PEON	hh	8.0000	0.0512	16.39	0.84		
						<b>1.07</b>		
	<b>Materiales</b>							
0201130002	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	m3		0.0650	430.00	27.95		
						<b>27.95</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010060	RODILLO NEUMÁTICO AUTOPROPULSADO 81-100 HP	hm	1.0000	0.0064	129.87	0.83		
0301010094	VOLQUETE 10 M3	hm	1.0000	0.0064	283.88	1.82		
0301010128	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP	hm	1.0000	0.0064	287.21	1.84		
0301010129	RODILLO TANDEM ESTÁTICO 58 - 70 HP	hm	1.0000	0.0064	129.87	0.83		
0301030001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.07	0.03		
						<b>5.35</b>		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14. Presupuesto de mejoramiento tradicional de un pavimento flexible.

S10		Presupuesto				Página	1
Presupuesto	GEOMALLAS BIAXIALES PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE BAJO VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE, PUCUSANA, 2020						
Ciente	KATHERIN TOLENTINO HIPOLO					Costo al	01/01/2021
Lugar	LIMA - LIMA - PUCUSANA						
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.		
01	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>				<b>3,213,043.20</b>		
01.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>959,299.20</b>		
01.01.01	EXCAVACIÓN HASTA SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO C/TRACTOR 140-160 HP	m3	17,280.00	9.48	163,814.40		
01.01.02	ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES C/ VOLQUETE 10M3 D=10KM	m3	23,328.00	34.10	795,484.80		
01.02	<b>SUB-BASE Y BASE</b>				<b>1,409,616.00</b>		
01.02.01	MEJORAMIENTO DE SUELO DE SUBRASANTE E=0.40 M	m2	21,600.00	34.25	739,800.00		
01.02.02	SUB BASE GRANULAR E=0.20M	m2	21,600.00	14.69	317,304.00		
01.02.03	BASE GRANULAR E=0.20M	m2	21,600.00	16.32	352,512.00		
01.03	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>844,128.00</b>		
01.03.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	21,600.00	4.71	101,736.00		
01.03.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE E=2" C/EQUIPO	m2	21,600.00	34.37	742,392.00		
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>3,213,043.20</b>		
	<b>IGV (18%)</b>				<b>578,347.78</b>		
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>3,791,390.98</b>		
	<b>SON: TRES MILLONES SETECIENTOS NOVENTIUN MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y 98/100 SOL</b>						

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 15. Presupuesto de mejoramiento con MacGrid 20 de un pavimento flexible.

S10		Presupuesto				Página	1
Presupuesto	GEOMALLAS BIAXIALES PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE BAJO VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE, PUCUSANA, 2020						
Ciente	Bach.KATHERIN TOLENTINO HIPOLO					Costo al	01/01/2021
Lugar	LIMA - LIMA - PUCUSANA						
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.		
03	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>				<b>2,907,921.60</b>		
03.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>479,649.60</b>		
03.01.01	EXCAVACIÓN HASTA SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO C/TRACTOR 140-160 HP	m3	8,640.00	9.48	81,907.20		
03.01.02	ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES C/ VOLQUETE 10M3 D=10KM	m3	11,664.00	34.10	397,742.40		
03.02	<b>SUB-BASE Y BASE</b>				<b>1,584,144.00</b>		
03.02.01	MEJORAMIENTO DE GEOMALLA BIAXIAL MACGRID EGB 20	m2	21,600.00	42.72	922,752.00		
03.02.02	SUB BASE GRANULAR E=0.25M	m2	21,600.00	18.36	396,576.00		
03.02.03	BASE GRANULAR E=0.15M	m2	21,600.00	12.26	264,816.00		
03.03	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>844,128.00</b>		
03.03.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	21,600.00	4.71	101,736.00		
03.03.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE E=2" C/EQUIPO	m2	21,600.00	34.37	742,392.00		
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>2,907,921.60</b>		
	<b>IGV (18%)</b>				<b>523,425.89</b>		
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>3,431,347.49</b>		
	<b>SON: TRES MILLONES CUATROCIENTOS TRENTIUN MIL TRESCIENTOS CUARENTISIETE Y 49/100 SOL</b>						

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 16. Presupuesto de mejoramiento con MacGrid 30 de un pavimento flexible.

S10				Página	1
<b>Presupuesto</b>					
Presupuesto	<b>GEOMALLAS BIAXIALES PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE BAJO VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE, PUCUSANA, 2020</b>				
Ciente	<b>Bach.KATHERIN TOLENTINO HIPOLO</b>			Costo al	<b>01/01/2021</b>
Lugar	<b>LIMA - LIMA - PUCUSANA</b>				
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
02	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>				<b>2,805,197.40</b>
02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>419,693.40</b>
02.01.01	EXCAVACIÓN HASTA SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO C/TRACTOR 140-160 HP	m3	7,560.00	9.48	71,668.80
02.01.02	ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES C/ VOLQUETE 10M3 D=10KM	m3	10,206.00	34.10	348,024.60
02.02	<b>SUB-BASE Y BASE</b>				<b>1,541,376.00</b>
02.02.01	MEJORAMIENTO DE GEOMALLA BIAXIAL MACGRID EGB 30	m2	21,600.00	44.41	959,256.00
02.02.02	SUB BASE GRANULAR E=0.20M	m2	21,600.00	14.69	317,304.00
02.02.03	BASE GRANULAR E=0.15M	m2	21,600.00	12.26	264,816.00
02.03	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>844,128.00</b>
02.03.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	21,600.00	4.71	101,736.00
02.03.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE E=2" C/EQUIPO	m2	21,600.00	34.37	742,392.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>2,805,197.40</b>
	<b>IGV (18%)</b>				<b>504,935.53</b>
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>3,310,132.93</b>
	<b>SON : TRES MILLONES TRESCIENTOS DIEZ MIL CIENTO TRENTIDOS Y 93/100 SOL</b>				

Fuente: Elaboración propia.



## Anexo 17. Cálculo de CBR en función de SN

- Para el cálculo del incremento del CBR, con SN = 2.00

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows '80 % Zr=-0.841' and 'So = 0.45'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section shows 'PSI inicial = 3.8' and 'PSI final = 2'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section shows 'Mr = 26223 psi'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, resulting in 'W18 = 999225' and 'Número Estructural SN = 1.99'. The 'Calcular' button is highlighted.

- Para el cálculo del incremento del CBR, con SN=1.79

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows '80 % Zr=-0.841' and 'So = 0.45'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section shows 'PSI inicial = 3.8' and 'PSI final = 2'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section shows 'Mr = 974.32306 psi'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, resulting in 'W18 = 999225' and 'Número Estructural SN = 1.79'. The 'Calcular' button is highlighted.

Fuente: Software AASHTO.

Anexo 18. Encuestas de Juicio de expertos


Encuesta de juicio de experto N° 1

INSTRUCCIONES

Marque con Un (X) en cada casilla, de acuerdo de la siguiente manera:

(1) Totalmente en desacuerdo (2) En desacuerdo (3) Ni de acuerdo, ni desacuerdo  
(4) De acuerdo (5) Totalmente de acuerdo

ITEMS	PREGUNTAS	1	2	3	4	5
1	¿Usted cree que mediante el ensayo de análisis granulométrico del suelo se determinará el tipo de suelo?				X	
2	¿Usted cree que mediante el ensayo de contenido de humedad se determinará la humedad que posee el suelo?					X
3	¿Usted cree que los ensayos de límite líquido y plástico determinará la plasticidad del suelo?					X
4	¿Usted cree que mediante ensayo de Proctor modificado se determinará la densidad máxima y humedad óptima del suelo?					X
5	¿Usted cree que mediante el ensayo de CBR se determinará la capacidad de resistencia y calidad del suelo?					X
6	¿Usted cree mediante el aporte estructural de la geomalla biaxial incrementará la resistencia del número estructural del suelo?				X	
7	¿Usted cree que con el refuerzo de geomalla biaxial en la subrasante se reducirá los espesores de capas de un pavimento flexible?					X
8	¿Usted cree que con mejoramiento de suelo con geomalla biaxial de un pavimento flexible optimizará costos de ejecución?					X
9	¿Usted cree que la capacidad de resistencia de la subrasante de bajo CBR mejorará al reforzar con geomallas biaxiales?					X
10	¿Usted cree que el mejoramiento del suelo con geomalla biaxial tiene mayores beneficios respecto al método tradicional remplazo de material?				X	
TOTAL						


Datos del juez:	Rodrigo Jonathan Bernuy Diaz	Ingeniero Civil CIP N° 231959	 RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ INGENIERO CIVIL reg. colegio de ingenieros CIP N° 231959
-----------------	------------------------------	----------------------------------	--

## Encuesta de juicio de experto N° 2

### INSTRUCCIONES

Marque con Un (X) en cada casilla, de acuerdo de la siguiente manera:

(1) Totalmente en desacuerdo    (2) En desacuerdo    (3) Ni de acuerdo, ni desacuerdo  
 (4) De acuerdo    (5) Totalmente de acuerdo

ITEMS	PREGUNTAS	1	2	3	4	5
1	¿Usted cree que mediante el ensayo de análisis granulométrico del suelo se determinará el tipo de suelo?				X	
2	¿Usted cree que mediante el ensayo de contenido de humedad se determinará la humedad que posee el suelo?					X
3	¿Usted cree que los ensayos de límite líquido y plástico determinará la plasticidad del suelo?					X
4	¿Usted cree que mediante ensayo de Proctor modificado se determinará la densidad máxima y humedad óptima del suelo?					X
5	¿Usted cree que mediante el ensayo de CBR se determinará la capacidad de resistencia y calidad del suelo?					X
6	¿Usted cree mediante el aporte estructural de la geomalla biaxial incrementará la resistencia del número estructural del suelo?				X	
7	¿Usted cree que con el refuerzo de geomalla biaxial en la subrasante se reducirá los espesores de capas de un pavimento flexible?				X	
8	¿Usted cree que con mejoramiento de suelo con geomalla biaxial de un pavimento flexible optimizará costos de ejecución?				X	
9	¿Usted cree que la capacidad de resistencia de la subrasante de bajo CBR mejorará al reforzar con geomallas biaxiales?				X	
10	¿Usted cree que el mejoramiento del suelo con geomalla biaxial tiene mayores beneficios respecto al método tradicional remplazo de material?				X	
<b>TOTAL</b>						


Datos del juez:	Carlos Guillermo Aguilar Muñoz	Ingeniero Civil CIP N° 231953	AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO ING. CIVIL Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 231953 <hr/> Firma
-----------------	--------------------------------	----------------------------------	---


### Encuesta de juicio de experto N° 3

**INSTRUCCIONES**

Marque con Un (X) en cada casilla, de acuerdo de la siguiente manera:

(1) Totalmente en desacuerdo	(2) En desacuerdo	(3) Ni de acuerdo, ni desacuerdo	(4) De acuerdo	(5) Totalmente de acuerdo
------------------------------	-------------------	----------------------------------	----------------	---------------------------

ITEMS	PREGUNTAS	1	2	3	4	5
1	¿Usted cree que mediante el ensayo de análisis granulométrico del suelo se determinará el tipo de suelo?				X	
2	¿Usted cree que mediante el ensayo de contenido de humedad se determinará la humedad que posee el suelo?					X
3	¿Usted cree que los ensayos de límite líquido y plástico determinará la plasticidad del suelo?					X
4	¿Usted cree que mediante ensayo de Proctor modificado se determinará la densidad máxima y humedad óptima del suelo?					X
5	¿Usted cree que mediante el ensayo de CBR se determinará la capacidad de resistencia y calidad del suelo?					X
6	¿Usted cree mediante el aporte estructural de la geomalla biaxial incrementará la resistencia del número estructural del suelo?					X
7	¿Usted cree que con el refuerzo de geomalla biaxial en la subrasante se reducirá los espesores de capas de un pavimento flexible?				X	
8	¿Usted cree que con mejoramiento de suelo con geomalla biaxial de un pavimento flexible optimizará costos de ejecución?				X	
9	¿Usted cree que la capacidad de resistencia de la subrasante de bajo CBR mejorará al reforzar con geomallas biaxiales?				X	
10	¿Usted cree que el mejoramiento del suelo con geomalla biaxial tiene mayores beneficios respecto al método tradicional remplazo de material?					X
<b>TOTAL</b>						

Datos del juez:	Franklin Raúl Gómez Sapallanay	Ingeniero Civil Especialista en suelos CIP N° 137831	 <b>FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>ESPECIALISTA EN SUELOS</b> <b>Reg. CIP N° 137831</b> <hr/> Firma
-----------------	--------------------------------	---	---


### Encuesta de juicio de experto N° 4

**INSTRUCCIONES**

Marque con Un (X) en cada casilla, de acuerdo de la siguiente manera:

(1) Totalmente en desacuerdo	(2) En desacuerdo	(3) Ni de acuerdo, ni desacuerdo
(4) De acuerdo	(5) Totalmente de acuerdo	

ITEMS	PREGUNTAS	1	2	3	4	5
1	¿Usted cree que mediante el ensayo de análisis granulométrico del suelo se determinará el tipo de suelo?				X	
2	¿Usted cree que mediante el ensayo de contenido de humedad se determinará la humedad que posee el suelo?				X	
3	¿Usted cree que los ensayos de límite líquido y plástico determinará la plasticidad del suelo?				X	
4	¿Usted cree que mediante ensayo de Proctor modificado se determinará la densidad máxima y humedad óptima del suelo?				X	
5	¿Usted cree que mediante el ensayo de CBR se determinará la capacidad de resistencia y calidad del suelo?					X
6	¿Usted cree mediante el aporte estructural de la geomalla biaxial incrementará la resistencia del número estructural del suelo?					X
7	¿Usted cree que con el refuerzo de geomalla biaxial en la subrasante se reducirá los espesores de capas de un pavimento flexible?					X
8	¿Usted cree que con mejoramiento de suelo con geomalla biaxial de un pavimento flexible optimizará costos de ejecución?				X	
9	¿Usted cree que la capacidad de resistencia de la subrasante de bajo CBR mejorará al reforzar con geomallas biaxiales?					X
10	¿Usted cree que el mejoramiento del suelo con geomalla biaxial tiene mayores beneficios respecto al método tradicional remplazo de material?					X
<b>TOTAL</b>						

Datos del juez:	Mireya Marlene Manrique Valverde	Ingeniero Civil CIP N° 168063	 Firma
-----------------	-------------------------------------	----------------------------------	--


### Encuesta de juicio de experto N° 5

**INSTRUCCIONES**

Marque con Un (X) en cada casilla, de acuerdo de la siguiente manera:

(1) Totalmente en desacuerdo    (2) En desacuerdo    (3) Ni de acuerdo, ni desacuerdo  
 (4) De acuerdo    (5) Totalmente de acuerdo


ITEMS	PREGUNTAS	1	2	3	4	5
1	¿Usted cree que mediante el ensayo de análisis granulométrico del suelo se determinará el tipo de suelo?			X		
2	¿Usted cree que mediante el ensayo de contenido de humedad se determinará la humedad que posee el suelo?					X
3	¿Usted cree que los ensayos de límite líquido y plástico determinará la plasticidad del suelo?					X
4	¿Usted cree que mediante ensayo de Proctor modificado se determinará la densidad máxima y humedad óptima del suelo?					X
5	¿Usted cree que mediante el ensayo de CBR se determinará la capacidad de resistencia y calidad del suelo?					X
6	¿Usted cree mediante el aporte estructural de la geomalla biaxial incrementará la resistencia del número estructural del suelo?					X
7	¿Usted cree que con el refuerzo de geomalla biaxial en la subrasante se reducirá los espesores de capas de un pavimento flexible?				X	
8	¿Usted cree que con mejoramiento de suelo con geomalla biaxial de un pavimento flexible optimizará costos de ejecución?				X	
9	¿Usted cree que la capacidad de resistencia de la subrasante de bajo CBR mejorará al reforzar con geomallas biaxiales?				X	
10	¿Usted cree que el mejoramiento del suelo con geomalla biaxial tiene mayores beneficios respecto al método tradicional remplazo de material?					X
<b>TOTAL</b>						

Datos del juez:	Alfredo Edmundo Iparraguirre Rodríguez	Ingeniero Civil CIP N° 194671	 IPARRAGUIRRE RODRIGUEZ ALFREDO EDMUNDO ING. CIVIL Colegio de Ingenieros Reg. CIP 194671
-----------------	--	----------------------------------	--

Anexo 19. Ficha de recolección de datos de laboratorio.


<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C.					
<b>Fecha</b>	28-10-2020					
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020					
<b>Ensayo</b>	Análisis Granulométrico- ASTM D 422- 63					
<b>Objetivo</b>	Determinar el tipo de suelo					
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima					
<b>SUELO</b>						
<b>Calicata</b>	C-1	<b>Profundidad</b>	1.50			
<b>Estrato</b>	M-1	<b>Cantidad</b>	0.5kg			
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>% Pesos Retenidos</b>	<b>% Retenidos Acumulados</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Clasificación</b>	
3"	76.200	-	-	100.00	SUCS	ML
2 1/2"	63.500	-	-	100.00	AASHTO	A-4
2"	50.800	-	-	100.00		
1 1/2"	38.100	-	-	100.00		
1"	25.400	-	-	100.00		
3/4"	19.050	-	-	100.00		
1/2"	12.700	-	-	100.00		
3/8"	9.525	-	-	100.00		
1/4"	6.350	-	-	100.00		
N° 4	4.760	-	-	100.00		
N° 6	3.350	-	-	100.00		
N° 8	2.380	-	-	100.00		
N° 10	2.000	-	-	100.00		
N° 16	1.190	-	-	100.00		
N° 20	0.850	0.95	0.95	99.05		
N° 30	0.590	3.85	4.80	95.20		
N° 40	0.420	7.61	12.42	87.58		
N° 50	0.297	9.74	22.16	77.84		
N° 80	0.177	17.25	35.20	56.24		
N° 100	0.149	19.26	41.41	58.59		
N° 200	0.074	47.6	46.17	53.83		
< N° 200		53.83	100.00	-		



**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
ING. CIVIL  
reg. colegio de ingenieros CIP N° 231959


**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 231959



**AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO**  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 231953




**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 231953



**FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY**  
INGENIERO CIVIL

**FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY**  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
CIP N° 137831

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C.					
<b>Fecha</b>	28-10-2020					
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020					
<b>Ensayo</b>	Análisis Granulométrico- ASTM D 422- 63					
<b>Objetivo</b>	Determinar el tipo de suelo					
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima					
<b>SUELO</b>						
<b>Calicata</b>	C-2	<b>Profundidad</b>	1.50 m			
<b>Estrato</b>	M-1	<b>Cantidad</b>	0.5 Kg.			
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>% Pesos Retenidos</b>	<b>% Retenidos Acumulados</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Clasificación</b>	
					AASHTO	A-6
3"	76.200	-	-	100.00		
2 1/2"	63.500	-	-	100.00		
2"	50.800	-	-	100.00		
1 1/2"	38.100	-	-	100.00		
1"	25.400	-	-	100.00		
3/4"	19.050	-	-	100.00		
1/2"	12.700	-	-	100.00		
3/8"	9.525	-	-	100.00		
1/4"	6.350	-	-	100.00		
N° 4	4.760	-	-	100.00		
N°6	3.350	-	-	100.00		
N° 8	2.380	-	-	100.00		
N°10	2.000	-	-	100.00		
N°16	1.190	-	-	100.00		
N°20	0.850	0.76	0.76	99.24		
N° 30	0.590	1.85	2.61	97.39		
N° 40	0.420	2.79	5.40	94.60		
N° 50	0.297	3.90	9.30	90.70		
N°80	0.177	5.14	12.24	89.50		
N° 100	0.149	6.31	15.61	84.39		
N° 200	0.074	3.08	18.70	81.30		
< N° 200		81.30	100.00	0.00		
 <b>RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ</b> ING. CIVIL <small>reg colegio de ingenieros CIP N°231959</small> <b>RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 231959				 <b>AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO</b> ING. CIVIL <small>Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 231953</small> <b>CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ</b> INGENIERO CIVIL CIP N°231953		
 <b>FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY</b> INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN SUELOS <b>FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY</b> INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN SUELOS CIP N° 137831						



<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Comax S.A.C.					
<b>Fecha</b>	28-10-2020					
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020					
<b>Ensayo</b>	Análisis Granulométrico- ASTM D 422- 63					
<b>Objetivo</b>	Determinar el tipo de suelo					
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima					
<b>SUELO</b>						
<b>Calicata</b>	C-3	<b>Profundidad</b>	1.50 m			
<b>Estrato</b>	M-1	<b>Cantidad</b>	0.5 Kg			
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>% Pesos Retenidos</b>	<b>% Retenidos Acumulados</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Clasificación</b>	
3"	76.200	-	-	100.00	SUCS	CL
2 1/2"	63.500	-	-	100.00	AASHTO	A-6
2"	50.800	-	-	100.00		
1 1/2"	38.100	-	-	100.00		
1"	25.400	-	-	100.00		
3/4"	19.050	-	-	100.00		
1/2"	12.700	-	-	100.00		
3/8"	9.525	-	-	100.00		
1/4"	6.350	-	-	100.00		
N° 4	4.760	-	-	100.00		
N°6	3.350	-	-	100.00		
N° 8	2.380	-	-	100.00		
N°10	2.000	-	-	100.00		
N°16	1.190	-	-	100.00		
N°20	0.850	-	-	100.00		
N° 30	0.590	0.42	0.42	99.58		
N° 40	0.420	1.32	1.74	98.26		
N° 50	0.297	3.12	4.86	95.74		
N°80	0.177	4.32	5.86	74.28		
N° 100	0.149	5.31	10.18	89.82		
N° 200	0.074	4.09	14.27	85.73		
< N° 200		85.73	100.00	0.00		

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 ING. CIVIL  
reg. colegio de ingenieros CIP N° 231959  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
**AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO**  
 ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 231953  
**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
**FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
reg. colegio de ingenieros CIP N° 137831  
**FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C.
<b>Fecha</b>	01-11-2020
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califormia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Análisis Granulométrico- ASTM D 422- 63
<b>Objetivo</b>	Determinar el tipo de suelo
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima

**SUELO**

Calicata	C-4	Profundidad	1.50 m
Estrato	M-1	Cantidad	0.5 Kg

Tamiz	Abertura (mm)	% Pesos Retenidos	% Retenidos Acumulados	% Pasa	Clasificación
3"	76.200	—	—	—	
2 1/2"	63.500	—	—	—	AASHTO A-2-4
2"	50.800	—	—	—	
1 1/2"	38.100	—	—	—	
1"	25.400	—	—	—	
3/4"	19.050	—	—	—	
1/2"	12.700	—	—	—	
3/8"	9.525	—	—	—	
1/4"	6.350	—	—	—	
N° 4	4.760	—	—	—	
N°6	3.350	—	—	—	
N° 8	2.380	—	—	—	
N°10	2.000	—	—	—	
N°16	1.190	—	—	—	
N°20	0.850	—	—	100.00	
N° 30	0.590	2.61	2.61	97.39	
N° 40	0.420	11.16	13.77	86.23	
N° 50	0.297	36.66	50.43	49.57	
N°80	0.177	28.44	43.28	51.20	
N° 100	0.149	21.57	72.00	28.00	
N° 200	0.074	10.41	82.40	17.60	
< N° 200		17.60	100.00	0.00	

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 ING. CIVIL  
reg. colegio de ingenieros CIP N° 231959  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
**AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO**  
 ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 231952  
**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
**FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
**FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C.
<b>Fecha</b>	30-10-2020
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Análisis Granulométrico- ASTM D 422- 63
<b>Objetivo</b>	Determinar el tipo de suelo
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima

**SUELO**

<b>Calicata</b>	C-5	<b>Profundidad</b>	1.50
<b>Estrato</b>	M-1	<b>Cantidad</b>	0.5kg

Tamiz	Abertura (mm)	% Pesos Retenidos	% Retenidos Acumulados	% Pasa	Clasificación	
3"	76.200	-	-	100	SUCS	ML
2 1/2"	63.500	-	-	100	AASHTO	A-6
2"	50.800	-	-	100		
1 1/2"	38.100	-	-	100		
1"	25.400	-	-	100		
3/4"	19.050	-	-	100		
1/2"	12.700	-	-	100		
3/8"	9.525	-	-	100		
1/4"	6.350	-	-	100		
N° 4	4.760	-	-	100		
N°6	3.350	-	-	100		
N° 8	2.380	-	-	100		
N°10	2.000	1.22	2.74	97.50		
N°16	1.190	3.10	3.40	98.10		
N°20	0.850	6.78	3.89	92.20		
N° 30	0.590	7.91	7.67	97.26		
N° 40	0.420	10.74	19.48	92.33		
N° 50	0.297	24.87	50.12	80.52		
N°80	0.177	28.40	75.50	79.88		
N° 100	0.149	52.56	84.63	24.30		
N° 200	0.074	50.87	91.24	15.62		
< N° 200		250.57	61.79	0.00		

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 ING. CIVIL  
 reg colegio de ingenieros CIP N°231959

**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
**AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO**  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 231953

**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N°231953

  
**FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 137831  
**FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Comax S.A.C.
<b>Fecha</b>	02-11-2020
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califormia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Análisis Granulométrico- ASTM D 422- 63
<b>Objetivo</b>	Determinar el tipo de suelo
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima

SUELO			
Calicata	C-6	Profundidad	1.50
Estrato	M-1	Cantidad	0.5 Kg

Tamiz	Abertura (mm)	% Pesos Retenidos	% Retenidos Acumulados	% Pasa	Clasificación
3"	76.200	—	—	100.0	SUCS SM AASHTO A-2-4
2 1/2"	63.500	—	—	100.0	
2"	50.800	—	—	100.0	
1 1/2"	38.100	—	—	100.0	
1"	25.400	—	—	100.0	
3/4"	19.050	—	—	100.00	
1/2"	12.700	—	—	100.00	
3/8"	9.525	—	—	100.00	
1/4"	6.350	—	—	100.00	
N° 4	4.760	2.47	5.42	94.58	
N°6	3.350	2.05	3.20	93.20	
N° 8	2.380	1.25	4.20	95.10	
N°10	2.000	3.72	9.14	90.86	
N°16	1.190	4.20	13.20	93.20	
N°20	0.850	1.64	10.78	89.22	
N° 30	0.590	4.85	15.63	84.37	
N° 40	0.420	7.83	23.47	76.53	
N° 50	0.297	13.34	36.81	63.19	
N°80	0.177	14.20	19.20	54.20	
N° 100	0.149	28.98	65.78	34.22	
N° 200	0.074	10.75	76.53	23.47	
< N° 200		23.47	100.00	0.00	

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 ING. CIVIL  
 reg colegio de ingenieros CIP N° 231959  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
**AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO**  
 ING. CIVIL  
**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
**FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
**FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

Laboratorio	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
Fecha	28/10/2020
Tesis	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
Ensayo	Contenido de humedad- NTP 339.127 / ASTM D2216
Objetivo	Determinar la cantidad de agua que posee una muestra de suelo respecto al peso seco de la muestra.
Ubicación	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima

**SUELO**

Calicata	C-1		Profundidad	1.50 m
Muestra	N°	N-03	N-05	
Peso del recipiente	gr	345.78	336.45	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	609.31	597.27	
Peso recipiente + muestra seca	gr	599.01	586.52	
Peso del agua	gr	10.30	10.75	
Peso de muestra seca	gr	218.23	250.07	
Humedad	%	4.15	4.30	
Humedad promedio	%	4.22		

  
 RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ  
 ING. CIVIL  
 reg colegio de ingenieros CIP N°231959

RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
 AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO  
 ING. CIVIL

CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N°231953

  
 FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL

FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
<b>Fecha</b>	28/10/2020
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Contenido de humedad- NTP 339.127 / ASTM D2216
<b>Objetivo</b>	Determinar la cantidad de agua que posee una muestra de suelo respecto al peso seco de la muestra.
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima

**SUELO**

<b>Calicata</b>	C-2	<b>Profundidad</b>	1.50m
-----------------	-----	--------------------	-------

<b>Muestra</b>	<b>N°</b>	<b>N-01</b>	<b>N-04</b>		
<b>Peso del recipiente</b>	gr	325.41	322.44		
<b>Peso recipiente + muestra húmeda</b>	gr	602.32	600.49		
<b>Peso recipiente + muestra seca</b>	gr	554.24	551.44		
<b>Peso del agua</b>	gr	48.08	49.05		
<b>Peso de muestra seca</b>	gr	228.83	229.00		
<b>Humedad</b>	%	21.01	21.42		
<b>Humedad promedio</b>	%	21.22			

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 ING. CIVIL  
reg colegio de ingenieros CIP N° 231959  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
**CIP N° 231959**

  
**AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO**  
 ING. CIVIL  
reg colegio de ingenieros CIP N° 231953  
**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
**CIP N°231953**

  
**FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
**ESPECIALISTA EN SUELOS**  
reg colegio de ingenieros CIP N° 137831  
**FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
**ESPECIALISTA EN SUELOS**  
**CIP N° 137831**

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Comax S.A.C
<b>Fecha</b>	28/10/2020
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califomia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Contenido de humedad- NTP 339.127 / ASTM D2216
<b>Objetivo</b>	Determinar la cantidad de agua que posee una muestra de suelo respecto al peso seco de la muestra.
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima

**SUELO**

<b>Calicata</b>	C - 3	<b>Profundidad</b>	1.50 m
-----------------	-------	--------------------	--------

<b>Muestra</b>	<b>N°</b>	<b>N - 02</b>	<b>N - 06</b>		
<b>Peso del recipiente</b>	gr	333.24	328.47		
<b>Peso recipiente + muestra húmeda</b>	gr	610.06	605.41		
<b>Peso recipiente + muestra seca</b>	gr	567.59	562.10		
<b>Peso del agua</b>	gr	42.47	43.31		
<b>Peso de muestra seca</b>	gr	239.35	233.63		
<b>Humedad</b>	%	18.12	18.54		
<b>Humedad promedio</b>	%	18.33			

  
 RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ  
 ING. CIVIL  
reg colegio de ingenieros cip 231959  
 RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
 AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO  
 ING. CIVIL  
 CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N°231953

  
 FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C				
<b>Fecha</b>	30 / 10 / 2020				
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califomia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020				
<b>Ensayo</b>	Contenido de humedad- NTP 339.127 / ASTM D2216				
<b>Objetivo</b>	Determinar la cantidad de agua que posee una muestra de suelo respecto al peso seco de la muestra.				
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima				
<b>SUELO</b>					
<b>Calicata</b>	C-4			<b>Profundidad</b>	1.50m
<b>Muestra</b>	N°	N-03	N-05		
<b>Peso del recipiente</b>	gr	345.78	336.45		
<b>Peso recipiente + muestra húmeda</b>	gr	587.45	594.06		
<b>Peso recipiente + muestra seca</b>	gr	555.89	559.95		
<b>Peso del agua</b>	gr	31.56	34.11		
<b>Peso de muestra seca</b>	gr	210.11	223.50		
<b>Humedad</b>	%	15.02	15.26		
<b>Humedad promedio</b>	%	15.19			

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 ING. CIVIL  
 reg colegio de ingenieros CIP N° 231959

**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
**AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO**  
 ING. CIVIL

**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
**FRANKLIN RAUL**  
**GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL

**FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831



<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
<b>Fecha</b>	30 / 10 / 2020
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califomia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Contenido de humedad- NTP 339.127 / ASTM D2216
<b>Objetivo</b>	Determinar la cantidad de agua que posee una muestra de suelo respecto al peso seco de la muestra.
<b>Ubicación</b>	Via de ingreso a Pucusana , Lima, Lima

**SUELO**

<b>Calicata</b>	C-5		<b>Profundidad</b>	1.50m
<b>Muestra</b>	N°	N-01	N-04	
<b>Peso del recipiente</b>	gr	325.41	322.44	
<b>Peso recipiente + muestra húmeda</b>	gr	609.19	613.04	
<b>Peso recipiente + muestra seca</b>	gr	550.92	552.80	
<b>Peso del agua</b>	gr	58.27	60.24	
<b>Peso de muestra seca</b>	gr	225.51	230.36	
<b>Humedad</b>	%	25.84	26.15	
<b>Humedad promedio</b>	%	25.99		

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 ING. CIVIL  
 reg colegio de Ingenieros CIP N°231959  


---

**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
**AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO**  
 ING. CIVIL  
 reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 231953  


---

**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N°231953

  
**FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  


---

**FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
<b>Fecha</b>	28 / 10 / 2020
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Limite liquido, limite plástico e Índice de plasticidad - NTP 339.129(ASTM D-4318)
<b>Objetivo</b>	Medir la cohesión del suelo y su contenido de humedad.
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima

**SUELO**

<b>Calicata</b>	C - 1	<b>Profundidad</b>	1.50 m
-----------------	-------	--------------------	--------

Cápsula	Limite liquido			Limite plástico	
	1-E	5-B	6-E	3-C	A
Peso de capsula (gr)	29.57	29.32	29.31	29.00	28.77
Peso de cápsula + M. Húmeda (g)	40.59	42.63	40.66	38.43	39.32
Peso de cápsula + M. Seca (g)	38.65	39.9	38.11	36.80	37.51
Peso del agua (gr)	1.94	2.73	2.55	1.63	1.81
Peso de la M. seco (gr)	9.38	10.58	8.8	7.8	8.74
Contenido de Humedad (%)	20.68	25.80	29.99	20.90	20.71
Numero de golpes	32	23	17		
Promedio Humedad (%)	24.18			20.80	

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 ING. CIVIL  
 reg colegio de ingenieros CIP N° 231959

**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
**AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO**  
 ING. CIVIL  
 reg colegio de ingenieros CIP N° 231953

**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
**FRANKLIN RAUL**  
**GOMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL

**FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
<b>Fecha</b>	28 / 10 / 2020
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califormia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad - NTP 339.129(ASTM D-4318)
<b>Objetivo</b>	Medir la cohesión del suelo y su contenido de humedad.
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima

**SUELO**

<b>Calicata</b>	C-2	<b>Profundidad</b>	1.50 m
-----------------	-----	--------------------	--------


Cápsula	Limite líquido			Limite plástico	
	3F	6-D	1-E	6-E	5-A
Peso de capsula (gr)	29.74	29.27	29.26	29.34	30.25
Peso de cápsula + M. Húmeda (g)	42.14	41.50	43.29	41.12	42.09
Peso de cápsula + M. Seca (g)	39.37	39.19	39.77	39.07	40.06
Peso del agua (gr)	2.77	3.16	3.82	2.05	2.03
Peso de la M. seco (gr)	9.63	8.87	10.24	9.73	9.81
Contenido de Humedad (%)	28.76	35.63	37.41	21.07	20.69
Numero de golpes	31	20	18		
Promedio Humedad (%)	32.15			20.88	

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 ING. CIVIL  
 reg colegio de ingenieros CIP N° 231959

**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
**AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO**  
 ING. CIVIL

**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
**FRANKLIN RAUL**  
**GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS

**FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
<b>Fecha</b>	28/10/2020
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad - NTP 339.129(ASTM D-4318)
<b>Objetivo</b>	Medir la cohesión del suelo y su contenido de humedad.
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima

**SUELO**

<b>Calicata</b>	C-3	<b>Profundidad</b>	1.50m		
<b>Cápsula</b>	<b>Limite liquido</b>			<b>Limite plástico</b>	
	1-C	2-D	6-B	3-E	2-F
Peso de capsula (gr)	28.42	29.15	29.54	29.24	29.57
Peso de cápsula + M. Húmeda (g)	43.2	41.21	44.62	35.34	35.03
Peso de cápsula + M. Seca (g)	39.63	37.94	40.32	39.40	39.07
Peso del agua (gr)	3.57	3.27	4.3	1.14	0.96
Peso de la M. seco (gr)	11.21	8.77	10.79	5.16	4.5
Contenido de Humedad (%)	31.85	37.20	39.99	22.09	21.33
Numero de golpes	31	23	17		
Promedio Humedad (%)	35.17			21.71	

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 ING. CIVIL  
 reg colegio de Ingenieros CIP N° 231959  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
**CIP N° 231959**

  
**AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO**  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 231953  
**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
**CIP N° 231953**

  
**FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
**FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
**CIP N° 137831**

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
<b>Fecha</b>	30/10/2020
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Limite líquido, limite plástico e Índice de plasticidad - NTP 339.129(ASTM D-4318)
<b>Objetivo</b>	Medir la cohesión del suelo y su contenido de humedad.
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima

**SUELO**

<b>Calicata</b>	C - 4	<b>Profundidad</b>	1.50 m
-----------------	-------	--------------------	--------


Cápsula	Limite líquido			Limite plástico	
	S - A	6 - E	2 - E	A - E	I - H
Peso de capsula (gr)	30.28	29.29	29.56	28.80	30.08
Peso de cápsula + M. Húmeda (g)	45.43	43.29	46.93	37.32	36.78
Peso de cápsula + M. Seca (g)	42.5	40.07	42.65	35.68	35.51
Peso del agua (gr)	2.93	3.22	4.28	1.64	1.27
Peso de la M. seco (gr)	12.22	10.78	13.09	6.88	5.43
Contenido de Humedad (%)	23.98	29.87	32.70	23.84	23.39
Numero de golpes	32	22	16		
Promedio Humedad (%)	27.47			23.61	

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 ING. CIVIL  
 reg colegio de ingenieros CIP N° 231959

**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
 AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO  
 ING. CIVIL

**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
 FRANKLIN RAUL  
 GOMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS

**FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
<b>Fecha</b>	20/10/2020
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califormia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Limite líquido, limite plástico e Índice de plasticidad - NTP 339.129(ASTM D-4318)
<b>Objetivo</b>	Medir la cohesión del suelo y su contenido de humedad.
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana , Lima, Lima

**SUELO**

<b>Calicata</b>	C-5	<b>Profundidad</b>	1.50 m
-----------------	-----	--------------------	--------

Cápsula	Limite líquido			Limite plástico	
	1-E	5-B	6-E	3-C	4
Peso de capsula (gr)	29.27	29.32	29.31	29.00	28.77
Peso de cápsula + M. Húmeda (g)	48.31	46.03	49.73	39.72	39.04
Peso de cápsula + M. Seca (g)	42.57	40.98	42.66	37.55	36.99
Peso del agua (gr)	5.74	5.55	7.07	2.17	2.06
Peso de la M. seco (gr)	13.3	11.16	13.35	8.55	8.21
Contenido de Humedad (%)	43.16	49.73	52.96	25.38	25.09
Numero de golpes	30	21	18		
Promedio Humedad (%)	46.59			25.54	

  
 RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ  
 ING. CIVIL  
 reg colegio de ingenieros CIP N°231969  


---

 RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
 AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO  
 ING. CIVIL  
 CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N°231953

  
 FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Proctor Modificado - ASTM D-1557
<b>Objetivo</b>	Hallar la máxima densidad seca que puede alcanzar el suelo, así como la humedad optima a que deberá hacerse la compactación
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima.

<b>SUELO</b>		
Calicata	C-1	Muestra M-1

CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Und.	56		25		12	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso Molde + Suelo Húmedo	g	10738.79	10738.79	10557.27	10557.27	10217.79	10217.79
Peso Molde	g	6925.50	6925.50	6925.50	6925.50	6925.50	6925.50
Peso del Suelo Húmedo	g	3813.29	3813.29	3631.77	3631.77	3292.29	3292.29
Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.796	1.796	1.706	1.706	1.546	1.546
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.809	1.796	1.728	1.705	1.586	1.545
<b>CÁPSULA</b>							
Peso de cápsula	g	28.42	28.42	28.42	28.42	28.42	28.42
Peso de cápsula + Muestra Húmeda	g	68.54	65.75	68.54	62.15	68.54	59.87
Peso de cápsula + Muestra Seca	g	64.05	61.51	64.05	58.02	64.05	50.71
Peso del Agua	g	4.49	4.24	4.49	4.08	4.49	4.16
Peso muestra seca	g	35.63	32.36	35.63	28.83	35.63	26.68
Humedad	%	12.61	13.11	12.61	14.15	12.61	15.59
Promedio de Humedad	%	12.86		13.38		14.40	

EXPANSIÓN O HINCHAMIENTO	56		25		12	
	DIAL	mm	DIAL	mm	DIAL	mm
Lectura inicial del deformímetro (0.001")	1+46.5	3.72	3+42.6	8.70	2+09.7	5.20
Lectura final del deformímetro (0.001")	1+80.3	4.58	4+29.6	10.91	3+36.7	9.08
Expansión	0.68 %		1.74 %		3.04 %	

PENETRACIÓN (mm)	PENETRACIÓN (pulg)
0.00	0.000
0.50	0.020
1.00	0.039
1.50	0.059
2.00	0.079
2.50	0.098
3.00	0.118
3.50	0.138
4.00	0.157
4.50	0.177
5.00	0.197
6.00	0.236
7.00	0.276
8.00	0.315
9.00	0.354
10.00	0.394
11.00	0.433
12.00	0.473
13.00	0.512

56		25		12	
Carga (kN)	Esfuerzo (psi)	Carga (kN)	Esfuerzo (psi)	Carga (kN)	Esfuerzo (psi)
0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
0.148	11.09	0.093	7.00	0.050	3.77
0.267	19.99	0.169	12.62	0.091	6.81
0.473	35.44	0.299	22.37	0.161	12.06
0.568	42.56	0.359	26.87	0.199	14.99
0.701	52.46	0.442	33.12	0.259	17.86
0.798	59.79	0.504	37.74	0.292	20.55
0.912	68.30	0.576	43.12	0.311	23.25
1.060	79.37	0.667	50.11	0.361	27.02
1.126	84.29	0.711	53.21	0.385	29.69
1.202	90.00	0.759	56.82	0.409	30.69
1.340	100.34	0.896	63.35	0.356	24.16
1.465	109.67	0.925	69.29	0.499	37.33
1.592	119.18	1.005	75.24	0.542	40.57
1.700	127.29	1.073	80.36	0.579	43.33
1.803	135.01	1.138	85.29	0.614	45.96
1.890	141.55	1.193	89.36	0.649	48.18
1.978	148.08	1.249	93.45	0.693	50.43
2.020	151.25	1.275	95.48	0.698	51.98

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
**FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de califormia de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Proctor Modificado - ASTM D-1557
<b>Objetivo</b>	Hallar la máxima densidad seca que puede alcanzar el suelo, así como la humedad optima a que deberá hacerse la compactación
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima.

SUELO			
Calicata	C-2	Muestra	M-1

CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Und.	56		25		12	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso Molde + Suelo Húmedo	g	10768.33	10767.33	10921.82	10921.62	10232.04	10232.09
Peso Molde	g	6425.50	6425.50	6425.50	6425.5	6425.50	6425.50
Peso del Suelo Húmedo	g	4342.83	4342.83	4496.32	4496.12	3806.54	3806.5863
Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.045	2.045	1.953	1.953	1.903	1.793
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.810	1.801	1.734	1.722	1.592	1.523
<b>CÁPSULA</b>							
Peso de cápsula	g	3-F	6-D	3-F	1-E	3-F	6-E
Peso de cápsula + Muestra Húmeda	g	29.74	29.27	29.74	29.26	29.74	29.74
Peso de cápsula + Muestra Seca	g	62.14	59.77	62.14	61.49	62.14	62.27
Peso del Agua	g	58.41	56.22	58.51	57.97	58.51	54.59
Peso muestra seca	g	3.23	3.65	3.63	3.97	3.63	4.68
Humedad	%	28.67	26.95	29.77	28.21	28.77	30.25
Promedio de Humedad	%	13.00	13.54	12.61	14.09	12.61	15.46

EXPANSIÓN O HINCHAMIENTO	66		25		12	
	DIAL	mm	DIAL	mm	DIAL	mm
Lectura inicial del deformímetro (0.001")	3+41.8	8.68	2+79.5	7.48	2+22.5	8.19
Lectura final del deformímetro (0.001")	3+68.8	9.32	3+82.3	9.21	3+23.5	12.03
Expansión	0.547%		1.767%		3.027%	

PENETRACIÓN (mm)	PENETRACIÓN (pulg)	56		25		12	
		Carga (kN)	Esfuerzo (psi)	Carga (kN)	Esfuerzo (psi)	Carga (kN)	Esfuerzo (psi)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50	0.020	0.154	11.51	0.096	7.21	0.057	3.99
1.00	0.039	0.272	20.75	0.174	13.00	0.096	7.20
1.50	0.059	0.491	36.78	0.308	23.09	0.170	12.25
2.00	0.079	0.590	44.18	0.370	22.69	0.205	15.35
2.50	0.098	0.727	54.45	0.456	34.11	0.252	18.88
3.00	0.118	0.829	62.05	0.519	38.88	0.297	21.51
3.50	0.138	0.947	70.87	0.593	44.41	0.328	24.58
4.00	0.157	1.100	82.38	0.689	51.61	0.381	28.56
4.50	0.177	1.168	87.48	0.732	54.81	0.405	30.33
5.00	0.197	1.248	93.41	0.782	58.52	0.423	32.39
6.00	0.236	1.391	109.14	0.871	65.25	0.492	36.41
7.00	0.276	1.520	113.83	0.952	71.32	0.527	39.49
8.00	0.315	1.652	123.69	1.035	77.50	0.573	42.89
9.00	0.354	1.764	132.12	1.105	82.77	0.612	45.81
10.00	0.394	1.892	140.13	1.193	87.99	0.649	48.58
11.00	0.433	1.962	146.91	1.229	92.04	0.680	50.74
12.00	0.472	2.053	158.89	1.286	96.29	0.712	52.29
13.00	0.512	2.094	166.98	1.314	98.35	0.723	54.43

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231968

  
**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
**FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831



<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Proctor Modificado - ASTM D-1557
<b>Objetivo</b>	Hallar la máxima densidad seca que puede alcanzar el suelo, así como la humedad optima a que deberá hacerse la compactación
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima.

SUELO			
Calicata	C - 3	Muestra	M - 1

CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Und.	36		25		12	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso Molde + Suelo Húmedo	g	10766.13	10765.49	10583.10	10583.10	10243.30	10243.30
Peso Molde	g	6425.20	6425.20	6425.50	6425.5	6425.20	6425.5
Peso del Suelo Húmedo	g	4341.93	4339.97	4157.90	4157.90	3817.80	3817.7971
Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.044	2.044	1.958	1.958	1.798	1.798
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.812	1.804	1.756	1.713	1.574	1.553
<b>CÁPSULA</b>							
Peso de cápsula	g	30.28	29.29	30.28	29.56	30.28	28.00
Peso de cápsula + Muestra Húmeda	g	71.04	59.77	71.04	61.44	71.04	64.27
Peso de cápsula + Muestra Seca	g	66.41	56.28	66.41	57.45	66.41	57.49
Peso del Agua	g	4.63	3.59	4.63	3.99	4.63	4.13
Peso muestra seca	g	36.19	26.99	36.19	28.97	36.19	30.64
Humedad	%	12.80	13.29	12.80	14.32	12.80	15.77
Promedio de Humedad	%	13.05		13.56		14.29	

EXPANSIÓN O HINCHAMIENTO	56		25		12	
	DIAL	mm	DIAL	mm	DIAL	mm
Lectura Inicial del deformímetro (0.001")	4125.5	10.81	1149.2	2.66	2127.7	5.60
Lectura final del deformímetro (0.001")	4148.0	11.39	2118.2	3.54	3170.2	4.90
Expansión	0.95%		1.43%		2.95%	

PENETRACIÓN (mm)	PENETRACIÓN (pulg)	56		25		12	
		Carga (kN)	Esfuerzo (psi)	Carga (kN)	Esfuerzo (psi)	Carga (kN)	Esfuerzo (psi)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	
0.50	0.020	0.161	12.05	0.097	7.25	0.053	
1.00	0.039	0.322	24.11	0.194	14.50	0.106	
1.50	0.059	0.483	36.17	0.291	21.73	0.161	
2.00	0.079	0.644	48.22	0.328	23.32	0.208	
2.50	0.098	0.805	60.26	0.484	36.26	0.266	
3.00	0.118	0.966	72.30	0.581	41.61	0.305	
3.50	0.138	1.127	84.34	0.678	46.97	0.344	
4.00	0.158	1.288	96.38	0.775	52.66	0.386	
4.50	0.177	1.449	108.42	0.872	57.50	0.422	
5.00	0.197	1.610	120.46	0.969	62.85	0.461	
5.50	0.217	1.771	132.50	1.066	67.70	0.504	
6.00	0.236	1.932	144.54	1.163	72.54	0.543	
7.00	0.276	2.453	186.58	1.450	94.10	0.690	
8.00	0.315	2.974	228.62	1.737	115.66	0.837	
9.00	0.355	3.495	270.66	2.024	137.22	0.984	
10.00	0.394	4.016	312.70	2.311	158.78	1.131	
11.00	0.433	4.537	354.74	2.598	180.34	1.278	
12.00	0.472	5.058	396.78	2.885	201.90	1.425	
13.00	0.512	5.579	438.82	3.172	223.46	1.572	

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
**FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Testis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Proctor Modificado - ASTM D-1557
<b>Objetivo</b>	Hallar la máxima densidad seca que puede alcanzar el suelo, así como la humedad optima a que deberá hacerse la compactación
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima.

SUELO			
Calicata	C - 4	Muestra	M - 1

CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Und.	56		25		12	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso Molde + Suelo Húmedo	g	10769.71	10769.79	10585.77	10585.77	10265.56	10265.56
Peso Molde	g	6425.30	6425.30	6425.30	6425.3	6425.50	6425.50
Peso del Suelo Húmedo	g	4339.49	4339.49	4160.27	4160.27	3840.06	3840.0639
Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.049	2.049	1.959	1.959	1.809	1.809
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.816	1.811	1.741	1.720	1.607	1.572
<b>CÁPSULA</b>							
Peso de cápsula	g	1-E	6-C	1-E	6-F	1-E	1-F
Peso de cápsula + Muestra Húmeda	g	29.26	28.41	29.26	29.13	29.26	28.30
Peso de cápsula + Muestra Seca	g	64.27	64.38	64.27	64.09	64.27	63.84
Peso de cápsula + Muestra Seca	g	60.37	60.37	60.37	53.67	60.37	59.19
Peso del Agua	g	3.90	3.96	3.90	3.42	3.90	4.65
Peso muestra seca	g	31.4	32.31	31.11	29.59	31.11	30.87
Humedad	%	12.84	12.88	12.59	13.92	12.59	15.04
Promedio de Humedad	%	12.71		13.23		13.79	

EXPANSIÓN O HINCHAMIENTO	56		25		12	
	DIAL	mm	DIAL	mm	DIAL	mm
Lectura inicial del deformímetro (0.001")	2+84.6	7.23	2+57.2	6.53	4+66.5	11.85
Lectura final del deformímetro (0.001")	3+00.6	7.64	3+23.2	8.21	6+10.5	13.51
Expansión	0.32%		1.32%		2.88%	

PENETRACIÓN (mm)	PENETRACIÓN (pulg)	56		25		12	
		Carga (kN)	Esfuerzo (psi)	Carga (kN)	Esfuerzo (psi)	Carga (kN)	Esfuerzo (psi)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	
0.30	0.020	0.140	10.50	0.089	6.30	0.046	3.46
1.00	0.039	0.220	16.45	0.132	9.97	0.072	5.42
1.50	0.059	0.300	22.37	0.219	16.43	0.120	9.02
2.00	0.079	0.346	26.90	0.328	24.55	0.180	13.48
2.50	0.098	0.438	35.29	0.443	33.19	0.243	18.22
3.00	0.118	0.497	37.19	0.384	28.33	0.296	22.14
3.50	0.138	1.055	78.99	0.633	47.91	0.348	26.03
4.00	0.157	1.194	89.37	0.716	52.64	0.393	29.45
4.50	0.179	1.322	99.00	0.799	59.43	0.436	32.62
5.00	0.197	1.436	109.55	0.862	64.35	0.473	35.49
6.00	0.236	1.666	129.95	1.000	74.84	0.549	41.11
7.00	0.276	1.844	138.06	1.107	82.86	0.608	45.49
8.00	0.315	2.042	152.89	1.225	91.76	0.673	50.38
9.00	0.354	2.224	166.52	1.365	102.20	0.733	54.87
10.00	0.394	2.426	181.67	1.499	112.16	0.800	59.86
11.00	0.433	2.648	199.01	1.587	118.84	0.871	65.25
12.00	0.472	2.896	215.92	1.726	129.23	0.948	70.95
13.00	0.512	3.198	224.47	1.868	139.88	1.026	76.80

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
**AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO**  
 ING. CIVIL  
**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
**FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
**FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831


<b>Tests</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Proctor Modificado - ASTM D-1557
<b>Objetivo</b>	Hallar la máxima densidad seca que puede alcanzar el suelo, así como la humedad optima a que deberá hacerse la compactación
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima.

SUELO			
Calicata	C-5	Muestra	M-1

CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Und.	56		25		12	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso Molde + Suelo Húmedo	g	10936.97	10936.97	10552.05	10553.03	10211.68	10211.68
Peso Molde	g	623.50	623.50	623.50	623.50	623.50	623.50
Peso del Suelo Húmedo	g	4311.37	4311.37	4127.55	4127.55	3786.18	3786.18
Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.030	2.030	1.944	1.944	1.779	1.779
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.806	1.798	1.779	1.706	1.586	1.545
<b>CÁPSULA</b>		1-C	2-D	1-C	2-B	1-C	3-E
Peso de cápsula	g	28.42	28.15	28.42	28.54	28.42	29.24
Peso de cápsula + Muestra Húmeda	g	66.13	62.25	66.13	65.08	66.13	66.36
Peso de cápsula + Muestra Seca	g	61.96	58.46	61.96	60.72	61.96	62.91
Peso del Agua	g	4.17	3.79	4.17	4.36	4.17	3.60
Peso muestra seca	g	33.54	29.81	33.54	31.18	33.54	23.67
Humedad	%	12.43	12.93	12.43	13.97	12.43	15.41
Promedio de Humedad	%	12.68		13.20		13.92	

EXPANSIÓN O HINCHAMIENTO	56		25		12	
	DIAL	mm	DIAL	mm	DIAL	mm
Lectura Inicial del deformímetro (0.001")	1+84.1	2.93	3+29.5	8.37	2+45.3	6.23
Lectura final del deformímetro (0.001")	1+84.1	4.69	4+07.5	10.35	3+87.3	2.87
Expansión	0.58%		1.56%		2.88%	

PENETRACIÓN (mm)	PENETRACIÓN (pulg)	56		25		12	
		Carga (kN)	Esfuerzo (psi)	Carga (kN)	Esfuerzo (psi)	Carga (kN)	Esfuerzo (psi)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
0.50	0.020	0.153	11.49	0.099	7.27	0.030	3.71
1.00	0.039	0.276	20.83	0.175	13.11	0.040	6.79
1.50	0.059	0.488	36.57	0.310	23.23	0.100	11.95
2.00	0.079	0.587	43.92	0.373	27.90	0.192	12.35
2.50	0.099	0.723	51.14	0.454	34.39	0.236	17.69
3.00	0.118	0.824	61.70	0.523	37.20	0.269	20.16
3.50	0.138	0.941	70.48	0.578	41.78	0.308	23.03
4.00	0.157	1.094	81.91	0.646	52.04	0.353	26.77
4.50	0.177	1.162	86.48	0.738	55.26	0.380	28.43
5.00	0.197	1.240	92.38	0.788	57.00	0.405	30.35
6.00	0.236	1.383	103.35	0.879	65.48	0.452	33.34
7.00	0.276	1.512	113.18	0.960	71.40	0.494	36.99
8.00	0.315	1.643	122.97	1.044	78.13	0.537	40.19
9.00	0.354	1.759	131.36	1.113	83.45	0.573	42.93
10.00	0.394	1.861	139.33	1.182	88.31	0.608	45.53
11.00	0.433	1.951	146.07	1.239	92.80	0.638	47.74
12.00	0.472	2.091	152.81	1.297	97.08	0.667	49.94
13.00	0.512	2.093	156.89	1.329	99.54	0.684	51.21

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 ING. CIVIL  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
 AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO  
 ING. CIVIL  
**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
 FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
**FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de calificación de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Proctor Modificado - ASTM D-1557
<b>Objetivo</b>	Hallar la máxima densidad seca que puede alcanzar el suelo, así como la humedad óptima a que deberá hacerse la compactación
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima.

**SUELO**


Calicata	C-6	Muestra	M-1
----------	-----	---------	-----

CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Und.	56		25		12	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso Molde + Suelo Húmedo	g	10744.33	10744.33	10501.96	10501.96	10245.07	10245.07
Peso Molde	g	6423.50	6423.50	6423.50	6423.50	6423.50	6423.50
Peso del Suelo Húmedo	g	4320.83	4320.83	4078.46	4078.46	3821.57	3821.57
Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32	2123.32
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.034	2.034	1.922	1.922	1.799	1.799
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.808	1.808	1.735	1.735	1.564	1.564
<b>CÁPSULA</b>							
Peso de cápsula	g	29.24	29.24	29.24	29.24	29.24	29.24
Peso de cápsula + Muestra Húmeda	g	54.63	54.63	51.88	51.88	51.88	51.88
Peso de cápsula + Muestra Seca	g	51.88	51.88	51.88	51.88	51.88	51.88
Peso del Agua	g	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
Peso muestra seca	g	22.13	22.13	22.13	22.13	22.13	22.13
Humedad	%	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
Promedio de Humedad	%	12.64		13.20		13.76	

EXPANSIÓN O HINCHAMIENTO	56		25		12	
	DIAL	mm	DIAL	mm	DIAL	mm
Lectura inicial del deformímetro (0.001")	4759.2	11.66	2738.0	6.06	3184.4	9.70
Lectura final del deformímetro (0.001")	4740.2	12.43	3133.0	8.00	5333.7	13.56
Expansión	0.87		1.94		3.86	

PENETRACIÓN (mm)	PENETRACIÓN (pulg)
0.00	0.000
0.30	0.012
1.00	0.039
1.50	0.059
2.00	0.079
2.50	0.099
3.00	0.118
3.50	0.138
4.00	0.157
4.50	0.177
5.00	0.197
6.00	0.236
7.00	0.276
8.00	0.315
9.00	0.354
10.00	0.394
11.00	0.433
12.00	0.472
13.00	0.512

56		25		12	
Carga (kN)	Esfuerzo (psi)	Carga (kN)	Esfuerzo (psi)	Carga (kN)	Esfuerzo (psi)
0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
0.140	10.30	0.085	6.37	0.049	3.63
0.220	16.45	0.132	9.99	0.076	5.67
0.280	21.33	0.222	16.62	0.127	9.77
0.340	25.79	0.332	24.83	0.187	14.13
0.400	30.25	0.442	33.06	0.236	17.68
0.460	34.71	0.552	41.29	0.284	21.33
0.520	39.17	0.662	49.52	0.358	26.80
0.580	43.63	0.772	57.75	0.384	28.95
0.640	48.09	0.882	65.98	0.432	32.35
0.700	52.55	0.992	74.21	0.497	37.21
0.760	57.01	1.102	82.44	0.577	43.16
0.820	61.47	1.212	90.67	0.638	47.72
0.880	65.93	1.322	98.90	0.703	52.40
0.940	70.39	1.432	107.13	0.768	57.50
1.000	74.85	1.542	115.36	0.823	61.62
1.060	79.31	1.652	123.59	0.892	66.84
1.120	83.77	1.762	131.82	0.959	71.32
1.180	88.23	1.872	140.05	1.024	76.17
1.240	92.69	1.982	148.28	1.089	81.02
1.300	97.15	2.092	156.51	1.154	85.87
1.360	101.61	2.202	164.74	1.219	90.72
1.420	106.07	2.312	172.97	1.284	95.57
1.480	110.53	2.422	181.20	1.349	100.42
1.540	114.99	2.532	189.43	1.414	105.27
1.600	119.45	2.642	197.66	1.479	110.12
1.660	123.91	2.752	205.89	1.544	114.97
1.720	128.37	2.862	214.12	1.609	119.82
1.780	132.83	2.972	222.35	1.674	124.67
1.840	137.29	3.082	230.58	1.739	129.52
1.900	141.75	3.192	238.81	1.804	134.37
1.960	146.21	3.302	247.04	1.869	139.22
2.020	150.67	3.412	255.27	1.934	144.07
2.080	155.13	3.522	263.50	2.000	148.92
2.140	159.59	3.632	271.73	2.065	153.77
2.200	164.05	3.742	280.00	2.130	158.62
2.260	168.51	3.852	288.23	2.195	163.47
2.320	172.97	3.962	296.46	2.260	168.32
2.380	177.43	4.072	304.69	2.325	173.17
2.440	181.89	4.182	312.92	2.390	178.02
2.500	186.35	4.292	321.15	2.455	182.87

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
**FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
<b>Fecha</b>	09 / 11 / 2020
<b>Temas</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Proctor Modificado - ASTM D-1557
<b>Objetivo</b>	Hallar la máxima densidad seca que puede alcanzar el suelo, así como la humedad óptima a que deberá hacerse la compactación
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima.

SUELO						
Calicata		C-1	Muestra		M-1	

MOLDE	Und.	1	2	3	4	5
Peso molde	g	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00
Volumen molde	cm <sup>3</sup>	943.69	943.69	943.69	943.69	943.69
Peso molde + Suelo húmedo	g	6078.26	6098.33	6151.39	6190.01	6191.74
Peso Suelo Húmedo	g	1816.26	1836.33	1889.39	1928.01	1929.74
Peso molde + Suelo seco	g	5924.78	5936.11	5958.75	5961.59	5939.22
Peso Suelo Seco	g	1662.78	1674.11	1696.75	1699.59	1672.22
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.925	1.946	2.002	2.093	2.095
CÁPSULA		1-C	2-D	3-E	4-E	5-F
Peso cápsula	g	28.42	29.15	29.59	29.29	29.57
Peso cápsula + Suelo húmedo	g	45.40	50.07	61.96	64.66	49.10
Peso cápsula + Suelo seco	g	43.97	48.22	61.35	60.46	42.16
Peso agua	g	1.43	1.85	3.61	4.20	1.94
Peso suelo seco	g	15.55	19.07	31.71	31.22	12.59
Humedad	%	9.23	9.69	11.35	13.44	15.40
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.762	1.774	1.798	1.801	1.772

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 ING. CIVIL  
 mg colegio de ingenieros CIP N° 231959

**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
 AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO  
 ING. CIVIL

**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
 FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL

**FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
<b>Fecha</b>	

Laboratorio	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
Fecha	09/10/2020
Temas	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucunana, 2020
Ensayo	Proctor Modificado - ASTM D 1557
Objetivo	Hallar la máxima densidad seca que puede alcanzar el suelo, así como la humedad optima a que deberá hacerse la compactación
Ubicación	Via de ingreso a Pucunana, Lima, Lima.

SUELO						
Calicata		C-2	Muestra		M-1	
MOLDE	Und.	1	2	3	4	5
Peso molde	g	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00
Volumen molde	cm <sup>3</sup>	943.69	943.69	943.69	943.69	943.69
Peso molde + Suelo húmedo	g	6076.78	6121.18	6136.62	6100.26	6158.30
Peso Suelo Húmedo	g	1814.78	1859.18	1914.62	1938.26	1926.30
Peso molde + Suelo seco	g	5921.01	5936.11	5966.30	5962.53	5946.82
Peso Suelo Seco	g	1659.01	1674.11	1704.30	1700.53	1678.82
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.944	1.970	2.079	2.054	2.092
CÁPSULA						
Peso cápsula	g	29.79	29.27	29.26	29.54	30.32
Peso cápsula + Suelo húmedo	g	45.40	50.07	69.96	69.66	49.10
Peso cápsula + Suelo seco	g	43.40	48.00	61.09	60.33	42.33
Peso agua	g	1.50	2.07	3.92	4.33	1.79
Peso suelo seco	g	19.16	18.73	21.78	20.49	12.01
Humedad	%	10.60	11.06	12.34	13.98	19.77
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.758	1.779	1.806	1.802	1.779

  
 RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ  
 ING. CIVIL  
 RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
 AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO  
 ING. CIVIL  
 CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
 FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

Laboratorio	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
Fecha	

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
<b>Fecha</b>	09/11/2020
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
<b>Ensayo</b>	Proctor Modificado - ASTM D-1557
<b>Objetivo</b>	Hallar la máxima densidad seca que puede alcanzar el suelo, así como la humedad optima a que deberá hacerse la compactación
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima.
<b>SUELO</b>	
<b>Calicata</b>	C-3 Muestra M-1




MOLDE	Und.	1	2	3	4	5
Peso molde	g	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00
Volumen molde	cm <sup>3</sup>	943.69	943.69	943.69	943.69	943.69
Peso molde + Suelo húmedo	g	6142.88	6176.24	6198.15	6207.80	6210.89
Peso Suelo Húmedo	g	1880.88	1914.24	1936.15	1945.80	1948.89
Peso molde + Suelo seco	g	5989.90	5970.08	5971.02	5963.47	5951.21
Peso Suelo Seco	g	1697.90	1708.08	1709.02	1701.47	1689.21
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.993	2.028	2.052	2.062	2.065
<b>CÁPSULA</b>		5-A	6-B	2-E	4-E	1-H
Peso cápsula	g	30.28	29.29	29.36	28.80	30.08
Peso cápsula + Suelo húmedo	g	45.90	50.07	69.96	24.66	44.10
Peso cápsula + Suelo seco	g	43.93	47.83	60.81	60.16	42.23
Peso agua	g	1.47	2.24	4.15	4.50	1.87
Peso suelo seco	g	13.63	18.54	31.23	31.16	12.15
Humedad	%	10.79	12.07	13.29	14.56	15.37
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.799	1.810	1.811	1.803	1.790

  
 RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ  
 ING. CIVIL  
ING. Colegiado de Ingenieros - CIP N° 231959  
 RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
 AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO  
 ING. CIVIL  
ING. Colegiado de Ingenieros - CIP N° 231953  
 CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
 FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
ING. Colegiado de Ingenieros - CIP N° 137831  
 FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
<b>Fecha</b>	

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C					
<b>Fecha</b>	11 / 11 / 2020					
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020					
<b>Ensayo</b>	Proctor Modificado - ASTM D-1557					
<b>Objetivo</b>	Hallar la máxima densidad seca que puede alcanzar el suelo, así como la humedad optima a que deberá hacerse la compactación					
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima.					
<b>SUELO</b>						
<b>Calicata</b>	C - 4		<b>Muestra</b>	M - 1		
<b>MOLDE</b>	<b>Und.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Peso molde	g	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00
Volumen molde	cm <sup>3</sup>	943.69	943.69	943.69	943.69	943.69
Peso molde + Suelo húmedo	g	6098.33	6127.97	6177.16	6197.08	6177.25
Peso Suelo Húmedo	g	1836.33	1865.97	1915.16	1935.08	1915.25
Peso molde + Suelo seco	g	5923.89	5943.66	5971.97	5970.08	5937.05
Peso Suelo Seco	g	1661.99	1681.66	1709.97	1708.08	1675.05
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.95	1.98	2.03	2.05	2.03
<b>CÁPSULA</b>		<b>1-E</b>	<b>6-C</b>	<b>6-F</b>	<b>1-F</b>	<b>4-A</b>
Peso cápsula	g	29.26	28.61	29.13	28.30	28.32
Peso cápsula + Suelo húmedo	g	45.40	50.97	64.96	64.66	44.10
Peso cápsula + Suelo seco	g	43.87	47.93	61.12	60.39	42.12
Peso agua	g	1.53	2.14	3.84	4.37	1.98
Peso suelo seco	g	14.61	19.52	31.97	32.29	13.80
Humedad	%	10.50	10.96	12.00	13.29	14.34
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.761	1.782	1.812	1.810	1.775
 <b>RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ</b> ING. CIVIL reg colegio de ingenieros CIP N° 231959 <hr/> <b>RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 231959						
 <b>AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO</b> ING. CIVIL <hr/> <b>CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 231953						
 <b>FRANKLIN RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY</b> INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN SUELOS CIP N° 137831						
<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C					
<b>Fecha</b>						



<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C		
<b>Fecha</b>	11 / 11 / 2020		
<b>Tesis</b>	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020		
<b>Ensayo</b>	Proctor Modificado - ASTM D-1557		
<b>Objetivo</b>	Hallar la máxima densidad seca que puede alcanzar el suelo, así como la humedad óptima a que deberá hacerse la compactación		
<b>Ubicación</b>	Vía de ingreso a Pucusana, Lima, Lima.		
<b>SUELO</b>			
<b>Calicata</b>	C-5	<b>Muestra</b>	M-1

<b>MOLDE</b>	<b>Und.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Peso molde	g	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00
Volumen molde	cm <sup>3</sup>	943.69	943.69	943.69	943.69	943.69
Peso molde + Suelo húmedo	g	6133.05	6165.64	6188.16	6197.77	6197.74
Peso Suelo Húmedo	g	1871.05	1903.64	1926.16	1935.77	1935.74
Peso molde + Suelo seco	g	5934.09	5969.42	5965.96	5937.81	5945.54
Peso Suelo Seco	g	1692.04	1702.42	1703.36	1695.81	1683.54
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.983	2.017	1.903.36	2.051	2.051
<b>CÁPSULA</b>		1-C	2-D	6-B	3-E	2-F
Peso cápsula	g	28.42	29.15	29.54	29.24	29.57
Peso cápsula + Suelo húmedo	g	48.24	52.71	67.38	67.50	46.94
Peso cápsula + Suelo seco	g	46.34	50.40	63.37	62.76	44.68
Peso agua	g	1.90	2.31	4.43	4.74	2.26
Peso suelo seco	g	17.92	21.25	32.93	33.52	15.11
Humedad	%	10.58	11.82	13.08	14.15	14.98
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.793	1.809	1.805	1.799	1.789

  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 ING. CIVIL  
 reg colegio de ingenieros CIP N° 231959

**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231959

  
**AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO**  
 ING. CIVIL

**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 231953

  
**FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL

**FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 137831

<b>Laboratorio</b>	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
<b>Fecha</b>	

Laboratorio	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S A C
Fecha	11 / 11 / 2020
Tesis	Geomallas biaxiales para mejorar subrasante la de bajo valor de soporte de california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020
Ensayo	Proctor Modificado ASTM D-1557
Objetivo	Hallar la máxima densidad seca que puede alcanzar el suelo, así como la humedad optima a que deberá hacerse la compactación
Ubicación	Via de ingreso a Pucusana, Lima, Lima.

SUELO						
Calicata	C - 6	Muestra			M - 1	
MOLDE	Und.	1	2	3	4	5
Peso molde	g	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00	4262.00
Volumen molde	cm <sup>3</sup>	943.69	943.69	943.69	943.69	943.69
Peso molde + Suelo húmedo	g	6080.55	6100.62	6153.67	6192.92	6194.25
Peso Suelo Húmedo	g	1818.55	1838.62	1891.67	1930.42	1932.25
Peso molde + Suelo seco	g	5928.56	5939.88	5962.53	5965.36	5937.99
Peso Suelo Seco	g	1666.56	1677.88	1700.53	1703.36	1675.99
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.927	1.948	2.005	2.046	2.048
CÁPSULA		3 - F	6 - D	1 - E	6 - E	5 - A
Peso cápsula	g	29.74	29.27	29.26	29.34	30.32
Peso cápsula + Suelo húmedo	g	49.22	48.89	63.78	63.49	42.92
Peso cápsula + Suelo seco	g	43.01	47.17	60.29	59.46	41.25
Peso agua	g	1.21	1.72	3.49	4.02	1.67
Peso suelo seco	g	13.27	17.90	31.03	30.12	10.93
Humedad	%	9.12	9.58	11.24	13.33	15.27
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.766	1.778	1.802	1.805	1.776

  
 RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ  
 ING. CIVIL  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS CIP N° 231959  
**RODRIGO JONATHAN BERNUY DIAZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 231959**

  
 AGUILAR MUÑOZ CARLOS GUILLERMO  
 ING. CIVIL  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS CIP N° 231959  
**CARLOS GUILLERMO AGUILAR MUÑOZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 231953**

  
 FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS CIP N° 137831  
**FRANKLIN RAUL GÓMEZ SAPALLANAY**  
**INGENIERO CIVIL**  
**ESPECIALISTA EN SUELOS**  
**CIP N° 137831**

Laboratorio	Laboratorio de suelos concreto & asfalto Cormax S.A.C
-------------	---

Fuente: Elaboración propia.



# Metrotest E.I.R.L.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACION

#### CMM-438-2020

<b>Solicitante</b>	ESPINAR CONSULTORES & LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L. - ESCOLA S.C.A. E.I.R.L.	<b>Misión:</b> Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.
<b>Dirección</b>	MZA. R LOTE. 10 P.J. PARQUE INDUSTRIAL MOQUEGUA - ILO - ILOJ. MORALES NRO. 340 UND. B LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES	<b>Visión:</b> Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.
<b>Equipo de Medición</b>	<b>BALANZA NO AUTOMÁTICA</b>	
<b>Marca</b>	OHAUS	
<b>Modelo</b>	YA-501	
<b>Serie</b>	NO INDICA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Procedencia</b>	BM-055-18	
<b>Capacidad Máxima</b>	500 g	
<b>División de escala ( d )</b>	0,1 g	
<b>División de verificación ( e )</b>	1 g	
<b>Tipo</b>	ELECTRONICA	
<b>Ubicación</b>	Lab. Masa de Metrotest E.I.R.L.	
<b>Fecha de Calibración</b>	2020-11-26	
<b>Método de Calibración</b>	Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.	
<b>Condiciones Ambientales</b>		
	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	58 %	60 %

---

Sello



Fecha de emisión

2020-11-26

Jefe de Metrología



Luigi Asenjo G.

Página 1 de 4  
FM035-01

Calle Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Villa Sol - Los Olivos    www.metrotesteirl.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteirl.com  
Tel.: 528-7898    Cel.: 997 045 343 / 962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL



**Metrotest** E.I.R.L.

**LABORATORIO DE METROLOGÍA**

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

**CMM-438-2020**

**Observaciones**

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 2 g

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

(\*) Código asignado por Metrotest E.I.R.L.

**Incertidumbre**

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

**Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de INACAL-DM	Juego de pesas (Clase E2)	LM-C-076-2020







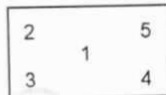
**Metrotest** E.I.R.L.

**LABORATORIO DE METROLOGÍA**

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

**CMM-438-2020**

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	0,1	0,1	0,05	0,0	200,0	200,0	0,05	0,0	0,0	1
2		0,1	0,05	0,0		200,0	0,06	0,0	0,0	
3		0,1	0,05	0,0		200,0	0,06	0,0	0,0	
4		0,1	0,06	0,0		200,0	0,05	0,0	0,0	
5		0,1	0,06	0,0		200,0	0,05	0,0	0,0	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA**

$$\begin{aligned}
 \text{Lectura corregida} &= R - 0,00002 \times R \\
 \text{Incertidumbre Expandida} &= 2 \times \sqrt{0,0022 \text{ g}^2 + 0,000000000 \times R^2}
 \end{aligned}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 500 g, División de verificación ( e ): 1 g y clase de exactitud III, según Norma Metrológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo	emp
0 g a 500 g	1 g



Calle Amalúes Soliguren 484 Dpto. 102 Urb. Villa Sol - Los Olivos www.metrotesteirl.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteirl.com  
 Telf.: 528-7898 Cel.: 997 045 343 / 962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL



# Metrotest E.I.R.L.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACION

### CMM-439-2020

**Expediente** 0459-2020

**Solicitante** ESPINAR CONSULTORES &  
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO  
Y ASFALTO E.I.R.L. - ESCOLA S.C.A.  
E.I.R.L.

**Dirección** MZA. R LOTE. 10 P.J. PARQUE  
INDUSTRIAL MOQUEGUA - ILO - ILOJ.  
MORALES NRO. 340 UND. B LIMA -  
LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES

**Equipo de Medición** BALANZA NO AUTOMÁTICA

**Marca** OHAUS

**Modelo** NO INDICA

**Serie** NO INDICA

**Identificación** CM-866

**Procedencia** NO INDICA

**Capacidad Máxima** 30000 g

**División de escala ( d )** 1 g

**División de verificación ( e )** 10 g

**Tipo** ELECTRONICA

**Ubicación** Lab. Masa de Metrotest E.I.R.L.

**Fecha de Calibración** 2020-11-26

#### Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

#### Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,9 °C	19,0 °C
Humedad Relativa	58 %	66 %

#### Misión:

Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

#### Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.

Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.



Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología

2020-11-26

Lulggi Asenjo G.

Página 1 de 4  
FM035-01

Calle Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Villa Sol - Los Olivos www.metrotesteirl.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteirl.com  
Telf.: 528-7898 Cel.: 997 045 343 / 962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST E.I.R.L.



# Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

### CMM-439-2020

#### Observaciones

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 20 g

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

#### Incertidumbre

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

#### Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L.	Pesa de 20 Kg (exactitud M1)	CMM-691-2019
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L.	Pesa de 10 Kg (exactitud M1)	CMM-690-2019
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L.	Juego de pesas (exactitud F1)	CMM-688-2019
Patrones de referencia de INACAL - DM	Juego de pesas (Clase E2)	LM-C-076-2020 // LM-C-075-2020



Página 2 de 4  
FM035-01

Calle Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Villa Sol - Los Olivos

[www.metrotesteirl.com](http://www.metrotesteirl.com) / [metrotestlogistica@hotmail.com](mailto:metrotestlogistica@hotmail.com) / [ventas@metrotesteirl.com](mailto:ventas@metrotesteirl.com)

Tel.: 528-7898 Cel.: 997 045 343 / 962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL





# Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

### CMM-439-2020

#### Resultados de la Medición

Fecha de Calibración	2020-11-26
Identificación de la balanza	CM-866
Ubicación de la balanza	LAB. MASA DE METROTEST E.I.R.L. Cal. Aristides Sologuren N°484 Dpto.102 Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos

#### INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 15.000 g			Carga L2= 30.000 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
15.000	0.8	-0.3	30.000	0.7	-0.2
15.000	0.8	-0.3	30.000	0.7	-0.2
15.000	0.8	-0.3	30.000	0.7	-0.2
15.000	0.8	-0.3	30.000	0.7	-0.2
15.000	0.8	we	30.000	0.7	-0.2
15.000	0.8	-0.3	30.000	0.7	-0.2
15.000	0.8	-0.3	30.000	0.7	-0.2
15.000	0.8	-0.3	30.000	0.7	-0.2
15.000	0.8	-0.3	30.000	0.7	-0.2
15.000	0.8	-0.3	30.000	0.7	-0.2
15.000	0.8	-0.3	30.001	0.7	0.8
15.000	0.8	-0.3	30.001	0.7	0.8
Δ Emáx (g)		0,0	Δ Emáx (g)		1,0
emp (g)		20	emp (g)		30

#### ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp ±(g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.7	-0.2						
20	20	0.7	-0.2	0,0	20	0.6	-0.1	0,1	10
100	100	0.7	-0.2	0,0	100	0.6	-0.1	0,1	10
500	500	0.7	-0.2	0,0	500	0.5	0,0	0,2	10
1.000	1.000	0.7	-0.2	0,0	1.000	0.6	-0.1	0,1	10
5.000	5.000	0.7	-0.2	0,0	5.000	0.6	-0.1	0,1	10
10.000	10.000	0.7	-0.2	0,0	10.000	0.5	0,0	0,2	20
15.000	15.000	0.8	-0.3	-0,1	15.000	0.5	0,0	0,2	20
20.000	20.000	0.8	-0.3	-0,1	20.000	0.7	-0.2	0,0	20
25.000	25.000	0.8	-0.3	-0,1	25.000	0.7	-0.2	0,0	30
30.000	30.000	0.8	-0.3	-0,1	30.000	0.8	-0.3	-0,1	30



Calle Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Villa Sol - Los Olivos [www.metrotesteirl.com](http://www.metrotesteirl.com) / [metrotestlogistica@hotmail.com](mailto:metrotestlogistica@hotmail.com) / [ventas@metrotesteirl.com](mailto:ventas@metrotesteirl.com)

Tel.: 528-7898 Cel.: 997 045 343 / 962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST E.I.R.L.



**Metrotest** E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

**CMM-439-2020**

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	10	10	0.7	-0.2	10.000	10.000	0.7	-0.2	0,0	20
2		10	0.8	-0,3		10.000	0.7	-0.2	0,1	
3		10	0.7	-0.2		10.001	0.8	0,7	0,9	
4		10	0.8	-0.3		10.001	0.8	0,7	1,0	
5		10	0.8	-0.3		10.000	0.7	-0.2	0,1	

- emp **Error Máximo Permitido**
- I **Indicación del instrumento**
- E **Error encontrado**
- Ec **Error corregido**
- Eo **Error en cero**
- ΔL **Carga incrementada**

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA**

$Lectura\ corregida = R + 0,00000381 \times R$   
 $Incetidumbre\ Expandida = 2 \times \sqrt{0,352\ g^2 + 0,0000000010978 \times R^2}$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 30000 g, División de verificación ( e ): 10 g y clase de exactitud III, según Norma Metrológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp
0 g	a	5000 g
5000 g	a	20000 g
20000 g	a	30000 g





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CLM-910-2020**

**Solicitante** : ESPINAR CONSULTORES & LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L. - ESCOLA S.C.A. E.I.R.L.  
**Dirección** : MZA. R LOTE. 10 P.J. PARQUE INDUSTRIAL MOQUEGUA - ILO - ILOJ. MORALES NRO. 340 UND. B LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES  
**Instrumento de Medición** : TAMIZ  
**Marca** : GRANOTEST  
**Modelo** : NO INDICA  
**Serie** : 65260  
**Identificación** : NO INDICA  
**N° Tamiz** : 20  
**Procedencia** : COLOMBIA  
**Lugar de Calibración** : Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.  
**Fecha de Calibración** : 2020-11-26  
**Fecha de Emisión** : 2020-11-26

**Misión:**

Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

**Visión:**

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

**Método de Calibración Empleado**

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-09.

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (\*) Código Asignado por Metrotest E.I.R.L.

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

METROTEST EIRL no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.



Luigi Asenja G.  
Jefe de Metrología



# Metrotest

E.I.R.L.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración CLM-910-2020  
Página 2 de 2

### TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

### PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Reticula Micrométrica	LLA-257-2019
INSIZE	Mesa de Planitud	16400180
Patrones de referencia del METROTEST E.I.R.L.	Pie de Rey Digital	CLM-001-2020

### RESULTADOS DE MEDICIÓN

#### MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL ( $\mu\text{m}$ )	PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )	ERROR ( $\mu\text{m}$ )	INCERTIDUMBRE ( $\mu\text{m}$ )
HORIZONTAL	869.83	868.92	0.91	10.70
VERTICAL		869.04	0.79	10.70

#### MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL ( $\mu\text{m}$ )	PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )	ERROR ( $\mu\text{m}$ )	INCERTIDUMBRE ( $\mu\text{m}$ )
HORIZONTAL	490.53	489.98	0.55	10.70
VERTICAL		489.84	0.69	10.70

### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.



Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología

Calle Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Villa Sol - Los Olivos [www.metrotesteirl.com](http://www.metrotesteirl.com) / [metrotestlogistica@hotmail.com](mailto:metrotestlogistica@hotmail.com) / [ventas@metrotesteirl.com](mailto:ventas@metrotesteirl.com)

Tel.: 528-7898 Cel.: 997 045 343 / 962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST E.I.R.L.



# Metrotest

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

Página 1 de 2

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CLM-909-2020

**Solicitante** : ESPINAR CONSULTORES &  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L. -  
ESCOLA S.C.A. E.I.R.L.

**Dirección** : MZA. R LOTE. 10 P.J. PARQUE INDUSTRIAL  
MOQUEGUA - ILO - ILOJ. MORALES NRO.  
340 UND. B LIMA - LIMA - SAN JUAN DE  
MIRAFLORES

**Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Marca** : GRANOTEST

**Modelo** : NO INDICA

**Serie** : 66109

**Identificación** : NO INDICA

**N° Tamiz** : 10

**Procedencia** : COLOMBIA

**Lugar de Calibración** : Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.

**Fecha de Calibración** : 2020-11-26

**Fecha de Emisión** : 2020-11-26

#### Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-09.

#### Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (\*) Código Asignado por Metrotest E.I.R.L.

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

METROTEST EIRL no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.



Luigi Ajenjo G.  
Jefe de Metrología

Calle Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Villa Sol - Los Olivos www.metrotesteirl.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteirl.com

Tel.: 528-7898 Cel.: 997 045 343 / 962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL



# Metrotest

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración CLM-909-2020

Página 2 de 2

### TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

### PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Reticula Micrométrica	LLA-257-2019
INSIZE	Mesa de Planitud	16400180
Patrones de referencia del METROTEST E.I.R.L.	Pie de Rey Digital	CLM-001-2020

### RESULTADOS DE MEDICIÓN

#### MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL ( $\mu\text{m}$ )	PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )	ERROR ( $\mu\text{m}$ )	INCERTIDUMBRE ( $\mu\text{m}$ )
HORIZONTAL	2000	1996.34	3.66	17.37
VERTICAL		1997.52	2.48	17.37

#### MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL ( $\mu\text{m}$ )	PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )	ERROR ( $\mu\text{m}$ )	INCERTIDUMBRE ( $\mu\text{m}$ )
HORIZONTAL	835.96	835.09	0.87	17.37
VERTICAL		835.61	0.35	17.37

### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k).

Generalmente se expresa un factor  $k=2$  para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.



  
Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología

Calle Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Villa Sol - Los Olivos

[www.metrotesteirl.com](http://www.metrotesteirl.com) / [metrotestlogistica@hotmail.com](mailto:metrotestlogistica@hotmail.com) / [ventas@metrotesteirl.com](mailto:ventas@metrotesteirl.com)

Tel.: 528-7898 Cel.: 997 045 343 / 962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST E.I.R.L.



# Metrotest

E.I.R.L.  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Página 1 de 2

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CLM-908-2020

**Solicitante** : ESPINAR CONSULTORES &  
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO  
Y ASFALTO E.I.R.L. - ESCOLA S.C.A.  
E.I.R.L.

**Dirección** : MZA. R LOTE. 10 P.J. PARQUE  
INDUSTRIAL MOQUEGUA - ILO - ILOJ.  
MORALES NRO. 340 UND. B LIMA -  
LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES

**Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Marca:** : GRANOTEST

**Modelo:** : NO INDICA

**Serie:** : 66130

**Identificación:** : NO INDICA

**Nº Tamiz** : 3/4"

**Procedencia:** : COLOMBIA

**Lugar de Calibración** : Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.

**Fecha de Calibración** : 2020-11-26

**Fecha de Emisión** : 2020-11-26

**Método de Calibración Empleado**

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-09.

### Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (\*) Código Asignado por Metrotest E.I.R.L.

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

METROTEST EIRL no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

**Misión:**  
Prestar servicios con politica de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

**Visión:**  
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.  
Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.



Luigi Asenjo C.  
Jefe de Metrología

Calle Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Villa Sol - Los Olivos www.metrotesteirl.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteirl.com  
Tel.: 528-7898 Cel.: 997 045 343 / 962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL



# Metrotest

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración CLM-908-2020  
Página 2 de 2

### TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internacionales de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

### PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Reticula Micrometrica	LLA-257-2019
Patrones de referencia de Insize	Mesa de Planitud	16400180
Patrones de referencia del METROTEST E.I.R.L.	Pie de Rey Digital	CLM-001-2020

### RESULTADOS DE MEDICIÓN

#### MEDICIONES PARA LA ABERTURA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	19	19.32	-0.32	10.55
VERTICAL		19.37	-0.37	10.55

#### MEDICIONES PARA EL DIAMETRO

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (µm)
HORIZONTAL	3.02	3.31	0.29	10.55
VERTICAL		3.32	0.30	10.55

### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor  $k=2$  para un nivel de confianza de aproximadamente 95%



Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología

Calle Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Villa Sol - Los Olivos [www.metrotesteirl.com](http://www.metrotesteirl.com) / [metrotestlogistica@hotmail.com](mailto:metrotestlogistica@hotmail.com) / [ventas@metrotesteirl.com](mailto:ventas@metrotesteirl.com)

Tel.: 528-7898 Cel.: 997 045 343 / 962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL





# Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Página 1 de 2

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CHM-230-2020

<b>Solicitante</b>	: ESPINAR CONSULTORES & LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L. - ESCOLA S.C.A. E.I.R.L.	<b>Misión:</b> Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.
<b>Dirección</b>	: MZA. R LOTE. 10 P.J. PARQUE INDUSTRIAL MOQUEGUA - ILO - ILOJ. MORALES NRO. 340 UND. B LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES	<b>Visión:</b> Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
<b>Instrumento de Medición</b>	: MEDIDOR DE HUMEDAD	Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.
<b>Marca</b>	: METROTEST	
<b>Modelo</b>	: MS-15	
<b>Serie</b>	: MH-630	
<b>Identificación</b>	: NO INDICA	
<b>Procedencia</b>	: PERÚ	
<b>Alcance máximo</b>	: 20 % HR	
<b>Tipo de indicación</b>	: Analógica	
<b>Lugar de Calibración</b>	: Lab. Humedad de Metrotest E.I.R.L.	
<b>Fecha de Calibración</b>	: 2020-11-26	
<b>Fecha de Emisión</b>	: 2020-11-26	

### Método de Calibración Empleado

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales. "Contenido de humedad en los suelos método del carburo de calcio" MTC E126 - 2016. La calibración se efectuó con patrones que tienen trazabilidad al INACAL-DM. Agregado al método de comparación indirecta utilizando una muestra de humedad de referencia.

### Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La calibración se realizó con 26 g de muestra.

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de dos valores de un mismo punto. Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

METROTEST E.I.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documentos.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

(\*) Código asignado por METROTEST E.I.R.L.



  
Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología

Calle Aristides Sologuren 102 Epto. 102 Urb. Villa Sol - Los Olivos www.metrotesteirl.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteirl.com  
Telf.: 528-7898 Cel.: 997 045 343 / 962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST E.I.R.L.



# Metrotest

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

E.I.R.L.

Certificado de Calibración CHM-230-2020

Página 2 de 2

### TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

### PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de
Patrones de referencia del DM-INACAL	Juego de Pesas (Exactitud E2)	LM-C-076-2020
METROTEST EIRL	Balanza Clase II	CMM-002-2020

### Resultados:

Ensayo comparativo con muestra

Humedad Patrón %	Humedad de Indicación del Instrumento %	Humedad Error %	Humedad Incertidumbre %
5.0	6.4	1.4	0.2
10.0	11.2	1.2	0.2
15.0	16.0	1.0	0.2
18.0	18.8	0.8	0.2

### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%



  
Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología

Calle Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Villa Sol - Los Olivos www.metrotesteirl.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteirl.com

Tel.: 528-7898 Cel.: 997 045 343 / 962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, TOLENTINO HIPOLO KATHERIN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Geomallas biaxiales para mejorar la subrasante de bajo valor de soporte california de un pavimento flexible, Pucusana, 2020", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
TOLENTINO HIPOLO KATHERIN <b>DNI:</b> 75723257 <b>ORCID</b> 0000-0002-1874-3262	Firmado digitalmente por: KATOLENTINOH el 29-04- 2021 23:15:39

Código documento Trilce: INV - 0161295