



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

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



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACION

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ID. N° 99411599

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento de INFORME FINAL DE TESIS cuyo título es:

**ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS
DEL MATERIAL DE LA CANTERA LAS TORTOLITAS PARA EL
DISEÑO DE AFIRMADOS EN VÍAS SECUNDARIAS EN EL
CASERÍO DE TRAPICHE-DISTRITO DE LOS MOLINOS-ICA, ICA**

presentado por:

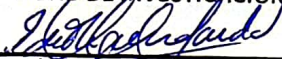
GASTIABURU QUINTEROS, CHEDDI ALDAIR

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es de **6% de similitud**, por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según el Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 5 de mayo de 2023

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN


Dra. Edith Isabel Guerra Landa
DIRECTORA

DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería Civil



Análisis de las características físicas y mecánicas del material de la cantera Las Tortolitas para el diseño de afirmados en vías secundarias en el caserío de Trapiche-distrito de Los Molinos-Ica, Ica

Ciencias naturales, Ingeniería y Tecnologías sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

BACH. GASTIABURÚ QUINTEROS, CHEDDI ALDAIR

Ica, Perú

2022

Dedicatoria

A mis padres y a mi familia que estuvo conmigo en los buenos y malos momentos y me brindaron su apoyo.

Agradecimientos

A mi familia, amigos y maestros de mi vida escolar, pre universitaria y universitaria.

Índice de contenidos

| | |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimientos | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas | vi |
| Índice de figuras | vii |
| Resumen | ix |
| Abstract | x |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Situación problemática..... | 1 |
| 1.2. Formulación de problemas | 1 |
| 1.2.1. Problema general..... | 1 |
| 1.3. Antecedentes del problema de investigación..... | 1 |
| 1.3.1. Antecedentes a nivel internacional | 1 |
| 1.3.2. Antecedentes a nivel nacional | 2 |
| 1.4. Justificación e importancia de la investigación | 3 |
| 1.4.1. Justificación | 3 |
| 1.4.2. Importancia | 3 |
| 1.5. Objetivos de la investigación..... | 3 |
| 1.5.1. Objetivo general | 3 |
| 1.5.2. Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.6. Contenido de capítulos | 4 |
| II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA. | 5 |
| 2.1. Procedimientos. | 5 |
| 2.2. Diseño metodológico. | 5 |
| 2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación | 5 |
| 2.2.2. Operacionalización de variables..... | 6 |
| 2.3. Participantes..... | 7 |
| 2.4. Universo y muestra | 7 |
| 2.4.1. Delimitación del proyecto..... | 7 |
| 2.4.2. Delimitación temporal. | 8 |
| 2.4.3. Delimitación social..... | 8 |
| 2.4.4. Delimitación conceptual. | 8 |
| 2.4.5. Población y muestra..... | 9 |
| 2.5. Instrumentos y técnicas de medición y recolección. | 9 |
| 2.5.1. Instrumentos de recolección de datos | 9 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.5.2. Técnicas de recolección de datos | 9 |
| 2.5.3. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos..... | 9 |
| III. RESULTADOS..... | 10 |
| 3.1. Procesamiento y análisis, e interpretación de datos. | 10 |
| 3.1.1. Recopilación de información | 10 |
| 3.1.2. Ensayos de laboratorio..... | 14 |
| 3.1.2.1. Características físicas..... | 15 |
| 3.1.2.2. Características mecánicas..... | 20 |
| 3.1.3. Diseño de afirmado..... | 27 |
| 3.2. Verificación de hipótesis. | 28 |
| 3.2.1. Verificación de hipótesis general. | 28 |
| IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 29 |
| V. CONCLUSIONES. | 32 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 33 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 34 |
| VIII. ANEXOS..... | 35 |

Índice de tablas

| | | |
|-----------------|---------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. | Operacionalización de variables | 6 |
| Tabla 2. | Tabla para determinar el espesor del afirmado..... | 27 |
| Tabla 3. | Requisitos de calidad para materiales | 29 |
| Tabla 4. | Comparación de las tres calles, la cantera y la norma..... | 30 |
| Tabla 5. | Comparación entre las tres calles, la cantera y la norma..... | 30 |
| Tabla 6. | Comparación entre las tres calles, la cantera y la norma..... | 31 |

Índice de figuras

| | | |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura. 1 | Ubicación distrito de Los Molinos, provincia de Ica..... | 7 |
| Figura. 2 | Caserío de Trapiche, distrito Los Molinos..... | 8 |
| Figura. 3 | Calle N°13, caserío de Trapiche, distrito de Los Molinos, Ica..... | 10 |
| Figura. 4 | Calle N°13, caserío de Trapiche, distrito de Los Molinos, Ica..... | 10 |
| Figura. 5 | Pasaje Los Pacaes, caserío de Trapiche, distrito de Los Molinos, Ica..... | 11 |
| Figura. 6 | Ubicación de las calicatas en el caserío de Trapiche, Los Molinos..... | 11 |
| Figura. 7 | Calicata N°01, Calle N°13, caserío de Trapiche..... | 12 |
| Figura. 8 | Calicata N°02, Calle San Francisco, caserío de Trapiche..... | 12 |
| Figura. 9 | Calicata N°03, Pasaje Los Pacaes, caserío de Trapiche..... | 13 |
| Figura. 10 | Cantera Las Tortolitas, caserío de Trapiche, Los Molinos..... | 13 |
| Figura. 11 | Quebrada Las Tortolitas, Cantera Las Tortolitas, caserío de Trapiche..... | 14 |
| Figura. 12 | Características físicas de la calle N°13, caserío de Trapiche..... | 15 |
| Figura. 13 | Características físicas de la calle San Francisco, caserío de Trapiche..... | 16 |
| Figura. 14 | Características físicas del pasaje Los Pacaes, 0.00 m-1.50m, Trapiche..... | 17 |
| Figura. 15 | Características físicas del pasaje Los Pacaes, 0.75 m-1.50m, Trapiche..... | 18 |
| Figura. 16 | Características físicas de la cantera Las Tortolitas, Trapiche..... | 19 |
| Figura. 17 | Ensayo de compactación (Proctor modificado), Pasaje Los Pacaes..... | 20 |
| Figura. 18 | Ensayo de CBR-hoja-1, Pasaje Los Pacaes..... | 21 |
| Figura. 19 | Ensayo de CBR-hoja-2, Pasaje Los Pacaes..... | 22 |
| Figura. 20 | Ensayo de compactación (Proctor modificado), cantera Las Tortolitas..... | 23 |
| Figura. 21 | Ensayo de CBR-hoja-1, cantera Las Tortolitas..... | 24 |
| Figura. 22 | Ensayo de CBR-hoja-2, cantera Las Tortolitas..... | 25 |
| Figura. 23 | Ensayo de Abrasión Máquina de los Ángeles, cantera Las Tortolitas..... | 26 |
| Figura. 24 | Calle N° 13, Caserío de Trapiche..... | 35 |
| Figura. 25 | Calicata N° 01 - Calle N° 13, Caserío de Trapiche..... | 36 |
| Figura. 26 | Calicata N° 01 - Calle N° 13, Caserío de Trapiche..... | 36 |
| Figura. 27 | Calicata N° 01 - Calle N° 13, Caserío de Trapiche..... | 37 |
| Figura. 28 | Calle San Francisco, Caserío de Trapiche..... | 38 |
| Figura. 29 | Calicata N°02 - Calle San Francisco, Caserío de Trapiche..... | 38 |
| Figura. 30 | Calicata N°02 - Calle San Francisco, Caserío de Trapiche..... | 39 |
| Figura. 31 | Calle Pacaes, Caserío de Trapiche..... | 40 |
| Figura. 32 | Calicata N° 03 - Calle Pacaes, Caserío de Trapiche..... | 40 |
| Figura. 33 | Calicata N° 03 - Calle Pacaes, Caserío de Trapiche..... | 41 |
| Figura. 34 | Cantera Las Tortolitas, Distrito de Los Molinos..... | 42 |
| Figura. 35 | Cantera Las Tortolitas, Distrito de Los Molinos..... | 43 |

| | | |
|------------|------------------------------------------------------------------|----|
| Figura. 36 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 43 |
| Figura. 37 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 44 |
| Figura. 38 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 44 |
| Figura. 39 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 45 |
| Figura. 40 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 46 |
| Figura. 41 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 46 |
| Figura. 42 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 47 |
| Figura. 43 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 47 |
| Figura. 44 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 48 |
| Figura. 45 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 48 |
| Figura. 46 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 49 |
| Figura. 47 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 50 |
| Figura. 48 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 50 |
| Figura. 49 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 51 |
| Figura. 50 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 51 |
| Figura. 51 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 52 |
| Figura. 52 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 53 |
| Figura. 53 | Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG | 54 |
| Figura. 54 | Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles..... | 55 |
| Figura. 55 | Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles..... | 56 |
| Figura. 56 | Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles..... | 56 |
| Figura. 57 | Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles..... | 57 |
| Figura. 58 | Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles..... | 57 |
| Figura. 59 | Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles..... | 58 |
| Figura. 60 | Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles..... | 58 |
| Figura. 61 | Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles..... | 59 |
| Figura. 62 | Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles..... | 59 |
| Figura. 63 | Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles..... | 60 |
| Figura. 64 | Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles..... | 61 |

Resumen

Tres calles secundarias: Calle N°13, la calle San Francisco y la calle Los Pacaes del caserío Trapiche, del distrito Los Molinos, provincia y departamento de Ica, se encuentran en mal estado, con problemas a nivel superficial y estructural, necesitando un mejoramiento a nivel de afirmado, por ende, se requiere realizar como primera medida un análisis de sus características para una posterior propuesta.

Siendo necesario analizar las características físicas y mecánicas del material para una propuesta de diseño de afirmados, se desarrolló una investigación cuantitativa del tipo aplicada con la hipótesis: Las características físicas y mecánicas de la cantera Las Tortolitas determinaran la calidad del afirmado a ser utilizados en vías secundarias en el caserío de Trapiche.

Se planteó como objetivo: Realizar el análisis de las características físicas y mecánicas del material de la cantera Las Tortolitas para el diseño de afirmados en vías secundarias en el caserío de Trapiche.

Las características físicas y mecánicas del material de las calles es de menor calidad que el de la cantera Las Tortolitas, con ello se obtuvo el valor del CBR al 100% de M.D.S. de 88.00 % siendo superior al de las calles con un valor de 29.00 %.

Se concluye que: Las características físicas y mecánicas del material determinan la calidad del afirmado a ser utilizados en vías secundarias en el caserío de Trapiche.

Palabras clave: Análisis, características físicas, características mecánicas, cantera, afirmado.

Abstract

Three secondary streets: Calle No. 13, Calle San Francisco and Calle Los Pacaes in the Trapiche farmhouse, in the Los Molinos district, province and department of Ica, are in poor condition, with problems at the surface and structural level, requiring improvement. at the stated level, therefore, an analysis of its characteristics is required as a first step for a subsequent proposal.

Being necessary to analyze the physical and mechanical characteristics of the material for a design proposal of pavements, a quantitative research of the applied type was developed with the hypothesis: The physical and mechanical characteristics of the Las Tortolitas quarry will determine the quality of the pavement to be used in roads. secondary schools in the hamlet of Trapiche.

The objective was: To carry out the analysis of the physical and mechanical characteristics of the material from the Las Tortolitas quarry for the design of pavements in secondary roads in the village of Trapiche.

The physical and mechanical characteristics of the material of the streets is of lower quality than that of the Las Tortolitas quarry, with this the value of the CBR was obtained at 100% of M.D.S. of 88.00% being higher than that of the streets with a value of 29.00%.

It is concluded that: The physical and mechanical characteristics of the material determine the quality of the material to be used in secondary roads in the Trapiche village.

Keywords: Analysis, physical characteristics, mechanical characteristics, quarry, affirmed.

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Situación problemática

Las vías secundarias del caserío Trapiche, del distrito de Los Molinos, provincia y departamento de Ica, se encuentran en mal estado, presentando diversos problemas a nivel superficial y estructural, con dicha información se realizó las visitas de campo, teniendo como condición de peor estado las siguientes tres calles: La calle 13, la calle San Francisco y la calle Los Pacaes, las cuales requieren de un mejoramiento a nivel de afirmado.

En 2018 el MTC “La infraestructura vial o patrimonio vial es un bien de capital muy importante y de alto costo de construcción para el país y nunca se tiene suficientemente recursos como para construir todas las carreteras que el país necesita”. [1]

Siendo las infraestructuras viales de gran importancia sea cual sea su nivel de tránsito requiere la relevancia para su mejoramiento.

En 2018 el MTC “Lo logrado hasta los tiempos actuales constituye un recurso operativo estratégico que es imprescindible utilizar para integrar y promover el desarrollo social y económico de los pueblos del Perú en el aspecto interno”. [1]

Su mejoramiento brinda beneficios no solo a nivel de la misma vía, sino también de su impacto va más allá a niveles que permitan contribuir el desarrollo social y económico de las poblaciones.

1.2. Formulación de problemas

1.2.1. Problema general

¿En qué medida el Análisis de las características Físicas y Mecánicas del material de la cantera Las Tortolitas influye en el diseño del Afirmado en vías secundarias en el caserío de Trapiche?

1.3. Antecedentes del problema de investigación

1.3.1. Antecedentes a nivel internacional

En 2012, Cartuche

Realizó una evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los áridos empleados para la construcción dentro del cantón Loja, evaluando las propiedades de los áridos en base a requerimientos de las normas técnicas internacionales y ecuatorianas como ASTM C 33, NTE INEN 872, EHE, NCh 163 y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador. Y para hormigón, obras viales, morteros para mampostería y medios filtrantes para el tratamiento de agua utilizando las normas NTE INEN 2536 y NTE INEN 2149.

Durante este trabajo el autor detectó que las concesiones mineras de mayor demanda de áridos en la ciudad de Loja no llevaban ningún tipo de control de calidad en los materiales, ya que no poseían las competencias necesarias para controlarlo.

Finalmente, el autor determinó la calidad de los áridos de cada una de las concesiones, para que tipo de mezclas pueden emplearse y además de que el material evaluado cumple con las normas antes mencionadas. [2]

1.3.2. Antecedentes a nivel nacional

En 2013, Mejía

Realizó un análisis de las propiedades físicas y mecánicas del material de la cantera 3M que se estaba utilizando como material de afirmado en varias calles importantes de Cajamarca.

Para esto se debió determinar: Determinar la granulometría, determinar el óptimo contenido de humedad, la máxima densidad seca y evaluar su dureza.

Entonces se apreció que la cantera 3M es de naturaleza Grava mal graduada con varios tamaños con ausencia de tamaños intermedios y finos.

Por lo tanto, para el uso de la cantera 3M en el mejoramiento de carretera a nivel de afirmado se propone combinar materiales con Cantera Bazán, la cual cumple con las especificaciones de afirmado según MTC, la combinación de materiales en lo posible deberá cumplir con las consideraciones granulométricas (5% a 20% de finos pasa 200) e índice de plasticidad (4% a 9%) que se requiere para afirmados. [3]

En 2018, Lozada

Realizó un estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras. El autor concluyó que las canteras presentan una morfología ondulada, pero con acceso ligero para su exploración y explotación de sus agregados.

El autor identificó con el método SUCS que tanto la cantera La Loma como la cantera Las Paguillas son de naturaleza grava arcillosa con arena (GC), además identificó con el método AASHTO que son de un tipo de suelo A-2-4, pero el material que compone la cantera no presenta características de un material adecuado para ser utilizado en carreteras.

Por otro lado, el autor identificó que la cantera Limones (cantera de río) cuenta con mayor presencia de agregado grueso y según la clasificación SUCS es un tipo de suelo GW (grava bien graduada).

Se combinó el material de la cantera La Loma (45%) con el material de la cantera Limones (55%), y se obtuvo según la clasificación SUCS un suelo de Grava bien graduada con arcilla y arena (GW-GC), y según la clasificación AASHTO es un suelo de buena graduación (A-1-a) con óptimo contenido de humedad y una mejor

resistencia, con lo cual el autor concluyó que dicha mezcla es recomendable para ser utilizado como material de afirmado en carreteras.

De igual manera se combinó el material de la cantera Las Paguillas (55%) con el material de la cantera Limones (45%), y se obtuvo el mismo resultado que la mezcla anterior. [4]

1.3.3. Antecedentes a nivel local

No se encontraron antecedentes relacionados con la investigación a nivel local.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación

En la actualidad en vías secundarias del caserío de Trapiche se presentan deficiencias en su estado, tomando en cuenta esta situación, se requiere hacer un análisis del material cercano a esta área para ser usado a nivel de afirmado en esta zona, el cual será analizado de la cantera Las tortolitas.

En esta cantera aledaña a la zona se ha observado el material que sería idóneo para su utilización para el establecimiento de estas vías como pase vehicular adecuado, tomando en consideración que estas vías son de dimensiones reducidas.

1.4.2. Importancia

La importancia principal de esta investigación es que se utilice el material de la cantera las tortolitas para realizar obras de calidad en vías secundarias a nivel de afirmado, considerando que el material a analizar se encuentra cerca del caserío de Trapiche, tendrán un impacto positivo tanto económico, como de disponibilidad de material para realizar obras viales de calidad para el tránsito de vehículos motorizados en estas vías secundarias.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Realizar el Análisis de las características Físicas y Mecánicas del material de la cantera Las Tortolitas para el diseño de Afirmados en vías secundarias en el caserío de Trapiche.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar las características físicas del material para afirmado de la cantera Las Tortolitas para el diseño de Afirmados en vías secundarias en el caserío de Trapiche.
- Determinar las características Mecánicas del material para afirmado de la cantera Las Tortolitas para el diseño de Afirmados en vías secundarias en el caserío de Trapiche.

- Proponer un diseño para afirmado con el material de la cantera Las Tortolitas para el diseño de Afirmados en vías secundarias en el caserío de Trapiche.

1.6. Contenido de capítulos

- Capítulo I – Introducción
Engloba la situación problemática, problemas, antecedentes necesarios, justificación e importancia y objetivos.
- Capítulo II – Estrategia Metodológica
Abarca la estrategia seguida para el desarrollo de la investigación, identificando el tipo, nivel, diseño de la investigación y los elementos utilizados, la delimitación, muestra y población del estudio, instrumentos de medición y procedimientos.
- Capítulo III – Resultados
Se muestran los resultados obtenidos en campo y gabinete de manera puntual y simple, sus tablas, figuras y programas que se utilizaron, la justificación de su uso; los datos más importantes, así alcanzar los objetivos y llegar a verificar la hipótesis de la investigación.
- Capítulo IV – Discusión
Se analiza, interpreta y compara los resultados, acerca de los aspectos importantes del proyecto.
- Capítulo V – Conclusiones
Hacen referencia a los resultados obtenidos de la tesis, con un número a la par de los objetivos presentados en la tesis.
- Capítulo VI – Recomendaciones
Están vinculadas con las conclusiones, siendo estas puntuales y resumidas.
- Capítulo VII – Referencias Bibliográficas.
Acá se encuentran nuestros orígenes de consulta empleados en la presente tesis.
- Capítulo VIII – Anexos
Se presentan fotos y planos necesarios.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.

2.1. Procedimientos.

- Etapa preliminar de gabinete: Es la búsqueda y recopilación de datos, como también de la información sobre las condiciones actuales de las calles; para luego procesar, evaluar y analizar la información temática preliminar relacionada con el ámbito de influencia del estudio.
- Etapa de campo: Su propósito es evaluar las calles donde se ubica el proyecto, así como su área de influencia y los problemas que presenta, mediante el desarrollando de: Reconocimiento de campo de toda el área de influencia del proyecto, recopilación de información complementaria, excavación de calicatas y toma de muestras de las mimas, como toma de muestras de la cantera para así realizar los ensayos en el laboratorio.
- Etapa final de gabinete: Son las tareas de procesamiento de la información obtenida de las etapas anteriores, se realizará el análisis de las características físicas y mecánicas de las muestras y realizar el diseño del afirmado para las vías secundarias en estudio; de esta manera cumplir con los objetivos planteados, realizar la parte metodológica, la verificación de las hipótesis y el planteamiento de las conclusiones y recomendaciones.

2.2. Diseño metodológico.

2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

- Tipo de investigación

Para el caso de la presente tesis la investigación es de *tipo cuantitativa y aplicada*, por lo que busca resolver problemas prácticos en obras viales, que permita contrarrestar puntos generalizados en esta zona.

- Nivel de investigación

Para el caso de la presente tesis la investigación es de *nivel descriptivo*. Desde el punto de vista científico, describir con la mayor precisión posible.

- Diseño de investigación

La presente investigación es diseño *cuasi-experimental*.

2.2.2. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

| Variables | Dimensión | Indicador | Subindicador | Índice |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Independiente: Características físicas. | a) Análisis granulométrico. b) Contenido de humedad (W _n). c) Límite líquido (LL). d) Límite plástico (LP). e) Índice de plasticidad (IP). f) Clasificación de suelos, SUCS y AASHTO. | a) Distribución del tamaño de las partículas. b) Fórmula. c) Fórmula. d) Fórmula. e) Fórmula. f) --- | a) --- b) % agua de la muestrahúmeda. c) Humedad más altade la muestra. d) Humedad más bajade la muestra. e) % de arcilla de lamuestra. f) Graduación de agregados. | a) (pulg), (mm). b) (%). c) (%). d) (%). e) (%). f) --- |
| Independiente: Características mecánicas. | a) CBR (California Bearing Ratio). b) PROCTOR (Modificado). c) ABRASION (con Maquina de los Ángeles) | a) Capacidad de soporte del suelo. b) Grado de compactación c) Grado de Abrasión | a) Resistencia al esfuerzo del suelo. b) Relación de compactación vs carga. c) % de desgaste | a) (%). b) gr/cm3. c) (%) |
| Dependiente: Diseño de afirmado | a) Propiedades. | a.1) Características granulométricas. a.2) Índice de consistencia. a.3) Capacidad de soporte. a.4) Máxima densidad. | --- | a.1) (pulg), (mm). a.2) (%). a.3) mm/kg. a.4) gr/cm3. |
| | b) Manual de carreteras. | b.1) Especificaciones técnicas para construcción de carreteras EG-2013. b.2) MTC, Manual de ensayo de materiales. b.3) MTC, Manual de carreteras-suelos, geología, geotécnica y pavimentos. | --- | --- |

2.3. Participantes.

Asesorado: Bach. Cheddi Aldair Gastiaturú Quinteros.

Asesor: Ing. Ceferino Godofredo Condorchoa Anculle.

2.4. Universo y muestra.

2.4.1. Delimitación del proyecto

- Delimitación espacial o geográfica

El proyecto se desarrollará en caserío de Trapiche, el distrito de Los Molinos, provincia de Ica, departamento de Ica.



Figura. 1 Ubicación distrito de Los Molinos, provincia de Ica.

Fuente: FamilySearch [5]



Figura. 2 Caserío de Trapiche, distrito Los Molinos

Fuente: Google Earth [6]

2.4.2. Delimitación temporal.

El tiempo para el desarrollo de la investigación es de 4 meses.

2.4.3. Delimitación social.

La población beneficiada del proyecto está constituida por las personas que transitar por el caserío de Trapiche, distrito de Los Molinos, Ica.

2.4.4. Delimitación conceptual.

Abarca el análisis de las características físicas y mecánicas de las muestras recogidas, para realizar el diseño del afirmado en las vías secundarias en estudio del caserío de Trapiche. Para ello se tendrán en cuenta los manuales de carreteras para la obtención de las muestras, realización de ensayos y diseño del afirmado, libros, teorías

disponibles y conceptos desarrollados en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”.

2.4.5. Población y muestra.

- Población de estudio

Vías secundarias en el caserío de Trapiche, distrito de Los Molinos, provincia y departamento de Ica.

- Tamaño de la muestra

La Calle 13, la calle San Francisco y la calle Los Pacaes, en el caserío de Trapiche, distrito de Los Molinos, provincia y departamento de Ica.

- Criterios De Inclusión Y Exclusión

a) Criterios De Inclusión

- Ensayos de laboratorio.
- Diseño de espesor de afirmado.

b) Criterios De Exclusión

- Aspectos económicos.
- Estudios de Impacto Ambiental.
- Diseño de subrasante y carpeta asfáltica.

2.5. Instrumentos y técnicas de medición y recolección.

2.5.1. Instrumentos de recolección de datos

Guía de observación, cámara fotográfica, equipo para obtención de muestras y para la realización de los ensayos, equipo de cómputo.

2.5.2. Técnicas de recolección de datos

Observación directa, búsqueda de información, ensayos de laboratorio y análisis de documentos.

2.5.3. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos

Para el procesamiento se empleará el programa de ingeniería AutoCAD y el programa Excel.

Para el análisis e interpretación de datos se empleará los criterios presentados en los manuales de carreteras nacionales de manera cuantitativa.

III. RESULTADOS.

3.1. Procesamiento y análisis, e interpretación de datos.

3.1.1. Recopilación de información

Se identificó las tres calles más críticas y que necesitan de manera urgente un mejoramiento, las cuales son:

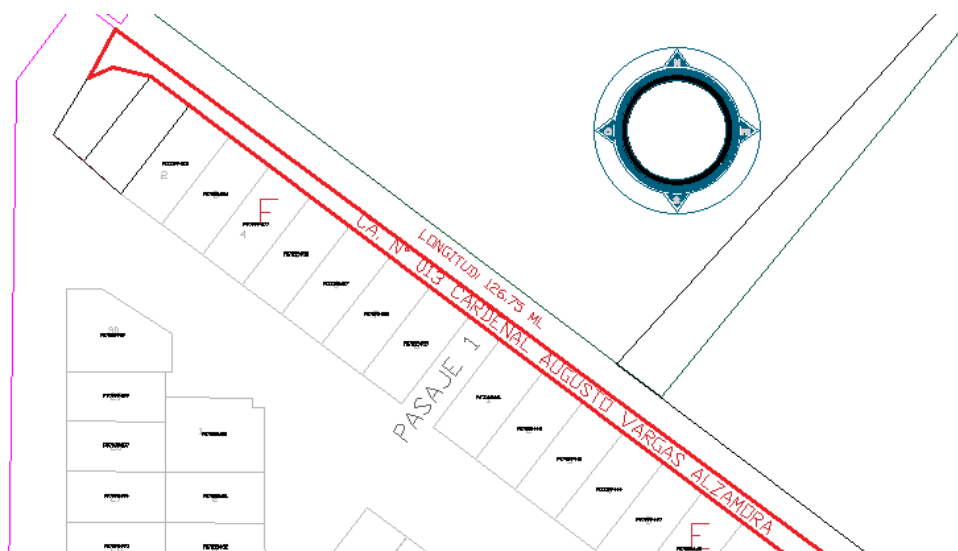


Figura. 3 Calle N°13, caserío de Trapiche, distrito de Los Molinos, Ica

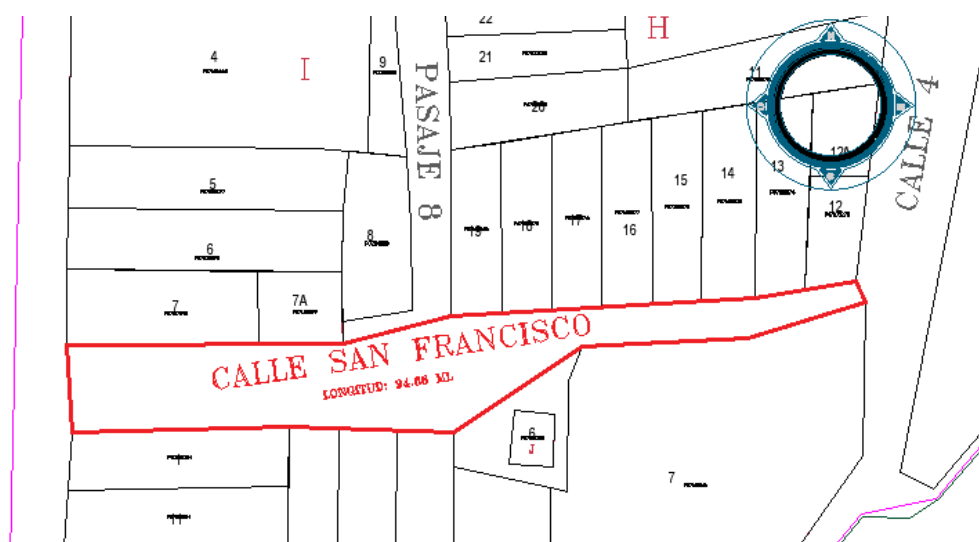


Figura. 4 Calle N°13, caserío de Trapiche, distrito de Los Molinos, Ica

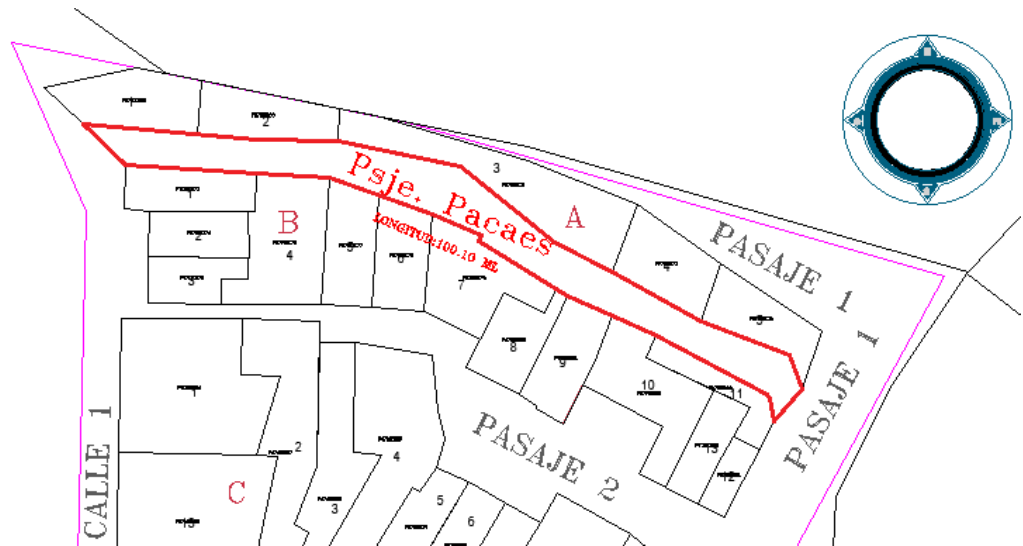


Figura. 5 *Pasaje Los Pacaes, caserío de Trapiche, distrito de Los Molinos, Ica*
 Luego se procedió a ubicar las calicatas para la obtención de muestras:



Figura. 6 *Ubicación de las calicatas en el caserío de Trapiche, Los Molinos*
 Fuente: Google Earth [6]

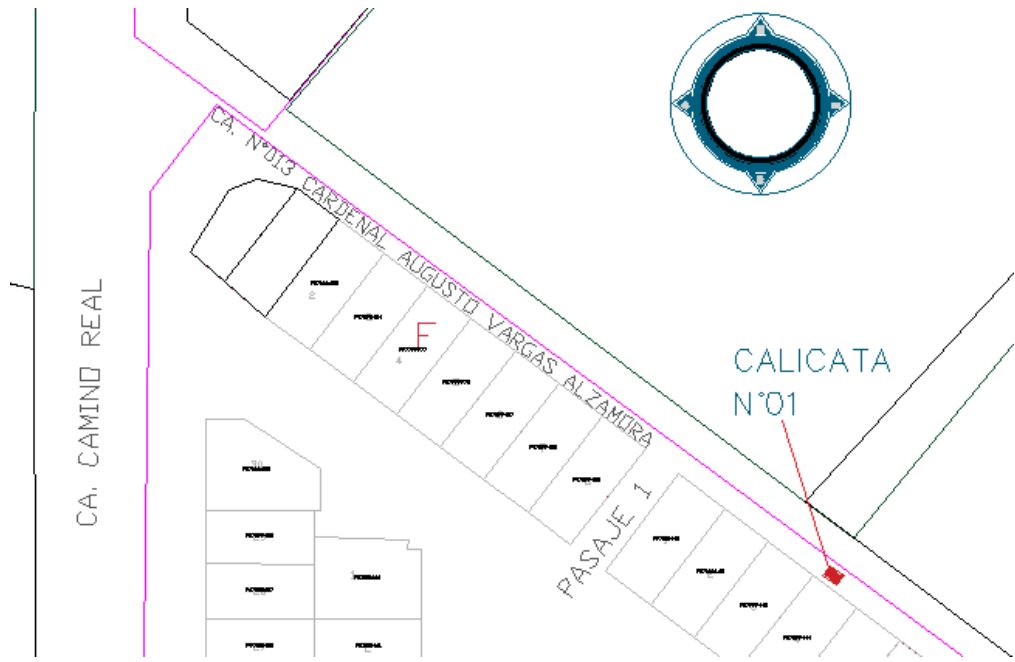


Figura. 7 Calicata N°01, Calle N°13, caserío de Trapiche



Figura. 8 Calicata N°02, Calle San Francisco, caserío de Trapiche

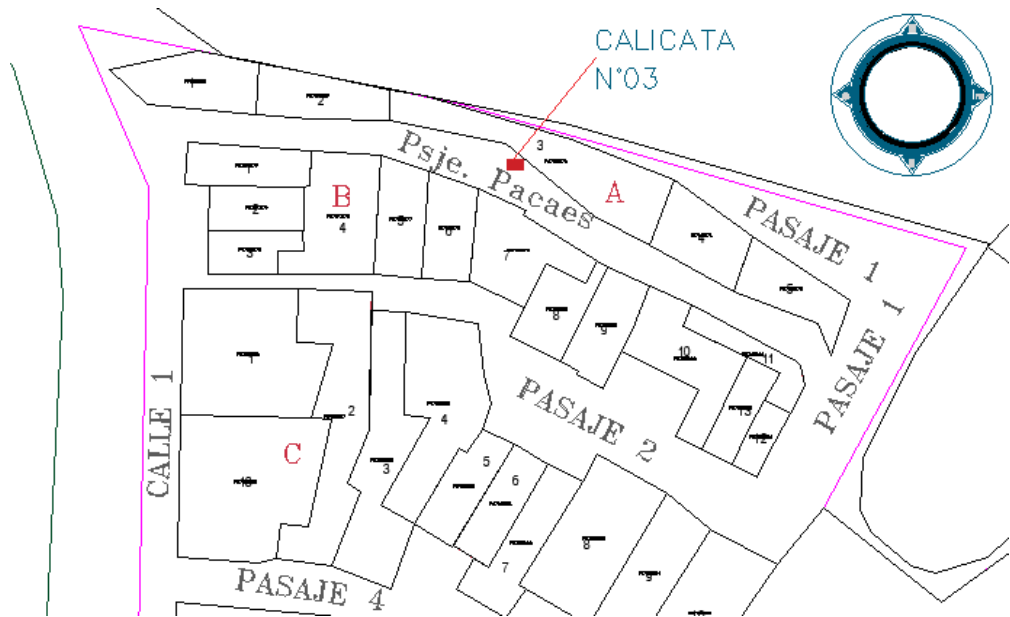


Figura. 9 Calicata N°03, Pasaje Los Pacaes, caserío de Trapiche

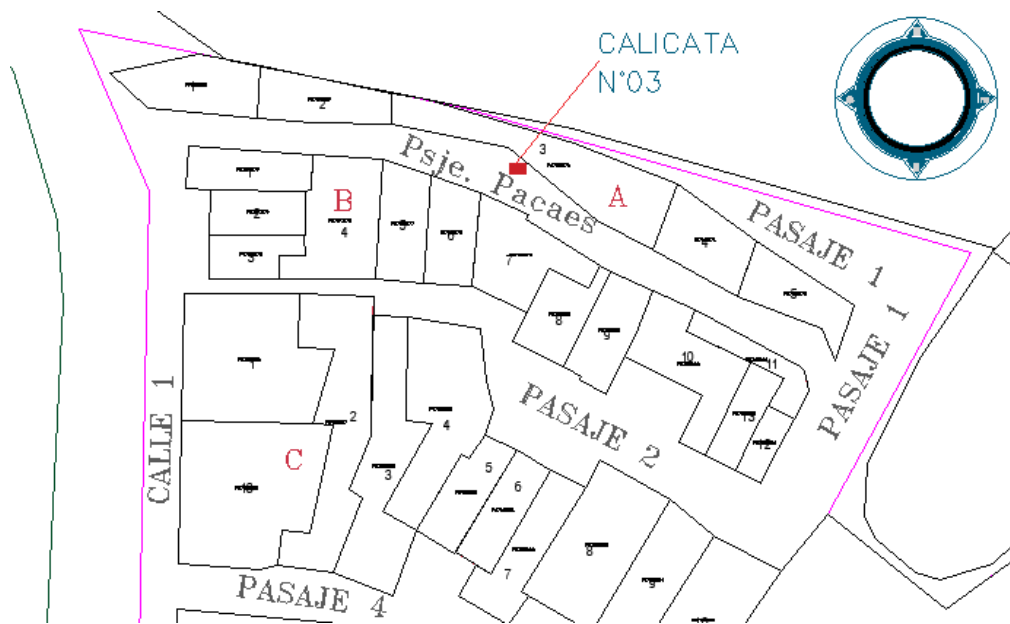


Figura. 10 Cantera Las Tortolitas, caserío de Trapiche, Los Molinos



Figura. 11 *Quebrada Las Tortolitas, Cantera Las Tortolitas, caserío de Trapiche.*

Fuente: Google Earth [6]

3.1.2. Ensayos de laboratorio

Luego de obtener las muestras de las tres calicatas de las calles en estudio y la cantera Las Tortolitas, del caserío de Trapiche, Los Molinos, se realizaron los ensayos de laboratorio de acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales del MTC [7], para obtener las características físicas y mecánicas de las muestras, para obtener los siguientes resultados:

3.1.2.1. Características físicas

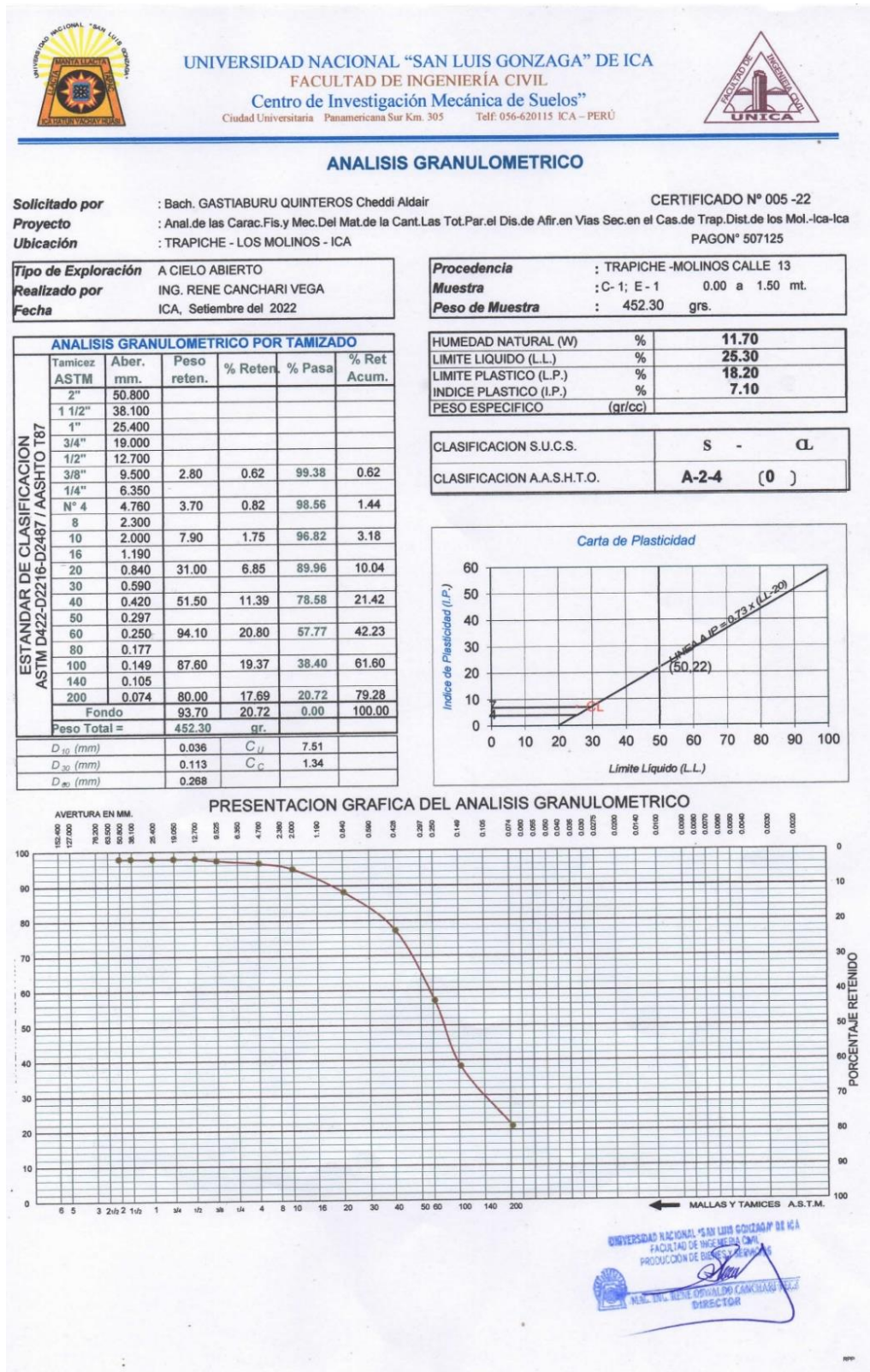


Figura. 12 Características físicas de la calle N°13, caserío de Trapiche



ANALISIS GRANULOMETRICO

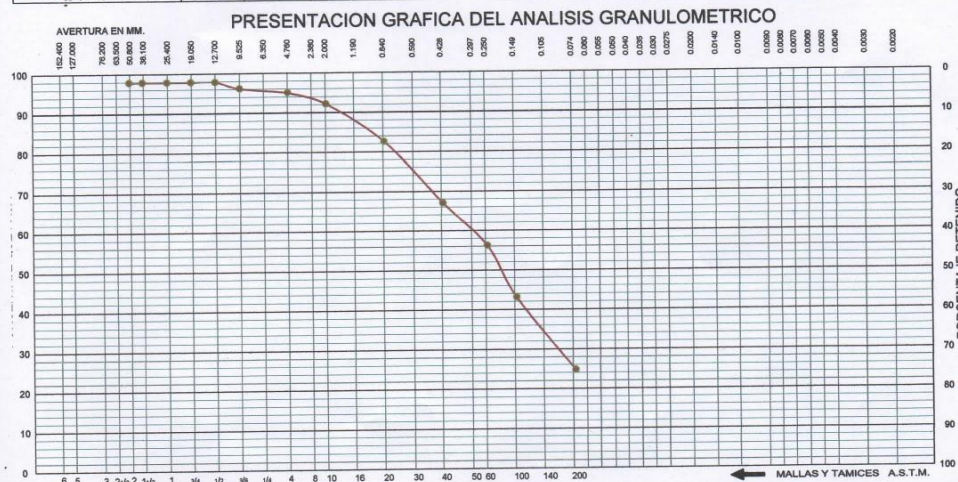
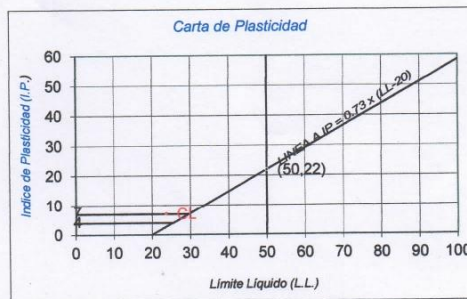
Solicitado por : Bach. GASTIABURU QUINTEROS Cheddi Aldair CERTIFICADO N° 005 -A-22
Proyecto : Anal.de las Carac.Fis.y Mec.Del Mat.de la Cant.Las Tot.Par.el Dis.de Afr.en Vias Sec.en el Cas.de Trap.Dist.de los Mol.-Ica-Ica
Ubicación : TRAPICHE - LOS MOLINOS - ICA PAGON° 507125
Tipo de Exploración A CIELO ABIERTO
Realizado por ING. RENE CANCHARI VEGA
Fecha ICA, Setiembre del 2022

Procedencia : CALLE SAN FRANCISCO
Muestra : C-2; E-1 0.00 a 1.50 mt.
Peso de Muestra : 612.50 grs.

| ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|-------------|----------------|--------|-------------|
| Tamicez ASTM | Aber. mm. | Peso reten. | % Reten. | % Pasa | % Ret Acum. |
| 2" | 50.800 | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | |
| 3/4" | 19.000 | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | | | |
| 3/8" | 9.500 | 10.60 | 1.73 | 98.27 | 1.73 |
| 1/4" | 6.350 | | | | |
| N° 4 | 4.760 | 6.80 | 1.11 | 97.16 | 2.84 |
| 8 | 2.300 | | | | |
| 10 | 2.000 | 18.50 | 3.02 | 94.14 | 5.86 |
| 16 | 1.190 | | | | |
| 20 | 0.840 | 60.60 | 9.89 | 84.24 | 15.76 |
| 30 | 0.590 | | | | |
| 40 | 0.420 | 98.30 | 16.05 | 68.20 | 31.80 |
| 50 | 0.297 | | | | |
| 60 | 0.250 | 68.80 | 11.23 | 56.96 | 43.04 |
| 80 | 0.177 | | | | |
| 100 | 0.149 | 82.70 | 13.50 | 43.46 | 56.54 |
| 140 | 0.105 | | | | |
| 200 | 0.074 | 116.20 | 18.97 | 24.49 | 75.51 |
| Fondo | | 150.00 | 24.49 | 0.00 | 100.00 |
| Peso Total = | | 612.50 | gr. | | |
| D ₁₀ (mm) | | 0.030 | C _U | | 9.79 |
| D ₃₀ (mm) | | 0.096 | C _C | | 1.03 |
| D ₆₀ (mm) | | 0.296 | | | |

| | | |
|------------------------|---------|-------|
| HUMEDAD NATURAL (W) | % | 10.12 |
| LIMITE LIQUIDO (L.L.) | % | 23.50 |
| LIMITE PLASTICO (L.P.) | % | 16.40 |
| INDICE PLASTICO (I.P.) | % | 7.10 |
| PESO ESPECIFICO | (gr/cc) | |

CLASIFICACION S.U.C.S. S - CL
 CLASIFICACION A.A.S.H.T.O. A-2-4 (0)



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS
 M. ING. RENE OSWALDO CANCHARI VEGA
 DIRECTOR

Figura. 13 Características físicas de la calle San Francisco, caserío de Trapiche



ANALISIS GRANULOMETRICO

Solicitado por : Bach. GASTIABURU QUINTEROS Cheddi Aldair CERTIFICADO Nº 005 -B-22
Proyecto : Anal.de las Carac.Fis.y Mec.Del Mat.de la Cant.Las Tot.Par.el Dis.de Afir.en Vias Sec.en el Cas.de Trap.Dist.de los Mol.-Ica-Ica
Ubicación : TRAPICHE - LOS MOLINOS - ICA PAGONº 507125

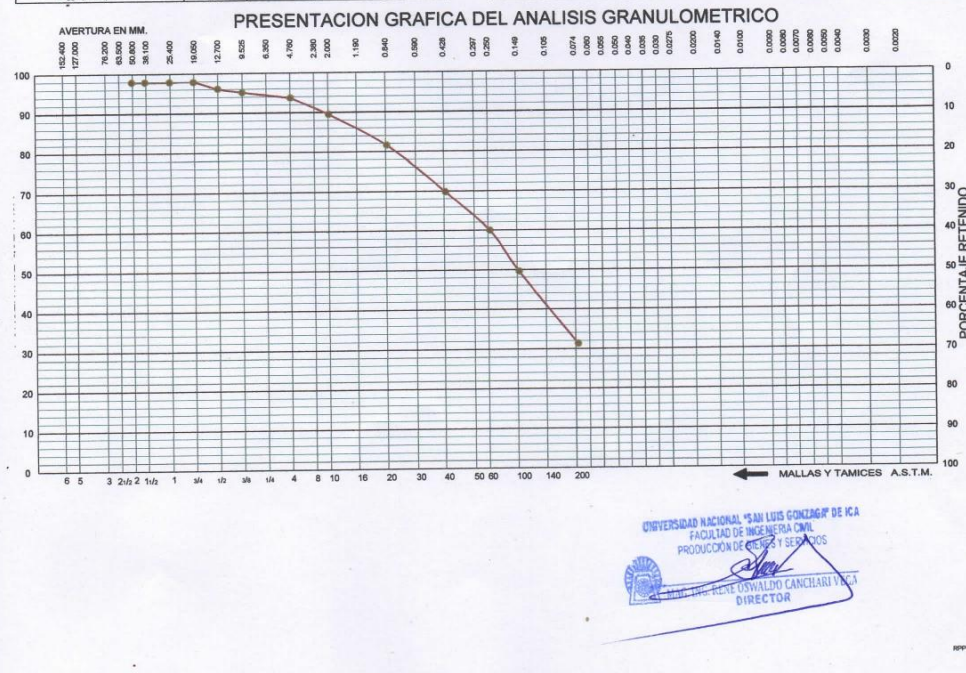
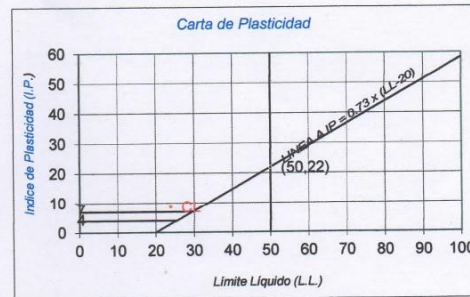
Tipo de Exploración A CIELO ABIERTO
Realizado por ING. RENE CANCHARI VEGA
Fecha ICA, Setiembre del 2022

Procedencia : CALLE PACAES
Muestra : C-3; E-1 0.00 a 1.50 mt.
Peso de Muestra : 969.70 grs.

| ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|-------------|----------|--------|-------------|
| Tamicez ASTM | Aber. mm. | Peso reten. | % Reten. | % Pasa | % Ret Acum. |
| 2" | 50.800 | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | |
| 3/4" | 19.000 | | | | |
| 1/2" | 12.700 | 17.40 | 1.79 | 98.21 | 1.79 |
| 3/8" | 9.500 | 9.40 | 0.97 | 97.24 | 2.76 |
| 1/4" | 6.350 | | | | |
| Nº 4 | 4.760 | 14.90 | 1.54 | 95.70 | 4.30 |
| 8 | 2.300 | | | | |
| 10 | 2.000 | 42.20 | 4.35 | 91.35 | 8.65 |
| 16 | 1.190 | | | | |
| 20 | 0.840 | 79.10 | 8.16 | 83.19 | 16.81 |
| 30 | 0.590 | | | | |
| 40 | 0.420 | 118.30 | 12.20 | 70.99 | 29.01 |
| 50 | 0.297 | | | | |
| 60 | 0.250 | 98.50 | 10.16 | 60.83 | 39.17 |
| 80 | 0.177 | | | | |
| 100 | 0.149 | 103.90 | 10.71 | 50.12 | 49.88 |
| 140 | 0.105 | | | | |
| 200 | 0.074 | 183.10 | 18.88 | 31.24 | 68.76 |
| Fondo | | 302.90 | 31.24 | 0.00 | 100.00 |
| Peso Total = | | 969.70 | gr. | | |
| D_{10} (mm) | 0.024 | C_{U} | 10.22 | | |
| D_{30} (mm) | 0.071 | C_C | 0.88 | | |
| D_{60} (mm) | 0.242 | | | | |

| | | |
|------------------------|---------|-------|
| HUMEDAD NATURAL (W) | % | 8.13 |
| LIMITE LIQUIDO (L.L.) | % | 23.70 |
| LIMITE PLASTICO (L.P.) | % | 15.00 |
| INDICE PLASTICO (I.P.) | % | 8.70 |
| PESO ESPECIFICO | (gr/cc) | |

CLASIFICACION S.U.C.S. S - CL
 CLASIFICACION A.A.S.H.T.O. A-2-4 (0)



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 PRODUCCION DE CIEBES Y SELLOS
 RENE OSWALDO CANCHARI VEGA
 DIRECTOR

Figura. 14 Características físicas del pasaje Los Pacaes, 0.00 m-1.50m, Trapiche



ANALISIS GRANULOMETRICO

Solicitado por : Bach. GASTIABURU QUINTEROS Cheddi Aldair CERTIFICADO N° 005 -C-22
Proyecto : Anal.de las Carac.Fis.y Mec.Del Mat.de la Cant.Las Tot.Par.el Dis.de Afr.en Vías Sec.en el Cas.de Trap.Dist.de los Mol.-Ica-Ica
Ubicación : TRAPICHE - LOS MOLINOS - ICA PAGON° 507125

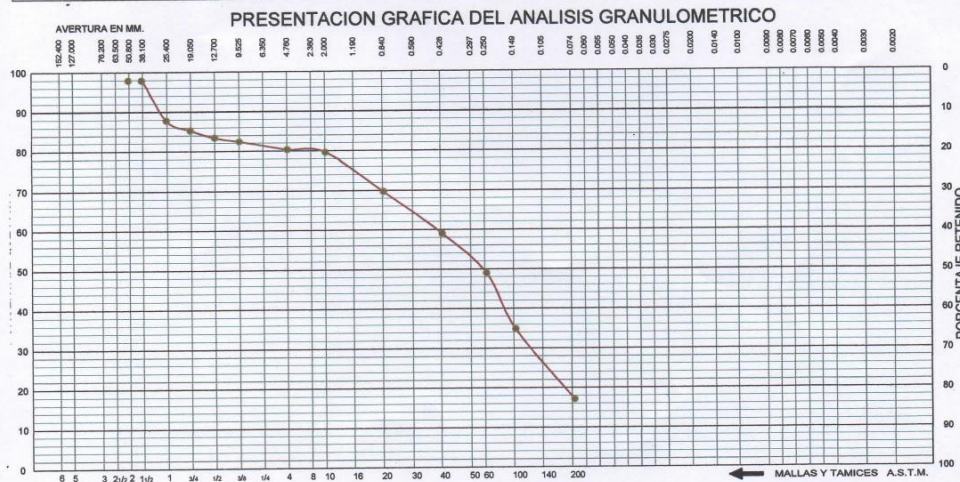
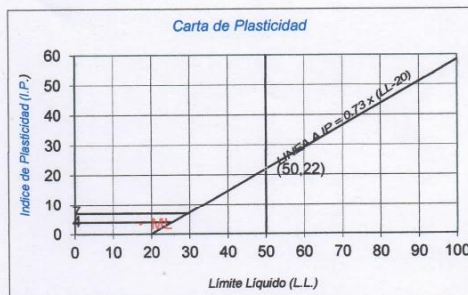
Tipo de Exploración A CIELO ABIERTO
Realizado por ING. RENE CANCHARI VEGA
Fecha ICA, Setiembre del 2022

Procedencia : CALLE PACAES
Muestra : C-3; E-1 0.75 a 1.50 mt.
Peso de Muestra : 1206.10 grs.

| ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|-------------|----------|--------|-------------|
| Tamicez ASTM | Aber. mm. | Peso reten. | % Reten. | % Pasa | % Ret Acum. |
| 2" | 50.800 | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | |
| 1" | 25.400 | 125.60 | 10.41 | 89.59 | 10.41 |
| 3/4" | 19.000 | 31.20 | 2.59 | 87.00 | 13.00 |
| 1/2" | 12.700 | 23.40 | 1.94 | 85.06 | 14.94 |
| 3/8" | 9.500 | 12.60 | 1.04 | 84.01 | 15.99 |
| 1/4" | 6.350 | | | | |
| N° 4 | 4.760 | 25.90 | 2.15 | 81.87 | 18.13 |
| 8 | 2.300 | | | | |
| 10 | 2.000 | 8.60 | 0.71 | 81.15 | 18.85 |
| 16 | 1.190 | | | | |
| 20 | 0.840 | 123.80 | 10.26 | 70.89 | 29.11 |
| 30 | 0.590 | | | | |
| 40 | 0.420 | 133.20 | 11.04 | 59.85 | 40.15 |
| 50 | 0.297 | | | | |
| 60 | 0.250 | 125.00 | 10.36 | 49.48 | 50.52 |
| 80 | 0.177 | | | | |
| 100 | 0.149 | 176.30 | 14.62 | 34.86 | 65.14 |
| 140 | 0.105 | | | | |
| 200 | 0.074 | 220.60 | 18.29 | 16.57 | 83.43 |
| Fondo | | 199.90 | 16.57 | 0.00 | 100.00 |
| Peso Total = | | 1206.10 | gr. | | |
| D_{10} (mm) | | 0.045 | C_u | 9.54 | |
| D_{30} (mm) | | 0.129 | C_c | 0.88 | |
| D_{60} (mm) | | 0.428 | | | |

| | | |
|------------------------|---------|-------|
| HUMEDAD NATURAL (W) | % | 6.51 |
| LIMITE LIQUIDO (L.L.) | % | 17.00 |
| LIMITE PLASTICO (L.P.) | % | 13.50 |
| INDICE PLASTICO (I.P.) | % | 3.50 |
| PESO ESPECIFICO | (gr/cc) | |

CLASIFICACION S.U.C.S. **S - M**
 CLASIFICACION A.A.S.H.T.O. **A-2-4 (0)**



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 PRODUCCION DE BIENES SERVICIOS
 M.Sc. ING. RENE OSWALDO CANCHARI VEGA
 DIRECTOR

Figura. 15 Características físicas del pasaje Los Pacaes, 0.75 m-1.50m, Trapiche



ANALISIS GRANULOMETRICO

Solicitado por : Bach. GASTIABURU QUINTEROS Cheddi Aldair
Proyecto : Anal.de las Carac.Fis.y Mec.Del Mat.de la Cant.Las Tot.Par.el Dis.de Afr.en Vías Sec.en el Cas.de Trap.Dist.de los Mol.-Ic
Ubicación : TRAPICHE - LOS MOLINOS - ICA
CERTIFICADO N° 005 -22
PAGON° 507125

Tipo de Exploración A CIELO ABIERTO
Realizado por ING. RENE CANCHARI VEGA
Fecha ICA, setiembredel 2022

Procedencia : LAS TORTOLITAS
Muestra : AFIRMADO
Peso de Muestra : 7500.00 grs.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

| Tamizez ASTM | Aber. mm. | Peso reten. | % Reten. | % Pasa | % Ret Acum. |
|----------------------|-----------|-------------|----------------|--------|-------------|
| 2" | 50.800 | 122.5 | 1.63333 | 98.37 | 1.63333 |
| 1 1/2" | 38.100 | 530.00 | 7.07 | 91.30 | 8.70 |
| 1" | 25.400 | 735.00 | 9.80 | 81.50 | 18.50 |
| 3/4" | 19.000 | 578.00 | 7.71 | 73.79 | 26.21 |
| 1/2" | 12.700 | 515.50 | 6.87 | 66.92 | 33.08 |
| 3/8" | 9.500 | 860.50 | 11.47 | 55.45 | 44.55 |
| 1/4" | 6.350 | | | | |
| N° 4 | 4.760 | 623.00 | 8.31 | 47.14 | 52.86 |
| 8 | 2.300 | | | | |
| 10 | 2.000 | 752.40 | 10.03 | 37.11 | 62.89 |
| 16 | 1.190 | | | | |
| 20 | 0.840 | 610.90 | 8.15 | 28.96 | 71.04 |
| 30 | 0.590 | | | | |
| 40 | 0.420 | 477.30 | 6.36 | 22.60 | 77.40 |
| 50 | 0.297 | | | | |
| 60 | 0.250 | 446.90 | 5.96 | 16.64 | 83.36 |
| 80 | 0.177 | | | | |
| 100 | 0.149 | 397.40 | 5.30 | 11.34 | 88.66 |
| 140 | 0.105 | | | | |
| 200 | 0.074 | 373.30 | 4.98 | 6.36 | 93.64 |
| Fondo | | 477.30 | 6.36 | 0.00 | 100.00 |
| Peso Total = | | 7500.00 | gr. | | |
| D ₁₀ (mm) | | 0.129 | C _U | 83.63 | |
| D ₃₀ (mm) | | 0.988 | C _C | 0.70 | |
| D ₆₀ (mm) | | 10.770 | | | |

| | | |
|------------------------|---------|-------|
| HUMEDAD NATURAL (W) | % | 3.30 |
| LIMITE LIQUIDO (L.L.) | % | 25.80 |
| LIMITE PLASTICO (L.P.) | % | 22.50 |
| INDICE PLASTICO (I.P.) | % | 3.30 |
| PESO ESPECIFICO | (gr/cc) | |

| | |
|----------------------------|-------------|
| CLASIFICACION S.U.C.S. | G P - G M |
| CLASIFICACION A.A.S.H.T.O. | A-1-a (0) |

ESTANDAR DE CLASIFICACION
 ASTM D422-D2216-D2487 / AASHTO T87

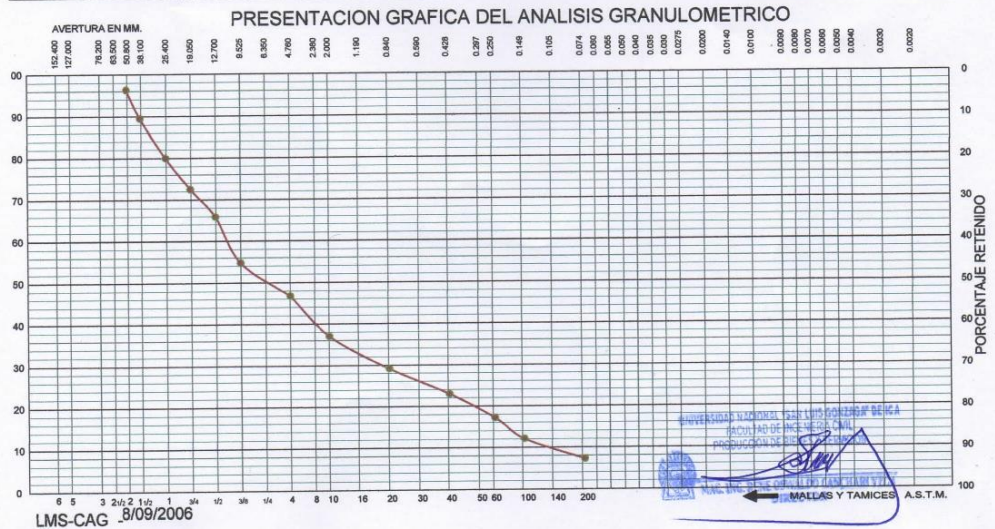
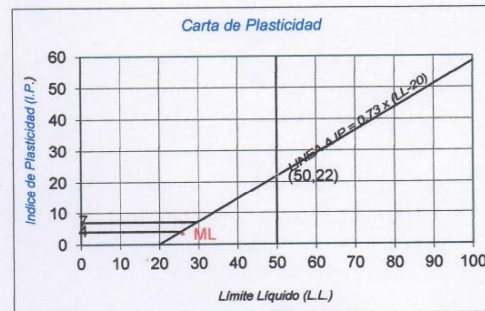


Figura. 16 Características físicas de la cantera Las Tortolitas, Trapiche

3.1.2.2. Características mecánicas

Para la obtención de las características mecánicas de las calles, se procedió a elegir la muestra del pasaje Los Pacaes, debido a que todas tienen la misma clasificación S.U.C.S.: “S-a” y A.A.S.H.T.O.: “A-2-4 (0)” con características físicas similares.

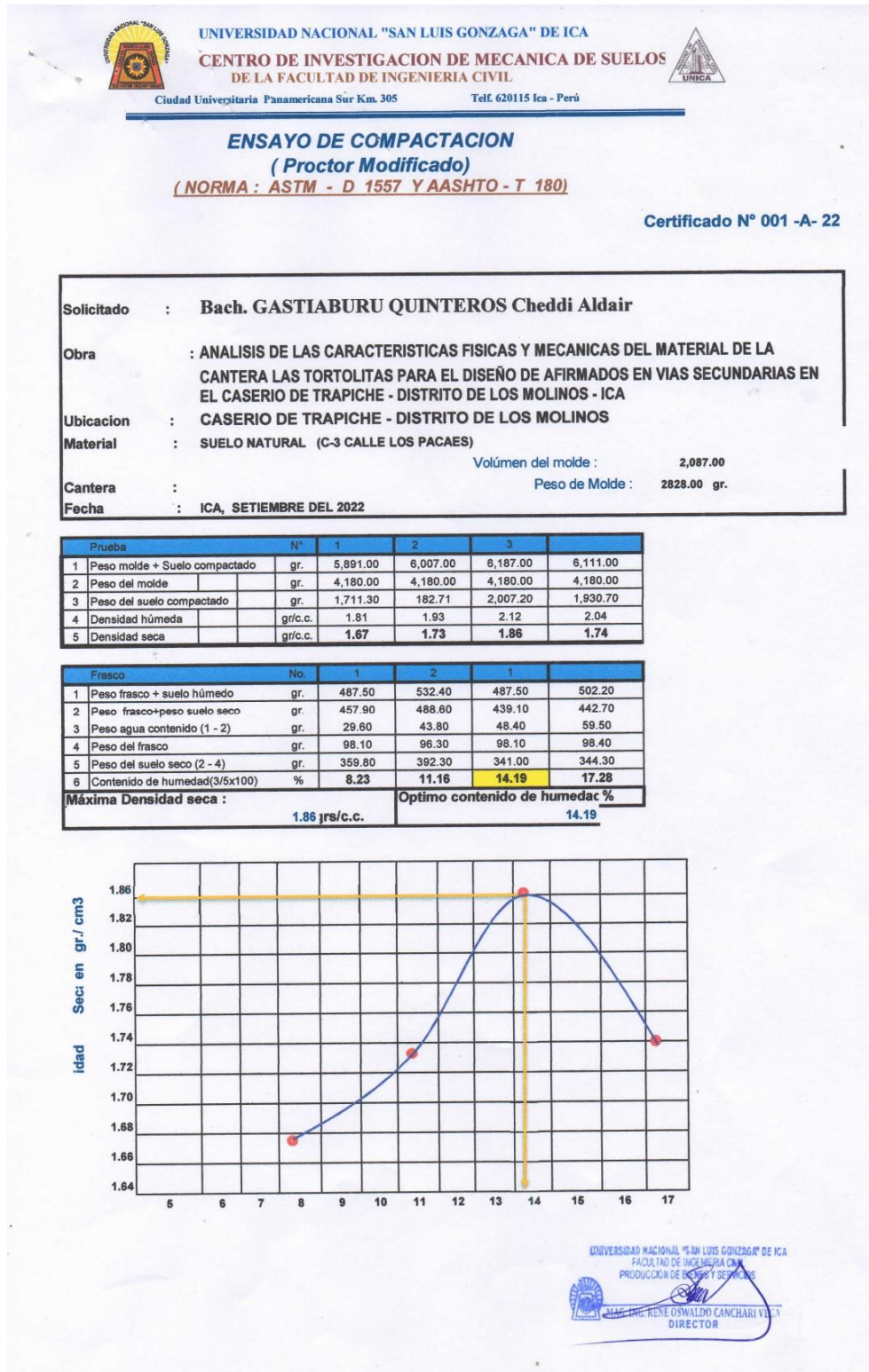


Figura. 17 Ensayo de compactación (Proctor modificado), Pasaje Los Pacaes



ENSAYO DE C.B.R.

CERTIFICADO Nº 002-22
PAGO Nº 507125

Solicitado por: : Bach. GASTIABURU QUINTEROS Cheddi Aldair
Obra: : ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA LAS TORTOLITAS PARA EL DISEÑO DE AFIRMADOS EN VIAS SECUNDARIAS EN EL CASERIO DE TRAPICHE - DISTRITO DE LOS MOLINOS - ICA - ICA
Ubicación: : TRAPICHE -LOS MOLINOS - ICA
Material: : SUELO NATURAL - CALLE LOS PACAES (C - 1; E - 2)
Cantera: : MATERIAL PROPIO
Técnico Operador: Gonzalo Tejeda Cordova

DENSIDAD MAXIMA SECA: 1.86 gr/cm³
HUMEDAD OPTIMA: 14.19 %

| | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------|-----------|----------|-----------|
| MOLDE N° | 1 | 2 | 3 |
| CAPAS N° | 5 | 5 | 5 |
| GOLPES POR CAPA N° | 10 | 25 | 56 |
| COND. DE LA MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO | 11322.00 | 11495.00 | 11695.00 |
| PESO DEL MOLDE gr | 7195.70 | 72.00 | 7183.60 |
| PESO DE SUELO HUMEDO gr | 4126.30 | 4295.00 | 4511.00 |
| VOLUMEN DEL SUELO c.c. | 2114.00 | 2120.00 | 2121.00 |
| DENSIDAD HUMEDAD gr/c.c. | 1.95 | 2.03 | 2.13 |
| % DE HUMEDAD | 14.31 | 14.44 | 14.64 |
| DENSIDAD SECA gr/c.c. | 1.70 | 1.77 | 1.86 |
| TARA N° | 1 | 3 | 1 |
| TARA + SUELO HUMEDO gr | 473.40 | 450.50 | 407.50 |
| TARA + SUELO SECO gr | 426.40 | 406.00 | 368.00 |
| AGUA gr | 47.00 | 44.50 | 38.29 |
| PESO DEL TARA gr | 97.90 | 97.90 | 98.10 |
| PESO DEL SUELO SECO gr | 328.50 | 308.10 | 269.90 |
| % DE HUMEDAD | 14.31 | 14.44 | 14.19 |

EXPANSION

| FECHA - HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | DIAL | EXPANSION | DIAL | EXPANSION |
|--------------|--------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| | | | | | | | |

PENETRACION

| PENETRACION Pulgadas | CARGA STAND | LECT. mm | MOLDE N° 1 | | MOLDE N° 2 | | MOLDE N° 3 | |
|----------------------|-------------|----------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
| | | | CARGA kg/cm ² | CORRECCION C.B.R. | CARGA kg/cm ² | CORRECCION C.B.R. | CARGA kg/cm ² | CORRECCION C.B.R. |
| 0.025 | | 12 | 3.23 | | 5.63 | | 10.19 | |
| 0.050 | | 23 | 4.67 | | 7.79 | | 14.27 | |
| 0.075 | | 24 | 5.87 | | 9.33 | | 17.39 | |
| 0.100 | 70 | 31 | 6.11 | 8.73 | 11.15 | 15.93 | 20.03 | |
| 0.150 | | 37 | 7.80 | | 14.03 | | 23.63 | |
| 0.200 | 105 | 62 | 9.23 | 8.79 | 16.67 | 15.88 | 30.35 | |
| 0.300 | | | 15.23 | | 22.43 | | 38.75 | |
| 0.400 | | | | | | | | |

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PRODUCCION DE BIENESTAR
MAG. ING. RENE OSWALDO CANCHANI VELAZQUEZ
DIRECTOR

Figura. 18 Ensayo de CBR-hoja-1, Pasaje Los Pacaes

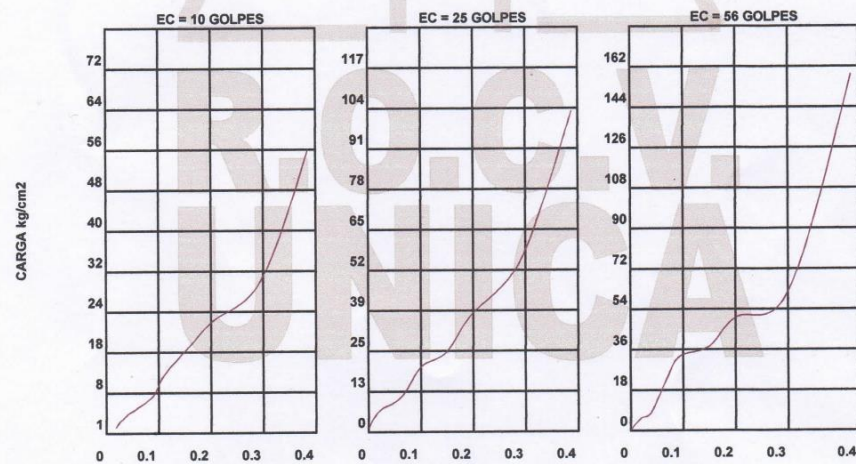
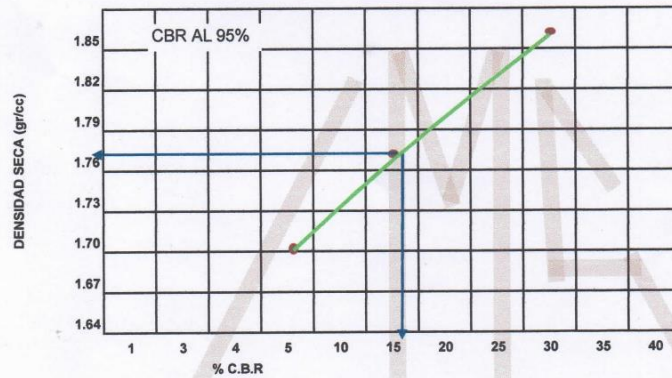


GRAFICOS C.B.R

METODO DE COMPACTACION

MAXIMA DENSIDAD SECA 1.86
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 14.19
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) 15.00
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) 29.00

CERTIFICADO N° 002- 22
PAGO N° 507125



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PRODUCCION DE BOCAL Y SERVICIOS
MAG. ING. RENE OSWALDO CANCHARI VERA
DIRECTOR

Figura. 19 Ensayo de CBR-hoja-2, Pasaje Los Pacaes



ENSAYO DE COMPACTACION
(Proctor Modificado)
(NORMA : ASTM - D 1557 Y AASHTO - T 180)

Certificado N° 002 -A- 22

Solicitado : **Bach. GASTIABURU QUINTEROS Cheddi Aldair**

Obra : **ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA LAS TORTOLITAS PARA EL DISEÑO DE AFIRMADOS EN VIAS SECUNDARIAS EN EL CASERIO DE TRAPICHE - DISTRITO DE LOS MOLINOS - ICA**

Ubicacion : **CASERIO DE TRAPICHE - DISTRITO DE LOS MOLINOS**

Material : **AFIRMADO (LAS TORTOLITAS)**

Volúmen del molde : **2,106.40**

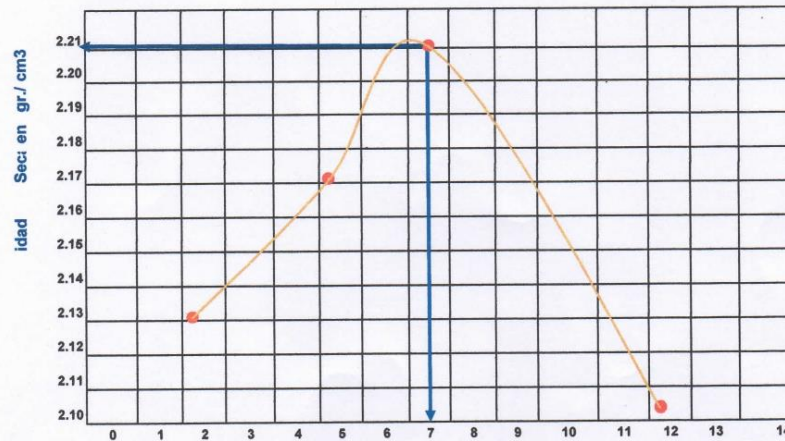
Peso de Molde : **2828.00 gr.**

Cantera :

Fecha : **ICA, SETIEMBRE DEL 2022**

| Prueba | N° | 1 | 2 | 3 | |
|--------|-------------------------------|--------------|----------|------------|----------|
| 1 | Peso molde + Suelo compactado | gr. 9,444.00 | 9,680.00 | 995,028.00 | 9,892.00 |
| 2 | Peso del molde | gr. 5,028.00 | 5,028.00 | 5,028.00 | 5,028.00 |
| 3 | Peso del suelo compactado | gr. 4,416.00 | 4,652.00 | 4,999.00 | 4,864.00 |
| 4 | Densidad húmeda | gr/c.c. 2.18 | 2.28 | 2.38 | 2.31 |
| 5 | Densidad seca | gr/c.c. 2.13 | 2.17 | 2.21 | 2.10 |

| Frasco | No. | 1 | 2 | 1 | |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------|--------|--------------------------------------|--------|
| 1 | Peso frasco + suelo húmedo | gr. 237.70 | 237.90 | 214.20 | 502.20 |
| 2 | Peso frasco+peso suelo seco | gr. 234.40 | 229.90 | 202.20 | 442.70 |
| 3 | Peso agua contenido (1 - 2) | gr. 4.60 | 10.00 | 13.00 | 44.80 |
| 4 | Peso del frasco | gr. 30.40 | 30.00 | 29.30 | 96.47 |
| 5 | Peso del suelo seco (2 - 4) | gr. 204.00 | 199.90 | 172.90 | 344.30 |
| 6 | Contenido de humedad(3/5x100 %) | 2.25 | 5.00 | 7.52 | 13.01 |
| Máxima Densidad seca : | | 2.21 grs/c.c. | | Optimo contenido de humedad % | |
| | | | | 7.52 | |



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS
MAG. ING. BENE OSWALDO CANCHARI VEGA
DIRECTOR

Figura. 20 Ensayo de compactación (Proctor modificado), cantera Las Tortolitas



ENSAYO DE C.B.R.

CERTIFICADO N° 002-A-22

Solicitado por: : Bach. GASTIABURU QUINTEROS Cheddi Aldair
Obra: : ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DEL MATERIAL DE DE LA CANTERA LAS TORTOLITAS PARA EL DISEÑO DE AFIRMADOS EN VIAS SECUNDARIAS EN EL CASERIO DE TRAPICHE - DISTRITO DE LOS MOLINOS - ICA -ICA
Ubicación: : TRAPICHE -LOS MOLINOS - ICA
Material: : BASE AFIRMADO LAS TORTOLITAS
Cantera: :
Técnico Operador: Gonzalo Tejeda Cordova

DENSIDAD MAXIMA SECA: 2.21 gr/cm3
HUMEDAD OPTIMA: 7.52 %

| MOLDE N° | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------|-----------|----------|----------|
| CAPAS N° | 5 | 5 | 5 |
| GOLPES POR CAPA N° | 10 | 25 | 56 |
| COND. DE LA MUESTRA | SIN MOJAR | MOJADA | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO | 11836.00 | 11940.80 | 12092.80 |
| PESO DEL MOLDE gr | 7195.70 | 7200.00 | 7183.60 |
| PESO DE SUELO HUMEDO gr | 4640.30 | 4740.8 | 4909.20 |
| VOLUMEN DEL SUELO c.c. | 2148.30 | 2070.20 | 2062.70 |
| DENSIDAD HUMEDAD gr/c.c. | 2.16 | 2.29 | 2.38 |
| % DE HUMEDAD | 7.52 | 7.53 | 7.52 |
| DENSIDAD SECA gr/c.c. | 2.01 | 2.13 | 2.21 |
| TARA N° | 1 | 3 | 1 |
| TARA + SUELO HUMEDO gr | 173.10 | 235.90 | 238.90 |
| TARA + SUELO SECO gr | 182.20 | 220.10 | 223.40 |
| AGUA gr | 9.95 | 14.32 | 14.52 |
| PESO DEL TARA gr | 29.40 | 29.90 | 30.40 |
| PESO DEL SUELO SECO gr | 132.40 | 190.20 | 193.00 |
| % DE HUMEDAD | 7.52 | 7.53 | 7.52 |

EXPANSION

| FECHA - HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | DIAL | EXPANSION | DIAL | EXPANSION |
|--------------|--------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

PENETRACION

| PENETRACION Pulgadas | CARGA STAND | LECT. mm | MOLDE N° 1 | | MOLDE N° 2 | | MOLDE N° 3 | |
|----------------------|-------------|----------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|
| | | | CARGA kg/cm2 | CORRECCION C.B.R. | CARGA kg/cm2 | CORRECCION C.B.R. | CARGA kg/cm2 | CORRECCION C.B.R. |
| 0.025 | | 23 | 5.87 | | 10.19 | | 15.23 | |
| 0.050 | | 64 | 10.20 | | 18.35 | | 26.75 | |
| 0.075 | | 91 | 15.71 | | 26.75 | | 35.87 | |
| 0.100 | 70 | 120 | 22.19 | 31.70 | 38.03 | 54.33 | 61.55 | 87.93 |
| 0.150 | | 139 | 29.15 | | 52.19 | | 82.67 | |
| 0.200 | 105 | 198 | 33.71 | 32.10 | 67.47 | 54.73 | 92.75 | 88.33 |
| 0.300 | | | 47.87 | | 79.55 | | 122.75 | |
| 0.400 | | | | | | | | |

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PRODUCCION DE BARRAS Y SERVICIO
MAG. ING. RENE OSWALDO CANCHANI VILCA
DIRECTOR

Figura. 21 Ensayo de CBR-hoja-1, cantera Las Tortolitas

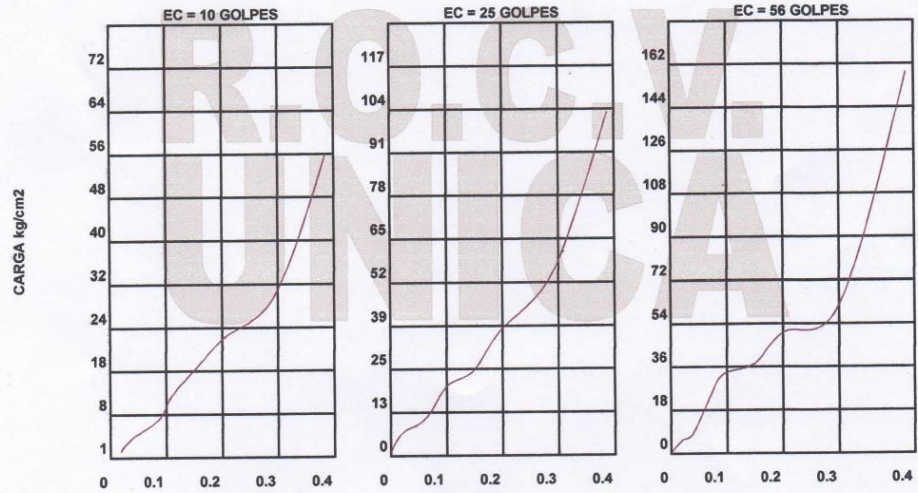
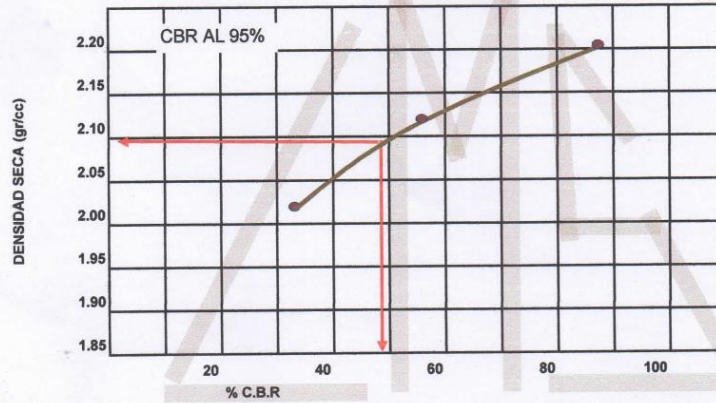


GRAFICOS C.B.R

METODO DE COMPACTACION

MAXIMA DENSIDAD SECA 2.21
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 7.52
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) 49.00
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) 88.00

CERTIFICADO N° 02-A-22



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS
MAG. ING. RENE OSWALDO LANCHARI YUCA
DIRECTOR

Figura. 22 Ensayo de CBR-hoja-2, cantera Las Tortolitas

| ENSAYO | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------|------------------|-----------|---------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| ABRASION CON MAQUINA DE LOS ANGELES MTC E 207 - ASTM C 131 | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS O MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA LAS TORTOLITAS PARA EL DISEÑO DE AFIRMADOS EN VIAS SECUNDARIAS DEL CASERIO DE TRAPICHE DISTRITO DE LOS MOLINOS - ICA - ICA UBICACION: CASERIO TRAPICHE - LOS MOLINOS - ICA - ICA SOLICITA: BACH. CHEDDI ALDAIR GASTIABURU QUINTEROS | | | | | | | | | | |
| 1- DATOS DE LA MUESTRA | | | | | 2- PERSONAL | | | | | |
| FECHA: 16 DE FEBRERO DEL 2023 | | | | | AFIRMADO | | | | | |
| CANTERA: LAS TORTOLITAS - TRAPICHE - LOS MOLINOS | | | | | MATERIAL: | | | | | |
| ING. RESP.: A.F.G.P | | | | | TEC. RESP.: J.C.G.P | | | | | |
| 3- ENSAYO LOS ANGELES | | | | | | | | | | |
| ENSAYO | G R A D | P E S O (gramos) | | | | | | | | |
| | | INICIAL | 1-1/2"-1" | 1" - 3/4" | 3/4"-1/2" | 1/2"-3/8" | 3/8"-1/4" | 1/4"-# 4 | # 4-# 8 | |
| 1 | A | 5,012 | 1,249 | 1,256 | 1,257 | 1,250 | - | - | - | |
| | B | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | C | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | D | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| RESULTADOS | | RETENIDO EN LA MALLA # 12: | | | 3,475 | % DE DESGASTE: | | 30.7% | | |
| 4- OBSERVACIONES | | | | | | | | | | |
| 0 | | | | | | | | | | |
| - | | | | | | | | | | |
| 5.- INFORMACION TECNICA: GRANULOMETRIA PARA EL ENSAYO | | | | | | | | | | |
| ESFERAS | | G R A D | P E S O (gramos) | | | | | | | |
| CANT | CARGA (g) | | INICIAL | 1-1/2"-1" | 1" - 3/4" | 3/4"-1/2" | 1/2"-3/8" | 3/8"-1/4" | 1/4"-# 4 | # 4-# 8 |
| 12 | 5000±25 | A | 5000 ± 25 | 1250 ± 10 | 1250 ± 10 | 1250 ± 10 | 1250 ± 10 | | | |
| 11 | 4 584±25 | B | 5000 ± 10 | | | 2500± 10 | 2500± 10 | | | |
| 8 | 3330±20 | C | 5000 ± 10 | | | | | 2500± 10 | 2500± 10 | |
| 6 | 2500±10 | D | 5000 ± 10 | | | | | | 5000 ± 10 | |

Figura. 23 *Ensayo de Abrasión Máquina de los Ángeles, cantera Las Tortolitas*

3.1.3. Diseño de afirmado

Luego de realizar los ensayos de laboratorio, obtener las características físicas y mecánicas de las muestras, se procede a diseñar el espesor del afirmado.

Teniendo como CBR al 95% de la cantera Las Tortolitas un valor de 49.00 % mejor que el de las calles las cuales tienen valores de 15.00 % y un CBR al 100% de la cantera Las Tortolitas un valor de 88.00 % mejor que el de las calles las cuales tienen valores de 29.00 %, se toma el CBR de la cantera para realizar el diseño, puesto se utilizará dicho material para conformar el afirmado.

Se toma como referencia la tabla resumen para diseño de afirmado del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- Sección: Suelos y Pavimentos. [8]

Tabla 2. *Tabla para determinar el espesor del afirmado*

| CBR % Diseño | Ejes equivalentes (x1000) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 75 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 200 | 300 |
| 6 | 200 | 200 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 350 |
| 7 | 200 | 200 | 200 | 200 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 300 | 300 | 300 |
| 8 | 150 | 200 | 200 | 200 | 200 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 300 |
| 9 | 150 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| 10 | 150 | 150 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| 11 | 150 | 150 | 150 | 150 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 250 |
| 12 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 13 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 14 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 15 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 16 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 17 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 200 |
| 18 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 19 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 20 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 21 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 22 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 23 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 24 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 25 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 26 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 27 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 28 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 29 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 30 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| >30* | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |

(*) Subrasante con CBR<6%, serán materia de estabilización o mejoramiento de subrasante, según los criterios expuestos en el capítulo 9 Estabilización de Suelos.

Fuente: MTC [7]

Para un CBR mayor a 30% y sea cual sea el número de ejes equivalentes, según la norma el espesor del afirmado será de 150 mm o 15 cm, por ende, para nuestro caso el CBR de diseño es de 49 %, por consiguiente, se tendrá un espesor de afirmado de:

$$e = 15 \text{ cm}$$

3.2. Verificación de hipótesis.

3.2.1. Verificación de hipótesis general.

- Las características Físicas y Mecánicas de la cantera Las Tortolitas determinaran la calidad del afirmado a ser utilizados en vías secundarias en el caserío de Trapiche.

Se da como **verdadera** la hipótesis, puesto que, mediante las características físicas y mecánicas de las muestras tanto de las calles en estudio como de la cantera, se pudo determinar que el mejor material para ser utilizado como afirmado para dichas calles es la de la cantera Las Tortolitas, ya que su CBR es de 49 % y el de las calles de 15 %.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Las características físicas y mecánicas de las muestras de las calles y la cantera se compararan con la Sección 301 del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013 [9], recomendada por el Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos [8] en el acápite 10.2 que abarca el estudio de afirmados.

- Las características físicas de las muestras de las calles y la cantera arrojaron los siguientes resultados, que, al compararlos con la tabla 3 y los valores recomendados por el manual EG-2013, se tienen los siguientes comentarios.

Tabla 3. *Requisitos de calidad para materiales*

| Tamiz | Porcentaje que pasa | | | | | |
|------------------|---------------------|--------|-------|--------|--------|--------|
| | A-1 | A-2 | C | D | E | F |
| 50 mm (2") | 100 | --- | | | | |
| 37.5 mm (1 1/2") | 100 | --- | | | | |
| 25 mm (1") | 90-100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 19 mm (3/4") | 65-100 | 80-100 | | | | |
| 9.5 mm (3/8") | 45-80 | 65-100 | 50-85 | 60-100 | | |
| 4.75 mm (N°4) | 30-65 | 50-85 | 35-65 | 50-85 | 55-100 | 70-100 |
| 2.0 mm (N°10) | 22-52 | 33-67 | 25-50 | 40-70 | 40-100 | 55-100 |
| 425 µm (N°40) | 15-35 | 20-45 | 15-30 | 25-45 | 20-50 | 30-70 |
| 75 µm (N°200) | 5-20 | 5-20 | 5-15 | 5-20 | 6-20 | 8-25 |

Fuente: MTC EG-2013 [9]

Tabla 4. Comparación de las tres calles, la cantera y la norma

| Tamiz | MTC EG-2013 | Calle N°13 | Calle San Francisco | Pasaje Los Pacaes | MTC EG-2013 | Cantera Las Tortolitas |
|---------------------|-------------|------------|---------------------|-------------------|-------------|------------------------|
| Porcentaje que pasa | | | | | | |
| | A-2 | | | | A-1 | |
| 50 mm (2") | --- | | | | 100 | 98.37 |
| 37.5 mm (1 1/2") | --- | | | | 100 | 91.30 |
| 25 mm (1") | 100 | | | 89.59 | 90-100 | 81.50 |
| 19 mm (3/4") | 80-100 | | | 87.00 | 65-100 | 73.79 |
| 9.5 mm (3/8") | 65-100 | 99.38 | 98.27 | 97.24 | 45-80 | 55.45 |
| 4.75 mm (N°4) | 50-85 | 98.56 | 97.16 | 95.70 | 30-65 | 47.14 |
| 2.0 mm (N°10) | 33-67 | 96.82 | 94.14 | 91.35 | 22-52 | 37.11 |
| 425 μm (N°40) | 20-45 | 78.58 | 68.20 | 70.99 | 15-35 | 22.60 |
| 75 μm (N°200) | 5-20 | 20.72 | 24.49 | 31.24 | 5-20 | 6.36 |

Se observa que las tres calles en su mayoría no cumplen con los requisitos de calidad, en cambio el material de la cantera cumple en su mayoría.

Lo que también se sugiere es que los materiales deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

Tabla 5. Comparación entre las tres calles, la cantera y la norma

| | MTC EG-2013 [9] | Calle N°13 | Calle San Francisco | Pasaje Los Pacaes | Cantera Las Tortolitas | |
|-----------------------|-------------------------|------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------|
| Límite líquido | 35% máx. (MTC E 110) | 25.30% | 23.50% | 23.70% | 17.00% | 25.80% |
| Índice de plasticidad | 4-9% (MTC E 111) | 7.10% | 7.10% | 8.70% | 3.50% | 3.30% |

Se observa que la calle N°13 y la calle San Francisco cumplen, respecto a el pasaje Los Pacaes cumple la primera muestra, mas no a su totalidad en la segunda, lo mismo pasa en la cantera Las Tortolitas.

- Las características mecánicas de las muestras de las calles y la cantera arrojaron los siguientes resultados, que, al compararlos con las normas, se tiene lo siguiente.

Tabla 6. *Comparación entre las tres calles, la cantera y la norma*

| | MTC EG-2013 [9] | Pasaje Los Pacaes | Cantera Las Tortolitas |
|---------|-------------------------|-------------------|------------------------|
| CBR (1) | 40% min. (MTC E 132) | 29.00% | 88.00% |

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0,1" (2,5 mm)

Se observa que las calles no cumplen el porcentaje mínimo para el CBR, sin embargo, la cantera Las Tortolitas cumple satisfactoriamente con un 88.00%.

- El diseño del afirmado nos arrojó un espesor de 150 mm o 15 cm el cual cumple con la norma y a su vez facilita el proceso constructivo.

V. CONCLUSIONES.

- Las características físicas y mecánicas del material de la cantera Las Tortolitas determinaron la calidad del afirmado a ser utilizados en vías secundarias en el caserío de Trapiche.
- Respecto a las características físicas, el material de la cantera Las Tortolitas tuvo mejor calidad que el de las calles en estudio.
- Respecto a las características mecánicas, el material de la cantera Las Tortolitas tuvo mejor calidad que el de las calles en estudio, con un valor de CBR al 100% de M.D.S. (%) de 88.00 % muy superior al de las calles que tuvieron un valor de 29.00%.
- Según los datos obtenidos se realizó el diseño del afirmado de las calles en estudio, cotejando estos resultados teniendo como espesor de afirmado el valor de 15 cm.

VI. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda realizar los ensayos de laboratorio teniendo en cuenta los protocolos, técnica y consideraciones contemplados en el Manual de Suelos, Geología, siempre con la normativa y manuales vigentes.
- Considerando la profundidad y zona de extracción del material de la cantera se recomienda el zarandeo del material si presentara agregados con tamaño superior a 1", esto siguiendo las sugerencias del Manual de Carreteras MTC
- Para prolongar la vida útil de las carreteras se recomienda emplear un estabilizador de suelos tales como un producto asfáltico, con cal, cloruros de sodio (Sal), calcio u otros para prolongar la vida útil de las carreteras, ya que se obtuvo un IP de 3.30% un poco inferior al mínimo del 4% que se recomienda.
- Se recomienda que al hacer uso del material de la Cantera Las Tortolitas para afirmar las vías secundarias se respete y cumpla con las especificaciones técnicas Físicas y Mecánicas determinadas en la presente tesis.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] MTC, *Manual de carreteras, mantenimiento o conservación vial*. 2018.
- [2] J. M. Cartuche Malla, «Evaluación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de áridos del cantón Loja», Trabajo de fin de titulación. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad Técnica Particular de Loja, 2012.
- [3] J. R. Mejía Chatilan, «Estudio de las propiedades físicas y mecánicas cantera 3M y su utilización como material de afirmado».
- [4] E. F. Lozada Tiglla, «Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras - provincia de Utcubamba», Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil. Universidad Señor de Sipán, 2018.
- [5] FamilySearch, «Ica, Ica, Perú - Genealogía», 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.familysearch.org/es/wiki/Ica,_Ica,_Perú_-_Genealogía.
- [6] Google Earth, «Caserío de Trapiche, distrito de Los Molinos, provincia de Ica, departamento de Ica», 2022. [En línea]. Disponible en: <https://earth.google.com/web/search/distrito+los+molinos/@-13.91798111,-75.66027338,544.70784243a,2771.60848213d,35y,0h,0t,0r/data=Cn8aVRJPCiUweDkxMTEwMTIkZGNkZmU2NDM6MHg0NjVjZmYwMzc0NmQ1MzZlGaRv0jQo3ivAIWHOIsrN6lLAKhRkaXN0cmI0byBsb3MgbW9saW5vcxgBIAEiJgok>.
- [7] MTC, *Manual de Ensayo de Materiales*. Perú, 2016.
- [8] MTC, *Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Perú, 2014.
- [9] MTC, *Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013*. 2013.

VIII. ANEXOS.

- **Fotos y planos necesarios.**



Figura. 24 *Calle N° 13, Caserío de Trapiche*



Figura. 25 *Calicata N° 01 - Calle N° 13, Caserío de Trapiche*



Figura. 26 *Calicata N° 01 - Calle N° 13, Caserío de Trapiche*



Figura. 27 *Calicata N° 01 - Calle N° 13, Caserío de Trapiche*



Figura. 28 *Calle San Francisco, Caserío de Trapiche*

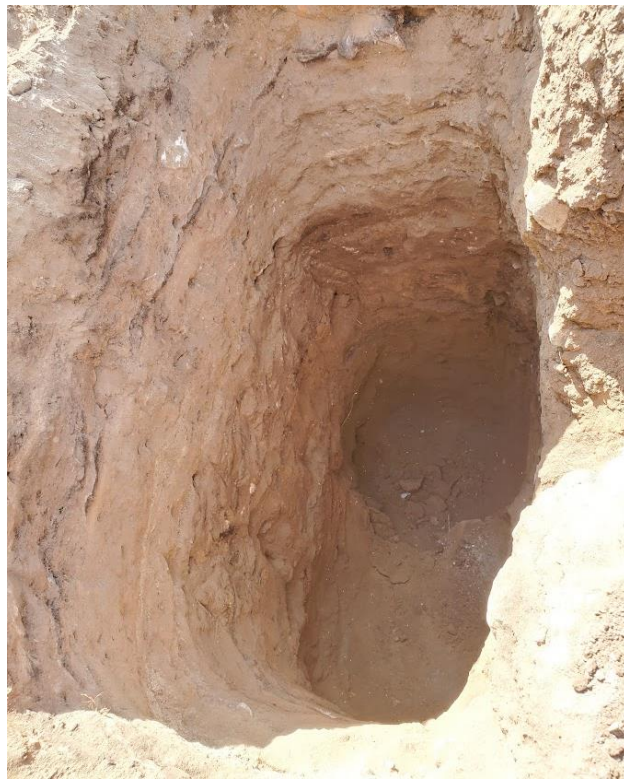


Figura. 29 *Calicata N°02 - Calle San Francisco, Caserío de Trapiche*



Figura. 30 *Calicata N°02 - Calle San Francisco, Caserío de Trapiche*



Figura. 31 *Calle Pacaes, Caserío de Trapiche*



Figura. 32 *Calicata N° 03 - Calle Pacaes, Caserío de Trapiche*



Figura. 33 *Calicata N° 03 - Calle Pacaes, Caserío de Trapiche*



Figura. 34 *Cantera Las Tortolitas, Distrito de Los Molinos*



Figura. 35 *Cantera Las Tortolitas, Distrito de Los Molinos*



Figura. 36 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Figura. 37 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Figura. 38 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Figura. 39 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Figura. 40 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Figura. 41 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Figura. 42 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Figura. 43 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Figura. 44 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Figura. 45 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*

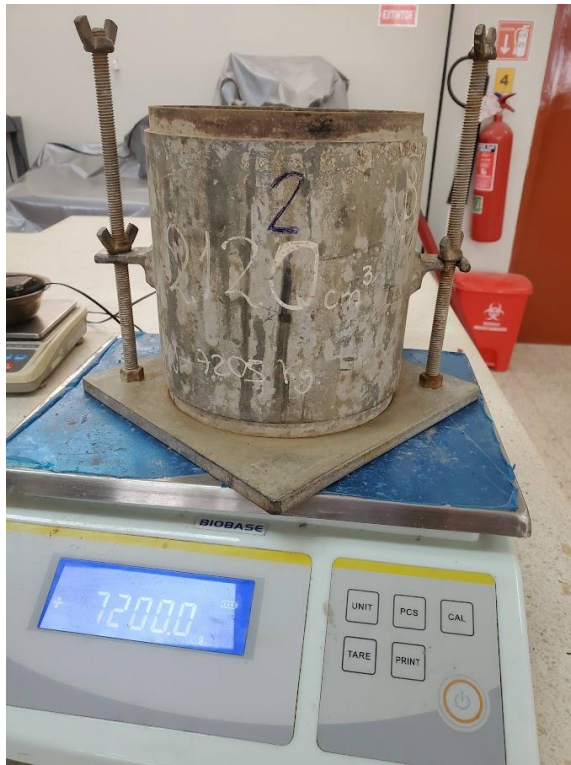


Figura. 46 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG



Figura. 47 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Figura. 48 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Figura. 49 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*

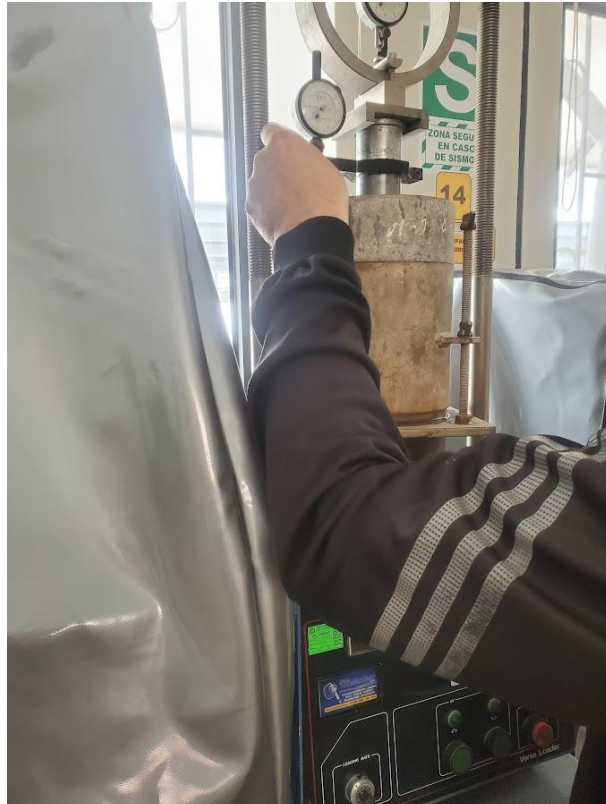


Figura. 50 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*

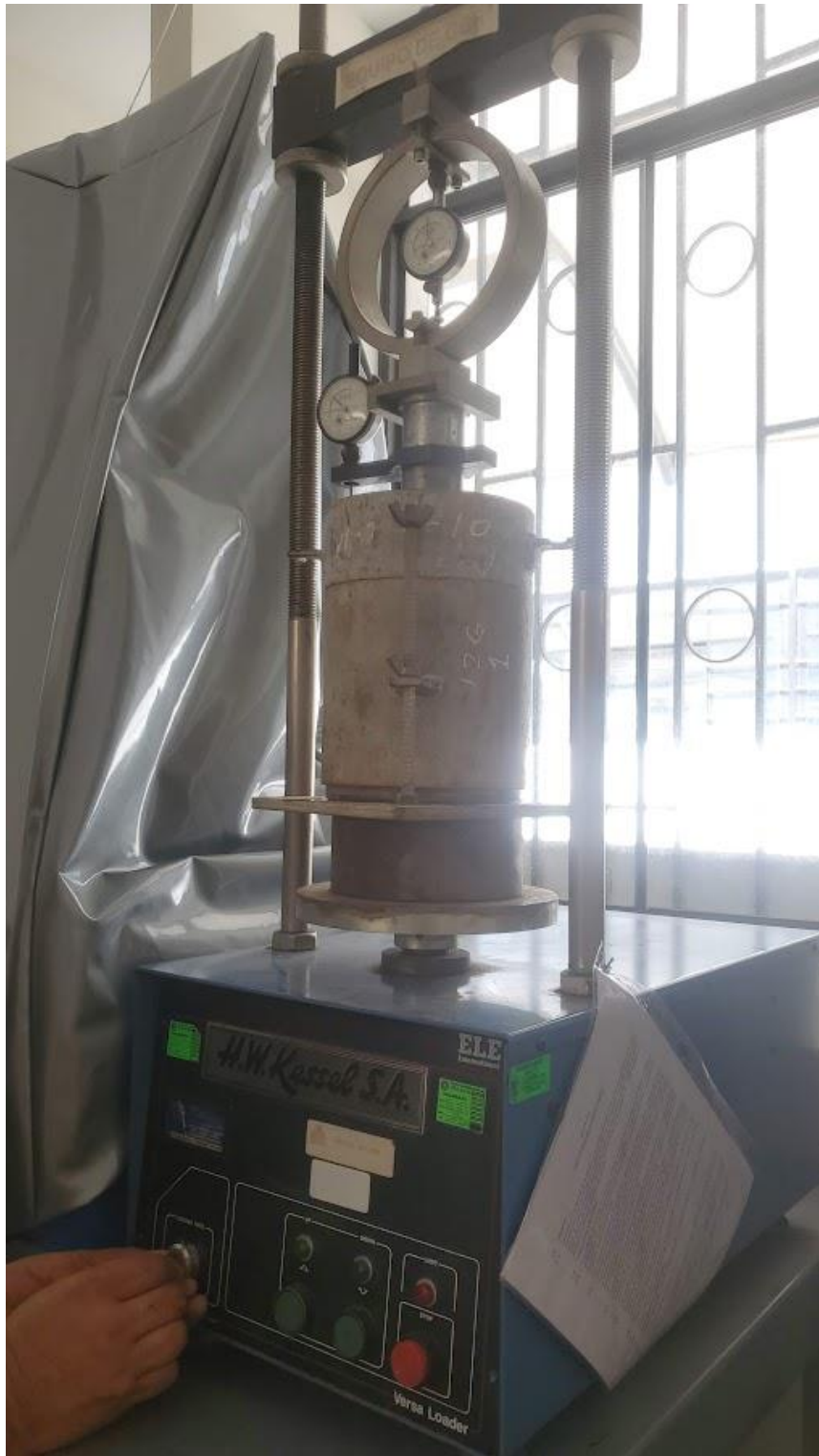


Figura. 51 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Figura. 52 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Figura. 53 *Ensayos de laboratorio, Laboratorio de suelos UNSLG*



Figura. 54 *Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles*



Figura. 55 *Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles*



Figura. 56 *Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles*



Figura. 57 *Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles*



Figura. 58 *Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles*



Figura. 59 *Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles*



Figura. 60 *Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles*



Figura. 61 *Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles*



Figura. 62 *Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles*



Figura. 63 *Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles*



Figura. 64 *Ensayos de laboratorio, Abrasión con Máquina de los Ángeles*