

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia de la adición de ceniza de leño de ciprés
en la subrasante arcillosa para la carretera
Matapuquio-Collpa Andahuaylas 2022**

Jhon Yerovi Altamirano Villena
Fredy Utani Huasco

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Mg. Ing. Felipe Néstor Gutarra meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 11 de agosto de 2023

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA PARA LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022", perteneciente a los estudiantes JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA y FREDY UTANI HUASCO, de la E.A.P. de Ingeniería Civil; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas:) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Asesor de tesis

Cc.
Facultad
Oficina de Grados y Títulos
Interesado(a)

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 47893655, de la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA PARA LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLIPA ANDAHUAYLAS 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

11 de 08 de 2023.



JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA

DNI. No. 47893655

Cc.
Facultad
Oficina de Grados y Títulos
Interesado(a)

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, FREDY UTANI HUASCO, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 71532961, de la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA PARA LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

11 de 08 de 2023.



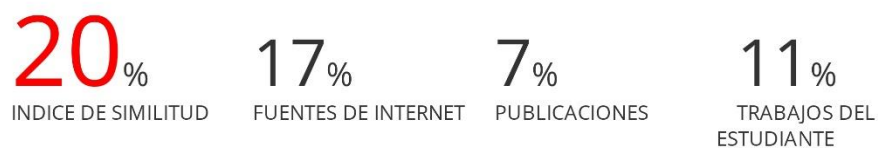
FREDY UTANI HUASCO

DNI. No. 71532961

Cc.
Facultad
Oficina de Grados y Títulos
Interesado(a)

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA PARA LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLIPA ANDAHUAYLAS 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|--|---------------|
| 1 | Submitted to City University of New York System Trabajo del estudiante | 1% |
| 2 | www.rte.espol.edu.ec Fuente de Internet | 1% |
| 3 | structurae.net Fuente de Internet | 1% |
| 4 | polodelconocimiento.com Fuente de Internet | 1% |
| 5 | Submitted to Webster University Trabajo del estudiante | 1% |
| 6 | repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet | <1% |
| 7 | Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante | <1% |
| 8 | www.tesisdelperu.com | |

| | | |
|----|--|------|
| | Fuente de Internet | <1 % |
| 9 | informatica.upla.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 10 | Submitted to Universidad Internacional SEK Trabajo del estudiante | <1 % |
| 11 | revistaalconpat.org Fuente de Internet | <1 % |
| 12 | repositorio.ulvr.edu.ec Fuente de Internet | <1 % |
| 13 | revistas.ucatolicaluismigo.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| 14 | repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet | <1 % |
| 15 | repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 16 | repositorioslatinoamericanos.uchile.cl Fuente de Internet | <1 % |
| 17 | revistaschilenas.uchile.cl Fuente de Internet | <1 % |
| 18 | pdfcookie.com Fuente de Internet | <1 % |
| 19 | www.doccity.com Fuente de Internet | <1 % |

| | | |
|----|--|------|
| 20 | civilejournal.org Fuente de Internet | <1 % |
| 21 | dokumen.pub Fuente de Internet | <1 % |
| 22 | repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet | <1 % |
| 23 | repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 24 | repositoriodemo.continental.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 25 | revistas.uptc.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| 26 | www.clubensayos.com Fuente de Internet | <1 % |
| 27 | revistaingenieria.univalle.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| 28 | fr.slideshare.net Fuente de Internet | <1 % |
| 29 | repositorio.ufba.br Fuente de Internet | <1 % |
| 30 | smartech.gatech.edu Fuente de Internet | <1 % |
| 31 | Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante | <1 % |

| | | |
|----|--|------|
| 32 | Submitted to Universidad Nacional de Barranca Trabajo del estudiante | <1 % |
| 33 | file.scirp.org Fuente de Internet | <1 % |
| 34 | repositorio.pucp.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 35 | Submitted to Universidad Señor de Sipan Trabajo del estudiante | <1 % |
| 36 | brumadinho.ibict.br Fuente de Internet | <1 % |
| 37 | repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 38 | repository.usta.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| 39 | www.cienciavitae.pt Fuente de Internet | <1 % |
| 40 | Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia Trabajo del estudiante | <1 % |
| 41 | ociogune.unirioja.es Fuente de Internet | <1 % |
| 42 | www.repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |

| | | |
|----|---|------|
| 43 | www.hindawi.com Fuente de Internet | <1 % |
| 44 | www.ije.ir Fuente de Internet | <1 % |
| 45 | Submitted to Leiden University Trabajo del estudiante | <1 % |
| 46 | Submitted to University of Newcastle Trabajo del estudiante | <1 % |
| 47 | www.revistas.ucr.ac.cr Fuente de Internet | <1 % |
| 48 | www.revistatyca.org.mx Fuente de Internet | <1 % |
| 49 | distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 50 | vdocumento.com Fuente de Internet | <1 % |
| 51 | www.ecorfan.org Fuente de Internet | <1 % |
| 52 | Elvira Ivone González Jaimes, María de Lourdes Hernández Prieto, Juan Márquez Zea. "La oralidad y la escritura en el proceso de aprendizaje Aplicación del método aprende a escuchar, pensar y escribir", Contaduría y Administración, 2013 Publicación | <1 % |

| | | |
|----|---|------|
| 53 | explora.unex.es Fuente de Internet | <1 % |
| 54 | repositorio.ulasamericas.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 55 | revistas.ufps.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| 56 | www.metarevistas.org Fuente de Internet | <1 % |
| 57 | Ivy Tarazona Dominguez, Vitaliano Sulca Llaccho, Gary Duran Ramirez, Gustavo Llerena Cano. "Experimental study of mechanical behavior of stabilized volcanic soil with lime", 2020 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI), 2020 Publicación | <1 % |
| 58 | Mauled Echeverri-Aguirre, Jarol Molina, Ary A. Hoyos-Montilla, H.H. Carvajal, J.S. Rudas. "Heat flow modelling of the alkaline activation of fly ash with sodium hydroxide in the presence of portlandite", Construction and Building Materials, 2022 Publicación | <1 % |
| 59 | Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante | <1 % |

| | | |
|----|--|------|
| 60 | repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 61 | repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 62 | Jayatheja Muktinutalapati, Anasua GuhaRay, Arkamitra Kar. "Experimental Analysis of Strength and Deformation Behavior of Soils Reinforced with Building-Derived Materials", <i>Indian Geotechnical Journal</i> , 2019 Publicación | <1 % |
| 63 | sci-hub.hkvisa.net Fuente de Internet | <1 % |
| 64 | repositorio.upecen.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 65 | revistas.tec.ac.cr Fuente de Internet | <1 % |
| 66 | cultural-hillary.blogspot.com Fuente de Internet | <1 % |
| 67 | Submitted to Birla Institute of Technology and Science Pilani Trabajo del estudiante | <1 % |
| 68 | Ludwing Roald Flores-Quispe. "Gestión del talento humano y rentabilidad del sector hotelero de la región de Puno", <i>Revista Escuela de Administración de Negocios</i> , 2019 Publicación | <1 % |

| | | |
|----|--|------|
| 69 | revistas.unilibre.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| 70 | Submitted to Universidad Autónoma de Ica Trabajo del estudiante | <1 % |
| 71 | blog.pucp.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 72 | pure.ltu.se Fuente de Internet | <1 % |
| 73 | www.bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| 74 | eprints.ucm.es Fuente de Internet | <1 % |
| 75 | geotexan.com Fuente de Internet | <1 % |
| 76 | prezi.com Fuente de Internet | <1 % |
| 77 | riunet.upv.es Fuente de Internet | <1 % |
| 78 | Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante | <1 % |
| 79 | Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes Trabajo del estudiante | <1 % |
| 80 | catalogoweb.unab.edu.pe Fuente de Internet | |

| | | |
|----|---|------|
| | | <1 % |
| 81 | repositorio.ufsc.br Fuente de Internet | <1 % |
| 82 | Luis Felipe Lalinde Castrillón. "Estudio de compuestos de GRC y adiciones activas: Propiedades mecánicas, envejecimiento acelerado y durabilidad", Universitat Politecnica de Valencia, 2020 Publicación | <1 % |
| 83 | informesdelaconstruccion.revistas.csic.es Fuente de Internet | <1 % |
| 84 | laccei.org Fuente de Internet | <1 % |
| 85 | virtual.urbe.edu Fuente de Internet | <1 % |
| 86 | 61611cbb-26f0-46c8-899b- de7cd4093658.usrfiles.com Fuente de Internet | <1 % |
| 87 | Submitted to Corporación Universitaria Remington Trabajo del estudiante | <1 % |
| 88 | Raissa Santos Reimann, Filippo Romano, Mariana Moraes Cavatti. "Burnout Syndrome (Bs) Among Doctors During the Covid-19 | <1 % |

Pandemic in Porto Velho-ro, Brazil", Research
Square Platform LLC, 2022

Publicación

| | | |
|----|--|------|
| 89 | Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante | <1 % |
| 90 | Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante | <1 % |
| 91 | Submitted to Universidad de Guadalajara Trabajo del estudiante | <1 % |
| 92 | portalrevistas.uct.cl Fuente de Internet | <1 % |
| 93 | Submitted to Institut Teknologi Brunei Trabajo del estudiante | <1 % |
| 94 | Submitted to Pontificia Universidad Catolica Madre y Maestra PUCMM Trabajo del estudiante | <1 % |
| 95 | Submitted to Universidad del Valle Trabajo del estudiante | <1 % |
| 96 | pt.scribd.com Fuente de Internet | <1 % |
| 97 | repositorio.autonoma.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 98 | www.libreriaingeniero.com Fuente de Internet | <1 % |

| | | |
|-----|---|------|
| 99 | "Expectativas de estudiantes y experiencia de docentes noveles como información clave para la autorregulación de tres carreras de educación de la Universidad Arturo Prat", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2020 Publicación | <1 % |
| 100 | infodoctor.org Fuente de Internet | <1 % |
| 101 | repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 102 | "Encyclopedic Dictionary of Landscape and Urban Planning", Springer Science and Business Media LLC, 2010 Publicación | <1 % |
| 103 | Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante | <1 % |
| 104 | WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "EIA para la Perforación de 18 Pozos de Desarrollo y Construcción de Facilidades de Producción - Lote 8-IGA0002603", R.D. N° 531-2007-MEM/AAE, 2021 Publicación | <1 % |
| 105 | cdn.rupress.org Fuente de Internet | <1 % |
| 106 | dugi-doc.udg.edu Fuente de Internet | <1 % |

| | | |
|-----|--|------|
| | | <1 % |
| 107 | fonoaudiologia.net Fuente de Internet | <1 % |
| 108 | rediab.uanl.mx Fuente de Internet | <1 % |
| 109 | repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 110 | repositorio.upeu.edu.pe:8080 Fuente de Internet | <1 % |
| 111 | repositorio.utp.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| 112 | www.cmhnaaa.org.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 113 | www.lanamme.ucr.ac.cr Fuente de Internet | <1 % |
| 114 | www.revistaalfa.org Fuente de Internet | <1 % |
| 115 | "Advances in Sustainable Construction and Resource Management", Springer Science and Business Media LLC, 2021 Publicación | <1 % |
| 116 | Alfredo Carbonell Verdú. "Utilización de aceite de semilla de algodón como materia base renovable para la optimización de | <1 % |

formulaciones de polímeros de alto
rendimiento medioambiental", Universitat
Politecnica de Valencia, 2018

Publicación

| | | |
|------------------------|---|------|
| 117 | Submitted to Institución Tecnológica Metropolitana de Medellín | <1 % |
| Trabajo del estudiante | | |
| 118 | e-archivo.uc3m.es | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 119 | lume.ufrgs.br | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 120 | repositorio.uta.edu.ec | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 121 | worldwidescience.org | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 122 | www.catmed.eu | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 123 | www.deepdyve.com | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 124 | www.polodelconocimiento.com | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 125 | www.scielo.sa.cr | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 126 | www.scipedia.com | <1 % |
| Fuente de Internet | | |

| | | |
|-----|--|------|
| 127 | Arturo Barjola Ruiz. "Membranas poliméricas de intercambio iónico con aplicación en pilas de combustible de temperatura intermedia", Universitat Politecnica de Valencia, 2023 Publicación | <1 % |
| 128 | Submitted to UTEC Universidad de Ingeniería & Tecnología Trabajo del estudiante | <1 % |
| 129 | bibciv.ucla.edu.ve Fuente de Internet | <1 % |
| 130 | bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet | <1 % |
| 131 | construaprende.com Fuente de Internet | <1 % |
| 132 | dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 133 | fdocuments.es Fuente de Internet | <1 % |
| 134 | habitat.aq.upm.es Fuente de Internet | <1 % |
| 135 | lanycsok.fp7-advantage.eu Fuente de Internet | <1 % |
| 136 | libros.cecar.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| | pesquisa.bvsalud.org | |

| | | |
|-----|--|------|
| 137 | Fuente de Internet | <1 % |
| 138 | previews.americangeosciences.org Fuente de Internet | <1 % |
| 139 | pt.slideshare.net Fuente de Internet | <1 % |
| 140 | repositorio.uceva.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| 141 | repositorio.unajma.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 142 | repository.udem.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| 143 | ri.uaemex.mx Fuente de Internet | <1 % |
| 144 | tesis.pucp.edu.pe:8080 Fuente de Internet | <1 % |
| 145 | tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 146 | www.ayto-aviles.es Fuente de Internet | <1 % |
| 147 | www.cepal.cl Fuente de Internet | <1 % |
| 148 | www.geothermal-energy.org Fuente de Internet | <1 % |

| | | |
|-----|--|------|
| 149 | www.revistaalconpat.org Fuente de Internet | <1 % |
| 150 | www.scielo.org.ar Fuente de Internet | <1 % |
| 151 | www.scielo.org.mx Fuente de Internet | <1 % |
| 152 | repositorio.uptc.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| 153 | livrosdeamor.com.br Fuente de Internet | <1 % |

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA PARA LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLIPA ANDAHUAYLAS 2022

INFORME DE GRADEMARK

NOTA FINAL

COMENTARIOS GENERALES

/0

Instructor

PÁGINA 1

PÁGINA 2

PÁGINA 3

PÁGINA 4

PÁGINA 5

PÁGINA 6

PÁGINA 7

PÁGINA 8

PÁGINA 9

PÁGINA 10

PÁGINA 11

PÁGINA 12

PÁGINA 13

PÁGINA 14

PÁGINA 15

PÁGINA 16

PÁGINA 17

PÁGINA 18

PÁGINA 19

PÁGINA 20

PÁGINA 21

PÁGINA 22

PÁGINA 23

PÁGINA 24

PÁGINA 25

PÁGINA 26

PÁGINA 27

PÁGINA 28

PÁGINA 29

PÁGINA 30

PÁGINA 31

PÁGINA 32

PÁGINA 33

PÁGINA 34

PÁGINA 35

PÁGINA 36

PÁGINA 37

PÁGINA 38

PÁGINA 39

PÁGINA 40

PÁGINA 41

PÁGINA 42

PÁGINA 43

PÁGINA 44

PÁGINA 45

PÁGINA 46

PÁGINA 47

PÁGINA 48

PÁGINA 49

PÁGINA 50

PÁGINA 51

PÁGINA 52

PÁGINA 53

PÁGINA 54

PÁGINA 55

PÁGINA 56

PÁGINA 57

PÁGINA 58

PÁGINA 59

PÁGINA 60

PÁGINA 61

PÁGINA 62

PÁGINA 63

PÁGINA 64

PÁGINA 65

ASESOR

MBA Ing. ALEJANDRO VILDOSO FLORES

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres, por el apoyo incondicional, durante todo el proceso académico de nuestra formación profesional.

A nuestros docentes, quienes nos transmitieron sus conocimientos y experiencias, contribuyendo así con el logro de nuestros objetivos planteados.

A nuestros amigos, quienes de alguna u otro forma nos han apoyado en el desarrollo y culminación del trabajo de investigación.

Al asesor del proyecto de tesis, el MBA Ing. Alejandro Vildoso Flores, por su experiencia, guía y apoyo en la formulación, el desarrollo y culminación de la presente investigación.

Los autores

DEDICATORIA

A Dios, por guiar y proteger mi camino; a mis padres, por su apoyo y amor incondicional en cada etapa de mi vida, quienes siempre velaron por mi bienestar permitiéndome llegar hasta donde estoy; a mi querida abuela, que siempre está conmigo cuidándome y dándome fortaleza para seguir adelante; a mis tíos, porque con su ejemplo me han inculcado valores y son grandes referentes en mi vida. A toda mi familia, por sus enseñanzas y palabras de aliento; muchas gracias a cada uno de uno de ustedes.

Jhon

A Dios, por acompañarme en todo momento, por darme salud y sabiduría para poder culminar este pequeño gran paso en mi vida profesional. A mi mamá y hermanas, quienes siempre se han preocupado por mi bienestar y son mi mayor motivo para conseguir cada objetivo. A mi abuela, por ser mi segunda madre. A mis tíos, por el apoyo incondicional, alentándome cada día a mejorar y terminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida.

Fredy

ÍNDICE

| | |
|--|---------------|
| Asesor | xxiv |
| Agradecimiento | xxv |
| Dedicatoria..... | xxvi |
| Índice..... | xxvii |
| Índice de tablas..... | xxx |
| Índice de figuras..... | xxxii |
| Resumen..... | xxxii |
| Abstract..... | xxxiii |
| Introducción | xxxiv |
| Capítulo I..... | 35 |
| Planteamiento del estudio..... | 35 |
| 1.1. Problema de investigación | 35 |
| 1.1.1. Enfoque internacional | 35 |
| 1.1.2. Enfoque nacional..... | 37 |
| 1.1.3. Enfoque local | 38 |
| 1.2. Formulación del problema | 38 |
| 1.2.1. Problema general..... | 38 |
| 1.2.2. Problemas específicos | 39 |
| 1.3. Objetivos..... | 39 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 39 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 39 |
| 1.4. Justificación e importancia | 39 |
| 1.4.1. Justificación | 39 |
| 1.5. Hipótesis y descripción de variables..... | 41 |
| 1.5.1. Hipótesis general..... | 41 |
| 1.5.2. Hipótesis específicas | 41 |
| 1.5.3. Identificación de variables | 41 |
| Capítulo II..... | 42 |
| Marco teórico | 42 |
| 2.1. Antecedentes del problema..... | 42 |
| 2.1.1. A nivel internacional | 42 |
| 2.1.1. A nivel nacional | 44 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1.2. A nivel local | 47 |
| 2.2. Bases teóricas..... | 47 |
| 2.2.1. Carreteras | 47 |
| 2.2.2. Subrasante | 47 |
| 2.2.3. Estabilización de suelos | 49 |
| 2.2.4. Métodos convencionales de estabilización | 51 |
| 2.2.5. Cenizas | 53 |
| Capítulo III..... | 56 |
| Metodología | 56 |
| 3.1. Método y alcance de la investigación | 56 |
| 3.1.1. Tipo de la investigación | 56 |
| 3.1.2. Nivel de la investigación..... | 56 |
| 3.1.3. Método de investigación | 56 |
| 3.1.4. Diseño de la investigación | 57 |
| 3.2. Población y muestra..... | 57 |
| 3.2.1. Población..... | 57 |
| 3.2.2. Muestra..... | 57 |
| 3.2.3. Muestreo..... | 57 |
| 3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 58 |
| 3.3.1. Técnicas de recolección de datos | 58 |
| 3.3.2. Técnicas de análisis y procesamiento de datos | 70 |
| Capítulo IV | 71 |
| Resultados y discusión | 71 |
| 4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información..... | 71 |
| 4.1.1. Distribución granulométrica | 71 |
| 4.1.2. Contenido de humedad..... | 74 |
| 4.1.3. Límites de consistencia | 75 |
| 4.1.4. CBR..... | 77 |
| 4.2. Prueba de hipótesis | 78 |
| 4.2.1. Prueba inferencial para contenido de humedad | 78 |
| 4.2.2. Prueba inferencial para límites de consistencia | 81 |
| 4.2.3. Prueba inferencial para CBR..... | 84 |
| 4.3. Discusión de resultados | 87 |
| Conclusiones | 89 |

| | |
|--|------------|
| Recomendaciones | 90 |
| Lista de referencias | 91 |
| Anexos | 97 |
| Validación de Juicio de Expertos..... | 103 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Número de calicatas para exploración de suelos | 58 |
| Tabla 2. Cantidad de muestras de ensayo | 58 |
| Tabla 3. Serie de tamices de abertura cuadrada | 60 |
| Tabla 4. Distribución granulométrica de calicata 1 | 71 |
| Tabla 5. Clasificación del suelo de la calicata 1 | 72 |
| Tabla 6. Distribución granulométrica de calicata 2 | 72 |
| Tabla 7. Clasificación del suelo de la calicata 2 | 73 |
| Tabla 8. Distribución granulométrica de calicata 3 | 73 |
| Tabla 9. Clasificación del suelo de la calicata 3 | 74 |
| Tabla 10. Resumen de contenido de humedad..... | 74 |
| Tabla 11. Límites de consistencia | 76 |
| Tabla 12. Resumen de ensayo de relación de soporte de california (CBR)..... | 77 |
| Tabla 13. Prueba de normalidad para el contenido de humedad | 79 |
| Tabla 14. Prueba de Anova para contenido de humedad..... | 80 |
| Tabla 15. Comparaciones múltiples para contenido de humedad..... | 80 |
| Tabla 16. Subconjuntos de Tukey para el contenido de humedad..... | 81 |
| Tabla 17. Prueba de normalidad para el índice de plasticidad..... | 82 |
| Tabla 18. Prueba de Anova para el índice de plasticidad | 82 |
| Tabla 19. Comparaciones múltiples para el índice de plasticidad | 83 |
| Tabla 20. Subconjuntos de Tukey para el índice de plasticidad | 84 |
| Tabla 21. Prueba de normalidad para el CBR..... | 85 |
| Tabla 22. Prueba de Anova para el CBR | 85 |
| Tabla 23. Comparaciones múltiples para el CBR | 86 |
| Tabla 24. Subconjuntos de Tukey para el CBR | 86 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Calicata de suelo arcillo | 59 |
| Figura 2. Tamices para el ensayo granulométrico | 61 |
| Figura 3. SUCS | 63 |
| Figura 4. SUCS – identificación en el campo..... | 64 |
| Figura 5. Pesaje del material – ensayo de contenido de humedad..... | 65 |
| Figura 6. Preparación de material para ensayo de límite líquido..... | 67 |
| Figura 7. Hilo de suelo arcilloso – límite líquido | 68 |
| Figura 8. Preparación de material para ensayo de CBR | 69 |
| Figura 9. Ensayo de CBR 1 | 69 |
| Figura 10. Ensayo de CBR 2 | 70 |
| Figura 11. Resumen de contenido de humedad | 75 |
| Figura 12. Límites de consistencia | 76 |
| Figura 13. Promedio del ensayo de relación de soporte de California (CBR)..... | 78 |

RESUMEN

Evaluar la influencia de la adición de ceniza de leño de ciprés en la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022. Para el desarrollo del estudio se aplicó el método científico de enfoque cuantitativo, el estudio fue de tipo aplicado y nivel explicativo. La población del estudio estuvo conformada por toda la vía de la carretera Matapuquio – Collpa que comprende un total de km: 18 + 600, donde la muestra se conformó por la zona más crítica de la vía debido a la alta presencia de suelo arcilloso. Durante el proceso experimental se desarrollaron ensayos de caracterización al suelo; además de ello se obtuvo el porcentaje de humedad óptimo, los límites de consistencia y el porcentaje de CBR tanto de la muestra inalterada como de la muestra con adición de ceniza de leño de ciprés. Se excavó un total de 3 calicatas en la zona más crítica de la vía de acuerdo con el Manual de carreteras del MTC. Para la adición de ceniza se tuvo en cuenta 3 tratamientos en diferentes porcentajes (T1 = 5 %, T2 = 10 % y T3 = 15 % de ceniza de leño de ciprés).

Del análisis de los resultados, se evidenció que existe mejora en el índice de plasticidad con el T1 con 5 % de ceniza, ya que el $IP > 7$ lo que refiere una baja plasticidad del suelo, en cuanto al CBR, el T1 con 5 % de ceniza mejora en un 14.3 % la capacidad resistente del suelo. Finalmente, se llegó a la conclusión que el porcentaje de sustitución óptimo de las cenizas constituye el 5 % de ceniza de leño de ciprés, ya que, para un porcentaje mayor, la mejora de las propiedades físico-mecánicas del suelo en las diferentes muestras no es representativa.

Palabras claves: CBR, ceniza de leño de ciprés, estabilización, subrasante, suelo arcilloso

ABSTRACT

To evaluate the influence of the addition of cypress wood ash in the clay soil subgrade on the Matapuquio - Collpa road, Andahuaylas, 2022. For the development of the study, the scientific method of quantitative approach was applied, and the study was of the applied type and explanatory level. The study population consisted of the entire Matapuquio - Collpa road, which covers a total of 18 + 600 km, where the sample consisted of the most critical area of the road due to the high presence of clayey soil. During the experimental process, soil characterization tests were conducted; in addition the optimum moisture percentage, consistency limits, and CBR percentage were obtained for both the unaltered sample and the sample with the addition of cypress wood ash. A total of 3 pits were excavated in the most critical area of the road according to the MTC Highway manual. Three treatments were considered for the addition of ash in different percentages (T1 = 5%, T3 = 10% and T3 = 15% of cypress wood ash).

From the analysis of the results, it was evident that there is an improvement in the plasticity index with T1 with 5% ash since the $PI > 7$ refers to low soil plasticity. As for the CBR, T1 with 5% ash improves the soil's resistant capacity by 14.3%. Finally, it was concluded that the optimum percentage of ash substitution is 5% cypress wood ash, since, for a higher percentage, the improvement of the physical-mechanical properties of the soil in the different samples is not representative.

Keywords: CBR, clay soil, cypress wood ash, stabilization, subgrade

INTRODUCCIÓN

Los caminos confirmados a nivel local y regional son una parte importante de la red vial de Apurímac, ya que muchos proyectos están actualmente en construcción y se encuentran en malas condiciones, sujetos a daños estructurales como deformación, agrietamiento, separación, protuberancia o exudación. Por la inoportuna conducta estructural del agregado de mantos que componen el pavimento, el efecto de utilizar materia prima inadecuada. Por tal motivo, en Perú, la utilización de metodologías de estabilización de suelos es uno que se ha utilizado en conjunto con otras técnicas de estabilización y es efectivo para mejorar las condiciones del suelo. Con el fin de mejorar las propiedades físico-mecánicas del suelo, esta investigación presenta una nueva técnica de estabilización de suelos arcillosos utilizando cenizas de leño de ciprés en varias proporciones.

El presente trabajo está dividido en cuatro capítulos: el primero contiene el planteamiento de estudio, la realidad problemática, el planteamiento del problema y su formulación, además de los objetivos tanto principal como específicos, la justificación de trabajo, el planteamiento de la hipótesis y la descripción de las variables.

El capítulo dos trata sobre los antecedentes del trabajo, además de las bases teóricas acerca de las variables de investigación y la definición de términos básicos.

En el capítulo tres se presenta la metodología, donde se redacta el método de investigación utilizado, la población, muestra, técnicas e instrumentos de investigación, así como el procesamiento de datos y su procesamiento hasta antes de la obtención de los resultados.

En el último capítulo se presentan los resultados, la discusión y prueba de hipótesis a través de cuadros de acuerdo con los objetivos planteados, además de los análisis estadísticos realizados a los datos obtenidos para corroborar el nivel de influencia de una variable en otra.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Enfoque internacional

La arcilla es un suelo cohesivo que puede expandirse y contraerse significativamente en función de su contenido de humedad, lo que puede causar problemas de estabilidad y asentamiento en la subrasante, en ese sentido, la presencia de arcilla en la subrasante de una carretera puede presentar problemas de bajo soporte, inestabilidad y problemas de drenaje (1). Los suelos arcillosos pueden ser una de las causas de la inestabilidad de las vías, lo que a su vez requiere mantenimiento y reparaciones regulares. La presencia de arcilla en la subrasante de las carreteras puede provocar problemas de asentamiento y deformación bajo el peso de la carretera y el tráfico vehicular (2). La estabilización del suelo arcilloso puede ofrecer una serie de beneficios como la mejora en la resistencia al corte del suelo, lo que puede aumentar la capacidad de soporte de la subrasante y reducir los problemas de asentamiento y deformación bajo el peso de la carretera y el tráfico vehicular. Además, la estabilización del suelo puede aumentar la resistencia del suelo al ablandamiento y la deformación causados por la presencia de agua, lo que puede mejorar la durabilidad y la vida útil de la carretera (3).

En ese sentido, Billong et al. (4) señalan que:

La estabilización implica la adición de componentes o sustancias químicas adicionales al suelo, lo que altera sus características ya sea a través de una reacción fisicoquímica o formando una matriz que agrega a los componentes del suelo (p. 2457).

Una de las ideas de investigación más recientes es la estabilización química del suelo mediante métodos de aceleración alcalina, que se perfila como sustituto de los cementantes convencionales (5). Otro tipo de aplicación relacionada con la estabilización de suelos mediante cementos impulsados con álcalis es la mejora de la estabilización de suelos como soleras, revestimientos, revestimientos de diseño de carreteras e inclusive procesos de lijado (6). Al reducir la permeabilidad al agua, aumentar la resistencia al corte, acrecentar la tenacidad al ablandamiento por el ejercicio del agua, reducir la plasticidad y acrecentar el peso unitario de los suelos tratados, la estabilización del suelo puede aumentar la capacidad de carga del suelo y proporcionar estabilidad volumétrica (5). En dicha clase, la estabilización del suelo estriba especialmente de la interacción química del estabilizador y el mineral del suelo para producir el resultado deseado (7).

De acuerdo con Ulate (8) quien manifiesta lo siguiente:

El objetivo de la estabilización del suelo es mejorar las características del suelo en el tiempo teniendo un impacto positivo en ellas. El diseño del procedimiento se basará en la categorización del suelo, lo que ayudará a establecer el tipo y la cuantía del estabilizador por utilizar para tener el resultado esperado en los suelos. (p. 2).

Dicho proceso se desarrolla en el suelo a manera de una serie de métodos químicos y mecánicos que posibilitan la evolución de las diferentes características del suelo, consiguiendo así materiales aptos para el uso previsto (9). Hay suelos de carácter expansivo con hinchamiento, bajando la calidad de los pavimentos, por lo que estabilizar la subrasante es ese paso crucial o muy crucial en la construcción de buenas carreteras (10).

En el contexto internacional, un estudio en Tailandia por Phummiphan et al. (11) concluyen que cuando los suelos lateríticos estabilizados con agentes cementantes activados alcalinamente a base de cenizas volantes se probaron para la resistencia a la compresión no confinada, se descubrió que cumplían con los estándares mínimos de resistencia a los 7 días en circunstancias saturadas para la construcción de vías con volúmenes de tráfico alto y bajo. En Portugal, un estudio por Ríos et al. (12) donde se realizaron un conjunto de ensayos en suelo arenoso mixto reforzados con aditivos de cemento activados con álcali de cenizas volantes tipo F, lo que dio como resultado aumentos significativos en la resistencia y la dureza, la disconformidad más obvia entre este sistema estabilizador y los sistemas convencionales es la rapidez a la

que la mezcla alcanza la firmeza mecánica. Otro estudio en la India por Jittin et al. (13) afirma que la ceniza de cascarilla de arroz se debe agregar a los suelos arcillosos-arenosos en proporciones de 10 a 20 %, siendo el 20 % la cantidad ideal. También establece que agregar más ceniza a los suelos estabilizados en un rango de 25 a 35 % reducirá el índice de plasticidad del suelo.

1.1.2. Enfoque nacional

En sur del Perú, existen suelos arcillosos que no son adecuados para ser utilizados como cimiento o soporte de estructuras como edificios, puentes o carreteras. Por lo tanto, resulta conveniente reemplazar este tipo de suelo por uno que presente mejores propiedades de firmeza y permeabilidad. Por ejemplo, en la construcción de una carretera, la línea no siempre puede ajustarse a las características de la capa de soporte, por lo que en algunos lugares será necesario tratar el suelo arcilloso para mejorar su resistencia y capacidad de carga. Aunque la estabilización del suelo puede ser una opción viable, es importante considerar los costos y beneficios de la técnica en relación con el proyecto específico y las condiciones del suelo (14).

En consecuencia, la prueba CBR parece ser la prueba más pertinente en la presente investigación. Esta prueba resaltarán particularmente la necesidad de estabilizar las muestras obtenidas. La subrasante en todo tipo de área que contemple arcilla significa que sus propiedades son muy específicas en comparación con un suelo normal, lo que lleva a asumir una baja capacidad portante (15). En investigaciones realizadas por Quinte y Cristóbal (16) se encuentra que:

El estudio ha demostrado que el uso de ceniza de eucalipto en arcillas altamente plásticas altera significativamente la estabilidad del suelo, con un aumento del 385,14 % en el valor de CBR y un aumento del 157,94 % en el módulo de elasticidad para suelos con un 10 % de adición de ceniza de eucalipto. Por lo tanto, en conclusión, se recomienda aplicar en los diseños de pavimentos (p. 44).

Por su parte Bueno y Torre (17) en su estudio, se utilizó ceniza de carbón como estabilizador, para mejorar la calidad del suelo con fines de pavimentación. Los investigadores realizaron pruebas para medir los límites de textura, CBR y Proctor, y los resultados fueron muy prometedores, el uso de la ceniza de carbón como estabilizador demostró ser una técnica efectiva para mejorar la calidad del suelo y hacer posible el uso de caminos sin pavimentar.

1.1.3. Enfoque local

En la provincia de Andahuaylas, el suelo es en su mayoría de origen de lluvias, constituido por una acumulación de arcilla, limo, arena y aglomerantes, por lo que es frecuente que la arcilla esté presente cuando se investigan tipos de pavimentación. Puede ser muy flexible y ampliable, por lo que no se recomienda construir ningún tipo de construcción vial en este tipo de terreno, de tal manera que la subrasante es esencialmente significativa porque determina cómo se comportará el pavimento tanto durante la construcción como durante el tiempo que dure su vida útil. Se deben conservar las situaciones excelentes de la subrasante para aguantar las cargas transmitidas por el pavimento, y cuanto mayor sea la calidad del pavimento, más dinero se puede ahorrar sin comprometer la calidad.

Según visita técnica realizada en la vía Matapuquio-Colpa, se observan en arcilla las zonas afectadas antes mencionadas, de donde se desprenden los siguientes problemas: asentamiento diferencial, asentamiento, pozas anidadas, caminos, incomodidad de carrera al acercarse, pérdida de tiempo de viaje en las carreteras, accidentes de tráfico, retrasos en las obras de construcción e inestabilidad de los servicios de transporte debido a la congestión del tráfico. La arcilla, la mala compactación, el mal diseño, la falta de mantenimiento y las lluvias frecuentes son las causas del deterioro de los caminos en el área de estudio. Al mismo tiempo, no se han realizado estudios geomecánicos preliminares en la construcción de carreteras para asegurar la magnitud de las cargas que soportarán.

Adicionalmente, la provincia de Andahuaylas ha experimentado un importante crecimiento poblacional en los últimos años, lo que ha resultado en la necesidad de construir más carreteras. Sin embargo, los terrenos donde se planea construir estas carreteras frecuentemente no cumplen con las especificaciones necesarias. que consiste en estabilizar el suelo para mejorarlo.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye la adición de ceniza de leño de ciprés en la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cómo influye la adición de ceniza de leño de ciprés en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022?

¿Cómo influye la adición de ceniza de leño de ciprés en el índice de plasticidad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022?

¿Cómo influye la adición de ceniza de leño de ciprés en el CBR de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de la adición de ceniza de leño de ciprés en la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022

1.3.2. Objetivos específicos

Identificar la influencia de la adición de ceniza de leño de ciprés en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

Identificar la influencia de la adición de ceniza de leño de ciprés en el índice de plasticidad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

Identificar la influencia de la adición de ceniza de leño de ciprés en el CBR de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

1.4. Justificación e importancia

1.4.1. Justificación

1.4.1.1. Justificación social

A nivel social, la investigación realizada tuvo un impacto positivo en la comunidad local. Al utilizar la ceniza de ciprés, que se extrae del mismo lugar, se brindó una nueva opción para la estabilización de las vías de acceso de una manera más ecológica y económica que las tradicionales. Esto redujo los costos de recolección, traslado y distribución, mejorando la calidad de vida de los residentes al hacer más accesibles y seguras las carreteras.

Además, el estudio adaptó la ceniza de ciprés para equilibrar los suelos arcillosos y brindar beneficios técnicos a la industria de la construcción de

carreteras. Esta iniciativa contribuyó a la creación de soluciones económicas y sostenibles para la estabilización de la subrasante de la carretera de bajo tráfico Matapuquio – Collpa, provincia de Andahuaylas. Es importante destacar que los resultados de la investigación tuvieron un impacto en las figuras socioambientales y económicas relevantes en la región, y se espera que las autoridades responsables de estas gestiones tengan en cuenta este estudio al tomar decisiones sobre la infraestructura vial y su mantenimiento.

1.4.1.2. Justificación teórica

Desde el punto de vista teórico, este estudio representó una contribución importante al campo de la estabilización de suelos. Aunque existían diversos métodos de estabilización de suelos como la cal, el cemento, etc., estos habían sido estudiados y utilizados en varios proyectos. Sin embargo, existían pocos estudios que evaluaban el uso de aditivos naturales para la estabilización de suelos, y estos aún no habían sido normados y estandarizados en cuanto a su metodología y aplicación. En este contexto, el estudio se enfocó en evaluar el uso de la ceniza de leño de ciprés como estabilizador de suelo arcilloso. Se trató de un aditivo natural que había recibido poca atención en la literatura científica, y que podría representar una alternativa atractiva y sostenible para la estabilización de suelos. Los resultados del estudio proporcionaron información fundamental para el desarrollo de nuevas técnicas de estabilización de suelos, así como para la mejora de las técnicas existentes. Además, la utilización de un aditivo natural como la ceniza de leño de ciprés podría tener beneficios ambientales y económicos significativos en comparación con los métodos de estabilización convencionales.

1.4.1.3. Justificación práctica

En términos prácticos, la aplicación e implementación de la investigación realizada tuvo un impacto significativo en la carretera Matapuquio - Collpa. Esta mejora en la infraestructura vial tuvo un impacto positivo en la actividad económica de la comunidad, ya que permitió una mejor conexión con otros distritos cercanos y mejoró el nivel de servicio ofrecido a los ciudadanos. Además, la nueva carretera protegió los vehículos de los ciudadanos que transitaban por la zona y abrió nuevas oportunidades para acceder a medios de transporte públicos, lo que facilitó y agilizó la circulación de los ciudadanos.

1.4.1.4. Importancia

La importancia de este estudio es proporcionar una alternativa de solución para mejorar las propiedades mecánicas y físicas de suelos arcillosos. Estas alternativas corresponden al uso de materiales como la ceniza de ciprés derivados de ladrilleras artesanales, por lo que hoy en día las aplicaciones innovadoras de estabilizadores de suelos se encuentran subutilizadas en la provincia de Andahuaylas. Por ello, el estudio se fundamenta en la utilización de estos residuos como estabilizadores de suelos arcillosos, que dan un importante aporte técnico tanto en el aspecto ambiental y económico.

1.5. Hipótesis y descripción de variables

1.5.1. Hipótesis general

La adición de ceniza de leño de ciprés influye significativamente en la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022

1.5.2. Hipótesis específicas

La adición de ceniza de leño de ciprés influye significativamente en el contenido de humedad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022

La adición de ceniza de leño de ciprés influye significativamente en el índice de plasticidad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022

La adición de ceniza de leño de ciprés influye significativamente en el CBR de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022

1.5.3. Identificación de variables

- Estabilización con ceniza de leño de ciprés
- Subrasante de suelo arcilloso

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. A nivel internacional

Villacís (18), en su estudio, el objetivo fue determinar una comparación de las características de muestras de arcilla expansiva natural y estabilizada y una mezcla de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza volcánica de Tungurahua (CV). Para el procedimiento se aplicó el método experimental, lo que incluyó desarrollar análisis físicos y mecánicos en tres especímenes de suelo arcillo expansiva y compararlas con especímenes de suelo estabilizado. La estabilización se logra reemplazando el suelo con porcentajes variables de ceniza para inspeccionar los cambios volumétricos. Por ello se utilizan 2 variantes de cenizas, que se combinan a proporciones iguales (50 %-50 % en peso). La prueba se realiza en muestras de suelo en las que el 10 %, 20 % y 30 % de suelo arcilloso se sustituyen por una mezcla de estabilizador y ceniza. Las muestras estabilizadas son más resistentes al corte y tienen mayores ángulos de adhesión y fricción. El óptimo porcentaje de reposición de cenizas es del 20 %. Esto se debe a que los porcentajes más altos no son representativos de las mejoras en las propiedades de la muestra. La muestra de sustituto de ceniza presenta un índice de plasticidad reducido, lo que da como resultado un índice y un potencial de hinchamiento más bajos. Se concluye que el uso de las cenizas en la masa del suelo proporciona una disminución de los efectos de los cambios de volumen característicos de la arcilla expansiva pura, una reducción del límite líquido, una disminución de su peso, una disminución del exponente de hinchamiento, así como un aumento del corte, fuerza y consolidación.

Asfino et al. (19), en su estudio se utilizaron 3 métodos primordiales para examinar la eficacia de la estabilización de cenizas de papel en arcilla. En primer lugar, se investigaron las características físicas de la muestra de suelo. Asimismo, se discute la fuente viable de mezclar diferentes proporciones de suelo. Por último, se examinó la resistencia a la compresión con un medidor de fuerza de presión uniaxial. Luego de combinar la ceniza de papel y los especímenes del suelo en estudio, se encontró que a mayor proporción de ceniza de papel usado, menor es el porcentaje de desperdicio que pasa por el tamiz N.º 200 y el índice de plasticidad. Esto probablemente se deba a que los componentes químicos de la ceniza de papel aplicado ya que se unen a las partículas. Mientras que el potencial de hinchamiento disminuyó levemente a medida que aumentaba el contenido de ceniza de papel recuperada. Asimismo, la resistencia a la compresión aumentó con un aumento en el contenido de cenizas del papel usado en un 5 % y un 10 %.

Ojeda (20), en su estudio, el propósito fue investigar el impacto del uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como reemplazo parcial del cemento Portland compuesto para optimizar las características de los suelos granulares arenosos. Se realizaron pruebas estándar de compresión, AASHTO, resistencia al aplastamiento simple y CBR. Con el fin de comparar la conducta de los suelos naturales estudiados mezclados con 3 %, 5 % y 7 % de cemento portland como porcentaje control, los mismos familiares fueron parcialmente reemplazados con CBCA en porciones de 0 %, 25 %, 50 % y 100 % correspondientes al peso seco del suelo. Conclusiones: El reemplazo parcial del 25 % de CPC por CBCA mostró un desempeño excelente en pruebas de CRB del suelo, resistencia y compactación, y también se mejoraron los suelos con la adición de 7 %, convirtiéndolo en la proporción óptima en suelos arenosos. Esto significa que es factible utilizar CBCA como reemplazo del cemento en forma parcial con el propósito de mejorar las características físico-mecánicas de los suelos en la construcción de capas estructurales de las vías no pavimentadas.

Licuy y Román (21), en su estudio, el propósito fue la estabilización de la arcilla con los grandes rasgos en la provincia de Manabí. Por medio del uso de puzolana de la ceniza del volcán y CCA. Para el análisis muestral se desarrollaron un par de ensayos a los especímenes del suelo, tales como el porcentaje de humedad, granulometría mediante SUCS, compresión del suelo, cortante directa, hinchamiento y absorción. La proporción de puzolana fue de 10 %, 20 %, 10 %, 20 % y ceniza de cascarilla de arroz puzolánica de la misma composición con una dosis del 30 % de ceniza volcánica. En cuanto a las pruebas físicas y mecánicas realizadas, se pudo

obtener como resultados en esta investigación que fue óptimo a una tasa de sustitución del 20 %, ya que mostraron un mejor porcentaje en mejorar las características del suelo, pero a una tasa del 30 % no hubo mejora significativa con la sustitución. De acuerdo con los resultados obtenidos en todas las pruebas, se ha comprobado que los mejores resultados de estabilidad se pueden obtener reemplazando un 20 % de puzolana, lo que reduce el valor del índice de expansión de un 34 % a un 62 %, por lo tanto, el uso de estos productos como es la puzolana natural es estable y tiene métodos alternativos para las propiedades del suelo.

2.1.1. A nivel nacional

Quinte y Cristóbal (16), en su estudio, el objetivo fue determinar cambios en la estabilidad del subsuelo tras la adición de ceniza de eucalipto en la zona turística de Junín, Concepción, Piedra Parada en 2021. Se utilizó como metodología el tipo aplicado – explicativo y diseño experimental del método deductivo. La subrasante de la pista calzada de 2182 km en el área turística Piedra Parada sirvió como población de estudio. El resultado final fue un suelo con un 10 % de ceniza de eucalipto que acrecentó la densidad seca máxima en 10,45 %, disminuyó el índice plástico en 54,97 %, aumentó la CBR en 385,14 % y acrecentó el módulo de resiliencia en 157,94 %. Las investigaciones muestran que la estabilidad del suelo es significativamente diferente, ya que el suelo que contiene 10 % de ceniza aumenta el peso seco máximo a 10,45 % el índice plástico disminuye de 54,97 %, el CBR aumenta en 385,14 % y el módulo de elasticidad aumentó en 157,94 %.

Pérez (22), en su estudio tuvo como objetivo identificar el porcentaje de ceniza de sustrato, producto de la albañilería de Cerámicas Júpiter S. A. C. se obtuvo de la quema de la madera y el carbón que se utiliza al cocer los ladrillos en la fábrica. La arcilla se valora para su aplicación como suelo mejorado para caminos. El estudio es de nivel aplicado y exploratorio, y las hipótesis propuestas se prueban a través de una variedad de pruebas físicas y mecánicas enfocadas en la resolución de problemas. Se tomaron cuatro muestras del material, cada una en sus estados naturales y mezclas con diferentes porcentajes de ceniza de fondo al 30 %, 20 % y 10 % mediante una técnica de muestreo no probabilística intencional. Los análisis utilizados fueron granulométricos, CBR, Proctor, gravedad específica y plasticidad. La adición de cenizas de fondo de la cerámica Júpiter S. A., según los hallazgos mejora las propiedades mecánicas del suelo al reducir el índice de plasticidad, aumentar el porcentaje de CBR y mejorar la consistencia y la gravedad específica del material sólido.

Espino (23), en su estudio, el propósito principal fue identificar cómo la adición de cenizas de madera de fondo en el suelo arcilloso aplicado a las subrasantes afectaba su capacidad de estabilización. La población de la investigación fueron todos los suelos arcillosos que se encuentran en las calles y avenidas de la provincia de Satipo, y la muestra fueron 360 kg de suelo arcilloso de la avenida. La metodología del estudio fue científica, de investigación tipo aplicado, con nivel explicativo, y diseño experimental. Con respecto al porcentaje de agua natural de la arcilla cuando se añadió ceniza de madera al fondo, este contenido de agua disminuyó en comparación con el aumento, y se observó una evaluación similar del índice de plasticidad que este contenido de agua disminuyó con el aumento de la adición de ceniza. Diferentes tratamientos de sitio T₀, T₁ y T₂. En general, se indica que agregar ceniza de madera al fondo tiene un impacto significativo en la densidad seca máxima de la arcilla y, por lo tanto, en la estabilidad de la arcilla aplicada en el suelo. La adición de ceniza de madera de fondo no siempre es mayor, lo que se demuestra junto con la fuerte correlación entre la proporción de ceniza de madera añadida y el contenido de humedad natural, el índice de plasticidad y el valor de CBR, el porcentaje asegura una mejora en los resultados.

Alanya (24), en su estudio, el objetivo de este estudio fue identificar cómo las cenizas de madera de los hornos de ladrillos hechos a mano afectan la estabilidad del suelo arcilloso a lo largo de la red vial del barrio Antarumi-Macachacra en Ayacucho. La investigación es aplicada, el diseño de investigación es no experimental, transversal, y la técnica es la observación sistemática. La población del estudio incluyó todas las pruebas de mecánica de suelos, lo demuestran las pruebas granulométricas, límites de consistencia, Proctor y CBR. Por esta razón, se compararon e interpolaron los resultados de ambos estudios de investigación; en ambos, se utilizó ceniza de madera como aditivo, aunque en diferentes dosis por los autores de cada artículo. Las dosis de 17 %, 21 % y 25 % de ceniza de madera fueron sugeridas para esta investigación con el propósito de conocer nuevos resultados. El resultado principal del estudio evaluó la mejora en las propiedades mecánicas del suelo, por lo que se determinó que la dosis de ceniza de madera propuesta era la más adecuada para la ejecución del estudio. Se concluyó que la incorporación de un 25 % de ceniza de madera mejoró cada propiedad del suelo, aumentando la cohesión en un 18,53 %, aumentando la densidad seca hasta en un 6,20 % y la humedad y carga óptima en un 23,16 %. La capacidad fue del 24,35 %, todos los valores cumplieron con las expectativas del estudio y confirmaron la principal hipótesis.

Torres y Landa (25), en su estudio, el objetivo de aumentar el porcentaje de CBR de la subrasante identificada como inadecuada o pobre, esta investigación tiene como objetivo identificar el porcentaje óptimo de aprovechamiento del material estabilizador, compuesto por cal y ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA). Para comprender el cambio en la propiedad física y mecánica de la mezcla, es importante comprender cómo la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) influye en el suelo natural de manera similar a como lo hace la cal. Según SUCS y AASHTO, el suelo en la investigación es arcilloso y tiene un índice de plasticidad bajo de A-6 (8). Se ha mezclado con 5 %, 15 % y 25 % de material estabilizador en relación con la masa seca, junto con combinaciones de 100 % de CBCA, 75 % de CBCA y 25 % de cal, 50 % de CBCA y 50 % de cal, y 100 % de cal. Todas las combinaciones indicadas se probaron frente a Proctor y CBR y cada resultado se analizó utilizando un gráfico de líneas de ambas pruebas. El material estabilizador constituye el 5 % de la masa arcillosa seca, lo que resulta en una mejora inmediata y efectiva de la CBR (que aumenta en un 110,81 % en comparación con el suelo natural) y la densidad (que aumenta en un 54,7 % en comparación con el suelo natural). Esta proporción se compone de una mezcla parcialmente combinada de 50 % de cal y 50 % de CBCA que se eligió por razones económicas con una menor aplicación de cal.

Mamani y Yataco (26), en su estudio, el propósito fue cuantificar la contribución de la ceniza de madera de fondo a la estabilización del suelo arcilloso. Se realizó una evaluación de las características físico-mecánica del material arcilloso afianzado con ceniza de madera de fondo como parte de un programa de ensayos de laboratorio para lograr este objetivo. Del distrito de Pacaicasa se obtuvo las muestras de suelos arcillosos y cenizas de madera de fondo de hornos de ladrillos artesanales usados en este estudio. De la prueba de límite de densidad se aprecia una mejora en la característica física de la arcilla. Resultados: Según las pruebas de propiedades mecánicas el ensayo Proctor modificado proporciona la máxima densidad y el máximo contenido de humedad, las ventajas de las mezclas producidas, la reducción de la humedad asociada con la adición de Clinker. En cuanto a la prueba de corte directo para determinar el módulo de resistencia, se observa un aumento del 50 %. Conclusiones: Las cenizas de fondo pueden mejorar las propiedades físicas del suelo arcilloso al reducir el índice de plasticidad de la prueba de límite de consistencia y aumentar la gravedad de los sólidos. El suelo arcilloso en estudio también presenta un comportamiento físico-mecánico mejorado después de ser mezclado con ceniza de madera de fondo.

2.1.2. A nivel local

Vargas (27), en su estudio, el propósito fue identificar el efecto de añadir ceniza de *Schinus* (molle) en la estabilidad base del sendero Yanakillca en la provincia de Apurímac, Antabamba en el año 2022. La investigación fue cuantitativa, del tipo aplicada, con un diseño experimental. Se tomó como muestra la vía de Yanakillca, Antabamba – Apurímac, que se extiende del km 00 000 al km 08 0000 de la vía. Los formatos de pruebas de laboratorio fueron las herramientas utilizadas para la recolección de datos. Los hallazgos del estudio mostraron que agregar 13 % de ceniza de *Schinus* (molle) en el suelo satisface los criterios enumerados en la sección del Manual de Caminos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones sobre suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Se concluyó que los porcentajes recomendados mejoraron la característica mecánica del suelo, y la adición de 13 % de ceniza de *Schinus* (molle) incrementó la capacidad portante. Como resultado, la CBR aumentó de 1,888 % a 22,5 %, de 1,843 % a 22,4 % y de 1,739 % a 21,9 %, del cual se determina que la ceniza de *Schinus* (molle) aumentó la CBR más de 10 veces. Esto admite ventajas positivas en las compañías constructoras de construcción de carreteras, ya que un excedente se traduce en menores costos de compra de productos y, por lo tanto, en la fase de mantenimiento.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Carreteras

Una infraestructura de transporte útil que permite que los automóviles se muevan continuamente en el área y el tiempo con un nivel adecuado de seguridad y comodidad. Esto puede incluir más carreteras, una o más direcciones de vehículos o uno o más carriles en cada dirección, en función de los requerimientos de la petición de tráfico y su categorización práctica (29).

La manera de vida actual son las vías mecanizadas que ofrece la tecnología, la carretera que da libertad y autonomía. Proporciona un mayor acceso a la comprensión sobre otros pueblos y culturas, las geografías en las que viven, los entornos históricos y artísticos que han construido (30).

2.2.2. Subrasante

La subrasante de una carretera es la superficie de material granular que se ha terminado en la superficie de la tierra y sirve de base para el pavimento propuesto o afirmado de la carretera (31). Se deben tener consideraciones especiales para asegurar que este material esté debidamente conformado, ya que sirve como columna directa de

la estructura en contacto con los vehículos. La durabilidad de la puesta en servicio por lo general será posible gracias a las particularidades ideales de construcción y diseño de la subrasante, el camino está sustancialmente preservado porque prohíbe deformaciones bruscas que podrían causar que el pavimento se rompa o se afirme (25).

La capacidad de la resistencia y la deformación por cortante bajo las cargas del tráfico depende de la subrasante de una carretera, que generalmente es un componente fundamental de la misma, de tal forma que si colapsa, el pavimento también lo hará (32). La capacidad de carga de los sustratos se evalúa utilizando el CBR. Este es el valor estándar aceptado para la resistencia del material y se refiere al 95 % de la densidad seca máxima de la prueba Proctor modificada (33).

Los criterios especificados por la MTC (31) para clasificar los niveles de tolerancia del suelo implementados mediante la prueba de la relación de soporte de California (CBR) se desarrollan libremente de acuerdo con:

- < 3 % CBR de baja calidad
- 3 a 5 % CBR pobre
- 6 a 10 % CBR regular
- 11 a 19 % CBR bueno
- 20 a 29 % CBR buena calidad
- > a 30 % CBR excelente

2.2.2.1. Suelos arcillosos

Las arcillas son comunes en áreas con mucha precipitación y mal drenaje. Este tipo de suelo se caracteriza por un alto contenido de agua y baja resistencia, y cambia de volumen a medida que cambia el contenido de agua de la arcilla (34). La arcilla es compuesta primariamente por un mineral denominado arcilla, que lo hace espeso y pegajoso en presencia de humedad y muy rígido en ausencia de agua. La arcilla consiste o contiene una gran proporción de arcilla, generalmente no apta para el tráfico (33).

Tal como se describe en el Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), la arcilla es un suelo en el que la arcilla predomina sobre otros tipos de partículas. De manera similar, las arcillas se definen como compuestos minerales de menos de 3,9 μm de diámetro que retienen agua y son plásticas. Este último está asociado con cambios en las potencias formadas entre las

átomos ligeros de átomos adyacentes como consecuencia de su reducción de tamaño debido a la hidratación (35). Esta se compone de caolinita, illita, montmorillonita y otros grupos minerales con constitución octaédrica y tetraédrica; y las propiedades únicas de sus partículas de escamas en un sentido geológico (36).

2.2.3. Estabilización de suelos

La estabilización implica mezclar cantidades suficientes de aditivos en un suelo adherente para originar una reacción química que cementa los compuestos del suelo, lo que aumenta en gran medida la resistividad del suelo. Los estabilizadores generalmente requieren una mayor proporción de aditivos que los modificadores. En síntesis, cuando un suelo se considera firme cuando exhibe una firmeza significativa y duradera a la deformidad cuando se somete a cargas periódicas o perennes en condiciones secas o húmedas (37).

En este proceso se aplica diferentes productos químicos convencionales a los que se pueden añadir algunos materiales tradicionales o nuevos materiales para aumentar la resistencia y otras características mecánicas (38). La estabilización de suelos es un proceso encargado de mejorar las características del suelo a lo largo del tiempo, y tener un efecto positivo sobre el mismo, el diseño de este proceso dependerá de la categorización del suelo, lo que determinará el tipo y cantidad de material estable y por ende afectará en el resultado esperado en el suelo (8). Según el MTC (31) al estabilizar el suelo se aumenta la resistencia mecánica de las características a lo largo del tiempo mediante diversas técnicas, incluida la adición de suelo o la adición de uno o más estabilizadores, y debe ser consistente con la compactación.

En palabras de Hasan et al. (39) con este procedimiento se aumenta la cabida de carga de los suelos locales, aumentar la resistencia al corte, acrecentar la resistencia al reblandecimiento del agua, minimizar la estabilidad a granel debido a la reducción de la porosidad al agua, reducir la blandura y acrecentar el peso unitario del suelo tratado.

Las técnicas más simples de estabilizar un suelo es la compactación y los drenajes del suelo; sin embargo, en algunas situaciones, estos dos métodos son insuficientes para conseguir el mejor afirmado del terreno, por lo que una de las técnicas de estabilización de suelos más eficientes es el perfeccionamiento de la gradación del tamaño de las partículas del suelo. Se pueden utilizar aglutinantes para lograr esto (40).

2.2.3.1. Criterio para la estabilización de suelos

El MTC (31) define 7 parámetros geotécnicos para determinar adecuadamente la estabilidad antes de realizar mejoras en un subsuelo inadecuado o pobre.

1. La subrasante con CBR por debajo del 6 % o con humedad localizada o lugares blandos deben someterse a una investigación especial para determinar el procedimiento de estabilización ideal para mejorar, son: estabilizar mecánicamente, sustitución del subsuelo, uso de geosintéticos, terraplenes, estabilización aplicando bases de arena o taludes.
2. Se corresponderá incluir en la ejecución una capa de material anticontaminante con un espesor mínimo de 10 cm o un geotextil en los casos en que las subrasantes contengan material arcilloso o limoso que al mojarse pueda contaminar las capas granulares del pavimento.
3. Para subrasantes extraordinarias o buenas debe estar a 0,60 m sobre la capa freática, bueno y regular es a 0,80 m, de 1,0 m para subrasantes pobres y a 1.20 m para inadecuados.
4. Como pauta general, los suelos sujetos a congelamiento son limos y aquellos que tienen menos del 3 % del peso en material de tamaño menor a 0.02 mm. Por lo que, si hay heladas (en zonas por encima de los 4000 m s. n. m.), se examina el efecto congelante de la subrasante, ya que la superficie del terreno se retira al máximo de la napa freática.

2.2.3.2. Proceso de estabilización subrasante con aditivos

Los aditivos para estabilizar los suelos se usan comúnmente en áreas donde predominan los finos y casi no hay canteras naturales, como es en el caso de la sierra en el Perú. Al respecto, el MTC (31) muestra un procedimiento típico para realizar correctamente este forma de estabilizar, el cual se resume a continuación.

- En la primera fase se ejecuta el procedimiento de escarificado 1 y el proceso de pulverización antes de usar la mezcla en el mismo lugar para homogeneizar el diámetro de las partículas de suelo y prepararlas para su procesamiento.

- En la segunda fase, aplicar el aditivo sobre el suelo escarificado y añadir agua a tantas superficies como sea viable.
- En la tercera fase, se retira la tierra con una motoniveladora u otro equipo hasta que la mezcla del suelo, aditivos y agua sea homogénea.
- En la cuarta fase se ejecuta una compactación controlada para lograr la densidad deseada, cuyo valor varía del 95 % al 100 % de la densidad seca máxima del ensayo Proctor estándar o modificado.
- En la quinta fase, el suelo tratado se somete a un proceso de endurecimiento, que monitorea gradualmente las condiciones de la carretera hasta que el material adquiere las propiedades especificadas.

2.2.4. Métodos convencionales de estabilización

De acuerdo con Rivera y Mejía (5) la estabilización del suelo viene a ser el procedimiento para potenciar la calidad natural del suelo con el fin de lograr propiedades físicas, químicas y mecánicas estables asociadas con las condiciones ambientales, mediante estos procedimientos para estabilizar, se pueden cambiar más de una propiedad del suelo como expansión controlada, mayor resistencia, plasticidad reducida, permeabilidad reducida, protección contra la erosión, etc.

2.2.4.1. Estabilización física y mecánica

Estabilizar físicamente implica cambiar las propiedades del suelo alterando ciertas propiedades y dándole así nuevas propiedades estructurales. El procedimiento físico involucra el uso de materiales llamados geosintéticos, como los geotextiles, mayormente hechos de fibras sintéticas como el polipropileno o el poliéster, geomallas, geomembranas, láminas polimérico-impermeables elaboradas en cloruro polivinilo o polietileno de baja o alta densidad (41).

De acuerdo con Das (42) estabilizar mecánicamente implica la compactación estática o dinámica del suelo con el fin de incrementar su densidad, reducir la porosidad, resistencia mecánica y la permeabilidad. También se puede premezclar diferentes variedades de suelo para obtener las especificaciones correctas. Los propósitos de ingeniería del procedimiento fueron esencialmente:

- a) incrementar su capacidad portante
- b) reducir el asentamiento de la estructura
- c) controlar los cambios de volumen no deseados
- d) reducir la permeabilidad al agua
- e) incrementar la estabilización de taludes

2.2.4.2. Estabilización química

Para estabilizar químicamente los suelos se usa mediante métodos de activación alcalina es una de las últimas propuestas de estudio que surgen como alternativa a los cementos tradicionales, los estudios realizados ha logrado avances significativos en la evaluación de las propiedades mecánicas y la estabilidad del suelo, en relación con el medio ambiente, el cemento alcalino activado se considera teóricamente una alternativa más sostenible que el cemento convencional, ya que consume menos energía durante la producción y utiliza residuos de ciertos precursores o producidos industrialmente (cenizas y escorias de alto horno, etc.) con el fin de producir, facilitando así el aprovechamiento de los recursos naturales (43).

Para la estabilización química consiste en la adición al suelo de productos o materiales químicos que influyen sus características mediante reacciones fisicoquímicas u originan una matriz que queda unida a las partículas del suelo (4). Esta manera de estabilización, los materiales químicos se mezclan con el material del suelo y alteran la estructura interna del suelo mediante reacciones fisicoquímicas o mediante la creación de una matriz que une las partículas del suelo (5).

A. Estabilización de suelos utilizando cenizas volantes

Debido a las desventajas económicas y ambientales asociadas con la cal y el cemento portland, las cenizas volantes se utilizan como material para la estabilización de suelos, lo que motiva muchos estudios sobre estos subproductos para desarrollar nuevos cementantes ambientalmente sostenibles para diversas necesidades técnicas. Sus aplicaciones se usaban como aditivos en productos de concreto y cemento; más tarde comenzaron a utilizarse como materiales de relleno estructural para terraplenes; y finalmente como estabilizadores de suelo en la construcción de carreteras (44).

Según el tipo de carbón utilizado para la combustión, las cenizas volantes se dividen en cenizas tipo F y cenizas tipo C (ASTM C618); la ceniza tipo F consiste en óxidos de silicio, aluminio y hierro (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , respectivamente), donde representa el 70 % del material y un contenido muy bajo de óxido de calcio (CaO) menos del 10 %, mientras que la ceniza Clase C tiene un contenido de CaO de más del 30 % y un contenido alto de óxido de azufre (SO_3) (45).

De acuerdo con Kim et al. (46) la resistencia al corte del suelo estabilizado con cenizas volantes se asigna a las características del ángulo de fricción interno de las cenizas volantes tipo F, ya que la resistencia resultante está relacionada con la fricción entre sus partículas, aunque para las cenizas volantes tipo C, están más asociadas a la resistencia cohesiva debido a su elevada capacidad de cementación. Un trabajo por Joshi et al. (47) cuando se usa suelos arcillosos se estabiliza como base o subbase para pavimentos flexibles, el valor de CBR, el módulo de resistencia y la resiliencia la compresión no aumentan directamente con el aumento del contenido de cenizas en la mezcla del suelo, solo se aplica a materiales estables, permite capas más delgadas y proporciona un diseño de pavimento más económico.

2.2.5. Cenizas

La ceniza es un producto de una reacción química que ocurre al quemar cualquier materia prima (madera) que sea de naturaleza inorgánica. Frecuentemente se mezcla con impurezas de otros minerales (24).

La ceniza muy fina es un subproducto del proceso de combustión del carbón pulverizado, comúnmente relacionado con las centrales eléctricas. Asimismo, es un polvo de grano fino que consiste de sílice, óxido de aluminio y varios óxidos y álcalis; también tiene propiedades puzolánicas y tiende a reaccionar con la cal hidratada para formar componentes cementosos (42).

2.2.5.1. Clasificación de tipos de ceniza

A. Ceniza volante

Este tipo de ceniza se suele encontrar a manera de polvo o arena muy fino, al tacto es suave y de color gris claro, dependiendo de la proporción de hierro a carbón sin quemar. Sus propiedades físicas y su calidad van a depender de varios factores, incluyendo la estructura química de los

componentes no combustibles del carbón, el grado de pulverización, el tipo de caldera, el temple de combustión y el tipo de colector utilizado (48).

En general, la textura fina que se ubica en las cenizas volantes (sin triturar) es parecido a la del cemento Portland común, con dimensión de partículas que van desde 0,2 a 200 micras de grosor, y solo en algunos casos alcanzan las 500 micras. La consistencia total es de unos $0,89 \text{ g/cm}^3$ aproximadamente. La gravedad peculiar de las moléculas finas oscila entre 2,0 y $2,9 \text{ g/cm}^3$ (49).

B. Ceniza de fondo

Esta ceniza tiene moléculas angulosas en su estructura, y su superficie tiene una textura muy áspera y porosa. Las dimensiones de las partículas varían entre arena y grava finas, con un bajo índice de finos; principalmente un material graduado dominado por la dimensión de arena fina (24).

Esta ceniza incorpora una parte de ceniza gruesa producida en las cámaras de combustión inferior y primaria. A menudo se combina con escoria de minerales ubicados en el combustible (48). La ceniza de fondo consiste en la fracción de ceniza gruesa formada en la cámara de combustión principal e inferior. A menudo se combina con impurezas minerales presentes en el combustible, como lodos. Los residuos arrastrados por los ases de combustión en el horno, por lo que cae al fondo del horno y se disocia de manera mecánica. Las cenizas de fondo constituyen la mayoría (60 %) de toda la ceniza de la combustión de carbón y madera (26).

2.2.5.2. Ceniza de leño de ciprés

El ciprés es un árbol grande, tiene una forma cónica y de copa estrecha. Esta especie es una planta monoica, la mayor parte de su vida es verde, aromática y resinosa, el tallo tiene un diámetro que mide más de 100 cm y llega a obtener hasta 40 m de altura, con una corteza delgada, fibrosa, puede separarse en tiras estrechas y largas de color marrón, las hojas son de color verde oscuro, simples y opuestas, presentan distintas formas y tamaños en forma de escamas de 1-2 mm de largo, las hojas marchitas perduran en el árbol (50).

Los tallos (leña) se utilizan como combustible para la elaboración de ladrillos artesanales, de los que se consigue la ceniza del leño de ciprés. Por su composición química, las cenizas contienen un alto contenido de elementos puzolánicas, como el dióxido de silicio (SiO_2) y otros óxidos, que originan actividad puzolánica, lo que permite su uso como estabilizador de suelos o como material cementante en morteros.

La ceniza de madera tiene varios beneficios en la industria de la construcción porque posee elementos del cemento como: CaO (óxido de calcio) y SiO_2 (óxido de silicio). Si la ceniza se usa como material de relleno, la utilidad de la ceniza vendrá a relevancia debido a la gran cantidad debido a las extensas magnitudes de tierra, y también se reducirán los vertederos de ceniza para mejorar el entorno ambiental. El beneficio que se percibe al usar ceniza de madera como material de estabilización está relacionado con el costo, ya que la estabilización con ceniza de madera reduce los costos de transporte debido a la entrega de material de cantera y el reemplazo de la subrasante (24).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Tipo de la investigación

El tipo de investigación es aplicado, ya que utiliza conocimientos definidos y anteriores para obtener nuevos conocimientos y así crear nuevas técnicas y métodos para resolver dificultades inmediatas en la realidad (51).

3.1.2. Nivel de la investigación

El nivel de la investigación es explicativo, de acuerdo con Hernández y Mendóza (52) su objetivo es atender a los eventos causales y fenómenos físicos, y se orienta en describir por qué ocurren los fenómenos y en qué circunstancias se comportan, o por qué más de dos variables están relacionadas.

3.1.3. Método de investigación

El método de la investigación es científico, a juicio de Hernández-Sampieri y Mendóza (52) Se considera un grupo de métodos empíricos y sistemáticos utilizados para estudiar fenómenos. Y de enfoque cuantitativo, según Hernández y Mendóza (52) ya que los resultados y los datos que se obtienen están sujetos a análisis estadístico porque son datos numéricos obtenidos de la recopilación de datos basada en instrumentos estandarizadas y, por lo tanto, se pueden medir y demostrar si son válidos y confiables.

3.1.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación será cuasiexperimental, según Hernández et al. (51) indican que al menos una variable independiente se manipula deliberadamente para ver la influencia sobre las variables dependientes, en lugar de asignar o emparejar sujetos al azar en grupos, estos grupos se forman antes del experimento.

| | | |
|-----|-----|----|
| RGe | X | O1 |
| RGc | --- | O2 |

RGe = grupo experimental

RGc = grupo control

X = tratamiento

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población de estudio estuvo compuesta por los suelos de la carretera Matapuquio-Collpa, que abarca una longitud total de 18.6 kilómetros y conecta los centros poblados de Matapuquio y Collpa. Según Mejía (53) menciona que una población viene a ser un grupo de análisis de estudio divididos por investigadores de acuerdo con parámetros establecidos y requisitos de investigación.

3.2.2. Muestra

La muestra del estudio se conformó por el suelo de la subrasante ubicada en la progresiva (Km: 15 + 100 – Km 18 + 300), la elección de esta progresiva se debe a que el lugar se encuentra la zona más crítica de la vía debido a la alta presencia de suelo arcilloso.

3.2.3. Muestreo

Se aplicó un muestreo no probabilístico mediante la realización de pozos exploratorios de 1,5 m. considerando la profundidad mínima según el Manual de carreteras de MTC, donde se va a determinar las propiedades físico-mecánicas del material subrasante sobre el que se realiza la investigación (31), el número mínimo de calicatas por kilómetro estará definido de acuerdo al tipo de carretera.

Tabla 1. Número de calicatas para exploración de suelos

| | | |
|--|---|--------------------------|
| Carreteras de bajo volumen de tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh./día, de una calzada | 1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto | • 1 calicata x km |
|--|---|--------------------------|

Nota: se tuvo en cuenta el tipo de carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

De acuerdo con lo descrito, la zona crítica de la vía comprende un total de 3 kilómetros por lo que se trabajó bajo 3 calicatas y según la normativa se realizó de la siguiente manera:

Tabla 2. Cantidad de muestras de ensayo

| | Calicata 1 | | | Calicata 2 | | | Calicata 3 | | | Total |
|----------------|------------|----|----|------------|----|----|------------|----|----|-----------|
| | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 | |
| Muestra patrón | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 09 |
| T1 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 09 |
| T2 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 09 |
| T3 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 09 |
| Total | | | | | | | | | | 36 |

En ese sentido se puso a ensayo 36 muestras.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas de recolección de datos

En este estudio, se empleó la técnica de observación directa para recopilar datos sobre el proceso de adición de ceniza de leño de ciprés a un suelo arcilloso. Según Tamayo (54), las observaciones directas son aquellas en las que los investigadores observan y registran los datos a través de sus propias percepciones. En este caso, los investigadores observaron directamente el proceso de adición de ceniza de leño de ciprés al suelo arcilloso para analizar su efecto en las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

3.3.1.1. Recojo de material arcilloso de campo

Las calicatas o pozos y las trincheras son excavaciones que autorizan la observación directa del terreno donde se ejecuta la toma de muestra y la ejecución de ensayos in situ. También cabe señalar que las muestras obtenidas

pertenecen al tipo de muestras alteradas en bolsa de plástica (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2018).

De acuerdo con el Manual de ensayo de materiales MTC, se recomienda obtener materiales de muestra de 50 a 200 kg para establecer las características del material. Respecto a la profundidad de excavación de calicatas de carreteras, áreas o aeropuertos de aparcamientos, debe ser al menos 1,5 m por debajo de la subrasante (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

De acuerdo con las características del suelo antes mencionadas, la cantidad de material obtenido fue de 200 kg. además, el Manual de Carreteras - Suelos y pavimentos indica que se recomienda una calicata por cada km de carretera, para vías con poco tráfico. Por esta razón, en este estudio se ejecutó una calicata en la subrasante de la carretera.

En la siguiente figura, se pueden observar las calicatas realizadas en diferentes progresivas:



Figura 1. Calicata de suelo arcillo

Se muestra la imagen correspondiente a la excavación de la calicata 1 (C-1) de suelo arcillo, cuya ubicación es la progresiva km: 42+250 en la

carretera Matapuquio – Collpa del distrito de Kishuara, de la provincia de Andahuaylas.

3.3.1.2. Análisis granulométrico

El Manual de ensayo de materiales establece que se debe obtener una muestra representativa para la realización de ensayos que se ejecuten. Asimismo, señala que la determinación de la granulometría del suelo por tamizado (MTC E 107) debe realizarse de acuerdo con la norma ASTM D 422, ya que el propósito del ensayo es establecer el porcentaje de suelo donde pasan por varios tamices de la serie utilizada en los ensayos, hasta el tamiz número 200 (74 mm).

Del mismo, presenta la serie de tamices a emplear, tal como se muestra en la tabla siguiente (33).

Tabla 3. Serie de tamices de abertura cuadrada

| Tamices | Abertura (mm) |
|---------|---------------|
| 3" | 75 000 |
| 2" | 50 800 |
| 1 ½" | 38 100 |
| 1" | 25 400 |
| ¾" | 19 000 |
| 3/8" | 9500 |
| N.º 4 | 4760 |
| N.º 10 | 2000 |
| N.º 20 | 0,840 |
| N.º 40 | 0,425 |
| N.º 60 | 0,260 |
| N.º 140 | 0,106 |
| N.º 200 | 0,075 |

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (33)



Figura 2. Tamices para el ensayo granulométrico

Procedimiento de ensayo:

Análisis por medio de tamizado de la fracción retenida en el tamiz de 4.760 mm (N.º 4)

1. Use un tamiz para separar la porción de la muestra que queda en el tamiz N.º 4.
2. Para tamizar el material a mano, mueva la malla de lado a lado con un movimiento circular. Los tamices mecánicos deben funcionar durante diez minutos.
3. Para determinar el peso de cada fracción con una precisión del 0,2 %, el peso de todas las fracciones se suma al peso original de la muestra y la diferencia no debe ser superior al 0,2 %.

Análisis granulométrico de las fracciones finas:

4. El análisis del granulométrico se puede realizar en el material que pasa por el N.º 4 (4760 mm) mediante tamizado o sedimentación. En este caso, se hace por tamizado.
5. Para materiales arenosos con una pequeña cantidad de limo y arcilla, las piezas se trituran y tamizan hasta secarlas.
6. Para el material que pasa por el tamiz N.º 200 (0,074 mm), el material se lavó y se pasó por un tamiz seco para su análisis, después se pesó el material seco.

En las siguientes figuras, se muestra la clasificación de los suelos según SUCS y AASHTO.

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)
INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

| DIVISIÓN MAYOR | | SÍMBOLO | NOMBRES TÍPICOS | CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO | |
|---|---|---|-----------------|---|---|
| SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 Ⓢ | Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No. 200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista. | GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4 | GW | Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos | COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD C_u : mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA C_c : entre 1 y 3. $C_u = D_{60} / D_{10}$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW. LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7. $C_u = D_{60} / D_{10}$ mayor de 6 ; $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3. No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW. LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7. |
| | | | GP | Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos | |
| | | | * GM | Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo | |
| | | | d | | |
| | | | u | | |
| | | | GC | Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla | |
| | | ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4 | SW | Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos. | |
| | | | SP | Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos. | |
| | | | * SM | Arenas limosas, mezclas de arena y limo. | |
| | | | d | | |
| | | | u | | |
| | | | SC | Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla. | |
| SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 Ⓢ | Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No. 200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista. | LIMOS Y ARCILLAS Limite Líquido menor de 50 | ML | Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos. | |
| | | | CL | Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres. | |
| | | LIMOS Y ARCILLAS Limite Líquido Mayor de 50 | OL | Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad. | |
| | | | MH | Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos. | |
| | | | CH | Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas. | |
| | | | OH | Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad. | |
| | | SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS | p | Turbas y otros suelos altamente orgánicos. | |
| | | CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.) | | | |

** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS. POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.
 Ⓢ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.
 * LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS ÚNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFIO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFIO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Figura 3. SUCS

Sistema USCS de Clasificación de Suelos

| IDENTIFICACION EN EL CAMPO | | | | SIMBOLO DEL GRUPO | % PASA 0.008MM | NOMBRES TÍPICOS | CRITERIOS DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO | | | | | | |
|---|--|---|--|--|---|---|--|---|---|---|---|--|---|
| SUELO DE GRANO GRUESO < 50% PASA 0.08MM (TAMIZ # 200) | GRAVAS < 50% PASA 0.05MM (TAMIZ # 4) | GRAVAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS) | AMPLIA GAMA DE TAMAÑOS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS | GW | < 5 | GRAVA BIEN GRADUADA, MEZCLA DE GRAVA Y ARENA CON POCOS FINOS O SIN ELLOS | $Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR QUE 4 | $Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \cdot D_{10}}$ ENTRE 1 Y 3 | NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GW (GP = $Cu \leq 6$ y $Cc < 1$ o $Cc > 3$) - (GW = $Cu > 4$ y $Cc = 1$ a 3) | | | | |
| | | | PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑO, CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS | GP | | GRAVA MAL GRADUADA, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA CON POCOS FINOS O SIN ELLOS | | | | | | | |
| | | GRAVAS CON FINOS (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS) | FRACCION FINA NO PLASTICA (PARA LA IDENTIFICACION VER EL GRUPO ML, MAS ABAJO) | GM | GRAVAS LIMOSAS, MEZCLA MAL GRADUADAS DE GRAVA ARENA Y LIMO | LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O I_p MENOR QUE 4 ($I_p = 0.73(WL - 20) < 4$) | | | POR ENCIMA DE LA LINEA A CON I_p ENTRE 4 Y 7; CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES | | | | |
| | FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO CL MAS ABAJO) | | GC | GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLA MAL GRADUADAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA | LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O I_p MAYOR QUE 7 ($I_p = 0.73(WL - 20) > 7$) | | | | | | | | |
| | SUELO DE GRANO GRUESO < 50% PASA 0.05MM (TAMIZ # 4) | | ARENAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS) | AMPLIA GAMA DE TAMAÑOS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS | SW | < 5 | | | | ARENAS BIEN GRADUADA, ARENA CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS | $Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR QUE 6 | $Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \cdot D_{10}}$ ENTRE 1 Y 3 | NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS SW (SW = $Cu > 6$ y $Cc = 1$ a 3) - (SP = $Cu \leq 6$ y $Cc < 1$ o $Cc > 3$) |
| | PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑO, CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS | SP | | ARENA MAL GRADUADAS, ARENA CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS | | | | | | | | | |
| ARENAS CON FINO (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS) | FINOS NO PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO ML MAS ABAJO) | SM | FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO CL MAS ABAJO) | SC | > 12 | ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y LIMO MAS GRADUADA | LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O I_p MENOR QUE 4 | POR ENCIMA DE LA LINEA A CON I_p ENTRE 4 Y 7; CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES | NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS SW (SW = $Cu > 6$ y $Cc = 1$ a 3) - (SP = $Cu \leq 6$ y $Cc < 1$ o $Cc > 3$) | | | | |
| | FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO CL MAS ABAJO) | SC | FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO CL MAS ABAJO) | | | ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS MAL GRADUADAS DE ARENAS O ARCILLAS | | | | | LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O I_p MAYOR QUE 7 | | |
| MÉTODOS DE IDENTIFICACION PARA LA FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 40 | | | | | | | | | | | | | |
| SUELO DE GRANO FINO > 50% PASA 0.08MM (TAMIZ #200) | LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50 | RESISTENCIA EN ESTADO SECO (A LA DISGREGACION) | DILATACION (REACCION A LA AGITACION) | TENACIDAD (CONSISTENCIA CERCA DEL LIMITE PLASTICO) | ML | LIMOS INORGANICOS Y ARENAS MUY FINAS, PLOVO DE ROCA, ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLAS CON LIGERA PLASTICIDAD | UTILICESE LA CURVA GRANULOMETRICA PARA IDENTIFICAR LAS FRACCIONES DE SUELO INDICADAS EN LA COLUMNA DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO DETERMINESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA A PARTIR DE LA CURVA GRANULOMETRICA SEGUN EL PORCENTAJE DE FINOS (FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: MENOS DEL 5% MAS DEL 12% 5% AL 12% CASOS LIMITES QUE REQUIERE EN EL EMPLEO DE SIMBOLOS DOBLES (GW-GC, GP-GM, SW-SW, SP-SC) = TAMIZ #200 | $Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR QUE 4 | $Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \cdot D_{10}}$ ENTRE 1 Y 3 | NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GW (GP = $Cu \leq 6$ y $Cc < 1$ o $Cc > 3$) - (GW = $Cu > 4$ y $Cc = 1$ a 3) | | | |
| | | NULA A LIGERA | RAPIDA A LENTA | NULA | | ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSA, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS | | | | | | | |
| | | MEDIA A ALTA | NULA A MUY LENTA | MEDIA | | OL | | | | LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD | LINEA A : $I_p = 0,73 (WL - 20)$ | | GRÁFICO DE PLASTICIDAD PARA LA CLASIFICACION EN LABORATORIO DE SUELOS DE GRANO FINO |
| | LIGERA A MEDIA | LENTA | LIGERA | MH | LIMOS INORGANICAS, SUELOS LIMOSOS O ARENOSOS FINOS MICACEOS O CON DIATOMEAS, LIMOS ELASTICOS | | | | | | | | |
| | LIGERA A MEDIA | LENTA A NULA | LIGERA A MEDIA | CH | ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIA A ALTA | | | | | | | | |
| | LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50 | ALTA A MUY ALTA | NULA | ALTA | OH | ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIA A ALTA | | | | CL - ML OL o ML | $Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR QUE 6 | $Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \cdot D_{10}}$ ENTRE 1 Y 3 | NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS SW (SW = $Cu > 6$ y $Cc = 1$ a 3) - (SP = $Cu \leq 6$ y $Cc < 1$ o $Cc > 3$) |
| MEDIA A ALTA | | NULA A MUY LENTA | LIGERA A MEDIA | OH | ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIA A ALTA | | | | | | | | |
| SUELOS ALTAMENTE ORGANICAS | | FACILMENTE IDENTIFICABLES POR SU COLOR, OLOR, SENSACION ESPONJOSA Y FRECUENTEMENTE POR SU TEXTURA FIBROSA | | | Pt | TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS | | | | | | | |

Figura 4. SUCS – identificación en el campo

3.3.1.3. Humedad natural

Según el Manual de ensayo de materiales que alude a la norma ASTM D 2216 donde establece el ensayo de contenido de humedad, donde el objetivo del ensayo es establecer el porcentaje de agua en masa dada del suelo.

A. Procedimiento de ensayo

1. Se toma una muestra representativa para el ensayo y divídala en cuartos.
2. Para los materiales arcillosos se tomaron para este ensayo 50 gr, de los cuales se consideró 4 muestras adicionando ceniza de leño de ciprés en proporciones de 0 %, 5 %, 10 % y 15 %.
3. La muestra se coloca en un horno de secado.
4. Pese el material de ensayo seco y registrar los datos.



Figura 5. Pesaje del material – ensayo de contenido de humedad

3.3.1.4. Índice de plasticidad

Para obtener resultados para este elemento, se considera como referente a la norma ASTM D 4318, respecto a la MTC E.1.1.1. (límites del plástico) y MTC E.1.1.0. (límite líquido del suelo), donde incluye la determinación del índice de plasticidad (33).

Procedimiento de ensayo:

A. Límite líquido

1. Se prepara una muestra de suelo de 200 g y pasarla por el tamiz N.º 40
2. El peso del agua destilada se calcula como el 25 % del peso de la muestra.
3. Mezcle el material del suelo con agua destilada y amase hasta obtener una pasta con una espátula.
4. Vierta la mezcla en los vasos Casagrande para crear una superficie lisa y uniforme.
5. Se forma una abertura en el material para hacer un agujero en el material colocado con el acanalador.
6. Después de cortar el material, continúe girando la manivela (3 golpes/s) hasta que se cierre la abertura, contando el número de golpes hasta que cierre.
7. Repetir la prueba hasta 3 veces hasta obtener resultados, 15 a 25, 20 a 30 y 25 a 35 veces. Contiene diferentes porcentajes de ceniza de ciprés además del 5 %, 10 % y 15 %.
8. Se procedió con la recolección el material y ponerlo en cápsulas y meterlo en el horno, con el propósito de obtener la humedad del material ensayado.
9. La siguiente figura, muestra la preparación del material de ensayo en la copa Casa Grande.



Figura 6. Preparación de material para ensayo de límite líquido

B. Límite plástico

1. Se moldea parte de la muestra de la copa de ensayo, en forma elipsoide.
2. Luego pase los dedos por una superficie lisa para formar un cilindro.
3. Si el cilindro no alcanza un diámetro de 3,2 mm y no se desmenuza, repite el elipsoide y repite el proceso.
4. El desmoronamiento del suelo se comporta de manera diferente según el tipo de suelo probado.
5. Luego de realizar estas descripciones, se procede a recolectar 6 gramos de material, se encapsulan y se introducen en un horno para obtener el contenido de humedad del material a ensayar.

En la figura, se muestra el hilo de suelo arcilloso formado en el ensayo y el tipo de desmoronamiento que debe presentar el hilo o cilindro del suelo arcilloso.



Figura 7. Hilo de suelo arcilloso – límite líquido

C. Índice de plasticidad

Para establecer el índice de plasticidad, procede de la diferencia entre el límite líquido y el límite de plasticidad, determinado por la fórmula:

$$IP = LL - LP$$

3.3.1.5. Capacidad de resistencia del suelo

Según el Manual de ensayo de materiales, tiene como referencia a la norma ASTM D.1.8.8.3, donde el ensayo de CBR de suelos en laboratorio se conoce como el método de prueba estándar para California Bearing Ratio (CBR).



Figura 8. Preparación de material para ensayo de CBR



Figura 9. Ensayo de CBR 1



Figura 10. Ensayo de CBR 2

3.3.2. Técnicas de análisis y procesamiento de datos

Se aplicaron diversas técnicas de análisis y procesamiento de datos. En particular, se realizaron pruebas de laboratorio para medir las propiedades físicas y mecánicas del suelo tratado con ceniza, incluyendo el contenido de humedad, la plasticidad y el CBR. Además, para analizar y comparar los datos recolectados, se aplicaron pruebas de hipótesis utilizando el análisis de varianza (ANOVA). Esta técnica estadística permitió evaluar si había una diferencia significativa entre las propiedades del suelo tratado con ceniza y el suelo sin tratar en términos de su contenido de humedad, plasticidad y CBR.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Distribución granulométrica

El análisis de tamaño de partículas se realiza para determinar con precisión el diámetro de las partículas que componen el suelo bajo investigación y para comprender sus propiedades internas, siguiendo los procedimientos especificados en las normas aplicables.

Tabla 4. Distribución granulométrica de calicata 1

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | % Parcial Retenido | % Acumulado Retenido | % Acumulado que Pasa |
|------------|------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 2 1/2 in. | 63.300 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2 in. | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 -1/2 in. | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 in. | 25.400 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/4 in. | 19.000 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/8 in. | 9.500 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| No. 4 | 4.750 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| No. 8 | 2.380 | 0.61 | 0.61 | 99.39 |
| No. 10 | 2.000 | 0.81 | 1.42 | 98.58 |
| No. 16 | 1.190 | 1.12 | 2.53 | 97.47 |
| No. 20 | 0.840 | 12.37 | 14.91 | 85.09 |
| No. 30 | 0.600 | 12.22 | 27.12 | 72.88 |

| | | | | |
|---------|-------|-------|--------|-------|
| No. 40 | 0.425 | 11.81 | 38.94 | 61.06 |
| No. 50 | 0.297 | 9.38 | 48.32 | 51.68 |
| No. 60 | 0.250 | 10.09 | 58.41 | 41.59 |
| No. 80 | 0.177 | 14.60 | 73.01 | 26.99 |
| No. 100 | 0.150 | 4.73 | 77.74 | 22.26 |
| No. 200 | 0.075 | 10.23 | 87.96 | 12.04 |
| FONDO | --- | 12.04 | 100.00 | 0.00 |

La tabla muestra los resultados de las pruebas correspondientes al análisis del tamaño de partículas del tamiz, en donde se presenta el porcentaje que pasa por el tamiz N.º 200 de la muestra tomada la calicata 1 (en adelante llamada C-1) cuya profundidad de excavación fue de 1.50 m, realizado bajo lo dispuesto en la norma NTP 339.128.

Tabla 5. Clasificación del suelo de la calicata 1

| Clasificación del suelo C-1 | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487) | CL |
| CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282) | A-2-6 (0) |
| Nombre del grupo | Arcilla arenosa de baja plasticidad |

En la tabla se presenta la clasificación del suelo de la calicata 1, donde la clasificación SUCS evidenció un valor de (CL) y en la clasificación AASHTO un valor (A-S-6) por lo que pertenece a una clasificación de arcilla arenosa de baja plasticidad.

Tabla 6. Distribución granulométrica de calicata 2

| Tamiz | Abertura (mm) | % parcial retenido | % acumulado retenido | % acumulado que pasa |
|------------|---------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| 2 ½ in. | 63.300 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2 in. | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 -1/2 in. | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 in. | 25.400 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| ¾ in. | 19.000 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/8 in. | 9.500 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| No. 4 | 4.750 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| No. 8 | 2.380 | 3.56 | 3.56 | 96.44 |
| No. 10 | 2.000 | 1.71 | 5.27 | 94.73 |
| No. 16 | 1.190 | 2.28 | 7.55 | 92.45 |
| No. 20 | 0.840 | 8.27 | 15.82 | 84.18 |
| No. 30 | 0.600 | 5.65 | 21.48 | 78.52 |
| No. 40 | 0.425 | 13.54 | 35.02 | 64.98 |
| No. 50 | 0.297 | 9.31 | 44.33 | 55.67 |

| | | | | |
|---------|-------|-------|--------|-------|
| No. 60 | 0.250 | 4.56 | 48.89 | 51.11 |
| No. 80 | 0.177 | 8.88 | 57.78 | 42.22 |
| No. 100 | 0.150 | 3.04 | 60.81 | 39.19 |
| No. 200 | 0.075 | 6.84 | 67.66 | 32.34 |
| FONDO | --- | 32.34 | 100.00 | 0.00 |

La tabla muestra los resultados de las pruebas correspondientes al análisis del tamaño de partículas del tamiz, en donde se presenta el porcentaje que pasa por el tamiz N.º 200 de la muestra tomada de la calicata 2 (en adelante llamada C-2) cuya profundidad de excavación fue de 1.50 m, realizado bajo lo dispuesto en la norma NTP 339.128.

Tabla 7. Clasificación del suelo de la calicata 2

| Clasificación del suelo C-1 | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Clasificación SUCS (ASTM D2487) | CL |
| Clasificación AASHTO (ASTM D3282) | A-2-6 (0) |
| Nombre del grupo | Arcilla arenosa de baja plasticidad |

En la tabla se presenta la clasificación del suelo de la calicata 2, donde la clasificación SUCS evidenció un valor de (CL) y en la clasificación AASHTO un valor (A-S-6) por lo que pertenece a una clasificación de arcilla arenosa de baja plasticidad.

Tabla 8. Distribución granulométrica de calicata 3

| Tamiz | Abertura (mm) | % parcial retenido | % acumulado retenido | % acumulado que pasa |
|------------|---------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| 2 1/2 in. | 63.300 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2 in. | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 100,00 |
| 1 -1/2 in. | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 in. | 25.400 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/4 in. | 19.000 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/8 in. | 9.500 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| No. 4 | 4.750 | 1.30 | 1.30 | 98.70 |
| No. 8 | 2.380 | 4.47 | 5.77 | 94.23 |
| No. 10 | 2.000 | 3.93 | 9.70 | 90.30 |
| No. 16 | 1.190 | 4.54 | 14.24 | 85.76 |
| No. 20 | 0.840 | 5.79 | 20.03 | 79.97 |
| No. 30 | 0.600 | 4.17 | 24.20 | 75.80 |
| No. 40 | 0.425 | 11.85 | 36.05 | 63.95 |
| No. 50 | 0.297 | 9.55 | 45.59 | 54.41 |
| No. 60 | 0.250 | 8.19 | 53.78 | 46.22 |

| | | | | |
|---------|-------|-------|--------|-------|
| No. 80 | 0.177 | 12.86 | 66.64 | 33.36 |
| No. 100 | 0.150 | 5.57 | 72.22 | 27.78 |
| No. 200 | 0.075 | 12.96 | 85.18 | 14.82 |
| FONDO | --- | 14.82 | 100.00 | 0.00 |

La tabla muestra los resultados de las pruebas correspondientes al análisis del tamaño de partículas del tamiz, en donde se presenta el porcentaje que pasa por el tamiz N.º 200 de la muestra tomada de la calicata 3 (en adelante llamada C-3) cuya profundidad de excavación fue de 1.50 m, realizado bajo lo dispuesto en la norma NTP 339.128.

Tabla 9. Clasificación del suelo de la calicata 3

| Clasificación del suelo C-1 | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Clasificación SUCS (ASTM D2487) | CL |
| Clasificación AASHTO (ASTM D3282) | A-2-6 (0) |
| Nombre del grupo | Arcilla arenosa de baja plasticidad |

En la tabla se presenta la clasificación del suelo de la calicata 3, donde la clasificación SUCS evidenció un valor de (CL) y en la clasificación AASHTO un valor (A-S-6) por lo que pertenece a una clasificación de arcilla arenosa de baja plasticidad.

4.1.2. Contenido de humedad

Se definió el contenido de humedad de las muestras bajo estudio a través de pruebas de humedad para determinar el mejor curso para reducir la humedad del suelo. Con base en esta teoría, se obtuvieron los siguientes resultados y se presentan en la siguiente tabla, en la que se compararon las diferencias en el contenido de humedad de los coeficientes con relación a la muestra patrón, donde los tratamientos fueron al 5 %, 10 % y 15 %.

Tabla 10. Resumen de contenido de humedad

| | Contenido de humedad | | | Promedio |
|----------------|----------------------|-------|-------|--------------|
| | C-1 | C-2 | C-3 | |
| Muestra patrón | 9.0 % | 8.8 % | 9.1 % | 9.0 % |
| T1 (5 %) | 9.5 % | 9.4 % | 9.7 % | 9.5 % |
| T2 (10 %) | 9.3 % | 9.1 % | 9.4 % | 9.3 % |
| T3 (15 %) | 9.8 % | 9.7 % | 9.9 % | 9.8 % |

En esta tabla se puede observar el ensayo de contenido de humedad de las tres calicatas en estudio y los distintos tratamientos, donde el contenido de humedad para la muestra patrón en las calicatas C-1, C-2 y C-3 resultó 9 %, 8.8 % y 9.1 % de humedad respectivamente. En cuanto al tratamiento 1 con 5 % de ceniza de leño de ciprés en las calicatas C-1, C-2 y C-3 se obtuvieron valores de 9.5 %, 9.4 % y 9.7 % respectivamente. Con relación al tratamiento 2 con 10 % de ceniza de leño de ciprés en las calicatas C-1, C-2 y C-3 se pudo evidenciar resultados de 9.3 %, 9.1 % y 9.4 % de humedad, respectivamente. Finalmente, en el tratamiento 3 con 15 % de ceniza de leño de ciprés en las calicatas C-1, C-2 y C-3 se encontraron valores de 9.8 %, 9.7 % y 9.9 % de humedad respectivamente.

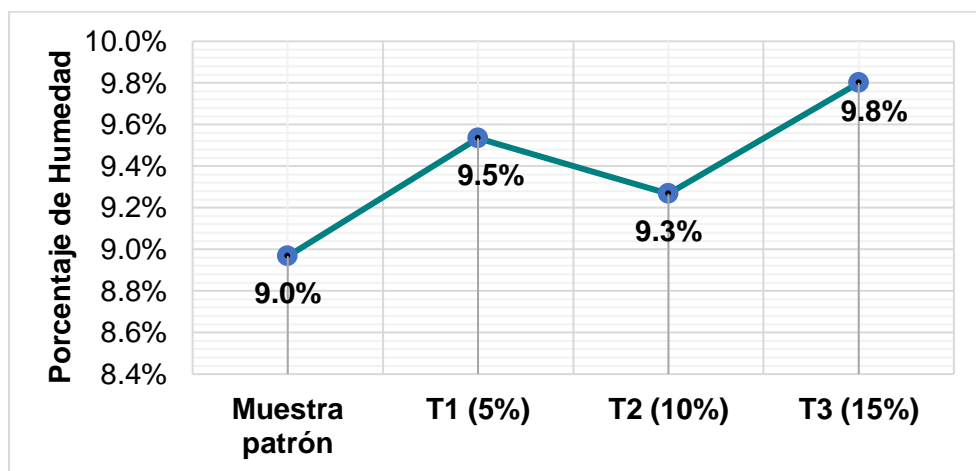


Figura 11. Resumen de contenido de humedad

De la figura se muestra el promedio de humedad de los distintos tratamientos del estudio, donde para la muestra patrón se obtuvo un valor promedio de 9 % de humedad, en cuanto al T1 con 5 % de ceniza de leño de ciprés un valor de 9.5 % de humedad, según al T2 con 10 % de ceniza de leño de ciprés un valor de 9.3 % de humedad y por último, en el T3 con 15 % de ceniza de leño de ciprés un valor de 9.8 % de humedad. De acuerdo con los resultados se infiere que no se obtuvo mejoras significativas con relación a la humedad del suelo con los diferentes tratamientos, ya que los valores del ensayo para el T1, T2 y T3 se ubican por encima de la humedad natural (muestra patrón) del suelo sin ninguna adición.

4.1.3. Límites de consistencia

El límite de Atterberg o límite de densidad del suelo se utiliza para saber y describir a la conducta exacta del suelo en estudio. En esta prueba, el límite líquido (LL), el límite plástico (LP) y la diferencia entre esos números da el índice de plasticidad porcentual (IP). Resumen de los resultados de la pantalla:

Tabla 11. Límites de consistencia

| Límites de consistencia | | | |
|-------------------------|----------------|-----------------|-----------------------|
| | Limite liquido | Limite plástico | Índice de plasticidad |
| Muestra patrón | 20.25 % | 8.34 % | 11.91 |
| T1 (5 %) | 20.0 % | 16.0 % | 4.0 |
| T2 (10 %) | 19.3 % | 12.0 % | 7.3 |
| T3 (15 %) | 21.0 % | 12.0 % | 9.0 |

Los límites de Atterberg hacen posible una codificación completa de la arcilla y una evaluación de varias de sus propiedades. Estos están correlacionados con la capacidad de una sustancia para absorber agua y el volumen de agua que contiene. En la tabla se muestran los resultados obtenidos de los ensayos correspondientes a la plasticidad del material, estos indican que el límite líquido de la muestra patrón fue de 20.25 % y para los tratamientos T1 = 20 %, T2 = 19.3 % y T3 = 21 % respectivamente, en relación a límite plástico, se pudo evidenciar los siguientes valores: muestra patrón = 8.34 %, T1 = 16 %, T2 = 12 % y T3 = 12 % y, por último, al desarrollar el cálculo para el índice de plasticidad, los resultados fueron: muestra patrón = 11.91, T1 = 4, T2 = 7.3 y T3 = 9.

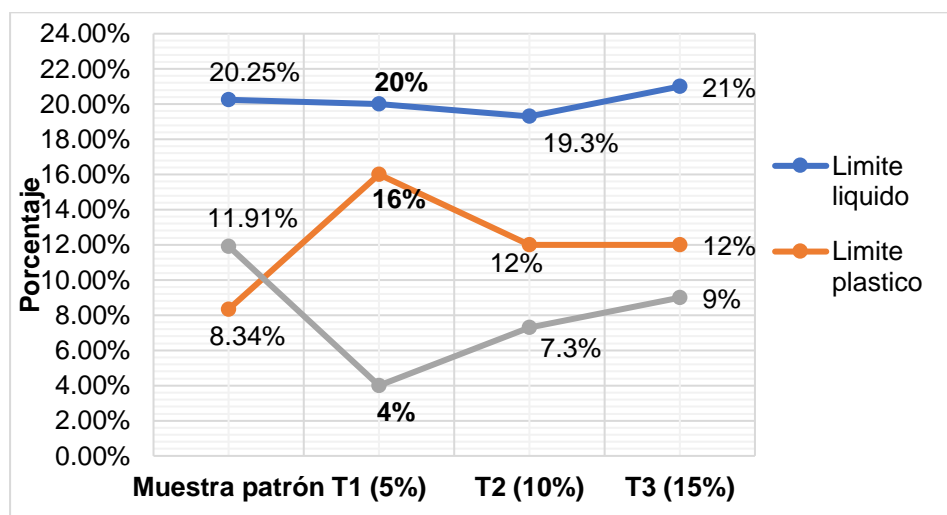


Figura 12. Límites de consistencia

Para determinar el tamaño del intervalo de humedad en el que el suelo tiene su consistencia plástica, se realizó un cálculo con relación al índice de plasticidad. Según

los resultados obtenidos, la muestra patrón, T2 y T3 tiene una plasticidad media ($7 < IP \leq 20$) lo que caracteriza principalmente un suelo arcilloso de mediana plasticidad. En cuanto al T1 con 5 % de ceniza de leño de ciprés, se obtuvo $IP > 7$ lo que refiere una baja plasticidad del suelo.

4.1.4. CBR

Usando la Prueba de relación de soporte de California, se realizaron pruebas de suelo natural (muestras modelo) y varios tratamientos para establecer los parámetros del suelo que cuantifican la resistencia al suelo. Con relación al concepto, están los resultados consecutivos, donde, el porcentaje de tolerancia de los tratamientos se comparó con muestras estándar, donde los tratamientos fueron al 5 %, 10 % y 15 %.

Tabla 12. Resumen de ensayo de relación de soporte de california (CBR)

| | CBR | | | Promedio |
|----------------|--------|--------|--------|----------|
| | C-1 | C-2 | C-3 | |
| Muestra patrón | 12.2 % | 12.9 % | 12.0 % | 12.4 % |
| T1 (5 %) | 14.4 % | 15.2 % | 13.3 % | 14.3 % |
| T2 (10 %) | 12.0 % | 12.4 % | 11.9 % | 12.1 % |
| T3 (15 %) | 11.2 % | 11.8 % | 11.0 % | 11.3 % |

En la presente tabla se muestra el ensayo de relación de soporte de california (CBR) de la muestra del estudio, del cual por medio del análisis para la muestra patrón se pudo evidenciar los siguientes valores: C-1 = 12.2 %; C-2 = 12.2 % y C-3 = 12 %. Por otro lado, en cuanto al tratamiento 1 con 5 % de ceniza de leño de ciprés los valores fueron: C-1 = 14.4 %; C-2 = 15.2 % y C-3 = 13.3 %. Mientras que para el tratamiento 2 con 10 % de ceniza de leño de ciprés se obtuvo los valores siguientes: C-1 = 12 %; C-2 = 12.4 % y C-3 = 11.9 %. Finalmente, del análisis para el tratamiento 3 con 15 % de ceniza de leño de ciprés los resultados obtenidos fueron: C-1 = 11.2 %; C-2 = 11.8 % y C-3 = 11 %.

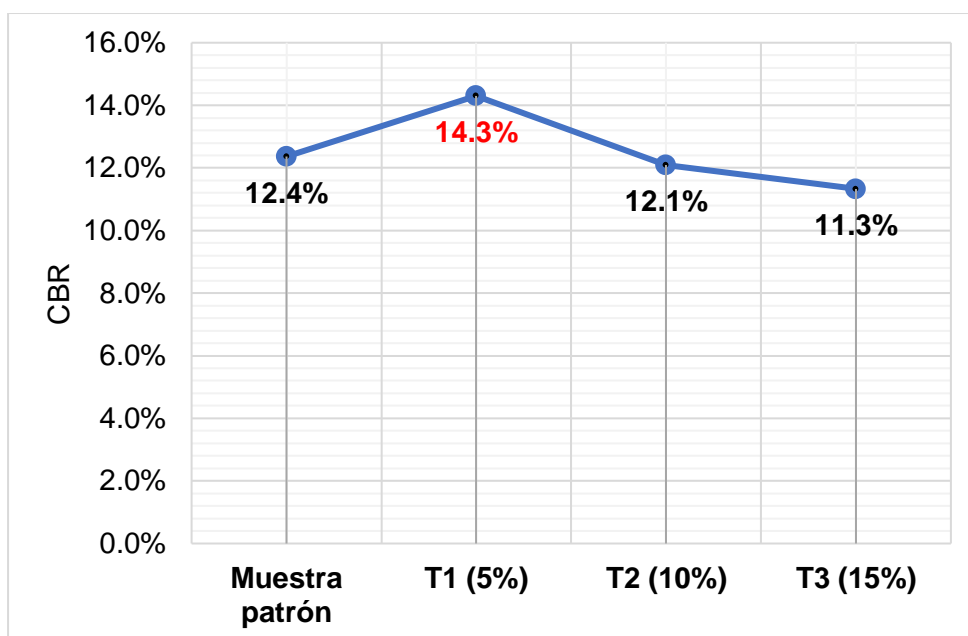


Figura 13. Promedio del ensayo de relación de soporte de California (CBR)

De la figura, se muestra el promedio del ensayo de relación de soporte de california (CBR), del análisis se pudo evidenciar que la muestra patrón obtuvo un valor de 12.4 %, el tratamiento 1 un valor de 14.3 %, el tratamiento 2 un resultado de 12.1 % y, por último, el tratamiento 4 un resultado de 11.3 %. De acuerdo con los resultados se infiere que no hay presencia de mejora en CBR del suelo en los tratamientos T2 y T3 respecto a la muestra patrón, lo que evidencia que la adición de ceniza de leño de ciprés no mejora en la densidad del suelo. Sin embargo, se evidencia una mejora en el CBR del suelo con el tratamiento T1 con 5 % de ceniza de leño de ciprés donde el valor fue 14.3 % por encima del valor de la muestra patrón.

4.2. Prueba de hipótesis

Se utilizó el software SPSS 26 para realizar la prueba de hipótesis. Las variables numéricas se tomaron en consideración al momento de crear el análisis estadístico y se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para determinar si los datos presentaban o no una normal distribución.

4.2.1. Prueba inferencial para contenido de humedad

4.2.1.1. Objetivo específico 1

Identificar la influencia de la adición de ceniza de leño de ciprés en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

4.2.1.2. Hipótesis específica 1

La adición de ceniza de leño de ciprés mejora el contenido de humedad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

4.2.1.3. Planteamiento de la prueba de hipótesis general

Hipótesis nula (H₀): La adición de ceniza de leño de ciprés no mejora el contenido de humedad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

Hipótesis alterna (H_a): La adición de ceniza de leño de ciprés mejora el contenido de humedad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

Se comienza realizando un análisis descriptivo de los resultados de las pruebas para los distintos tratamientos del suelo antes de pasar a la prueba de normalidad y homogeneidad para el análisis de la prueba de hipótesis. Se define el nivel de significación como $\alpha = 0,05$, que representa la cantidad de error que se supone cuando se ejecutan las pruebas.

Asimismo, se realiza la prueba de Anova para cotejar los diferentes tratamientos e identificar cuál es significativamente superior al grupo de control. Mediante el test de Tukey se determina qué tratamiento es el más exitoso.

Tabla 13. Prueba de normalidad para el contenido de humedad

| Identificador del suelo | Kolmogórov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-------------------------|---------------------------------|-------|------|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Muestra patrón | 0.253 | 3 | | 0.964 | 3 | 0.637 |
| Contenido de humedad | T1 (5 %) | 0.253 | 3 | 0.964 | 3 | 0.637 |
| | T2 (10 %) | 0.253 | 3 | 0.964 | 3 | 0.637 |
| | T3 (15 %) | 0.175 | 3 | 1.000 | 3 | 1.000 |

Los valores de significación de la tabla son superiores a 0,05, lo que indica una distribución normal. Después de eso, como se muestra en la evidencia a continuación, se realizó la prueba Anova.

Tabla 14. Prueba de Anova para contenido de humedad

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|-------|
| Entre grupos | 1.149 | 3 | 0.383 | 19.153 | 0.001 |
| Dentro de grupos | 0.160 | 8 | 0.020 | | |
| Total | 1.309 | 11 | | | |

Planteamiento de las hipótesis

- Ho: $T_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4$
- Ha: $T_i \neq T_j$

Según la regla de decisión, se decide aceptar la hipótesis alternativa porque la tabla muestra un valor de significancia de $0.001 < 0.05$. De esto, se consigue concluir que los tratamientos estudiados tienen diferentes efectos sobre el contenido de humedad del suelo. Luego se realizó la prueba *post hoc* de Tukey para confirmar que existen diferencias estadísticas entre los grupos.

Tabla 15. Comparaciones múltiples para contenido de humedad

| (I) Identificador del suelo | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95 % | | |
|-----------------------------|----------------------------|-------------|---------|--------------------------------|-----------------|---------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior | |
| Muestra patrón | T1 (5 %) | -,56667* | 0.11547 | 0.005 | -0.9364 | -0.1969 |
| | T2 (10 %) | -0.30000 | 0.11547 | 0.117 | -0.6698 | 0.0698 |
| | T3 (15 %) | -,83333* | 0.11547 | 0.000 | -1.2031 | -0.4636 |
| | Muestra patrón | ,56667* | 0.11547 | 0.005 | 0.1969 | 0.9364 |
| T1 (5 %) | T2 (10 %) | 0.26667 | 0.11547 | 0.175 | -0.1031 | 0.6364 |
| | T3 (15 %) | -0.26667 | 0.11547 | 0.175 | -0.6364 | 0.1031 |
| T2 (10 %) | Muestra patrón | 0.30000 | 0.11547 | 0.117 | -0.0698 | 0.6698 |

| | | | | | | |
|-----------|----------------|----------|---------|-------|---------|---------|
| | T1 (5 %) | -0.26667 | 0.11547 | 0.175 | -0.6364 | 0.1031 |
| | T3 (15 %) | -,53333* | 0.11547 | 0.007 | -0.9031 | -0.1636 |
| | Muestra patrón | ,83333* | 0.11547 | 0.000 | 0.4636 | 1.2031 |
| T3 (15 %) | T1 (5 %) | 0.26667 | 0.11547 | 0.175 | -0.1031 | 0.6364 |
| | T2 (10 %) | ,53333* | 0.11547 | 0.007 | 0.1636 | 0.9031 |

En la tabla, se observa la variación de forma significativa respecto al suelo natural, excepto el tratamiento T2 con 10 % de ceniza de leño de ciprés, ya que la significancia es superior a 0.05.

Tabla 16. Subconjuntos de Tukey para el contenido de humedad

| Identificador del suelo | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|-------------------------|---|------------------------------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Muestra patrón | 3 | 9.0 | | |
| T1 (5 %) | 3 | 9.3 | 9.3 | |
| T2 (10 %) | 3 | | 9.5 | 9.5 |
| T3 (15 %) | 3 | | | 9.8 |
| Sig. | | 0.117 | 0.175 | 0.175 |

Con un nivel de significancia de 0.05, según el análisis de la prueba de Tukey, se afirma que el porcentaje de humedad promedio del suelo natural es menor a los otros tres tratamientos (T1, T2 y T3). Con lo que se infiere que no hay mejora en el porcentaje de humedad, ya que no hubo disminución en ninguno de los tratamientos aplicados a la subrasante del suelo.

4.2.2. Prueba inferencial para límites de consistencia

4.2.2.1. Objetivo específico 2

Identificar la influencia de la adición de ceniza de leño de ciprés en el índice de plasticidad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

4.2.2.2. Hipótesis específica 2

La adición de ceniza de leño de ciprés mejora el índice de plasticidad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

4.2.2.3. Planteamiento de la prueba de hipótesis general

Hipótesis nula (H₀): La adición de ceniza de leño de ciprés **no mejora** el índice de plasticidad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

Hipótesis alterna (H_a): La adición de ceniza de leño de ciprés **mejora** el índice de plasticidad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

Se comienza realizando un análisis descriptivo de los resultados de las pruebas para los distintos tratamientos del suelo antes de pasar a la prueba de normalidad y homogeneidad para el análisis de la prueba de hipótesis. Se define el nivel de significación como $\alpha = 0,05$, que representa la cantidad de error que se supone cuando se ejecutan las pruebas.

Asimismo, se realiza la prueba de Anova para cotejar los diferentes tratamientos e identificar cuál es significativamente superior al grupo de control. Mediante el test de Tukey se determina qué tratamiento es el más exitoso.

Tabla 17. Prueba de normalidad para el índice de plasticidad

| Identificador del suelo | Kolmogórov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-------------------------|---------------------------------|-------|------|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Muestra patrón | 0.253 | 3 | | 0.964 | 3 | 0.637 |
| Índice de plasticidad | T1 (5 %) | 0.253 | 3 | 0.964 | 3 | 0.637 |
| | T2 (10 %) | 0.253 | 3 | 0.964 | 3 | 0.637 |
| | T3 (15 %) | 0.253 | 3 | 0.964 | 3 | 0.637 |

Los valores de significación de la tabla son superiores a 0,05, lo que indica una distribución normal. Después de eso, como se muestra en la evidencia a continuación, se realizó la prueba Anova.

Tabla 18. Prueba de Anova para el índice de plasticidad

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|----------|-------|
| Entre grupos | 97.402 | 3 | 32.467 | 1830.865 | 0.000 |
| Dentro de grupos | 0.142 | 8 | 0.018 | | |
| Total | 97.544 | 11 | | | |

Planteamiento de las hipótesis

- Ho: $T_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4$
- Ha: $T_i \neq T_j$

Según la regla de decisión, se decide aceptar la hipótesis alternativa porque la tabla muestra un valor de significancia de $0.001 < 0.05$. De esto, se concluye que los tratamientos estudiados tienen diferentes efectos sobre el índice de plasticidad del suelo arcilloso. Luego se realizó la prueba *post hoc* de Tukey para confirmar que existen diferencias estadísticas entre los grupos.

Tabla 19. Comparaciones múltiples para el índice de plasticidad

| (I) Identificador del suelo | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95 % | | |
|-----------------------------|----------------------------|-------------|---------|--------------------------------|-----------------|---------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior | |
| Muestra patrón | T1 (5 %) | 7,87000* | 0.10873 | 0.000 | 7.5218 | 8.2182 |
| | T2 (10 %) | 4,43667* | 0.10873 | 0.000 | 4.0885 | 4.7849 |
| | T3 (15 %) | 2,77000* | 0.10873 | 0.000 | 2.4218 | 3.1182 |
| | Muestra patrón | -7,87000* | 0.10873 | 0.000 | -8.2182 | -7.5218 |
| T1 (5 %) | T2 (10 %) | -3,43333* | 0.10873 | 0.000 | -3.7815 | -3.0851 |
| | T3 (15 %) | -5,10000* | 0.10873 | 0.000 | -5.4482 | -4.7518 |
| | Muestra patrón | -4,43667* | 0.10873 | 0.000 | -4.7849 | -4.0885 |
| T2 (10 %) | T1 (5 %) | 3,43333* | 0.10873 | 0.000 | 3.0851 | 3.7815 |
| | T3 (15 %) | -1,66667* | 0.10873 | 0.000 | -2.0149 | -1.3185 |
| | Muestra patrón | -2,77000* | 0.10873 | 0.000 | -3.1182 | -2.4218 |
| T3 (15 %) | T1 (5 %) | 5,10000* | 0.10873 | 0.000 | 4.7518 | 5.4482 |
| | T2 (10 %) | 1,66667* | 0.10873 | 0.000 | 1.3185 | 2.0149 |

Se realizó el análisis de comparaciones múltiples de Tukey entre los distintos porcentajes adicionados para determinar el mejor nivel que sobresale

del resto de niveles. En el porcentaje de T1 se encontró las diferencias más significativas con cada uno de los demás porcentajes.

Tabla 20. Subconjuntos de Tukey para el índice de plasticidad

| Identificador del suelo | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|-------------------------|---|------------------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Muestra patrón | 3 | 4.0 | | | |
| T1 (5 %) | 3 | | 7.3 | | |
| T2 (10 %) | 3 | | | 9.0 | |
| T3 (15 %) | 3 | | | | 11.9 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Con un nivel de significancia de 0.05, según el análisis de la prueba de Tukey, se afirma que el índice de plasticidad del suelo promedio del tratamiento T1 con 5 % de ceniza de leño de ciprés es mayor a los otros tres tratamientos (muestra patrón, T2 y T3). Con lo que se infiere que existe una mejora en el porcentaje del índice de plasticidad del suelo con el tratamiento 1.

4.2.3. Prueba inferencial para CBR

4.2.3.1. Objetivo específico 3

Identificar la influencia de la adición de ceniza de leño de ciprés en el CBR de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

4.2.3.2. Hipótesis específica 3

La adición de ceniza de leño de ciprés mejora el CBR de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

4.2.3.3. Planteamiento de la prueba de hipótesis general

Hipótesis nula (H₀): La adición de ceniza de leño de ciprés **no mejora** el CBR de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

Hipótesis alterna (H_a): La adición de ceniza de leño de ciprés **mejora** el CBR de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio – Collpa, Andahuaylas, 2022.

Se comienza realizando un análisis descriptivo de los resultados de las pruebas para los distintos tratamientos del suelo antes de pasar a la prueba de normalidad y homogeneidad para el análisis de la prueba de hipótesis. Se define el nivel de significación como $\alpha = 0,05$, que representa la cantidad de error que se supone cuando se ejecutan las pruebas.

Asimismo, se realiza la prueba de Anova para cotejar los diferentes tratamientos e identificar cuál es significativamente superior al grupo de control. Mediante el test de Tukey se determina qué tratamiento es el más exitoso.

Tabla 21. Prueba de normalidad para el CBR

| Identificador del suelo | Kolmogórov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-------------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Muestra patrón | 0.304 | 3 | | 0.907 | 3 | 0.407 |
| T1 (5 %) | 0.208 | 3 | | 0.992 | 3 | 0.826 |
| T2 (10 %) | 0.314 | 3 | | 0.893 | 3 | 0.363 |
| T3 (15 %) | 0.292 | 3 | | 0.923 | 3 | 0.463 |

Los valores de significación de la tabla son superiores a 0,05, lo que indica una distribución normal. Después de eso, como se muestra en la evidencia a continuación, se realizó la prueba de Anova.

Tabla 22. Prueba de Anova para el CBR

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|-------|
| Entre grupos | 14.329 | 3 | 4.776 | 13.878 | 0.002 |
| Dentro de grupos | 2.753 | 8 | 0.344 | | |
| Total | 17.083 | 11 | | | |

Planteamiento de las hipótesis

- $H_0: T_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4$
- $H_a: T_i \neq T_j$

Según la regla de decisión, se decide aceptar la hipótesis alternativa porque la tabla muestra un valor de significancia de $0.001 < 0.05$. De esto, se

concluye que los tratamientos estudiados tienen diferentes efectos sobre el porcentaje del CBR del suelo arcilloso. Luego se realizó la prueba *post hoc* de Tukey para confirmar que existen diferencias estadísticas entre los grupos.

Tabla 23. Comparaciones múltiples para el CBR

| (I) Identificador del suelo | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95 % | | |
|-----------------------------|----------------------------|-------------|---------|--------------------------------|-----------------|---------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior | |
| Muestra patrón | T1 (5 %) | -1,93333* | 0.47900 | 0.016 | -3.4673 | -0.3994 |
| | T2 (10 %) | 0.26667 | 0.47900 | 0.942 | -1.2673 | 1.8006 |
| | T3 (15 %) | 1.03333 | 0.47900 | 0.215 | -0.5006 | 2.5673 |
| | Muestra patrón | 1,93333* | 0.47900 | 0.016 | 0.3994 | 3.4673 |
| T1 (5 %) | T2 (10 %) | 2,20000* | 0.47900 | 0.008 | 0.6661 | 3.7339 |
| | T3 (15 %) | 2,96667* | 0.47900 | 0.001 | 1.4327 | 4.5006 |
| | Muestra patrón | -0.26667 | 0.47900 | 0.942 | -1.8006 | 1.2673 |
| T2 (10 %) | T1 (5 %) | -2,20000* | 0.47900 | 0.008 | -3.7339 | -0.6661 |
| | T3 (15 %) | 0.76667 | 0.47900 | 0.430 | -0.7673 | 2.3006 |
| | Muestra patrón | -1.03333 | 0.47900 | 0.215 | -2.5673 | 0.5006 |
| T3 (15 %) | T1 (5 %) | -2,96667* | 0.47900 | 0.001 | -4.5006 | -1.4327 |
| | T2 (10 %) | -0.76667 | 0.47900 | 0.430 | -2.3006 | 0.7673 |

En la tabla, se observa la variación de forma significativa respecto al suelo natural, excepto el tratamiento T2 con 10 % de ceniza de leño de ciprés y T3 con 15 % de ceniza de leño de ciprés, ya que la significancia es superior a 0.05.

Tabla 24. Subconjuntos de Tukey para el CBR

| Identificador del suelo | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|-------------------------|---|------------------------------|-------|
| | | 1 | 2 |
| T3 (15 %) | 3 | 11.3 | |
| T2 (10 %) | 3 | 12.1 | |
| Muestra patrón | 3 | 12.4 | |
| T1 (5 %) | 3 | | 14.3 |
| Sig. | | 0.215 | 1.000 |

Con un nivel de significancia de 0.05, según el análisis de la prueba de Tukey, se afirma que el CRB del suelo promedio del tratamiento T1 con 5 % de ceniza de leño de ciprés es mayor a los otros tres tratamientos (muestra patrón, T2 y T3). Con lo que se infiere que existe una mejora en el porcentaje del CBR del suelo con el tratamiento 1.

4.3. Discusión de resultados

El estudio se desarrolló en base al objetivo general “Evaluar la influencia de la adición de ceniza de leño de ciprés en la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022” donde se aplicó tres diferentes tratamientos de ceniza de leño de ciprés en los siguientes porcentajes (5%, 10% y 15%). Los resultados de la investigación se mostrarán a continuación; en cuanto al contenido de humedad, se demostró que los tres diferentes tratamientos no mejoraron significativamente en comparación con el suelo natural, ya que los porcentajes obtenidos fueron superiores a los de las muestras patrón. Según Espino (26) encontró resultados similares a este estudio en su estudio sobre la adición de ceniza de madera de fondo para la estabilización de suelos arcillosos, donde demostró que el contenido de humedad natural de los suelos arcillosos disminuyó respecto al aumento, igual valor de índice de plasticidad, por lo que se observó la misma evaluación y se observó una disminución al aumentar la adición de cenizas en los tratamientos T0, T1 y T2. En un estudio titulado "Determinación de la incidencia de la adición de ceniza de fondo con respecto al suelo arcilloso", Mamani y Yataco Mamani y Yataco (29) encontraron que agregar ceniza de fondo respecto al suelo arcilloso reduce el índice de plasticidad del ensayo de límites de consistencia y aumenta la gravedad específica de sólidos, promoviendo propiedades físicas del suelo. Finalmente, encontraron que agregar ceniza de fondo al suelo arcilloso investigado optimiza sus propiedades físicas-mecánicas.

En contraste, el tratamiento T1 con 5% de ceniza de leño de ciprés mostró una mejora en la CBR del suelo natural en comparación con los otros tratamientos, lo que indica que el aumento del 5% mejoró la resistencia. Hallazgos similares fueron encontrados por Asfino et al. (22) descubrieron que la adición de cenizas de papel desechado a un suelo arcilloso aumenta la resistencia a la compresión, incrementado con la ceniza con el papel desechado 5% y 10%, al mismo tiempo que reduce ligeramente el potencial de hinchamiento y aumenta el porcentaje de suelo que pasa por el tamizado número 200. utilizado. Por otro lado, Ojeda-Farias (23) en México, investigó el efecto de la ceniza de bagazo de la caña de azúcar sobre la resistencia a CBR, comparando el comportamiento de los suelos naturales estudiados y mezclando porcentajes de 3%, 5% y 7%, para llegar a la conclusión de que El 5% de reemplazo de CBCA se puede determinar como el mejor porcentaje en suelo granular arenoso, ya que mostró

excelentes resultados en la prueba CBR, lo que indica la viabilidad de usar cenizas como sustituto parcial del cemento, para mejorar las propiedades mecánicas del suelo utilizado en la construcción de capas de construcción de carreteras. Mientras que Quinte y Cristóbal (16) en su investigación sobre la estabilidad de subrasante de cenizas de eucalipto en relación con la prueba CBR pudieron mostrar una mejora significativa del 15,7% en comparación con los suelos naturales con un 10% de ceniza de eucalipto añadido, también mostró que los porcentajes más altos tendían a disminuir la CBR del suelo. Asimismo, Torres y Landa (27) utilizaron en su estudio porcentajes de cenizas de 5%, 15% y 25% y concluyeron de sus ensayos que la proporción de material estabilizador era relativa al 5% del peso seco de la arcilla, presentando mejora inmediata de CBR, 110,81% superior al suelo natural.

De manera general, Pérez (25) llega a la conclusión general de que la adición de ceniza de fondo de ladrillera cerámica a suelos arcillosos reduce el Índice de Plasticidad, eleva el porcentaje de CBR y mejora la consistencia y el peso específico de las partículas sólidas, todo lo cual es ventajoso para la conservación del suelo y sus propiedades mecánicas. Como resultado, los suelos arcillosos se estabilizan y sus propiedades mecánicas mejoran mediante la adición de cenizas. Mientras que Espino (26) mostró una alta correlación entre el porcentaje de ceniza de madera añadida y el contenido de humedad natural, el índice de plasticidad y el valor de CBR, también mostró que la adición de ceniza de madera no necesariamente tenía un mayor porcentaje de fondo para garantizar mejores resultados.

CONCLUSIONES

1. El porcentaje de sustitución óptimo de las cenizas constituye el 5% de ceniza de leño de ciprés, ya que, para un porcentaje mayor, la mejora de las propiedades físico mecánicas del suelo en las diferentes muestras no es representativa.
2. De acuerdo al contenido de humedad, cuyo ensayo busca determinar el porcentaje de humedad de las muestras en estudio, se obtuvo un porcentaje promedio de humedad de 9% para el suelo natural sin ninguna adición, por lo que, al realizar la comparación con los tratamientos de ceniza de leño de ciprés, no se obtuvo mejoras significativas en relación a la humedad del suelo, según el análisis de la prueba de Tukey, podemos afirmar que el porcentaje de humedad promedio del suelo natural es menor a los otros tres tratamientos (T1, T2 y T3), del cual se concluye que la ceniza de leño de ciprés no disminuye el contenido de humedad del suelo en ningún porcentaje de tratamiento.
3. De acuerdo con los resultados del ensayo de límites de Atterberg se hizo el cálculo correspondiente al índice de plasticidad, ya que este factor indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee su consistencia plástica. Según los resultados obtenidos, la muestra patrón, T2 y T3 tiene una plasticidad media ($7 < IP \leq 20$) lo que caracteriza principalmente un suelo arcilloso de mediana plasticidad. En cuanto al T1 con 5% de ceniza de leño de ciprés, se obtuvo $IP > 7$ lo que refiere una baja plasticidad del suelo. Con lo que inferimos que existe una mejora significativa con la adición de 5% de ceniza, ya que disminuyó la plasticidad del suelo.
4. En relación a los resultados del análisis de las pruebas de CBR en el suelo natural y los diferentes tratamientos, se pudo evidenciar que el mayor aumento en la eficiencia se logró cuando se aplicó el 5% de ceniza de leño de ciprés (material estabilizador) en relación con el peso seco del suelo natural, muy por encima del límite mínimo de 6 % de CBR. Por el contrario, el aumento de CBR disminuyó a medida que se utilizaba más ceniza de leño de ciprés, lo que se debió principalmente a la reducción excesiva de material arcilloso debido a la casi sustitución de una gran cantidad de material estabilizador.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere utilizar ceniza de leño de ciprés en una proporción no mayor al 5%, ya que se han obtenido buenos resultados en la reducción de la compactación del suelo (CRB). Sin embargo, se recomienda realizar más pruebas de laboratorio en futuras investigaciones para respaldar la afirmación de que esta sustancia es un estabilizador del suelo altamente efectivo.
2. Es importante tener en cuenta que las propiedades de la ceniza pueden variar significativamente según la temperatura de combustión. Por lo tanto, se recomienda realizar un análisis de estabilidad de la ceniza de leño de ciprés a una temperatura de combustión superior a 900 °C, utilizando sílice cristalina, para evaluar su capacidad de mejorar la estabilidad de la arcilla.
3. Con el fin de comprender y analizar de manera más completa el efecto de la adición de ceniza de leño de ciprés, se sugiere llevar a cabo estudios futuros que contemplen distintos porcentajes de adición. De esta forma, se podrán realizar comparaciones más exhaustivas y obtener información valiosa para determinar la cantidad óptima de ceniza de ciprés a utilizar.
4. Realizar un análisis económico de la adición de ceniza de leño de ciprés en la subrasante arcillosa. Esto puede incluir una evaluación de los costos asociados con la adición de ceniza y los beneficios en términos de mejora de las propiedades del suelo y reducción de los costos de mantenimiento a largo plazo.
5. Se recomienda investigar el uso de cenizas provenientes de vertederos no controlados con un contenido de sílice lo suficientemente elevado como para ser reutilizadas en la estabilización del suelo. Esto permitiría explorar nuevas oportunidades de aprovechar este tipo de residuos de manera efectiva y sostenible.

LISTA DE REFERENCIAS

1. **OLANO PÉREZ, Purificación Lisbet; MARÍN BARDALES, Noé Humberto; BENITES CHERO, Julio César.** Incremento del valor de soporte del suelo adicionando ecoestabilizante a partir de cenizas de cascarilla de café arábica. *Suelos Ecuatoriales*. Online. 2021. Vol. 51, no. 1–2, p. 68–76. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8234911>
2. **CHINCHAY DÍAZ, Linberg.** *Influencia del aditivo sika dust seal como agente estabilizador de suelos en la trocha carrozable tramo La Serma - Tambillo Jaén, Cajamarca*. Online. Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. Available from: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2547>
3. **HALL, M.R.; NAJIM, K.B.; KEIKHAEI DEHDEZI, P.** Soil stabilisation and earth construction: materials, properties and techniques. In : *Modern Earth Buildings*. Online. Elsevier, 2012. p. 222–255.
4. **BILLONG, Ndigui; MELO, U.C.; LOUVET, F.; NJOPWOUO, D.** Properties of compressed lateritic soil stabilized with a burnt clay–lime binder: Effect of mixture components. *Construction and Building Materials*. Online. junio 2009. Vol. 23, no. 6, p. 2457–2460. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2008.09.017.
5. **RIVERA, Jhonathan F.; AGUIRRE-GUERRERO, Ana; MEJÍA DE GUTIÉRREZ, Ruby; OROBIO, Armando.** Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). *Informador Técnico*. Online. 30 marzo 2020. Vol. 84, no. 2, p. 43–67. DOI 10.23850/22565035.2530.
6. **RIOS, Sara; CRISTELO, Nuno; VIANA DA FONSECA, António; FERREIRA, Cristiana.** Stiffness Behavior of Soil Stabilized with Alkali-Activated Fly Ash from Small to Large Strains. *International Journal of Geomechanics*. Online. marzo 2017. Vol. 17, no. 3. DOI 10.1061/(ASCE)GM.1943-5622.0000783.
7. **MAKUSA, G. P.** *Soil stabilization methods and materials in engineering practice: State of the art review*. . Luleå tekniska universitet, 2013.
8. **ULATE-CASTILLO, A.** Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empleando productos no tradicionales. *PITRA-LanammeUCR*. Online. 2017. Vol. 8, no. 2. Available from: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/908>
9. **HIGUERA SANDOVAL, C. H.; GÓMEZ CRISTANCHO, J. C.; PARDO NARANJO, Óscar E.** Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. *Revista Facultad de Ingeniería*. Online. 2013. Vol. 21, no. 32, p. 21–40. Available from: <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/1431>

10. **ARRIETA BALDOVINO, Jair de Jesús; DOS SANTOS IZZO, Ronaldo Luis; DA SILVA, Érico Rafael; LUNDGREN ROSE, Juliana.** Sustainable Use of Recycled-Glass Powder in Soil Stabilization. *Journal of Materials in Civil Engineering*. Online. mayo 2020. Vol. 32, no. 5. DOI 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003081.
11. **PHUMMIPHAN, Itthikorn; HORPIBULSUK, Suksun; RACHAN, Runglawan; ARULRAJAH, Arul; SHEN, Shui-Long; CHINDAPRASIRT, Prinya.** High calcium fly ash geopolymer stabilized lateritic soil and granulated blast furnace slag blends as a pavement base material. *Journal of Hazardous Materials*. Online. enero 2018. Vol. 341, p. 257–267. DOI 10.1016/j.jhazmat.2017.07.067.
12. **RIOS, Sara; RAMOS, Catarina; VIANA DA FONSECA, António; CRUZ, Nuno; RODRIGUES, Carlos.** Mechanical and durability properties of a soil stabilised with an alkali-activated cement. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*. Online. 6 febrero 2019. Vol. 23, no. 2, p. 245–267. DOI 10.1080/19648189.2016.1275987.
13. **JITTIN, V.; BAHURUDEEN, A.; AJINKYA, S. D.** Utilisation of rice husk ash for cleaner production of different construction products. *Journal of Cleaner Production*. Online. agosto 2020. Vol. 263, p. 121578. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.121578.
14. **ESCOBAR SULCA, Juan Jesús; QUISPE SÁNCHEZ, Giancarlo Djorkaef; QUISPE SALAZAR, Fernando Raúl; ARANA SOTO, Jammy Bryan; HUARCAYA QUIQUIA, Rosario Belén.** *Estabilización de una subrasante arcillosa de baja plasticidad con cenizas de cáscara de arroz*. Online. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2021. Available from: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18221>
15. **MÁRQUEZ MARTINEZ, Karolina.** *Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados PET en el distrito La Encantada, provincia de Morropón – Piura 2019*. Online. Universidad Nacional de Piura, 2019. Available from: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2241>
16. **QUINTE BALTAZAR, Monica Milagritos; CRISTOBAL GAVANCHO, Fiorella Patricia.** *Estabilización de subrasante con cenizas de eucalipto, paraje turístico Piedra Parada, Concepción, Junín 2021*. Online. Universidad Continental. Facultad de Ingeniería, 2022. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11362>
17. **BUENO REGALADO, Jesus Anthony; TORRE MAZA, Homaly Dayer.** *Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar, Independencia, Huaraz - 2018*. Online. Universidad César Vallejo, 2019. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/40554>
18. **VILLACÍS TRONCOSO, Eugenia de las Mercedes; LUNA HERMOSA, Germán; ESCADEILLAS, Gilles; ROMÁN SOLÓRZANO, Karina; LICUY ORDÓÑEZ, Cristhian; ORBE PINCHAO, Liseth; ZÚÑIGA MORALES, Paúl; GUERRERO BARRAGÁN, Víctor.** *Estabilización de arcillas expansivas con ceniza volcánica y ceniza*

- de cascarilla de arroz. *Revista Tecnológica - ESPOL*. Online. 30 junio 2022. Vol. 34, no. 2, p. 14–27. DOI 10.37815/rte.v34n2.821.
19. **ASFINO PUTRA, Okri; HERMAN, Herman; MEDRIOS, Hamdeni; NUGROHO, Fajar.** Effectiveness of waste paper ash for stabilization on clay soil. *Revista Ingeniería de Construcción*. Online. 2022. Vol. 37, no. 2. DOI 10.7764/RIC.00030.21.
 20. **OJEDA FARIAS, Omar Farid; BALTAZAR ZAMORA, Miguel Ángel; MENDOZA RANGEL, José Manuel.** Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante. *Revista ALCONPAT*. Online. 30 abril 2018. Vol. 8, no. 2, p. 194–208. DOI 10.21041/ra.v8i2.282.
 21. **LICUY ORDÓÑEZ, Cristhian Abel; ROMÁN SOLÓRZANO, Karina Elizabeth.** *Estudio de la estabilización de arcillas expansivas utilizando el 10, 20 y 30 % en peso, de puzolanas de ceniza del volcán Tungurahua y ceniza de la cascarilla de arroz en composiciones iguales*. Online. Escuela Politécnica Nacional, 2020. Available from: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20630>
 22. **PEREZ LOPEZ, R.** *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo para su uso como subrasante mejorada de pavimento, producto de ladrillera Cerámicas Júpiter S.A.C. del departamento de Ucayali*. Online. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ingeniería de Sistemas y de Ingeniería Civil, 2021. Available from: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5148>
 23. **ESPINO MARQUEZ, Yhon Marcial.** *Adición de Ceniza de Madera de Fondo en la Estabilización de Suelos Arcillosos y su Aplicación a Subrasante*. Online. Universidad Peruana Los Andes, 2021. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/3571>
 24. **ALANYA PALOMINO, Cesar Eduardo.** *Estabilización de suelos arcillosos incorporando cenizas de madera, originadas por ladrilleras artesanales, en la red vial vecinal Antarumi – Macachacra, Ayacucho*. Online. Universidad César Vallejo, 2020. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/64764>
 25. **TORRES MONTESINOS, Sergio Feliciano; LANDA ALARCON, Jacques Yitzhak.** *Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal en el tramo de la carretera Tingo María - Monzón en la provincia de Leoncio Prado*. Online. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2020. Available from: <http://hdl.handle.net/10757/653977>
 26. **MAMANI BARRIGA, Lux Eva; YATACO QUISPE, Alejandro Jesús.** *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho*. Online. Universidad de San Martín de Porres. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2017. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12727/3635>

27. **VARGAS CHACALTANA, Luis Alberto.** *Estabilización de subrasante con adición de ceniza Schinus (molle) en la trocha carrozable Yanakillca, Provincia Antabamba, Apurímac-2022.* Online. Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2022. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/87709>
28. **CARBAJAL CESPEDES, Mijael.** *Estabilización de la subrasante adicionando cenizas de madera en la vía de evitamiento, distrito de Abancay, Apurímac-2022.* Online. Universidad César Vallejo, 2022. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92670>
29. **Instituto Nacional de Vías - Invías.** *Glosario de Manual de diseño geométrico de carreteras* Online. Colombia, 2018. Available from: <https://www.invias.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/glosario/130-glosario-manual-diseno-geometrico-carreteras>
30. **Asociación Española de la Carretera; Comité de Seguimiento de la Política de Comunicación.** *La carretera en la sociedad del siglo XXI* Online. España, 2006. Available from: http://www.aecarretera.com/Libro_definitivo.pdf
31. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones.** *Manual de Carreteras-Suelos, Geología y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos* Online. Lima, Perú, 2014. Available from: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC_NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7_SGGP-2014.pdf
32. **RONDÓN-QUINTANA, Hugo Alexander; RUGE-CÁRDENAS, Juan Carlos; MUNIZ de FARIAS, Márcio.** Behavior of Hot-Mix Asphalt Containing Blast Furnace Slag as Aggregate: Evaluation by Mass and Volume Substitution. *Journal of Materials in Civil Engineering.* Online. febrero 2019. Vol. 31, no. 2. DOI 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002574.
33. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones.** *Manual de ensayo de materiales* Online. Peru, 2016. Available from: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual_Ensayo_de_Materiales.pdf
34. **KRAEMER, C, PARDILLO, J.; ROCCI, S.; ROMANA, M.; SÁNCHEZ, V.** *Ingeniería de Carreteras.* . Madrid, España : McGraw-Hill, 2004.
35. **MOSQUEDA TINOCO, A.** Identificación de arcillas expansivas. *Tecnología y ciencias del agua.* Online. 1986. N.º 3, p. 9–18. Available from: <http://revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/514/451>
36. **ESCOBAR POTES, C.; DUQUE ESCOBAR, G.** *Geotecnia para el trópico andino.* . Colombia : Departamento de Matemáticas y Estadística, 2016.
37. **MONTEJO FONSECA, Alfonso; MONTEJO PIRATOVA, Alejandro; MONTEJO PIRATOVA, Alberto.** *Estabilización de Suelos.* Ediciones De La U, 2018.

38. **LIU, Yuyi; SU, Yunhe; NAMDAR, Abdoullah; ZHOU, Guoqing; SHE, Yuexin; YANG, Qin.** Utilization of Cementitious Material from Residual Rice Husk Ash and Lime in Stabilization of Expansive Soil. *Advances in Civil Engineering*. Online. 1 abril 2019. P. 1–17. DOI 10.1155/2019/5205276.
39. **HASAN, Umair; CHEGENIZADEH, Amin; BUDIHARDJO, Mochamad Arief; NIKRAZ, Hamid.** Experimental Evaluation of Construction Waste and Ground Granulated Blast Furnace Slag as Alternative Soil Stabilisers. *Geotechnical and Geological Engineering*. Online. 21 diciembre 2016. Vol. 34, no. 6, p. 1707–1722. DOI 10.1007/s10706-016-9983-z.
40. **FIROOZI, Ali Akbar; GUNEY OLGUN, C.; FIROOZI, Ali Asghar; BAGHINI, Mojtaba Shojaei.** Fundamentals of soil stabilization. *International Journal of Geo-Engineering*. Online. 16 diciembre 2017. Vol. 8, no. 1, p. 26. DOI 10.1186/s40703-017-0064-9.
41. **LIU, Jin; SHI, Bin; JIANG, Hongtao; HUANG, He; WANG, Gonghui; KAMAI, Toshitaka.** Research on the stabilization treatment of clay slope topsoil by organic polymer soil stabilizer. *Engineering Geology*. Online. enero 2011. Vol. 117, no. 1–2, p. 114–120. DOI 10.1016/j.enggeo.2010.10.011.
42. **DAS, Braja.** *Fundamentals of Geotechnical Engineering*. . Auckland, Nueva Zelanda : Global Engineering, 2013.
43. **SYED-ZUBER, S. Z.; KAMARUDIN, H.; MUSTAFA, A.; ABDULLAH, M.; BINGUSSAIN, M.; SALWAS, M.** Review on soil stabilization techniques. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2013. Vol. 7, p. 258–265.
44. **BEHNOOD, Ali.** Soil and clay stabilization with calcium- and non-calcium-based additives: A state-of-the-art review of challenges, approaches and techniques. *Transportation Geotechnics*. Online. diciembre 2018. Vol. 17, p. 14–32. DOI 10.1016/j.trgeo.2018.08.002.
45. **MOGHAL, Arif Ali Baig.** State-of-the-Art Review on the Role of Fly Ashes in Geotechnical and Geoenvironmental Applications. *Journal of Materials in Civil Engineering*. Online. agosto 2017. Vol. 29, no. 8. DOI 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001897.
46. **KIM, Bumjoo; PREZZI, Monica; SALGADO, Rodrigo.** Geotechnical Properties of Fly and Bottom Ash Mixtures for Use in Highway Embankments. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. Online. julio 2005. Vol. 131, no. 7, p. 914–924. DOI 10.1061/(ASCE)1090-0241(2005)131:7(914).
47. **JOSHI, Amruta R.; PATEL, Satyajit; SHAHU, Jagdish Telangrao.** Utilization of Class ‘C’ Fly Ash in Flexible Pavement System—A Review. In : *Geotechnics for Transportation Infrastructure*. Online. 2019. p. 629–638.

48. **Ministerio de Fomento.** *Cenizas volantes de carbón y cenizas de hogar o escorias* Online. España, 2011. Available from:
<http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/24/diciembre-2011/>
49. **GONZÁLES, A.** *Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal - ceniza volante.* . Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014.
50. **ROJAS-RODRÍGUEZ, Freddy; TORRES-CÓRDOBA, Gustavo.** Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción Ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.). *Revista Forestal Mesoamericana Kurú.* Online. 29 diciembre 2014. Vol. 12, no. 28, p. 46. DOI 10.18845/rfmk.v12i28.2099.
51. **HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ-COLLADO, C.; BAPTISTA-LUCIO, M. del P.** *Metodología de la investigación.* 6ta ed. México : McGraw-Hill, 2014.
52. **HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R.; MENDÓZA, C.** *Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa cualitativa y mixta.* . Ciudad de México, México : Mc Graw Hill, 2018. ISBN 978-1-4562-6096-5.
53. **MEJIA, E.** *Técnicas e instrumentos de investigación.* Primera Ed. Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005.
54. **TAMAYO y TAMAYO, Mario.** *El proceso de la investigación científica.* 4ta edición. Mexico : Limusa, 2004.
55. **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.** Norma de suelos y cimentaciones E.050, 2018.

ANEXOS

Anexo 1
Operacionalización de variables

| | Tipo De Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Unidades De Medidas | Tipo De Variable | Escala De Medición |
|------------------------|---|--|--|--|--|----------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Variable Independiente | Estabilización con ceniza de leño de ciprés | La estabilización es un proceso de mejoramiento de suelos que implica la adición de ceniza, generalmente producida por la combustión de madera u otros materiales orgánicos, al suelo existente para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas (24). | La incorporación de ceniza de leño de ciprés se realizó en diferentes porcentajes al suelo arcilloso para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, se evaluó mediante la adición de 5%, 10% y 15% de ceniza. | % de dosificación de ceniza de leño de ciprés proporción peso del cemento | 0% de ceniza de leño de ciprés | kg | Cuantitativa | Nominal |
| | | | | | Incorporación de 5% de ceniza de leño de ciprés | kg | Cuantitativa | |
| | | | | | Incorporación de 10% de ceniza de leño de ciprés | kg | Cuantitativa | |
| | | | | | Incorporación de 15% de ceniza de leño de ciprés | kg | Cuantitativa | |
| Variable Dependiente | Subrasante de suelo arcilloso | La subrasante de suelo arcilloso es la capa inferior de una vía de transporte terrestre, que se encuentra directamente debajo de la capa de base y la capa de rodadura. Esta capa está compuesta por suelo arcilloso, que se caracteriza por su alta plasticidad y expansión (31). | La evaluación de la subrasante de suelo arcilloso será mediante la evaluación del contenido de humedad del suelo, el índice de plasticidad y el CBR del suelo. | Contenido de humedad Índice de plasticidad | Ensayo de contenido de humedad | % | Cuantitativa | Numérica |
| | | | | | (LL) - (LP) = (IP) | % | Cuantitativa | Numérica |
| | | | | CBR | Ensayo de Proctor Modificado | Gr/cm3 | Cuantitativa | Numérica |

Anexo 2

Matriz de consistencia

| Problema general | Objetivo general | Hipótesis general | Variables | Dimensiones | Indicadores | Metodológico |
|---|--|---|---|---|---|---|
| ¿Cómo influye la adición de ceniza de leño de ciprés en la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022? | Evaluar la influencia de la adición de ceniza de leño de ciprés en la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022 | La adición de ceniza de leño de ciprés mejora las propiedades físico - mecánicas de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022 | Estabilización con ceniza de leño de ciprés | % de dosificación de ceniza de leño de ciprés proporción peso del cemento | 0% de ceniza de leño de ciprés Incorporación de 5% de ceniza de leño de ciprés Incorporación de 10% de ceniza de leño de ciprés Incorporación de 15% de ceniza de leño de ciprés | Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Explicativo Método de investigación: Científica De Enfoque Cuantitativa Diseño de investigación: Cuasi Experimental Técnicas de recolección de datos • Observación directa Instrumentos de recolección de datos • Fichas técnicas del laboratorio de pruebas a realizar |
| Problema Específicos | Objetivo Específicos | Hipótesis Específicos | | | | |
| ¿Cómo influye la adición de ceniza de leño de ciprés en el contenido de humedad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022? | Identificar la influencia la adición de ceniza de leño de ciprés en el contenido de humedad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022 | La adición de ceniza de leño de ciprés influye significativamente en el contenido de humedad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022 | Subrasante de suelo arcilloso | Contenido de humedad Índice de plasticidad CBR | Ensayo de contenido de humedad (LL) - (LP) = (IP) Ensayo de Proctor Modificado | Población: La población de estudio estuvo compuesta por los suelos de la carretera Matapuquio-Collpa, que abarca una longitud total de 18.6 kilómetros y conecta los centros poblados de Matapuquio y Collpa. |
| ¿Cómo influye la adición de ceniza de leño de ciprés en el índice de plasticidad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022? | Identificar la influencia la adición de ceniza de leño de ciprés en el índice de plasticidad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022 | La adición de ceniza de leño de ciprés influye significativamente en el índice de plasticidad de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022 | | | | |

¿Cómo influye la adición de ceniza de leño de ciprés en el CBR de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022?

Identificar la influencia la adición de ceniza de leño de ciprés en el CBR de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022

La adición de ceniza de leño de ciprés influye significativamente en el CBR de la subrasante de suelo arcilloso en la carretera Matapuquio - Collpa, Andahuaylas 2022


Muestra:

La muestra del estudio se conformó por el suelo de la subrasante ubicada en la progresiva (Km: 15 + 100 – Km 18 + 300)

Anexo 3

Certificados de laboratorio

Certificación de la ceniza de leño de ciprés

 **MATESTLAB S.A.C.**
Laboratorio de Ensayos de Materiales

CERTIFICADO DE ENSAYO
CQ-4543922-08

1. DATOS DEL CLIENTE

a. **Solicitante** : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA
FREDY UTANI HUASCO

b. **Tesis** : “INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022”.

2. FECHAS DE ENSAYO

a. **Inicio** : 22/11/2022

b. **Finalización** : 23/11/2022

c. **Emisión de Informe** : 23/11/2022

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

a. **Temperatura** : 21.1 °C

b. **Humedad Relativa** : 43%

4. ENSAYO SOLICITADO Y MÉTODO UTILIZADO

a. **Ensayo solicitado** : COMPOSICIÓN QUÍMICA DE OXIDOS


Método solicitado : FLUORESCENCIA DE RAYOS X


5. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS


TABLA 1: DATOS DE LA MUESTRA A ENSAYAR

| CÓDIGO | NOMBRE DE PRODUCTO | INFORMACIÓN ADICIONAL |
|------------|--------------------------|--|
| MTL-426-08 | Ceniza de leño de ciprés | Código de muestra: CE-531 Toma de muestra: 22/11/22 |

* Los resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio por parte del solicitante.

 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

 975232841
922318222

 informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com



MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayos de Materiales



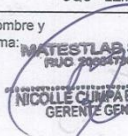

6. RESULTADOS


a. Resultados obtenidos:


TABLA 2: RESULTADOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA


| CÓDIGO | ENSAYOS | UNIDAD | RESULTADO |
|------------|---|--------|-----------|
| MTL-426-08 | Determinación de óxido de calcio (CaO) | % | 16.01 |
| | Determinación de dióxido de silicio (SiO ₂) | % | 59.52 |
| | Determinación de trióxido de azufre (SO ₃) | % | 4.11 |
| | Determinación de óxido de magnesio (MgO) | % | 2.32 |
| | Determinación de óxido de manganeso (MnO) | % | 3.71 |
| | Determinación de trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃) | % | 2.22 |
| | Determinación de pentóxido de fósforo (P ₂ O ₅) | % | 1.1 |
| | Determinación de trióxido de hierro (Fe ₂ O ₃) | % | 2.96 |
| | Determinación de óxido de bario (BaO) | % | 1.23 |
| | Determinación de óxido de zinc (ZnO) | % | 0.12 |
| | Determinación de óxido de cobre (CuO) | % | 0.03 |
| | Determinación de trióxido de cromo (CrO ₃) | % | 0.98 |
| | Otros | % | 4.14 |

* Los resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio por parte del solicitante.

| MATESTLAB SAC | | | | | |
|---|----|----|---|----|--|
| TECNICO LEM | | D: | JEFE LEM | | D: |
| Nombre y firma: | M: | | Nombre y firma: | M: | Nombre y firma: |
|  | | |  | |  |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayos de Materiales | | | MATESTLAB S.A.C. KELY YAMINA TIMOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 163999 | | MATESTLAB S.A.C. RUC 20284126972 NICOLLE CLIMPA BARRETO GERENTE GENERAL |

 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

 975232841
922318222

 informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Validación de Juicio de Expertos

CERTIFICADO DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto: Vildoso Flores, Alejandro.
N° de registro CIP: 122950
Especialidad: Construcción
Autores del instrumento: Bach. Altamirano Villena Jhon Yerovi.
 Bach. Utani Huasco Fredy.

Instrumento de evaluación: Contenido de humedad, CBR, granulometría.

II. ASPECTOS DE VALIDACION

(1) MUY DEFICIENTE (2) DEFICIENTE (3) ACEPTABLE (4) BUENA (5) EXCELENTE

| CRITERIOS | INDICADORES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|--|---|---|---|---|-----------|
| CLARIDAD | Los ítems están definidos con lenguaje apropiado y libre de ambigüedad acorde con los sujetos muestrales. | | | | | x |
| OBJETIVIDAD | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar los resultados obtenidos sobre la variable: estabilización de la subrasante con ceniza de leño de ciprés en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales. | | | | | x |
| ACTUALIDAD | El instrumento muestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: estabilización con ceniza de leño de ciprés. | | | | | x |
| ORGANIZACION | Los ítems del instrumento reflejan el orden entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación. | | | | | x |
| SUFICIENCIA | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, indicadores y dimensiones. | | | | | x |
| INTENCIONALIDAD | Las añadiduras del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio. | | | | | x |
| CONSISTENCIA | La información que se recoja a través de las añadiduras del instrumento, describir, análisis y explicar la realidad, motivo de la investigación. | | | | | x |
| COHERENCIA | Las añadiduras del instrumento conllevan relación con los indicadores de cada dimensión de variable: subrasante de suelo arcilloso. | | | | | x |
| METODOLOGIA | La relación entre técnica y el instrumento propuesto garantizan el propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovador. | | | | | x |
| PERTINENCIA | La relación de las añadiduras conlleva relación con la escala valorativa del instrumento. | | | | | x |
| TOTAL | | | | | | 50 |

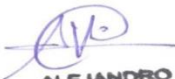
OJO: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 45: sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable

OBSERVACIONES:

OBTENCION DE CALIFICACION 50

Lima, 14 de Noviembre del 2022


SELLO Y FIRMA:


**ALEJANDRO
 VILDOSO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 122950**

Validado por:

| | |
|-----------------------------|--|
| Tipo de validador | Interno (X) Externo () [Docente] |
| Apellidos Y Nombres | Vildoso Flores Alejandro |
| Sexo | Masculino (X) Femenino () |
| Profesión | INGENIERO CIVIL |
| Grado Académico | Licenciado () Magister (X) Doctor () |
| Años de Experiencia Laboral | 5-10 () 11-15 (X) 16-20 () 21 a mas años () |

Solo para validado externo:

| | |
|----------------------------------|---|
| Organización donde labora | COPROVA SRL Y DOCENTE UNIVERSITARIO |
| Cargo Actual | GERENTE DE PROYECTOS/DTP |
| Área de especialización | CONSTRUCCION |
| Número de teléfono de contacto | 989438864 |
| Correo electrónico de contacto | alejandro.vildoso@coprovasrl.com |
| Medio de preferencia de contacto | Por teléfono () Por Correo Electrónico () |
| Firma del validador Experto |  |
| Nombres Y Apellidos | Alejandro Vildoso Flores |
| D.N.I. | 10712728 |

CERTIFICADO DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto: *Farfan Quispitupa Guido*
 N° de registro CIP: *78016*
 Especialidad: *Geotecnia*
 Autores del instrumento: *Bach. Altamirano Villena Jhon Yerovi*
Bach. Utami Huasco Fredy
 Instrumento de evaluación: *Contenido de humedad, CBR, granulometría.*

II. ASPECTOS DE VALIDACION

(1) MUY DEFICIENTE (2) DEFICIENTE (3) ACEPTABLE (4) BUENA (5) EXCELENTE

| CRITERIOS | INDICADORES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|--|---|---|---|---|-----------|
| CLARIDAD | Los ítems están definidos con lenguaje apropiado y libre de ambigüedad acorde con los sujetos muestrales. | | | | | X |
| OBJETIVIDAD | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar los resultados obtenidos sobre la variable: estabilización de la subrasante con ceniza de leño de ciprés en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales. | | | | | X |
| ACTUALIDAD | El instrumento muestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Estabilización con ceniza de leño de ciprés. | | | | | X |
| ORGANIZACION | Los ítems del instrumento reflejan el orden entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación. | | | | | X |
| SUFICIENCIA | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, indicadores y dimensiones. | | | | | X |
| INTENCIONALIDAD | Las añadiduras del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio. | | | | | X |
| CONSISTENCIA | La información que se recoja a través de las añadiduras del instrumento, describir, análisis y explicar la realidad, motivo de la investigación. | | | | | X |
| COHERENCIA | Las añadiduras del instrumento conllevan relación con los indicadores de cada dimensión de variable: subrasante de suelo arcilloso. | | | | | X |
| METODOLOGIA | La relación entre técnica y el instrumento propuesto garantizan el propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovador. | | | | | X |
| PERTINENCIA | La relación de las añadiduras conlleva relación con la escala valorativa del instrumento. | | | | | X |
| TOTAL | | | | | | 50 |

OJO: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 45; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable

OBSERVACIONES:

OBTENCION DE CALIFICACION 50

Lima, *14* Noviembre del 2022


SELLO Y FIRMA:




Validado por:

| | |
|-----------------------------|--|
| Tipo de validador | Interno () Externo () [Docente] |
| Apellidos Y Nombres | Quispitupa Guido farfan |
| Sexo | Masculino (<input checked="" type="checkbox"/>) Femenino () |
| Profesión | |
| Grado Académico | Licenciado () Magister () Doctor () |
| Años de Experiencia Laboral | 5-10 () 11-15 () 16-20 () 21 a mas años () |

Solo para validado externo:

| | |
|----------------------------------|---|
| Organización donde labora | INGEOLAB SRL |
| Cargo Actual | Gerente |
| Área de especialización | Geotecnia |
| Número de teléfono de contacto | 983619242 |
| Correo electrónico de contacto | guido1274@gmail.com |
| Medio de preferencia de contacto | Por teléfono () Por Correo Electrónico <input checked="" type="checkbox"/> |
| Firma del validador Experto |  |
| Nombres Y Apellidos | Guido Farfan Quispitupa |
| D.N.I. | 23976307 |

CERTIFICADO DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto: **CALDERÓN CATAORA JOSÉ ROBERTO**
 N° de registro CIP: **91473**
 Especialidad: **OBRAS VIALES**
 Autores del instrumento: **ALTAMIRANO VILLENA SHON GERONIMO**
UTAN: HUASCO FREDY
 Instrumento de evaluación: Contenido de humedad, CBR, granulometría.

II. ASPECTOS DE VALIDACION

(1) MUY DEFICIENTE (2) DEFICIENTE (3) ACEPTABLE (4) BUENA (5) EXCELENTE

| CRITERIOS | INDICADORES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|--|---|---|---|---|-----------|
| CLARIDAD | Los ítems están definidos con lenguaje apropiado y libre de ambigüedad acorde con los sujetos muestrales. | | | | | X |
| OBJETIVIDAD | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar los resultados obtenidos sobre la variable: estabilización de la subrasante con ceniza de leño de ciprés en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales. | | | | | X |
| ACTUALIDAD | El instrumento muestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Estabilización con ceniza de leño de ciprés. | | | | | X |
| ORGANIZACION | Los ítems del instrumento reflejan el orden entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación. | | | | | X |
| SUFICIENCIA | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, indicadores y dimensiones. | | | | | X |
| INTENCIONALIDAD | Las añadiduras del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio. | | | | | X |
| CONSISTENCIA | La información que se recoja a través de las añadiduras del instrumento, describir, análisis y explicar la realidad, motivo de la investigación. | | | | | X |
| COHERENCIA | Las añadiduras del instrumento conllevan relación con los indicadores de cada dimensión de variable: subrasante de suelo arcilloso. | | | | | X |
| METODOLOGIA | La relación entre técnica y el instrumento propuesto garantizan el propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovador. | | | | | X |
| PERTINENCIA | La relación de las añadiduras conlleva relación con la escala valorativa del instrumento. | | | | | X |
| TOTAL | | | | | | 50 |

OJO: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 45; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable

OBSERVACIONES:

OBTENCION DE CALIFICACION **50**

Lima, 14 Noviembre del 2022

SELLO Y FIRMA:





Jose Roberto Calderon Cataora
José Roberto Calderón Cataora
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 91473

Validado por:

| | |
|-----------------------------|--|
| Tipo de validador | Interno () Externo () [Docente] |
| Apellidos Y Nombres | CALDERON CATAORA JOSE ROBERTO |
| Sexo | Masculino (X) Femenino () |
| Profesión | INGENIERO CIVIL |
| Grado Académico | Licenciado () Magister () Doctor () |
| Años de Experiencia Laboral | 5-10 () 11-15 (X) 16-20 () 21 a mas años () |

Solo para validado externo:

| | |
|----------------------------------|---|
| Organización donde labora | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCCHA |
| Cargo Actual | SUPERVISOR DE OBRA |
| Área de especialización | OBRAS VIALES |
| Número de teléfono de contacto | 93421632 |
| Correo electrónico de contacto | C-cataora@hotmail.com |
| Medio de preferencia de contacto | Por teléfono () Por Correo Electrónico (X) |
| Firma del validador Experto |   |
| Nombres Y Apellidos | JOSE ROBERTO CALDERON CATAORA |
| D.N.I. | 31188511 |

Calibración De Equipos De Laboratorio

Balanza Henkel



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-420-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-29

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA
Marca : HENKEL
Modelo : FA2004
Número de Serie : GK109136
Alcance de Indicación : 200 g (*)
División de Escala de Verificación (e) : 1 mg
División de Escala Real (d) : 0,1 mg
Procedencia : NO INDICA
Identificación : LS-06
Tipo : ELECTRÓNICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2021-09-24

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 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

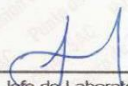
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C.
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-420-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

| | Mínima | Máxima |
|------------------|--------|--------|
| Temperatura | 20,6 | 21,5 |
| Humedad Relativa | 56,8 | 62,6 |

6. Trazabilidad

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

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|-------------------------------|----------------------------|
| INACAL - DM | Juego de pesas (exactitud F1) | IP-296-2019 |

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 200,0004 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 199,9982 g para una carga de 200,0000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud I, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

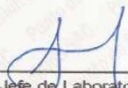
| INSPECCIÓN VISUAL | | | |
|-------------------|-------|----------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | SIST. DE TRABA | NO TIENE |
| NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Temp. (°C) | | | | | |
|--------------------------|----------------------|---------|--------|----------------------|---------|--------|
| | Inicial 21,5 | | | Final 21,1 | | |
| | Carga L1= 100,0002 g | | | Carga L2= 200,0004 g | | |
| | I (g) | ΔL (mg) | E (mg) | I (g) | ΔL (mg) | E (mg) |
| 1 | 100,0000 | 0,0 | -0,2 | 200,0000 | 0,0 | -0,4 |
| 2 | 100,0000 | 0,0 | -0,2 | 200,0000 | 0,0 | -0,4 |
| 3 | 100,0001 | 0,0 | -0,1 | 200,0000 | 0,0 | -0,4 |
| 4 | 100,0000 | 0,0 | -0,2 | 200,0000 | 0,0 | -0,4 |
| 5 | 100,0000 | 0,0 | -0,2 | 200,0000 | 0,0 | -0,4 |
| 6 | 100,0000 | 0,0 | -0,2 | 200,0001 | 0,0 | -0,3 |
| 7 | 100,0001 | 0,0 | -0,1 | 200,0000 | 0,0 | -0,4 |
| 8 | 100,0000 | 0,0 | -0,2 | 200,0000 | 0,0 | -0,4 |
| 9 | 100,0000 | 0,0 | -0,2 | 200,0000 | 0,0 | -0,4 |
| 10 | 100,0000 | 0,0 | -0,2 | 200,0000 | 0,0 | -0,4 |
| Diferencia Máxima | 0,1 | | | 0,1 | | |
| Error máximo permitido ± | 2 mg | | | ± 3 mg | | |



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-420-2021

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posición de la Carga | Determinación de E ₀ | | | | Determinación del Error corregido | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|--------|---------|---------------------|-----------------------------------|---------|---------|--------|---------------------|
| | Carga mínima (g) | l (g) | ΔL (mg) | E ₀ (mg) | Carga L (g) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | E _c (mg) |
| 1 | 0,0010 | 0,0009 | 0,0 | -0,1 | 60,0002 | 59,9999 | 0,0 | -0,3 | -0,2 |
| 2 | | 0,0010 | 0,0 | 0,0 | | 60,0001 | 0,0 | -0,1 | -0,1 |
| 3 | | 0,0011 | 0,0 | 0,1 | | 60,0002 | 0,0 | 0,0 | -0,1 |
| 4 | | 0,0011 | 0,0 | 0,1 | | 60,0001 | 0,0 | -0,1 | -0,2 |
| 5 | | 0,0012 | 0,0 | 0,2 | | 59,9999 | 0,0 | -0,3 | -0,5 |
| Error máximo permitido : ± 2 mg | | | | | | | | | |

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | ± emp (mg) |
|-------------|------------|---------|--------|---------------------|--------------|---------|--------|---------------------|------------|
| | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | E _c (mg) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | E _c (mg) | |
| 0,0 | 0,0010 | 0,0 | 0,0 | | | | | | |
| 0,0 | 0,0100 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0100 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1 |
| 0,2 | 0,2000 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2001 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0 |
| 0,5 | 0,5001 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,5000 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| 2,0 | 2,0002 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 2,0000 | 0,0 | -0,1 | -0,1 | 0 |
| 5,0 | 5,0000 | 0,0 | -0,1 | -0,1 | 5,0001 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| 10,0 | 10,0001 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 10,0001 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0 |
| 20,0 | 20,0002 | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 20,0001 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0 |
| 50,0 | 50,0001 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 50,0002 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0 |
| 100,0 | 100,0002 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0002 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| 200,0 | 200,0000 | 0,0 | -0,4 | -0,4 | 200,0000 | 0,0 | -0,4 | -0,4 | 0 |

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 5,19 \times 10^{-4} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{6,78 \times 10^{-3} \text{ mg}^2 + 7,43 \times 10^{-1} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R: en mg

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Balanza Ohaus Ls10



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-29

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : EB30

Número de Serie : 8031307548

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : LS-10

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-09-22

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 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

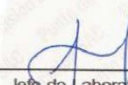
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C.
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

| | Mínima | Máxima |
|------------------|--------|--------|
| Temperatura | 21,7 | 21,9 |
| Humedad Relativa | 61,1 | 61,1 |

6. Trazabilidad

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

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|-------------------------------|----------------------------|
| INACAL - DM | Juego de pesas (exactitud F1) | PE20-C0772-2020 |
| | Pesa (exactitud F1) | CCP-0340-007-2020 |
| | Pesa (exactitud F1) | CCP-0340-006-2020 |
| | Pesa (exactitud F2) | LM-114-2019 |
| | Pesa (exactitud F2) | LM-115-2019 |
| | Pesa (exactitud F2) | LM-116-2019 |

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 983 g para una carga de 30 000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

| INSPECCIÓN VISUAL | | | |
|-------------------|-------|----------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOS | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | SIST. DE TRABA | NO TIENE |
| NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Carga L1= 15 000 g | Temp. (°C) | | Carga L2= 30 000 g | I (g) | ΔL (g) | E (g) | |
|--------------------------|--------------------|------------|-------|--------------------|-------|--------|-------|-----|
| | | Inicial | Final | | | | | |
| | | 21,7 | 21,8 | | | | | |
| 1 | 15 000 | 0,7 | -0,3 | 30 000 | 0,6 | -0,2 | | |
| 2 | 15 000 | 0,6 | -0,2 | 30 000 | 0,5 | -0,1 | | |
| 3 | 15 000 | 0,6 | -0,2 | 30 000 | 0,8 | -0,4 | | |
| 4 | 15 000 | 0,8 | -0,4 | 30 000 | 0,8 | -0,4 | | |
| 5 | 15 001 | 0,3 | 1,1 | 30 000 | 0,6 | -0,2 | | |
| 6 | 15 000 | 0,9 | -0,5 | 30 000 | 0,9 | -0,5 | | |
| 7 | 15 000 | 0,6 | -0,2 | 30 000 | 0,6 | -0,2 | | |
| 8 | 15 000 | 0,5 | -0,1 | 30 000 | 0,7 | -0,3 | | |
| 9 | 15 000 | 0,8 | -0,4 | 30 000 | 0,8 | -0,4 | | |
| 10 | 15 000 | 0,7 | -0,3 | 30 000 | 0,6 | -0,2 | | |
| Diferencia Máxima | | | | | | 1,6 | | 0,4 |
| Error máximo permitido ± | | | | 2 g | | ± | | 3 g |



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2021

Página: 3 de 3

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 1 | 5 |
| 3 | | 4 |

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posición de la Carga | Determinación de E ₀ | | | | Determinación del Error corregido | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|-------|--------|--------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------|--------------------|
| | Carga mínima (g) | l (g) | ΔL (g) | E ₀ (g) | Carga L (g) | l (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 1 | 10 | 10 | 0,6 | -0,1 | 10 000 | 10 000 | 0,8 | -0,3 | -0,2 |
| 2 | | 10 | 0,6 | -0,1 | | 10 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 |
| 3 | | 10 | 0,9 | -0,4 | | 10 000 | 0,9 | -0,4 | 0,0 |
| 4 | | 10 | 0,5 | 0,0 | | 10 000 | 0,9 | -0,4 | -0,4 |
| 5 | | 10 | 0,8 | -0,3 | | 9 999 | 0,3 | -0,8 | -0,5 |
| Temp. (°C) Inicial 21,8 Final 21,8 | | | | | | | | | |
| Error máximo permitido : ± 2 g | | | | | | | | | |

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | ± emp (g) |
|-------------|------------|--------|-------|--------------------|--------------|--------|-------|--------------------|-----------|
| | l (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | l (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | |
| 10,0 | 10 | 0,6 | -0,1 | | | | | | |
| 50,0 | 50 | 0,5 | 0,0 | 0,1 | 50 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 1 |
| 500,0 | 500 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 500 | 0,8 | -0,3 | -0,2 | 1 |
| 2 000,0 | 2 000 | 0,9 | -0,4 | -0,3 | 2 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 1 |
| 5 000,0 | 5 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 5 000 | 0,5 | 0,0 | 0,1 | 1 |
| 7 000,0 | 7 000 | 0,8 | -0,3 | -0,2 | 7 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 2 |
| 10 000,0 | 10 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 10 000 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 2 |
| 15 000,1 | 15 000 | 0,6 | -0,2 | -0,1 | 15 000 | 0,8 | -0,4 | -0,3 | 2 |
| 20 000,1 | 20 001 | 0,3 | 1,1 | 1,2 | 20 000 | 0,7 | -0,3 | -0,2 | 2 |
| 25 000,1 | 25 001 | 0,4 | 1,0 | 1,1 | 25 001 | 0,3 | 1,1 | 1,2 | 3 |
| 30 000,1 | 30 000 | 0,8 | -0,4 | -0,3 | 30 000 | 0,8 | -0,4 | -0,3 | 3 |

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 2,66 \times 10^{-9} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{5,37 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 5,20 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

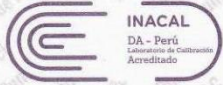
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Balanza Ohaus

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**

**INACAL**
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado
Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-29

1. Solicitante : **MATESTLAB S.A.C.**

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**
Modelo : **EB30**
Número de Serie : **8031307548**
Alcance de Indicación : **30 000 g**
División de Escala de Verificación (e) : **1 g**
División de Escala Real (d) : **1 g**
Procedencia : **CHINA**
Identificación : **LS-10**
Tipo : **ELECTRÓNICA**
Ubicación : **LABORATORIO**
Fecha de Calibración : **2021-09-22**

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 %.


Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

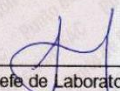
Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración
LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C.
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

**LABORATORIO**
PUNTO DE PRECISIÓN
SAC
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

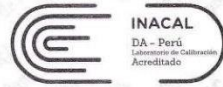

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

| | Mínima | Máxima |
|------------------|--------|--------|
| Temperatura | 21,7 | 21,9 |
| Humedad Relativa | 61,1 | 61,1 |

6. Trazabilidad

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

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|-------------------------------|----------------------------|
| INACAL - DM | Juego de pesas (exactitud F1) | PE20-C0772-2020 |
| | Pesa (exactitud F1) | CCP-0340-007-2020 |
| | Pesa (exactitud F1) | CCP-0340-006-2020 |
| | Pesa (exactitud F2) | LM-114-2019 |
| | Pesa (exactitud F2) | LM-115-2019 |
| | Pesa (exactitud F2) | LM-116-2019 |

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 983 g para una carga de 30 000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

| INSPECCIÓN VISUAL | | | |
|-------------------|-------|----------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | SIST. DE TRABA | NO TIENE |
| NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Carga L1= | Temp. (°C) | | Carga L2= | | |
|--------------------------|-----------|------------|-------|-----------|----------|-------|
| | | Inicial | Final | I (g) | AL (g) | E (g) |
| | 15 000 g | 21,7 | 21,8 | 30 000 | 30 000 g | |
| 1 | 15 000 | 0,7 | -0,3 | 30 000 | 0,6 | -0,2 |
| 2 | 15 000 | 0,6 | -0,2 | 30 000 | 0,5 | -0,1 |
| 3 | 15 000 | 0,6 | -0,2 | 30 000 | 0,8 | -0,4 |
| 4 | 15 000 | 0,8 | -0,4 | 30 000 | 0,8 | -0,4 |
| 5 | 15 001 | 0,3 | 1,1 | 30 000 | 0,6 | -0,2 |
| 6 | 15 000 | 0,9 | -0,5 | 30 000 | 0,9 | -0,5 |
| 7 | 15 000 | 0,6 | -0,2 | 30 000 | 0,6 | -0,2 |
| 8 | 15 000 | 0,5 | -0,1 | 30 000 | 0,7 | -0,3 |
| 9 | 15 000 | 0,8 | -0,4 | 30 000 | 0,8 | -0,4 |
| 10 | 15 000 | 0,7 | -0,3 | 30 000 | 0,6 | -0,2 |
| Diferencia Máxima | | 1,6 | | 0,4 | | |
| Error máximo permitido ± | | 2 g | | ± 3 g | | |



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2021

Página: 3 de 3

| | |
|---|---|
| 2 | 5 |
| 1 | 4 |
| 3 | 4 |

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posición de la Carga | Determinación de E _o | | | | Determinación del Error corregido | | | | |
|----------------------|---------------------------------|-------|--------|--------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------|--------|
| | Carga mínima (g) | l (g) | ΔL (g) | E _o (g) | Carga L (g) | l (g) | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) |
| 1 | 10 | 10 | 0,6 | -0,1 | 10 000 | 10 000 | 0,8 | -0,3 | -0,2 |
| 2 | | 10 | 0,6 | -0,1 | | 10 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 |
| 3 | | 10 | 0,9 | -0,4 | | 10 000 | 0,9 | -0,4 | 0,0 |
| 4 | | 10 | 0,5 | 0,0 | | 10 000 | 0,9 | -0,4 | -0,4 |
| 5 | | 10 | 0,8 | -0,3 | | 9 999 | 0,3 | -0,8 | -0,5 |

Temp. (°C) Inicial: 21,8 Final: 21,8

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | ± emp (g) |
|-------------|------------|--------|-------|--------|--------------|--------|-------|--------|-----------|
| | l (g) | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) | l (g) | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) | |
| 10,0 | 10 | 0,6 | -0,1 | | | | | | |
| 50,0 | 50 | 0,5 | 0,0 | 0,1 | 50 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 1 |
| 500,0 | 500 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 500 | 0,8 | -0,3 | -0,2 | 1 |
| 2 000,0 | 2 000 | 0,9 | -0,4 | -0,3 | 2 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 1 |
| 5 000,0 | 5 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 5 000 | 0,5 | 0,0 | 0,1 | 1 |
| 7 000,0 | 7 000 | 0,8 | -0,3 | -0,2 | 7 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 2 |
| 10 000,0 | 10 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 10 000 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 2 |
| 15 000,1 | 15 000 | 0,6 | -0,2 | -0,1 | 15 000 | 0,8 | -0,4 | -0,3 | 2 |
| 20 000,1 | 20 001 | 0,3 | 1,1 | 1,2 | 20 000 | 0,7 | -0,3 | -0,2 | 2 |
| 25 000,1 | 25 001 | 0,4 | 1,0 | 1,1 | 25 001 | 0,3 | 1,1 | 1,2 | 3 |
| 30 000,1 | 30 000 | 0,8 | -0,4 | -0,3 | 30 000 | 0,8 | -0,4 | -0,3 | 3 |

Temp. (°C) Inicial: 21,8 Final: 21,9

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 2,66 \times 10^{-5} \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{5,37 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 5,20 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Prensa CBR



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 328 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de emisión : 2021-11-29

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : RUMISTONE
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : 202052+6

Marca de Celda : KELI
Modelo de Celda : F-5-A A
Serie de Celda : AQJ9175
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : HIWEIGH
Modelo de Indicador : X8
Serie de Indicador : NO INDICA

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

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
24 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|----------------|-------|-----------------------|--------------|
| CELDA DE CARGA | MAVIN | CCP - 0340 - 005 - 20 | ELICROM |
| INDICADOR | MCC | | |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,7 | 21,3 |
| Humedad % | 64 | 65 |

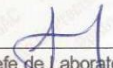
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 328 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

| SISTEMA DIGITAL "A" kgf | SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf) | | | | PROMEDIO "B" kgf | ERROR Ep % | RPTBLD Rp % |
|-------------------------|------------------------------|---------|-------------|-------------|------------------|------------|-------------|
| | SERIE 1 | SERIE 2 | ERROR (1) % | ERROR (2) % | | | |
| 500 | 501,75 | 500,65 | -0,35 | -0,13 | 501,20 | -0,24 | 0,22 |
| 1000 | 1001,00 | 1002,60 | -0,10 | -0,26 | 1001,80 | -0,18 | -0,16 |
| 1500 | 1502,65 | 1501,95 | -0,18 | -0,13 | 1502,30 | -0,15 | 0,05 |
| 2000 | 1999,95 | 2000,10 | 0,00 | 0,00 | 2000,03 | 0,00 | -0,01 |
| 2500 | 2501,95 | 2501,05 | -0,08 | -0,04 | 2501,50 | -0,06 | 0,04 |
| 3000 | 3001,00 | 3000,70 | -0,03 | -0,02 | 3000,85 | -0,03 | 0,01 |
| 3500 | 3501,60 | 3500,35 | -0,05 | -0,01 | 3500,98 | -0,03 | 0,04 |
| 4000 | 4001,90 | 4001,40 | -0,05 | -0,04 | 4001,65 | -0,04 | 0,01 |

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,0001x - 1,4932$

Donde: x : Lectura de la pantalla
 y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

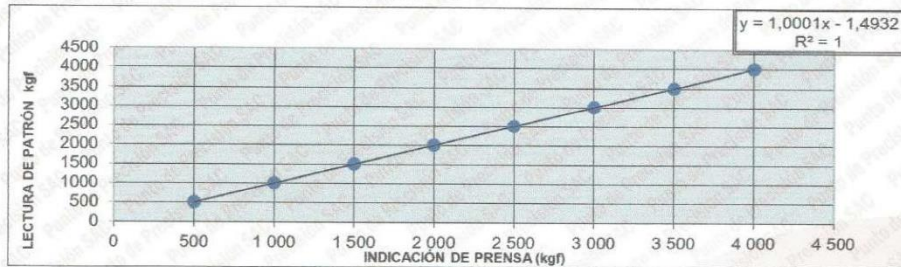
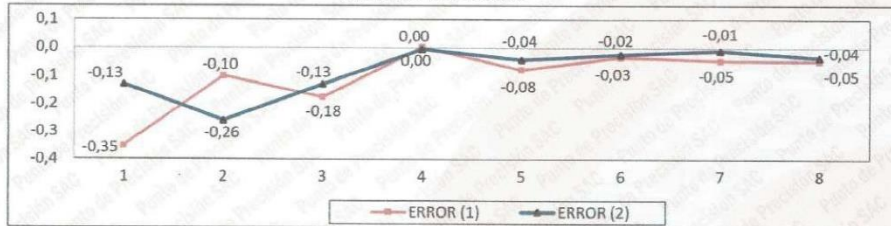


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Copa Casagrande



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 976 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de emisión : 2021-11-29

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : NO INDICA
Modelo de Copa : NO INDICA
Serie de Copa : 2020192
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
24 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | TC - 9991 - 2020 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 22,1 | 22,0 |
| Humedad % | 59 | 59 |

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 976 - 2021


Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

| COPA CASAGRANDE | | | | | | | | RANURADOR | | |
|------------------------|------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------|--------|--------|-----------------|----------------|-------|
| CONJUNTO DE LA CAZUELA | | | | | BASE | | | EXTREMO CURVADO | | |
| DIMENSIONES | A | B | C | N | K | L | M | a | b | c |
| DESCRIPCIÓN | RADIO DE LA COPA | ESPESOR DE LA COPA | PROFUNDIDA DE LA COPA | Copa desde la guía del espesor a base | ESPESOR | LARGO | ANCHO | ESPESOR | BORDE CORTANTE | ANCHO |
| MEDIDA TOMADA | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| | 55,62 | 2,06 | 26,73 | 49,36 | 52,23 | 146,56 | 125,10 | 10,05 | 2,19 | 13,18 |
| MEDIDAS STANDARD | 54 | 2 | 27 | 47 | 50 | 150 | 125 | 10 | 2 | 13,5 |
| TOLERANCIA ± | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 0,05 | 0,1 | 0,1 |
| ERROR | 1,82 | 0,06 | -0,27 | 2,36 | 2,23 | -3,44 | 0,1 | 0,05 | 0,19 | -0,32 |

FIN DEL DOCUMENTO




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Bureta



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LV - 079 - 2021

Punto de Precisión SAC

Expediente : 131 - 2021
Fecha de Emisión : 2021-11-29

Página : 1 de 1

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES

2. Instrumento de Medición : BURETA

Capacidad Nominal : 25 mL
División de Escala : 0,1 mL
Tipo : EX
Material : VÍDRIO
Clase de Exactitud : A
Temperatura de Referencia : 20 °C

Marca : GIARDINO
Modelo : NO INDICA
Serie : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA
Tiempo de espera : 10 s
Tiempo de descarga : 5 s ± 0,05 s

3. Lugar y fecha de Calibración

Laboratorio de Punto de Precisión S.A.C.
29 de Setiembre de 2020

4. Método de Calibración

Determinación del volumen vertido por el método gravimétrico, según la PC-015 4ta edición: Procedimiento para la calibración de material volumétrico de vidrio del INACAL - DM.

5. Patrones de Referencia

Los resultados obtenidos tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la INACAL - DM.

Balanza con Certificado de Calibración : LM-004-2020
Termómetro con Certificado de Calibración : LT-270-2019
Termohigrometro con Certificado de Calibración : T-2228-2019

6. Condiciones Ambientales

| | |
|---------------------|----------|
| Temperatura | 21,3 °C |
| Humedad Relativa | 67,8 % |
| Presión Atmosférica | 997 mbar |

7. Resultados

| Valor Nominal (mL) | Volumen Vertido (mL) | Desviación (mL) | Incertidumbre (mL) |
|--------------------|----------------------|-----------------|--------------------|
| 7,5 | 7,403 | -0,097 | 0,12 |
| 15,0 | 14,933 | -0,067 | 0,12 |
| 25,0 | 24,948 | -0,052 | 0,12 |

8. 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 %.

9. Observaciones y Notas

El error máximo permitido (emp) para bureta de capacidad nominal de 25 mL de división mínima 0,1 mL de clase de exactitud A según fabricante es $\pm 0,1$ mL.

El tiempo de descarga determinado es: 36 s.

* Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función de su uso, conservación y mantenimiento del instrumento o equipo de medición.
El presente documento es válido sólo en su papel original, a condición que se muestre en su totalidad y no en forma parcial o fragmentada, no pudiendo extender la conclusión a otras unidades.



FIN DEL DOCUMENTO

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Mufla



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 368 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de emisión : 2021-11-29

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : MUFLA

Indicación : DIGITAL
Alcance de Indicación : NO INDICA
Resolución : 1 °C
Marca de Equipo : NO INDICA
Modelo de Equipo : NO INDICA
Serie del Equipo : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Indicador : AUTONICS
Modelo de Indicador : TCN4S
Procedencia : NO INDICA

Punto de Precisión S.A.C. utiliza en sus verificaciones y calibraciones patrones con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
24 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC - 017 del servicio nacional de metrología, del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|--------------------|-------|-----------------|--------------|
| TERMOMETRO DIGITAL | FLUKE | CT - 003 - 2018 | INACAL - DM |

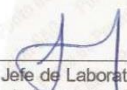
6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,3 | 21,4 |
| Humedad % | 66 | 66 |

7. Resultados de la Medición

Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente, tiempo de estabilización de la Mufla no menor a 30 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza del 95 %.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 368 - 2021

Página : 2 de 2


Resultados de la Medición

| INDICACIÓN DEL EQUIPO (°C) | TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C) | CORRECCIÓN (°C) | INCERTIDUMBRE (°C) |
|-------------------------------|---|--------------------|-----------------------|
| 450 | 522,6 | 72,3 | 2,1 |
| 656 | 737,9 | 81,9 | 3,2 |
| 863 | 951,0 | 87,8 | 3,2 |

LA TEMPERATURA CONVENCIONAL VERDADERA (TCV) RESULTA DE LA RELACIÓN
TCV = INDICACIÓN DEL EQUIPO + CORRECCIÓN

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Pipeta Graduada



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LV - 078 - 2021

Punto de Precisión SAC

Expediente : 131 - 2021
Fecha de Emisión : 2021-11-30

Página : 1 de 1

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : PIPETA GRADUADA

| | | | |
|---------------------------|-----------|--------------------------|----------------|
| Capacidad Nominal | : 2 mL | Marca | : SUPERIOR |
| División de Escala | : 0,02 mL | Modelo | : NO INDICA |
| Tipo | : EX | Serie | : NO INDICA |
| Material | : VÍDRIO | Procedencia | : NO INDICA |
| Clase de Exactitud | : AS | Código de Identificación | : NO INDICA |
| Temperatura de Referencia | : 20 °C | Tiempo de espera | : 5 s |
| | | Tiempo de descarga | : 2 s ± 0,05 s |

3. Lugar y fecha de Calibración

Laboratorio de Punto de Precisión S.A.C.
29 de Setiembre de 2021

4. Método de Calibración

Determinación del volumen vertido por el método gravimétrico, según la PC-015 4ta edición: Procedimiento para la calibración de material volumétrico de vidrio del INACAL - DM.

5. Patrones de Referencia

Los resultados obtenidos tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la INACAL - DM.

| | |
|--|---------------|
| Balanza con Certificado de Calibración | : LM-004-2020 |
| Termómetro con Certificado de Calibración | : LT-270-2019 |
| Termohigrometro con Certificado de Calibración | : T-2228-2019 |

6. Condiciones Ambientales

| | |
|---------------------|----------|
| Temperatura | 21,2 °C |
| Humedad Relativa | 67,8 % |
| Presión Atmosférica | 997 mbar |

7. Resultados

| Valor Nominal (mL) | Volumen Vertido (mL) | Desviación (mL) | Incertidumbre (mL) |
|--------------------|----------------------|-----------------|--------------------|
| 0,6 | 0,591 | -0,009 | 0,12 |
| 1,2 | 1,190 | -0,010 | 0,12 |
| 2,0 | 1,998 | -0,002 | 0,12 |

8. 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 %.

9. Observaciones y Notas

El error máximo permitido (emp) para pipeta graduada de capacidad nominal de 2 mL de división mínima 0,02 mL de clase de exactitud AS según fabricante es $\pm 0,012$ mL.

El tiempo de descarga determinado es: 8 s.

* Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función de su uso, conservación y mantenimiento del instrumento o equipo de medición.
El presente documento es válido sólo en su papel original, a condición que se muestre en su totalidad y no en forma parcial o fragmentada, no pudiendo extender la conclusión a otras unidades.



FIN DEL DOCUMENTO

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Leayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Estufa



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 369 - 2021

Página : 1 de 4

Expediente : 131-2021
Fecha de emisión : 2021-11-25

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : PERUTEST
Modelo del Equipo : PT-H136
Serie del Equipo : 0120
Capacidad del Equipo : 134 L
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de indicador : AUTOCOMP
Modelo de indicador : TCD
Serie de indicador : NO INDICA
Temperatura calibrada : 110 °C

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
24 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|--------------------|---------|---------------|--------------|
| TERMOMETRO DIGITAL | APPLENT | 150-CT-T-2020 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,3 | 21,4 |
| Humedad % | 65 | 65 |

7. Conclusiones

La estufa se encuentra fuera de los rangos $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 369 - 2021

Página : 2 de 4

| Tiempo (min.) | Ind. (°C) Temperatura del equipo | CALIBRACIÓN PARA 110 °C | | | | | | | | | | T. prom. (°C) | ΔTMax. - TMin. (°C) |
|---------------|-------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|---------------|---------------------|
| | | TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C) | | | | | | | | | | | |
| | | NIVEL INFERIOR | | | | | NIVEL SUPERIOR | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| 0 | 110 | 108,9 | 109,1 | 113,7 | 108,3 | 118,8 | 109,4 | 107,1 | 106,7 | 110,2 | 111,6 | 110,4 | 12,1 |
| 2 | 110 | 108,6 | 109,6 | 113,2 | 108,5 | 118,6 | 109,6 | 107,5 | 106,6 | 110,2 | 111,2 | 110,4 | 12,0 |
| 4 | 109 | 108,5 | 109,3 | 113,2 | 108,6 | 118,5 | 109,3 | 107,2 | 106,5 | 110,3 | 111,3 | 110,3 | 12,0 |
| 6 | 110 | 108,2 | 109,2 | 113,3 | 108,5 | 118,3 | 109,2 | 107,4 | 106,3 | 110,2 | 111,2 | 110,2 | 12,0 |
| 8 | 110 | 108,2 | 109,0 | 113,0 | 108,3 | 118,5 | 109,3 | 107,2 | 106,2 | 110,3 | 111,3 | 110,1 | 12,3 |
| 10 | 109 | 108,4 | 109,0 | 113,0 | 108,2 | 118,4 | 109,2 | 107,3 | 106,3 | 110,2 | 111,3 | 110,1 | 12,1 |
| 12 | 110 | 108,2 | 109,5 | 113,2 | 108,3 | 118,0 | 109,5 | 107,5 | 106,2 | 110,3 | 111,0 | 110,2 | 11,8 |
| 14 | 110 | 108,3 | 109,3 | 113,2 | 108,2 | 118,0 | 109,3 | 107,2 | 106,3 | 110,3 | 111,3 | 110,1 | 11,7 |
| 16 | 110 | 108,5 | 109,6 | 113,2 | 108,0 | 118,0 | 109,6 | 107,0 | 106,5 | 110,3 | 111,2 | 110,2 | 11,5 |
| 18 | 109 | 108,6 | 109,1 | 113,2 | 108,0 | 118,2 | 109,5 | 107,0 | 106,3 | 110,3 | 111,4 | 110,2 | 11,9 |
| 20 | 110 | 108,5 | 109,2 | 113,1 | 108,3 | 118,0 | 109,6 | 107,5 | 106,2 | 110,6 | 111,2 | 110,2 | 11,8 |
| 22 | 110 | 108,3 | 109,3 | 113,0 | 108,2 | 118,2 | 109,2 | 107,2 | 106,5 | 110,3 | 111,5 | 110,2 | 11,7 |
| 24 | 110 | 108,3 | 109,5 | 113,3 | 108,5 | 118,0 | 109,6 | 107,3 | 106,0 | 110,2 | 111,2 | 110,2 | 12,0 |
| 26 | 109 | 108,0 | 109,6 | 113,2 | 108,6 | 118,0 | 109,2 | 107,4 | 106,0 | 110,3 | 111,1 | 110,1 | 12,0 |
| 28 | 110 | 108,6 | 109,6 | 113,4 | 108,4 | 118,2 | 109,3 | 107,5 | 106,4 | 110,0 | 111,3 | 110,3 | 11,8 |
| 30 | 109 | 108,2 | 109,3 | 113,6 | 108,6 | 118,4 | 109,3 | 107,6 | 106,3 | 110,3 | 111,3 | 110,3 | 12,1 |
| 32 | 110 | 108,3 | 109,2 | 113,2 | 108,5 | 118,3 | 109,6 | 107,5 | 106,2 | 110,3 | 111,3 | 110,3 | 12,1 |
| 34 | 110 | 108,4 | 109,6 | 113,3 | 108,5 | 118,2 | 109,5 | 107,2 | 106,2 | 110,3 | 111,3 | 110,2 | 12,1 |
| 36 | 109 | 108,2 | 109,5 | 113,2 | 108,2 | 118,5 | 109,6 | 107,2 | 106,2 | 110,3 | 111,3 | 110,3 | 12,0 |
| 38 | 110 | 108,5 | 109,6 | 113,3 | 108,3 | 118,5 | 109,5 | 107,3 | 106,5 | 110,3 | 111,6 | 110,3 | 12,0 |
| 40 | 109 | 108,3 | 109,2 | 113,2 | 108,2 | 118,6 | 109,6 | 107,2 | 106,2 | 110,6 | 111,3 | 110,2 | 12,4 |
| 42 | 110 | 108,4 | 109,5 | 113,0 | 108,2 | 118,2 | 109,5 | 107,4 | 106,2 | 110,1 | 111,2 | 110,2 | 12,3 |
| 44 | 109 | 108,7 | 109,6 | 113,0 | 108,5 | 118,0 | 109,6 | 107,2 | 106,2 | 110,2 | 111,0 | 110,2 | 11,8 |
| 46 | 110 | 108,6 | 109,3 | 113,2 | 108,3 | 118,0 | 109,6 | 107,5 | 106,3 | 110,1 | 111,1 | 110,2 | 11,7 |
| 48 | 110 | 108,5 | 109,2 | 113,3 | 108,0 | 118,5 | 109,5 | 107,4 | 106,2 | 110,1 | 111,2 | 110,2 | 12,3 |
| 50 | 110 | 108,6 | 109,6 | 113,2 | 108,4 | 118,3 | 109,6 | 107,6 | 106,5 | 110,3 | 111,3 | 110,3 | 11,8 |
| 52 | 109 | 108,5 | 109,2 | 113,6 | 108,6 | 118,4 | 109,4 | 107,2 | 106,3 | 110,3 | 111,2 | 110,3 | 12,1 |
| 54 | 110 | 108,2 | 109,4 | 113,2 | 108,5 | 118,2 | 109,0 | 107,3 | 106,2 | 110,2 | 111,3 | 110,2 | 12,0 |
| 56 | 110 | 108,3 | 109,6 | 113,5 | 108,8 | 118,5 | 109,0 | 107,4 | 106,3 | 110,5 | 111,2 | 110,3 | 12,2 |
| 58 | 109 | 108,5 | 109,5 | 113,6 | 108,5 | 118,5 | 109,6 | 107,2 | 106,5 | 110,3 | 111,3 | 110,4 | 12,0 |
| 60 | 110 | 108,6 | 109,5 | 113,2 | 108,6 | 118,2 | 109,5 | 107,5 | 106,6 | 110,3 | 111,2 | 110,3 | 11,6 |
| T. PROM | 109,7 | 108,4 | 109,4 | 113,3 | 108,4 | 118,3 | 109,4 | 107,3 | 106,3 | 110,3 | 111,3 | 110,2 | |
| T. MAX | 110,0 | 108,9 | 109,6 | 113,7 | 108,8 | 118,8 | 109,6 | 107,6 | 106,7 | 110,6 | 111,6 | | |
| T. MIN | 109,0 | 108,0 | 109,0 | 113,0 | 108,0 | 118,0 | 109,0 | 107,0 | 106,0 | 110,0 | 111,0 | | |
| DTT | 1,0 | 0,9 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | | |

| Parámetro | Valor (°C) | Incertidumbre Expandida (°C) |
|---|------------|------------------------------|
| Máxima Temperatura Medida | 118,8 | 0,4 |
| Mínima Temperatura Medida | 106,0 | 0,5 |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo | 0,9 | 0,2 |
| Desviación de Temperatura en el Espacio | 12,0 | 0,3 |
| Estabilidad Media (±) | 0,45 | 0,02 |
| Uniformidad Media | 12,8 | 0,1 |

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k =2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631





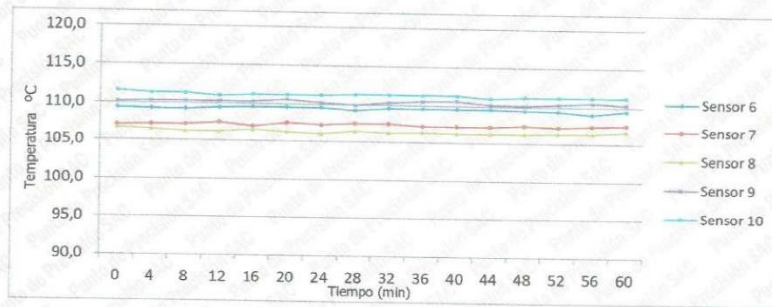
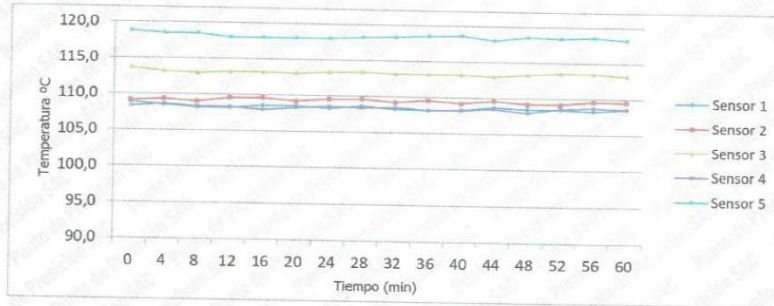
Punto de Precisión SAC


PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 369 - 2021

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



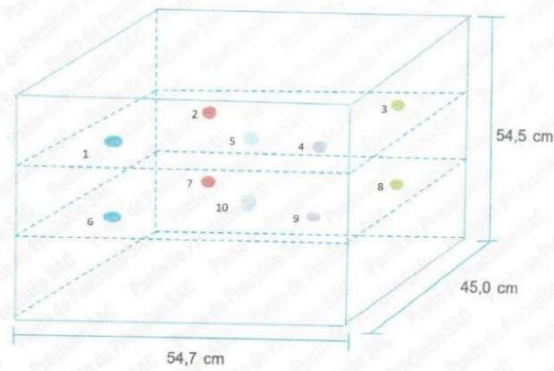
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 369 - 2021

Página : 4 de 4

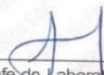
DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Tamiz 1 1/2"



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 956 - 2021

Página : 1 de 1

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 1 1/2 pulg
Diámetro de Tamiz : 8 pulg
Marca : GRAN TEST
Serie : 69994
Material : ACERO
Color : PLATEADO
Código de Identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | TC - 9991 - 2020 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

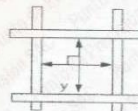
| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,4 | 21,4 |
| Humedad % | 64 | 64 |

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA | DESVIACIÓN ESTANDAR |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|----------------------------|---------------------|
| mm | | | | | | | | | | | | | | |
| 38,49 | 38,03 | 37,63 | 37,94 | 37,49 | 38,62 | 37,94 | 38,31 | 38,01 | 37,97 | 37,98 | 37,50 | 0,47 | — | 0,336 |
| 37,95 | 38,24 | 38,19 | 38,31 | 38,30 | 37,59 | 37,62 | 37,59 | 37,69 | 37,59 | | | | | |



FIN DEL DOCUMENTO

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 957 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 1 pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 61465

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | TC - 9991 - 2020 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,5 | 21,4 |
| Humedad % | 64 | 64 |

7. Observaciones

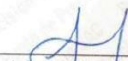
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autocadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

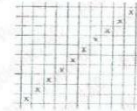
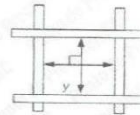
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 957 - 2021

8. Resultados

Página : 2 de 2

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | (*) | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|----------------------------|---------------------|
| mm | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA | DESVIACIÓN ESTÁNDAR |
| | | | | | | | | | | mm | mm | mm | mm | mm |
| 25,20 | 25,08 | 24,91 | 25,09 | 24,99 | 25,32 | 25,05 | 24,90 | 24,24 | 24,94 | 24,85 | 25,00 | -0,15 | - | 0,305 |
| 25,09 | 24,24 | 24,99 | 25,01 | 24,63 | 24,59 | 24,67 | 25,13 | 25,11 | 24,63 | | | | | |
| 24,63 | 24,67 | 25,09 | 24,99 | 24,24 | 25,01 | 25,09 | 24,24 | 24,59 | 25,01 | | | | | |
| 24,99 | 24,24 | 25,13 | 24,63 | 24,99 | 24,59 | 25,11 | 24,67 | 25,13 | 25,09 | | | | | |



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Tamiz N°2"



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 955 - 2021

Página : 1 de 1

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 2 pulg

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 73542

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | TC - 9991 - 2020 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

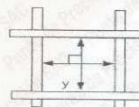
| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,4 | 21,4 |
| Humedad % | 64 | 64 |

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | (*) | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|-----|-------|
| mm | | | | | | | | | | | | | mm | mm |
| 49,66 | 49,66 | 49,75 | 50,03 | 49,78 | 49,81 | 49,83 | 49,76 | 49,88 | 49,63 | 49,74 | 50,00 | -0,26 | -- | 0,125 |
| 49,60 | 49,72 | 49,58 | 49,62 | | | | | | | | | | | |



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Tamiz N°3"



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 954 - 2021

Página : 1 de 1

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-23

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3 pulg

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 73287

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | TC - 9991 - 2020 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

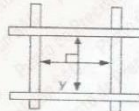
| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,1 | 21 |
| Humedad % | 59 | 62 |

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | (*) | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|----------------------------|---------------------|
| mm | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA | DESVIACIÓN ESTÁNDAR |
| | | | | | | | | | | mm | mm | mm | mm | mm |
| 76,06 | 75,06 | 75,08 | 75,16 | 75,09 | 75,50 | 75,08 | 75,10 | 74,99 | 74,98 | 75,21 | 75,00 | 0,21 | -- | 0,332 |



FIN DEL DOCUMENTO



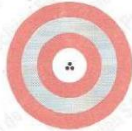
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Tamiz N°4



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 960 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 4

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 66907

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | TC - 9991 - 2020 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,5 | 21,4 |
| Humedad % | 64 | 65 |

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

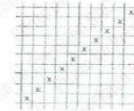
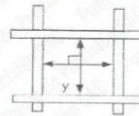
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 960 - 2021

Página : 2 de 2


8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | (*) | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|----------|-------|----------------------------|---------------------|
| mm | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA | DESVIACIÓN ESTÁNDAR |
| | | | | | | | | | | mm | mm | mm | mm | mm |
| 4,79 | 4,81 | 4,79 | 4,75 | 4,88 | 4,72 | 4,68 | 4,80 | 4,68 | 4,79 | 4,78 | 4,75 | 0,03 | 0,13 | 0,06 |
| 4,80 | 4,79 | 4,68 | 4,83 | 4,88 | 4,82 | 4,81 | 4,83 | 4,76 | 4,88 | | | | | |
| 4,75 | 4,70 | 4,81 | 4,88 | 4,70 | 4,72 | 4,76 | 4,88 | 4,75 | 4,77 | | | | | |
| 4,68 | 4,80 | 4,82 | 4,75 | 4,79 | 4,76 | 4,80 | 4,83 | 4,79 | 4,72 | | | | | |
| 4,72 | 4,79 | 4,88 | 4,83 | 4,70 | 4,81 | 4,68 | 4,76 | 4,82 | 4,68 | | | | | |
| 4,88 | 4,77 | 4,81 | 4,80 | 4,72 | 4,70 | 4,83 | 4,81 | 4,72 | 4,75 | | | | | |
| 4,82 | 4,68 | 4,76 | 4,83 | 4,79 | 4,68 | 4,88 | 4,80 | 4,77 | 4,77 | | | | | |
| 4,75 | 4,79 | 4,72 | 4,88 | 4,73 | 4,73 | 4,79 | 4,77 | 4,79 | 4,83 | | | | | |
| 4,75 | 4,82 | 4,88 | 4,76 | 4,79 | 4,80 | 4,70 | 4,81 | 4,88 | 4,75 | | | | | |
| 4,70 | 4,68 | 4,81 | 4,73 | 4,82 | 4,68 | 4,75 | 4,83 | 4,72 | 4,80 | | | | | |



FIR DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Tamiz N°10



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 961 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 10
Diámetro de Tamiz : 8 pulg
Marca : GRAN TEST
Serie : 66821
Material : ACERO
Color : PLATEADO
Código de Identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|----------------------|--------|------------------|--------------|
| RETICULA DE MEDICIÓN | INSIZE | LLA - 099 - 2019 | INACAL - DM |


6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,5 | 21,4 |
| Humedad % | 64 | 65 |

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

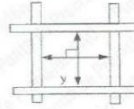
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL - 961 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | (*) | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|--------|----------------------------|---------------------|
| mm | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA | DESVIACIÓN ESTÁNDAR |
| mm | | | | | | | | | | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1,911 | 1,885 | 1,982 | 1,996 | 1,933 | 1,972 | 1,863 | 1,921 | 2,000 | 1,964 | 1,945 | 2,000 | -0,055 | 0,072 | 0,045 |
| 2,002 | 1,972 | 1,933 | 1,885 | 1,863 | 1,996 | 1,921 | 1,982 | 1,933 | 2,002 | | | | | |
| 1,982 | 1,885 | 1,996 | 1,863 | 1,885 | 1,996 | 1,933 | 1,996 | 1,885 | 1,982 | | | | | |
| 1,972 | 1,982 | 1,911 | 1,996 | 1,911 | 1,885 | 1,982 | 1,996 | 1,972 | 2,002 | | | | | |
| 1,982 | 1,933 | 1,982 | 1,885 | 1,996 | 1,863 | 1,911 | 1,933 | 1,982 | 1,933 | | | | | |
| 1,972 | 1,911 | 1,996 | 1,863 | 1,982 | 1,933 | 1,982 | 1,885 | 1,996 | 1,972 | | | | | |
| 1,921 | 1,972 | 1,933 | 1,911 | 1,885 | 1,996 | 1,933 | 1,885 | 1,972 | 1,982 | | | | | |
| 1,972 | 1,962 | 1,933 | 1,972 | 1,982 | 1,933 | 1,911 | 1,996 | 1,911 | 1,863 | | | | | |
| 1,911 | 1,933 | 1,911 | 1,996 | 1,972 | 1,996 | 1,972 | 1,885 | 1,911 | 1,996 | | | | | |
| 1,921 | 1,933 | 1,982 | 1,982 | 1,911 | 1,996 | 1,933 | 1,996 | 1,911 | 1,885 | | | | | |
| 1,982 | 1,885 | 1,982 | 1,885 | 1,863 | 1,933 | 1,911 | 1,921 | 1,885 | 1,921 | | | | | |
| 1,921 | 1,982 | 1,982 | 1,933 | 1,972 | 1,863 | 1,996 | 1,996 | 2,002 | 2,002 | | | | | |



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Tamiz N°20



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 962 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA, A LOTE, 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 20

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 70361

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|----------------------|--------|------------------|--------------|
| RETICULA DE MEDICIÓN | INSIZE | LLA - 099 - 2019 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,5 | 21,4 |
| Humedad % | 65 | 65 |

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

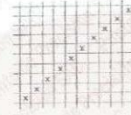
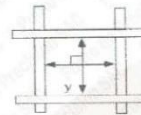
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 962 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | | (*) | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|-------|----------------------------|---------------------|
| μm | | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA | DESVIACIÓN ESTÁNDAR |
| μm | | | | | | | | | | | μm | μm | μm | μm | μm |
| 700 | 850 | 760 | 690 | 820 | 750 | 760 | 810 | 710 | 800 | | | | | | |
| 820 | 847 | 850 | 820 | 847 | 844 | 844 | 690 | 819 | 820 | | | | | | |
| 844 | 846 | 800 | 810 | 847 | 839 | 690 | 833 | 850 | 822 | | | | | | |
| 846 | 833 | 850 | 820 | 839 | 690 | 839 | 820 | 819 | 842 | | | | | | |
| 850 | 839 | 819 | 846 | 820 | 850 | 829 | 847 | 839 | 833 | | | | | | |
| 846 | 820 | 833 | 829 | 829 | 846 | 844 | 819 | 820 | 844 | | | | | | |
| 800 | 850 | 820 | 833 | 844 | 850 | 833 | 846 | 850 | 800 | | | | | | |
| 844 | 829 | 800 | 829 | 810 | 844 | 820 | 833 | 846 | 846 | 820 | 850 | -30 | 39,36 | 38,58 | |
| 850 | 820 | 690 | 829 | 820 | 839 | 819 | 822 | 810 | 842 | | | | | | |
| 842 | 760 | 839 | 850 | 844 | 810 | 760 | 819 | 850 | 820 | | | | | | |
| 810 | 820 | 700 | 819 | 750 | 829 | 820 | 750 | 810 | 842 | | | | | | |
| 833 | 833 | 800 | 829 | 819 | 844 | 847 | 820 | 850 | 842 | | | | | | |
| 833 | 850 | 820 | 690 | 847 | 850 | 844 | 847 | 750 | 842 | | | | | | |
| 847 | 844 | 847 | 810 | 820 | 839 | 850 | 850 | 760 | 820 | | | | | | |
| 800 | 829 | 850 | 829 | 833 | 839 | 810 | 842 | 839 | 839 | | | | | | |
| 833 | 850 | 847 | 847 | 800 | 820 | 839 | 850 | 810 | 760 | | | | | | |



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Tamiz N° 3/4"



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 958 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3/4 pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 62015

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | TC - 9991 - 2020 | INACAL - DM |


6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,5 | 21,4 |
| Humedad % | 64 | 64 |

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

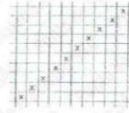
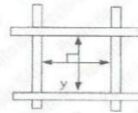
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL - 958 - 2021

Página : 2 de 2


8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | (*) | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|----------------------------|---------------------|
| mm | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA | DESVIACIÓN ESTÁNDAR |
| mm | | | | | | | | | | mm | mm | mm | mm | mm |
| 19,02 | 19,00 | 18,94 | 19,16 | 18,98 | 19,19 | 19,18 | 19,07 | 18,79 | 19,14 | 19,04 | 19,00 | 0,04 | 0,446 | 0,124 |
| 18,94 | 18,79 | 19,19 | 19,14 | 18,87 | 19,18 | 19,04 | 19,07 | 19,14 | 18,98 | | | | | |
| 19,04 | 18,98 | 19,00 | 19,16 | 18,98 | 19,18 | 19,02 | 19,16 | 18,94 | 19,19 | | | | | |
| 19,14 | 19,02 | 18,94 | 19,19 | 19,00 | 19,07 | 18,79 | 18,87 | 19,18 | 19,02 | | | | | |
| 19,18 | 19,16 | 18,87 | 19,16 | 19,07 | 19,04 | 19,00 | 18,79 | 19,19 | 18,86 | | | | | |



FIN DEL DOCUMENTO




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Tamiz N° 3/8"



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 959 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3/8 pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 62027

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | TC - 9991 - 2020 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,5 | 21,4 |
| Humedad % | 64 | 64 |

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

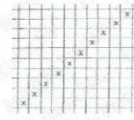
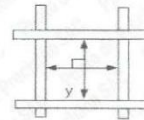
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 959 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA | DESVIACIÓN ESTÁNDAR |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|----------|-------|----------------------------|---------------------|
| mm | | | | | | | | | | | | | | |
| 9,37 | 9,36 | 9,42 | 9,29 | 9,42 | 9,32 | 9,39 | 9,36 | 9,35 | 9,42 | 9,35 | 9,50 | -0,15 | 0,237 | 0,042 |
| 9,39 | 9,35 | 9,32 | 9,37 | 9,32 | 9,30 | 9,31 | 9,35 | 9,36 | 9,37 | | | | | |
| 9,42 | 9,39 | 9,37 | 9,31 | 9,30 | 9,35 | 9,36 | 9,30 | 9,31 | 9,40 | | | | | |
| 9,35 | 9,36 | 9,32 | 9,29 | 9,37 | 9,29 | 9,38 | 9,42 | 9,39 | 9,29 | | | | | |
| 9,40 | 9,39 | 9,42 | 9,29 | 9,39 | 9,31 | 9,42 | 9,40 | 9,37 | 9,35 | | | | | |
| 9,42 | 9,38 | 9,36 | 9,32 | 9,36 | 9,37 | 9,35 | 9,32 | 9,31 | 9,38 | | | | | |
| 9,40 | 9,42 | 9,35 | 9,31 | 9,38 | 9,32 | 9,29 | 9,30 | 9,36 | 9,29 | | | | | |



FIN DEL DOCUMENTO



[Signature]
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Tamiz N° 40



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 963 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 40

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 73389

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|----------------------|--------|------------------|--------------|
| RETICULA DE MEDICIÓN | INSIZE | LLA - 099 - 2019 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,6 | 21,4 |
| Humedad % | 65 | 65 |

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Coayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

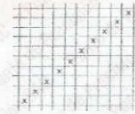
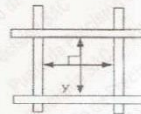
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 963 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | (*) | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|-------|-------|------|
| μm | | | | | | | | | | | | | μm | μm |
| 423 | 419 | 422 | 417 | 418 | 416 | 423 | 421 | 424 | 421 | 420 | 425 | -5 | 25.08 | 2,65 |
| 419 | 424 | 423 | 421 | 421 | 419 | 423 | 417 | 422 | 419 | | | | | |
| 419 | 416 | 424 | 419 | 421 | 423 | 420 | 422 | 423 | 416 | | | | | |
| 420 | 417 | 423 | 421 | 416 | 418 | 419 | 418 | 418 | 417 | | | | | |
| 421 | 423 | 420 | 422 | 423 | 417 | 420 | 423 | 422 | 419 | | | | | |
| 416 | 420 | 418 | 421 | 416 | 419 | 416 | 424 | 421 | 416 | | | | | |
| 422 | 417 | 419 | 422 | 418 | 423 | 422 | 419 | 418 | 417 | | | | | |
| 424 | 420 | 416 | 417 | 423 | 424 | 422 | 424 | 423 | 422 | | | | | |
| 423 | 417 | 423 | 416 | 422 | 416 | 424 | 422 | 424 | 419 | | | | | |
| 421 | 418 | 418 | 419 | 421 | 418 | 419 | 418 | 419 | 424 | | | | | |
| 424 | 422 | 422 | 422 | 417 | 422 | 424 | 416 | 424 | 424 | | | | | |
| 422 | 417 | 424 | 419 | 420 | 421 | 421 | 423 | 419 | 418 | | | | | |
| 416 | 423 | 418 | 416 | 422 | 423 | 418 | 424 | 422 | 417 | | | | | |
| 422 | 421 | 417 | 423 | 423 | 416 | 417 | 422 | 419 | 423 | | | | | |
| 417 | 422 | 419 | 422 | 424 | 418 | 422 | 420 | 418 | 422 | | | | | |
| 422 | 423 | 420 | 419 | 417 | 419 | 416 | 419 | 420 | 421 | | | | | |
| 416 | 417 | 417 | 416 | 424 | 417 | 423 | 418 | 422 | 419 | | | | | |
| 419 | 418 | 423 | 417 | 423 | 416 | 421 | 423 | 417 | 419 | | | | | |
| 417 | 423 | 416 | 422 | 418 | 422 | 419 | 424 | 423 | 416 | | | | | |
| 423 | 421 | 417 | 423 | 417 | 423 | 419 | 422 | 416 | 417 | | | | | |



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



Tamiz N°60



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 964 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 60

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 71937

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|----------------------|--------|------------------|--------------|
| RETICULA DE MEDICIÓN | INSIZE | LLA - 099 - 2019 | INACAL - DM |

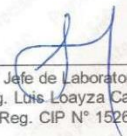
6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,7 | 21,7 |
| Humedad % | 65 | 65 |

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

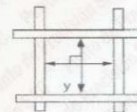
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 964 - 2021

Página : 2 de 2

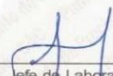
8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | (*) | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|-------|-------|-------|
| μm | | | | | | | | | | | | | μm | μm |
| 256 | 263 | 244 | 251 | 231 | 244 | 240 | 251 | 261 | 243 | 250 | 250 | 0 | 17,99 | 10,49 |
| 244 | 231 | 240 | 263 | 251 | 239 | 256 | 231 | 263 | 244 | | | | | |
| 261 | 263 | 263 | 256 | 261 | 263 | 243 | 231 | 239 | 244 | | | | | |
| 244 | 256 | 244 | 240 | 244 | 239 | 256 | 256 | 256 | 243 | | | | | |
| 231 | 251 | 243 | 231 | 263 | 231 | 240 | 251 | 243 | 263 | | | | | |
| 263 | 239 | 263 | 256 | 251 | 263 | 244 | 261 | 263 | 257 | | | | | |
| 244 | 256 | 240 | 261 | 243 | 251 | 256 | 251 | 240 | 256 | | | | | |
| 251 | 257 | 231 | 256 | 244 | 239 | 231 | 256 | 244 | 263 | | | | | |
| 263 | 256 | 263 | 240 | 263 | 256 | 244 | 261 | 257 | 244 | | | | | |
| 240 | 243 | 256 | 257 | 231 | 261 | 231 | 259 | 256 | 261 | | | | | |
| 244 | 256 | 240 | 263 | 257 | 256 | 244 | 261 | 251 | 231 | | | | | |
| 263 | 251 | 244 | 261 | 231 | 239 | 259 | 263 | 259 | 244 | | | | | |
| 256 | 263 | 231 | 256 | 256 | 240 | 244 | 259 | 240 | 263 | | | | | |
| 261 | 251 | 263 | 257 | 240 | 263 | 231 | 256 | 261 | 243 | | | | | |
| 244 | 256 | 243 | 263 | 231 | 243 | 261 | 263 | 251 | 256 | | | | | |
| 263 | 240 | 251 | 244 | 261 | 256 | 244 | 251 | 240 | 256 | | | | | |
| 261 | 244 | 256 | 257 | 263 | 240 | 231 | 256 | 244 | 231 | | | | | |
| 263 | 231 | 251 | 256 | 261 | 256 | 251 | 231 | 263 | 261 | | | | | |
| 244 | 256 | 231 | 243 | 263 | 240 | 263 | 231 | 256 | 244 | | | | | |
| 244 | 244 | 263 | 251 | 263 | 231 | 261 | 251 | 240 | 239 | | | | | |
| 263 | 256 | 231 | 256 | 240 | 244 | 263 | 243 | 244 | 256 | | | | | |
| 256 | 244 | 239 | 244 | 231 | 263 | 243 | 256 | 261 | 240 | | | | | |



FIN DEL DOCUMENTO




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Tamiz N°100



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 965 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 100
Diámetro de Tamiz : 8 pulg
Marca : GRAN TEST
Serie : 63607
Material : ACERO
Color : PLATEADO
Código de Identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|----------------------|--------|------------------|--------------|
| RETICULA DE MEDICION | INSIZE | LLA - 099 - 2019 | INACAL - DM |

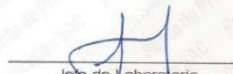
6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,7 | 21,7 |
| Humedad % | 65 | 65 |

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

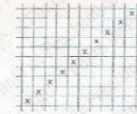
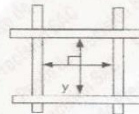
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 965 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | (*) | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|-------|-------|------|
| μm | | | | | | | | | | | | | μm | μm |
| 156 | 154 | 154 | 152 | 153 | 154 | 153 | 152 | 153 | 156 | 154 | 150 | 4 | 13.30 | 2,10 |
| 155 | 156 | 151 | 153 | 157 | 155 | 150 | 154 | 153 | 151 | | | | | |
| 154 | 155 | 152 | 157 | 153 | 156 | 151 | 156 | 154 | 155 | | | | | |
| 150 | 156 | 154 | 152 | 158 | 155 | 152 | 155 | 157 | 155 | | | | | |
| 153 | 153 | 158 | 151 | 156 | 152 | 153 | 150 | 156 | 154 | | | | | |
| 154 | 154 | 155 | 153 | 157 | 158 | 154 | 153 | 152 | 158 | | | | | |
| 157 | 152 | 153 | 152 | 155 | 152 | 150 | 156 | 157 | 153 | | | | | |
| 155 | 150 | 156 | 154 | 156 | 154 | 156 | 151 | 154 | 155 | | | | | |
| 156 | 154 | 158 | 155 | 153 | 150 | 153 | 155 | 153 | 156 | | | | | |
| 156 | 152 | 156 | 151 | 154 | 154 | 156 | 154 | 150 | 152 | | | | | |
| 155 | 154 | 150 | 155 | 153 | 155 | 155 | 157 | 156 | 157 | | | | | |
| 153 | 150 | 153 | 154 | 157 | 154 | 152 | 155 | 151 | 154 | | | | | |
| 156 | 153 | 152 | 151 | 156 | 150 | 150 | 154 | 152 | 150 | | | | | |
| 157 | 155 | 156 | 152 | 157 | 152 | 155 | 151 | 157 | 152 | | | | | |
| 155 | 154 | 153 | 150 | 152 | 154 | 156 | 156 | 154 | 155 | | | | | |
| 154 | 157 | 151 | 154 | 153 | 157 | 155 | 151 | 155 | 152 | | | | | |
| 158 | 156 | 154 | 156 | 155 | 156 | 153 | 156 | 155 | 157 | | | | | |
| 154 | 155 | 152 | 155 | 152 | 154 | 153 | 151 | 154 | 153 | | | | | |
| 151 | 152 | 155 | 152 | 153 | 150 | 154 | 152 | 151 | 156 | | | | | |
| 156 | 151 | 156 | 157 | 154 | 154 | 153 | 155 | 152 | 158 | | | | | |
| 158 | 156 | 153 | 152 | 153 | 150 | 152 | 156 | 157 | 153 | | | | | |
| 154 | 153 | 154 | 151 | 156 | 154 | 157 | 150 | 153 | 158 | | | | | |
| 158 | 152 | 155 | 153 | 155 | 153 | 156 | 154 | 152 | 154 | | | | | |
| 152 | 154 | 156 | 156 | 152 | 153 | 155 | 155 | 156 | 158 | | | | | |
| 156 | 153 | 154 | 153 | 154 | 152 | 154 | 152 | 157 | 154 | | | | | |
| 151 | 152 | 151 | 152 | 155 | 153 | 153 | 155 | 152 | 153 | | | | | |



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Tamiz N°140



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 966 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 140
Diámetro de Tamiz : 8 pulg
Marca : GRAN TEST
Serie : 74664
Material : ACERO
Color : PLATEADO
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|----------------------|--------|------------------|--------------|
| RETICULA DE MEDICION | INSIZE | LLA - 099 - 2019 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,7 | 21,7 |
| Humedad % | 65 | 65 |

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

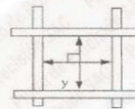
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 966 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | (*) | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|-------|----------------------------|---------------------|
| μm | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA | DESVIACIÓN ESTÁNDAR |
| μm | | | | | | | | | | μm | μm | μm | μm | μm |
| 109 | 104 | 108 | 105 | 107 | 109 | 105 | 106 | 107 | 104 | 106 | 106 | 0 | 10,77 | 2,35 |
| 107 | 103 | 109 | 108 | 102 | 109 | 104 | 102 | 105 | 102 | | | | | |
| 109 | 105 | 102 | 102 | 106 | 104 | 103 | 103 | 108 | 109 | | | | | |
| 104 | 108 | 109 | 104 | 108 | 109 | 106 | 109 | 102 | 104 | | | | | |
| 108 | 107 | 103 | 107 | 105 | 107 | 105 | 105 | 104 | 108 | | | | | |
| 107 | 104 | 105 | 104 | 106 | 104 | 103 | 109 | 104 | 107 | | | | | |
| 109 | 105 | 104 | 109 | 108 | 102 | 107 | 106 | 105 | 109 | | | | | |
| 101 | 106 | 108 | 106 | 106 | 108 | 109 | 107 | 108 | 109 | | | | | |
| 105 | 105 | 107 | 105 | 109 | 103 | 102 | 105 | 104 | 102 | | | | | |
| 103 | 108 | 109 | 103 | 105 | 107 | 108 | 104 | 106 | 107 | | | | | |
| 109 | 104 | 103 | 104 | 106 | 105 | 107 | 105 | 109 | 104 | | | | | |
| 105 | 102 | 108 | 108 | 109 | 104 | 104 | 108 | 107 | 108 | | | | | |
| 104 | 109 | 109 | 103 | 106 | 105 | 104 | 106 | 103 | 105 | | | | | |
| 104 | 106 | 102 | 108 | 105 | 109 | 105 | 108 | 104 | 109 | | | | | |
| 104 | 104 | 104 | 103 | 108 | 108 | 108 | 107 | 105 | 103 | | | | | |
| 103 | 109 | 102 | 109 | 106 | 107 | 102 | 104 | 102 | 108 | | | | | |
| 108 | 103 | 104 | 103 | 104 | 107 | 109 | 101 | 105 | 109 | | | | | |
| 105 | 109 | 102 | 107 | 107 | 105 | 107 | 105 | 104 | 101 | | | | | |
| 101 | 102 | 105 | 104 | 105 | 109 | 106 | 103 | 102 | 104 | | | | | |
| 104 | 108 | 109 | 107 | 104 | 102 | 108 | 104 | 109 | 107 | | | | | |
| 105 | 103 | 108 | 108 | 101 | 104 | 106 | 102 | 108 | 108 | | | | | |
| 109 | 107 | 102 | 109 | 107 | 103 | 105 | 109 | 106 | 104 | | | | | |
| 106 | 109 | 107 | 105 | 108 | 109 | 108 | 107 | 105 | 103 | | | | | |
| 104 | 105 | 104 | 107 | 102 | 101 | 102 | 109 | 104 | 105 | | | | | |
| 109 | 104 | 104 | 108 | 104 | 108 | 105 | 109 | 107 | 109 | | | | | |
| 105 | 101 | 106 | 106 | 109 | 103 | 101 | 106 | 105 | 106 | | | | | |
| 107 | 109 | 109 | 108 | 104 | 106 | 104 | 106 | 109 | 108 | | | | | |
| 108 | 106 | 107 | 105 | 106 | 108 | 105 | 107 | 107 | 103 | | | | | |



FIN DEL DOCUMENTO



[Signature]
 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Tamiz N° 200



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 967 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 200

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 72843

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|----------------------|--------|------------------|--------------|
| RETICULA DE MEDICION | INSIZE | LLA - 099 - 2019 | INACAL - DM |


6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,7 | 21,7 |
| Humedad % | 65 | 65 |

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

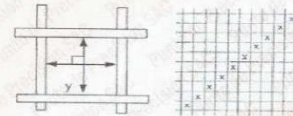
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 967 - 2021

8. Resultados

Página : 2 de 2

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | (*) | |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|----------|-------|------|------|
| μm | | | | | | | | | | | | | μm | μm |
| 74 | 71 | 73 | 75 | 69 | 71 | 76 | 74 | 74 | 71 | 73 | 75 | -2 | 9.02 | 2.06 |
| 72 | 69 | 73 | 74 | 74 | 75 | 73 | 72 | 76 | 73 | | | | | |
| 71 | 74 | 74 | 73 | 70 | 74 | 73 | 73 | 74 | 72 | | | | | |
| 75 | 70 | 70 | 75 | 74 | 76 | 75 | 71 | 69 | 71 | | | | | |
| 69 | 74 | 73 | 71 | 69 | 74 | 69 | 75 | 73 | 76 | | | | | |
| 71 | 69 | 74 | 73 | 75 | 69 | 73 | 74 | 71 | 74 | | | | | |
| 74 | 71 | 69 | 74 | 71 | 74 | 76 | 69 | 76 | 73 | | | | | |
| 75 | 72 | 71 | 76 | 74 | 73 | 74 | 70 | 74 | 76 | | | | | |
| 74 | 74 | 72 | 73 | 76 | 75 | 70 | 71 | 72 | 73 | | | | | |
| 73 | 72 | 71 | 74 | 73 | 74 | 73 | 69 | 73 | 70 | | | | | |
| 74 | 71 | 72 | 76 | 71 | 75 | 71 | 74 | 75 | 75 | | | | | |
| 69 | 73 | 71 | 73 | 75 | 71 | 76 | 75 | 73 | 71 | | | | | |
| 71 | 74 | 76 | 75 | 74 | 76 | 71 | 74 | 74 | 70 | | | | | |
| 70 | 74 | 75 | 71 | 73 | 69 | 71 | 75 | 72 | 75 | | | | | |
| 75 | 69 | 73 | 74 | 72 | 71 | 74 | 75 | 73 | 73 | | | | | |
| 75 | 71 | 76 | 70 | 71 | 72 | 70 | 71 | 70 | 71 | | | | | |
| 74 | 69 | 75 | 73 | 74 | 74 | 75 | 70 | 74 | 70 | | | | | |
| 70 | 71 | 74 | 73 | 70 | 75 | 71 | 69 | 74 | 70 | | | | | |
| 71 | 69 | 70 | 71 | 71 | 73 | 73 | 69 | 69 | 71 | | | | | |
| 76 | 74 | 74 | 76 | 75 | 76 | 74 | 71 | 70 | 70 | | | | | |
| 74 | 76 | 69 | 71 | 75 | 74 | 73 | 72 | 75 | 71 | | | | | |
| 71 | 73 | 74 | 70 | 71 | 73 | 70 | 71 | 69 | 74 | | | | | |
| 70 | 71 | 76 | 73 | 72 | 71 | 71 | 70 | 71 | 71 | | | | | |
| 74 | 72 | 74 | 74 | 73 | 76 | 72 | 74 | 75 | 72 | | | | | |
| 72 | 74 | 76 | 71 | 71 | 73 | 71 | 73 | 74 | 71 | | | | | |
| 73 | 72 | 71 | 74 | 69 | 74 | 72 | 74 | 69 | 76 | | | | | |
| 71 | 71 | 74 | 75 | 74 | 73 | 75 | 75 | 73 | 71 | | | | | |
| 75 | 73 | 75 | 73 | 75 | 71 | 74 | 73 | 74 | 76 | | | | | |
| 71 | 74 | 73 | 74 | 73 | 69 | 71 | 75 | 71 | | | | | | |
| 73 | 75 | 71 | 75 | 71 | 74 | 71 | 69 | 74 | 76 | | | | | |



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Tamiz N°200-1



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 968 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA
ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 200

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 60608

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|----------------------|--------|------------------|--------------|
| RÉTICULA DE MEDICIÓN | INSIZE | LLA - 099 - 2019 | INACAL - DM |

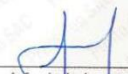
6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,7 | 21,7 |
| Humedad % | 65 | 65 |

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 132631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

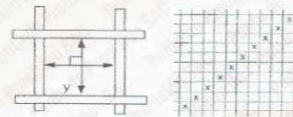
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 968 - 2021

Página : 2 de 2

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR | (*) | |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|----------|-------|------|------|
| μm | | | | | | | | | | | | | | μm | μm |
| 76 | 74 | 77 | 76 | 72 | 75 | 77 | 75 | 78 | 76 | 76 | 75 | 75 | 0 | 9,02 | 1,95 |
| 77 | 78 | 78 | 75 | 77 | 76 | 75 | 76 | 72 | 73 | | | | | | |
| 78 | 76 | 77 | 74 | 77 | 74 | 72 | 78 | 75 | 74 | | | | | | |
| 72 | 72 | 75 | 72 | 76 | 78 | 74 | 72 | 77 | 75 | | | | | | |
| 75 | 77 | 76 | 77 | 76 | 72 | 77 | 76 | 76 | 74 | | | | | | |
| 77 | 72 | 75 | 72 | 75 | 76 | 78 | 75 | 77 | 72 | | | | | | |
| 76 | 74 | 76 | 77 | 76 | 78 | 77 | 74 | 77 | 74 | | | | | | |
| 73 | 75 | 72 | 78 | 72 | 74 | 77 | 76 | 76 | 76 | | | | | | |
| 77 | 74 | 75 | 77 | 77 | 72 | 74 | 76 | 75 | 73 | | | | | | |
| 78 | 72 | 76 | 75 | 74 | 73 | 77 | 75 | 74 | 72 | | | | | | |
| 76 | 77 | 74 | 77 | 76 | 76 | 72 | 76 | 77 | 77 | | | | | | |
| 77 | 74 | 75 | 72 | 75 | 72 | 78 | 73 | 78 | 76 | | | | | | |
| 77 | 72 | 76 | 77 | 77 | 76 | 76 | 76 | 77 | 73 | | | | | | |
| 75 | 78 | 76 | 74 | 75 | 78 | 72 | 75 | 72 | 77 | | | | | | |
| 74 | 77 | 73 | 72 | 76 | 72 | 76 | 77 | 77 | 72 | | | | | | |
| 72 | 72 | 76 | 77 | 72 | 76 | 76 | 77 | 74 | 76 | | | | | | |
| 77 | 76 | 78 | 74 | 77 | 73 | 72 | 75 | 78 | 73 | | | | | | |
| 74 | 77 | 72 | 78 | 76 | 74 | 78 | 76 | 72 | 77 | | | | | | |
| 75 | 77 | 76 | 72 | 72 | 78 | 72 | 75 | 76 | 73 | | | | | | |
| 72 | 73 | 75 | 74 | 76 | 77 | 74 | 75 | 77 | 76 | | | | | | |
| 76 | 74 | 77 | 73 | 72 | 76 | 78 | 74 | 72 | 77 | | | | | | |
| 72 | 75 | 76 | 77 | 72 | 78 | 76 | 72 | 77 | 78 | | | | | | |
| 76 | 72 | 75 | 74 | 74 | 72 | 78 | 74 | 76 | 77 | | | | | | |
| 78 | 74 | 74 | 76 | 78 | 74 | 77 | 72 | 78 | 76 | | | | | | |
| 77 | 78 | 72 | 76 | 77 | 77 | 74 | 72 | 77 | 73 | | | | | | |
| 76 | 77 | 74 | 75 | 76 | 78 | 76 | 77 | 73 | 76 | | | | | | |
| 78 | 77 | 76 | 72 | 76 | 74 | 75 | 77 | 74 | 75 | | | | | | |
| 76 | 76 | 75 | 74 | 75 | 72 | 75 | 74 | 76 | 77 | | | | | | |
| 78 | 72 | 77 | 76 | 77 | 76 | 72 | 76 | 72 | 77 | | | | | | |
| 77 | 76 | 72 | 77 | 76 | 72 | 76 | 76 | 74 | 74 | | | | | | |



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Resultados de laboratorio

Ensayo De Clasificación De Suelos

| | | | |
|--|---|---------|------------|
| | INFORME DE ENSAYO Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913 / D6913M - 17 | Código | CS-FG-01 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 18-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

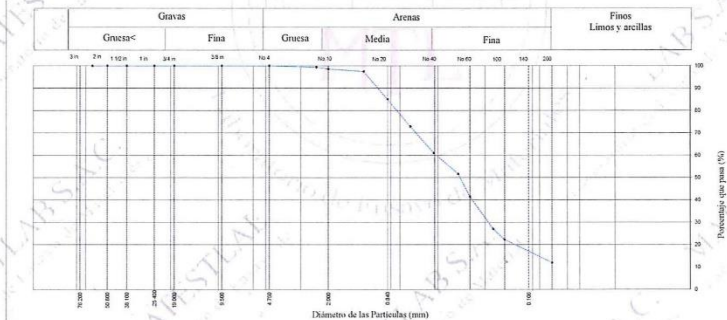
| | |
|--|--|
| PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" SOLICITANTE : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUÁSICO CÓDIGO DE PROYECTO : | REGISTRO Nº: MTL22-TS-531 MUESTREADO POR : J. E. G. ENSAYADO POR : P. ESCOBEDO FECHA DE ENSAYO : 18/10/2022 |
| UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. CÓDIGO DE MUESTRA : SONDAJE / CALICATA : C-1 Nº DE MUESTRA : M-1 PROGRESIVA : | PROFUNDIDAD : 1.50 m. NORTE : ESTE : COSTA : |

Método de ensayo utilizado : Tamizado simple "B" Procedimiento de obtención de muestra : Secado al horno Grava : 0.00
 Tamiz de separación E11 : No. 4 Clasificación Visual - manual Arena : 87.96 Finos : 12.04

| | | | |
|----------------------------|--------|-------------------|------------------|
| Massa Total húmeda g | 2146.1 | Ira Separación | Fración que pasa |
| Massa Total seca g | 1972.4 | Retenida en tamiz | |
| Massa Total Húmeda < No. 4 | g | | 2145.9 |
| Massa Húmeda de Fracción | g | 0.2 | 2145.9 |
| Massa Seca de Fracción | g | 0.1 | 1972.4 |
| Fración Limpia y Seca | g | | 1972.4 |
| Humedad de Fracción | % | 100.0 | 8.8 |
| Fración | % | 0.0 | 100.0 |
| Humedad Total | % | 8.8 | |
| E de tamizado | g | | 1972.40 |

Equipos utilizados:
 - Juego de tamices EQ06 - Horno EQ05
 - Balanzas EQ25 EO23 y EO10 - Cuartador EQ03

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | Fración Gruesa de Separación (0.1 g) | Fración Fina Tamizado Simple (0.01 g) | Retenido en Tamiz Separador (%) | Factor de Tamizado | % Parcial Retenido | % Acumulado Retenido | % Acumulado que Pasa | Especificación |
|-----------|---------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------|
| | | | | | | | | | zumbido |
| | | | | | | | | | Máximo |
| 2 1/2 in. | 63.500 | 0.0 | | | 0.0506997 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 2 in. | 50.800 | 0.0 | | | 0.0506997 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2 in. | 38.100 | 0.0 | | | 0.0506997 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 in. | 25.400 | 0.0 | | | 0.0506997 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 3/4 in. | 19.000 | 0.0 | | | 0.0506997 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 3/8 in. | 9.500 | 0.0 | | | 0.0506997 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| No. 4 | 4.750 | 0.0 | | 0.0 | 0.0506997 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| No. 8 | 2.380 | | 12.00 | | 0.0506997 | 0.61 | 0.61 | 99.39 | |
| No. 10 | 2.000 | | 16.00 | | 0.0506997 | 0.81 | 1.42 | 98.58 | |
| No. 16 | 1.190 | | 22.00 | | 0.0506997 | 1.12 | 2.53 | 97.47 | |
| No. 20 | 0.840 | | 244.00 | | 0.0506997 | 12.37 | 14.91 | 85.09 | |
| No. 30 | 0.600 | | 241.00 | | 0.0506997 | 12.22 | 27.12 | 72.88 | |
| No. 40 | 0.425 | | 233.00 | | 0.0506997 | 11.81 | 38.94 | 61.06 | |
| No. 50 | 0.297 | | 185.00 | | 0.0506997 | 9.38 | 48.32 | 51.68 | |
| No. 60 | 0.250 | | 199.00 | | 0.0506997 | 10.09 | 58.41 | 41.59 | |
| No. 80 | 0.177 | | 288.00 | | 0.0506997 | 14.60 | 73.01 | 26.99 | |
| No. 100 | 0.150 | | 93.30 | | 0.0506997 | 4.73 | 77.74 | 22.26 | |
| No. 200 | 0.075 | | 201.70 | | 0.0506997 | 10.23 | 87.96 | 12.04 | |
| FONDO | | | 237.40 | | 0.0506997 | 12.04 | 100.00 | 0.00 | |




OBSERVACIONES:
 * No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado.
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.

| | | |
|---|---|--|
| MATESTLAB S.A.C. | | |
| TÉCNICO - LEM MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | JEFE - LEM MATESTLAB S.A.C. KELY YAMINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 180999 | COC - LEM MATESTLAB S.A.C. RUC 20604738572 NICOLLE QUIMPA BARRETO GERENTE GENERAL |

Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

975232841
922318222

informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | FORMATO ENSAYO PARA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS | Código | CS-FQ-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 18-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO Nº: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | : J. E.G |
| CÓDIGO DE PROYECTO | : --- | ENSAYADO POR | : P. ESCOBEDO |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | FECHA DE ENSAYO | : 18/10/2022 |
| MATERIAL | : MUESTRA DE SUELO | TURNO | : Diurno |
| CÓDIGO DE MUESTRA | : --- | PROFUNDIDAD | : 1.50 m |
| SONDAJE / CALICATA | : C-1 | NORTE | : --- |
| Nº DE MUESTRA | : M-1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |

| CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| TABLE 1 Minimum Requirements for Mass of Test Specimen, and Balance Readability | | | | | | | |
| Maximum Particle Size (100 % Passing) | SI Unit Sieve Size | Alternative Sieve Size | Specimen Mass | Method A | | Method B | |
| | | | | Water Content Reported to ± 1 % | Balance Readability (g) | Water Content Reported to ± 0.1 % | Balance Readability (g) |
| 75.0 mm | 3 in. | 3 in. | 5 kg | 10 | 50 g | 10 | 10 |
| 37.5 mm | 1.5 in. | 1.5 in. | 1 kg | 10 | 10 g | 10 | 10 |
| 19.0 mm | ¾ in. | ¾ in. | 250 g | 1 | 2.5 g | 1 | 1 |
| 9.5 mm | ¾ in. | ¾ in. | 50 g | 0.1 | 500 g | 0.1 | 0.1 |
| 4.75 mm | No. 4 | No. 4 | 20 g | 0.1 | 100 g | 0.1 | 0.1 |
| 2.00 mm | No. 10 | No. 10 | 20 g | 0.1 | 20 g | 0.01 | 0.01 |

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D6913 | | | | | | |
|---|---------------------------|--|--|--|--|--|
| TABLE 2 Minimum Mass Requirement for Specimen | | | | | | |
| Alternative Sieve Designation | Maximum Particle Size, mm | Minimum Dry Mass of Specimen, g or kg ^a | | | | |
| | | Method A Results Reported to Nearest 1 % | Method B Results Reported to Nearest 0.1 % | | | |
| No. 40 | 0.425 | 50 g | 75 g | | | |
| No. 10 | 2.00 | 50 g | 100 g | | | |
| No. 4 | 4.75 | 75 g | 200 g | | | |
| ¾ in. | 19.0 | 150 g ^b | 0 | | | |
| 1 in. | 25.4 | 3 kg ^b | 0 | | | |
| 1 ½ in. | 38.1 | 10 kg ^b | 0 | | | |
| 2 in. | 50.8 | 25 kg ^b | 0 | | | |
| 3 in. | 76.2 | 75 kg ^b | 0 | | | |

| LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318 | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------|----------------------------------|--------------------|-----------------------|----------|
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | LÍMITE PLÁSTICO | | | |
| Método de ensayo | Multipunto ^a | Unipunto ^b | | Método de secado | Horno ^a | Ambiente ^a | |
| DESCRIPCIÓN | 1 | 2 | 3 | DESCRIPCIÓN | 1 | 2 | 3 |
| Nro. de Recipiente | | | | Nro. de Recipiente | 1 | 2 | 3 |
| Peso de Recipiente | 12.70 | 12.20 | 12.50 | Peso de Recipiente | 7.50 | 7.50 | 7.10 |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo | 27.21 | 26.00 | 25.25 | Peso Recipiente + Suelo Humedo | 16.80 | 20.40 | 18.60 |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | 25.00 | 23.50 | 22.60 | Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | 16.10 | 19.40 | 17.70 |
| Nº De Golpes | 34 | 24 | 14 | Cantidad mínima requerida (g) | (Cumple) | (Cumple) | (Cumple) |


Método de preparación: Horno^a / Ambiente^a

Método de secado: Horno^a / Ambiente^a

OBSERVACIONES:
 Clasificación visual - manual: CL - Suelo arcilloso en estado de baja plasticidad de color marrón oscuro en estado parcialmente húmedo.
 No hay presencia de material superficial (gramíneas raíces y restos de ella)
 Muestra tomada en campo por el personal de MATESTLAB S.A.C.

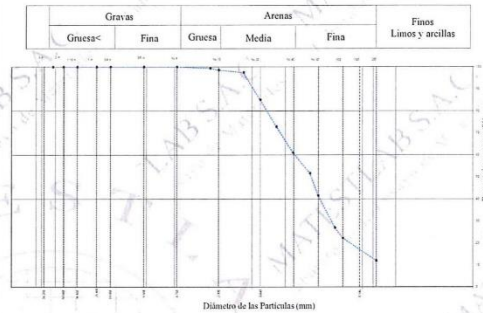
| EQUIPO UTILIZADO | | | |
|--|--------|----------------|----------------------|
| EQUIPO | CODIGO | F. CALIBRACIÓN | Nº CERT. CALIBRACIÓN |
| Balanza digital New Classic 6000g x 0,1g | LS-08 | 22/09/2022 | LM-416-2022 |
| Balanza digital Ohaus 3000g x 1g | LS-07 | 22/09/2022 | LM-418-2022 |
| Balanza digital Henkel 200g x 0.01mg | LS-06 | 24/09/2022 | LM-420-2022 |
| Horno digital Termocup 196L 0° a 300°C | LS-20 | 24/09/2022 | LM-369-2022 |

| | | |
|---|---|--|
|  | MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TIMOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 180999 | MATESTLAB S.A.C. RUC 20804738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL |
|---|---|--|

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | FORMATO | Código | CS-FO-03 |
| | ENSAYO PARA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS | Versión | 01 |
| | | Fecha | 18-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|--|-----------------|--------------|
| PROYECTO | "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLIPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N° | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENNA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | J. E. G. |
| CÓDIGO DE PROYECTO | --- | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | FECHA DE ENSAYO | 18/10/2022 |
| MATERIAL | MUESTRA DE SUELO | TURNO | Diurno |
| CÓDIGO DE MUESTRA | --- | PROFUNDIDAD | 1.50 m |
| SONDAJE / CALICATA | C-1 | NORTE | --- |
| N° DE MUESTRA | M-1 | ESTE | --- |
| PROGRESIVA | --- | COSTA | --- |

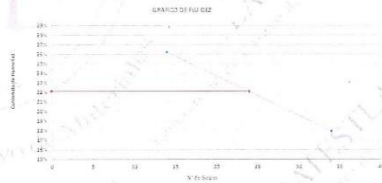
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 | | | |
|---|---------------|---------------------|-----------|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PORCENTAJE QUE PASA | ESPECIFIC |
| 2 1/2" | 38.100 | 100.00 | |
| 2" | 38.100 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.00 | |
| 1" | 25.400 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.00 | |
| 3/8" | 9.500 | 100.00 | |
| N° 4 | 4.750 | 100.00 | |
| N° 8 | 2.380 | 99.39 | |
| N° 10 | 2.000 | 98.58 | |
| N° 16 | 1.190 | 97.47 | |
| N° 20 | 0.840 | 85.09 | |
| N° 30 | 0.600 | 72.88 | |
| N° 40 | 0.425 | 61.96 | |
| N° 50 | 0.297 | 51.68 | |
| N° 60 | 0.250 | 41.59 | |
| N° 80 | 0.177 | 26.99 | |
| N° 100 | 0.150 | 22.26 | |
| N° 200 | 0.075 | 12.04 | |
| Fondo | --- | 0.00 | |



| CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 | |
|---------------------------------|---------------------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 8.8 |
| METODO DE SECADO | Horno a 110 +/- 5°C |
| METODO DE REPORTE | "B" |
| MATERIALES EXCLUIDOS | Ninguno |

| | |
|-------------------------------|--|
| CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL | CL - Suelo arcilloso en estado de baja plasticidad de color marrón oscuro en estado parcialmente húmedo. |
| NOTAS SOBRE LA MUESTRA | No hay presencia de material superficial (gramíneas raíces y restos de ellas) |

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA | "Sacada al horno a 110 +/- 5°C" |
| PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO | B. Tamizado integral <N°4 |
| TAMIZ SEPARADOR | Ninguno |
| METODO DE REPORTE DE RESULTADOS | "B" |




| LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 | |
|------------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 22.01 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 8.34 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 13.67 |
| ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic) | 0.97 |
| ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL) | 0.0 |
| METODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO | --- |

| COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS | |
|---|-------|
| CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO % | 0.00 |
| CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO % | 87.96 |
| CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO % | 12.04 |

| CLASIFICACIÓN DEL SUELO | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487) | CL |
| CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282) | A-2-6 (0) |
| NOMBRE DEL GRUPO | Arcilla arenosa de baja plasticidad |

| | | |
|--|---|---|
| MATESTLAB S.A.C. | | |
|  TÉCNICO - LEM  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | JEFE - LEM MATESTLAB S.A.C.  KELY YANINA INOCENCIO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 180999 | COC - LEM MATESTLAB S.A.C. RUC 20604738572  NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL |

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME DE ENSAYO Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913 / D6913M - 17 | Código | CS-FG-01 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 18-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

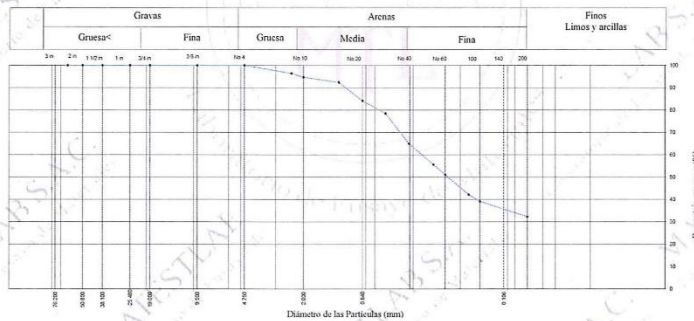
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022"
 SOLICITANTE : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENÁ / FREDY UTANI HUASCO
 REGISTRO N° : MTL22-TS-531
 MUESTREADO POR : J. E.G.
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---
 ENSAYADO POR : P. ESCOBEDO
 UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.
 FECHA DE ENSAYO : 18/10/2022
 CÓDIGO DE MUESTRA : ---
 PROFUNDIDAD : 1.50 m
 SONDAIE / CALICATA : C-2
 NORTE : ---
 N° DE MUESTRA : M-1
 ESTE : ---
 PROGRESIVA : ---
 COSTA : ---

Método de ensayo utilizado : Tamizado simple "B"
 Tamiz de separación E11 : No. 4
 Procedimiento de obtención de muestra : Secado al horno
 Clasificación Visual - manual : CL
 Grava : 0.00
 Arena : 67.66
 Finos : 32.34

| | | | |
|---------------------------|--------|-------------------|---------|
| Masa Total húmeda g | 2274 | 1ra Separación | |
| Masa Total seca g | 2104.7 | Retenida en tamiz | 2273.5 |
| Masa Total Húmeda < No. 4 | g | | 2273.5 |
| Masa Húmeda de Fracción | g | | 2104.7 |
| Masa Seca de Fracción | g | | 2104.7 |
| Fracción Limpia y Seca | g | | 2104.7 |
| Humedad de Fracción | % | 400.0 | 8.0 |
| Fracción | % | 0.0 | 100.0 |
| Humedad Total | % | | 8.0 |
| E de tamizado | g | | 2104.70 |


Equipos utilizados:
 - Juego de tamices F006 - Horno E003
 - Balanzas E023 E023 v E010 - Cuartecador E003

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | Fracción Gruesa de Separación (0.1 g) | Fracción Fina Tamizado Simple (0.01 g) | Retenida en Tamiz Separador (%) | Factor de Tamizado | % Parcial Retenido | % Acumulado Retenido | % Acumulado que Pasa | Especificación |
|-----------|---------------|---------------------------------------|--|---------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------|
| | | | | | | | | | sumin. Máximo |
| 2 1/2 in. | 63.500 | 0.0 | | | 0.0475127 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 2 in. | 50.800 | 0.0 | | | 0.0475127 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2 in. | 38.100 | 0.0 | | | 0.0475127 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 in. | 25.400 | 0.0 | | | 0.0475127 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 3/4 in. | 19.000 | 0.0 | | | 0.0475127 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 3/8 in. | 9.500 | 0.0 | | | 0.0475127 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| No. 4 | 4.750 | 0.0 | | 0.0 | 0.0475127 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| No. 8 | 2.380 | | 75.00 | | 0.0475127 | 3.36 | 3.36 | 96.44 | |
| No. 10 | 2.000 | | 36.00 | | 0.0475127 | 1.71 | 5.27 | 94.73 | |
| No. 16 | 1.190 | | 48.00 | | 0.0475127 | 2.28 | 7.55 | 92.45 | |
| No. 20 | 0.840 | | 174.00 | | 0.0475127 | 8.27 | 15.82 | 84.18 | |
| No. 30 | 0.600 | | 119.00 | | 0.0475127 | 5.65 | 21.48 | 78.52 | |
| No. 40 | 0.425 | | 285.00 | | 0.0475127 | 13.54 | 35.02 | 64.98 | |
| No. 50 | 0.297 | | 196.00 | | 0.0475127 | 9.31 | 44.33 | 55.67 | |
| No. 60 | 0.250 | | 96.00 | | 0.0475127 | 4.56 | 48.89 | 51.11 | |
| No. 80 | 0.177 | | 187.00 | | 0.0475127 | 8.88 | 57.78 | 42.22 | |
| No. 100 | 0.150 | | 63.94 | | 0.0475127 | 3.04 | 60.81 | 39.19 | |
| No. 200 | 0.075 | | 144.00 | | 0.0475127 | 6.84 | 67.66 | 32.34 | |
| FONDO | --- | | 680.76 | | 0.0475127 | 32.34 | 100.00 | 0.00 | |



OBSERVACIONES:
 * No se encontraron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado.
 * Muestra prevista e identificada por el solicitante.

| | | |
|---|---|--|
| MATESTLAB S.A.C. | | |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 180999 | MATESTLAB S.A.C. RUC 20604738572 NICOLLE GUMPA BARRETO GERENTE GENERAL |

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | FORMATO | Código | CS-FO-02 |
| | ENSAYO PARA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS | Versión | 01 |
| | | Fecha | 18-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUJUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO Nº: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | : J. E. G. |
| CÓDIGO DE PROYECTO | : --- | ENSAYADO POR | : P. ESCOBEDO |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | FECHA DE ENSAYO | : 18/10/2022 |
| MATERIAL | : MUESTRA DE SUELO | TURNO | : Diurno |
| CÓDIGO DE MUESTRA | : --- | PROFUNDIDAD | : 1.50 m |
| SONDAJE / CALICATA | : C-2 | NORTE | : --- |
| Nº DE MUESTRA | : M-1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |

| CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 | | | |
|-----------------------------------|--------------------|--|--|
| Tara Nº | N2 | | |
| Peso de tara | 211 | | |
| Tara + m húmeda | 2485.0 | | |
| Tara + m seca | 2315.7 | | |
| Tamaño máx. de partículas | --- | | |
| Método de Ensayo | "B" | | |
| Método de secado | Horno a 110 +/-5°C | | |

| TABLE 1 Minimum Requirements for Mass of Test Specimen, and Balance Readability | | | | | |
|---|--------------------|------------------------|---------------|--|--|
| Maximum Particle Size (100 % Passing) | SI Unit Sieve Size | Alternative Sieve Size | Specimen Mass | Water Content Reported to ±1 % | |
| | | | | Method A Results Reported to Nearest 1 % | Method B Results Reported to Nearest 0.1 % |
| 75.0 mm | 2 in. | 2 in. | 5 kg | 10 | 50 kg |
| 37.5 mm | 1½ in. | 1½ in. | 1 kg | 10 | 10 kg |
| 18.0 mm | ¾ in. | ¾ in. | 500 g | 0.1 | 2.5 kg |
| 9.5 mm | ¾ in. | No. 4 | 60 g | 0.1 | 600 g |
| 4.75 mm | No. 4 | No. 10 | 20 g | 0.1 | 100 g |
| 2.00 mm | No. 10 | No. 20 | 20 g | 0.1 | 20 g |

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D6913 | | | |
|---|---------------------------|------|--|
| Método de ensayo | B: Tamizado integral <Nº4 | | |
| Peso Inicial Seco | 2104.7 | | |
| TAMIZ | ABERTURA | PESO | |
| 2" | 50.800 | 0.0 | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.0 | |
| 1" | 25.400 | 0.0 | |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | |
| Nº 4 | 4.750 | 0.0 | |
| Nº 8 | 2.380 | 75.0 | |
| Nº 10 | 2.000 | 36.0 | |
| Nº 16 | 1.190 | 48.0 | |

| TABLE 2 Minimum Mass Requirement for Specimen | | | |
|---|---------------------------|--|--|
| Alternative Sieve Designation | Maximum Particle Size, mm | Minimum Dry Mass of Specimen, g or kg ^a | |
| | | Method A Results Reported to Nearest 1 % | Method B Results Reported to Nearest 0.1 % |
| No. 40 | 0.425 | 50 g | 75 g |
| No. 10 | 2.00 | 50 g | 100 g |
| No. 4 | 4.75 | 75 g | 200 g ^b |
| ¾ in. | 0.6 | 105 g ^c | o |
| 1 in. | 1.0 | 150 g ^c | o |
| 1½ in. | 25.4 | 2 kg ^d | o |
| 2 in. | 38.1 | 10 kg ^d | o |
| 2½ in. | 50.8 | 25 kg ^d | o |
| 3 in. | 76.2 | 70 kg ^d | o |


| LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318 | | | |
|--------------------------------------|----------------|-------|-------|
| Método de ensayo | LÍMITE LÍQUIDO | | |
| DESCRIPCIÓN | 1 | 2 | 3 |
| Nro. de Recipiente | | | |
| Peso de Recipiente | 12.50 | 12.50 | 12.20 |
| Peso Recipiente + Suelo Húmedo | 26.80 | 28.10 | 28.90 |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | 24.30 | 25.13 | 25.50 |
| Nº De Golpes | 34 | 24 | 14 |

| LÍMITE PLÁSTICO | | | |
|----------------------------------|----------|----------|----------|
| DESCRIPCIÓN | 1 | 2 | 3 |
| Nro. de Recipiente | | | |
| Peso de Recipiente | 7.10 | 7.10 | 7.30 |
| Peso Recipiente + Suelo Húmedo | 18.50 | 21.20 | 18.90 |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | 17.50 | 20.00 | 17.80 |
| Cantidad mínima requerida 6g | {Cumple} | {Cumple} | {Cumple} |

OBSERVACIONES:
 Clasificación visual - manual: CL - Suelo arcilloso en estado de baja plasticidad de color marrón oscuro en estado parcialmente húmedo
 No hay presencia de material superficial (gramíneas raíces y restos de ella)
 Muestra tomada en campo por el personal de MATESTLAB S.A.C.

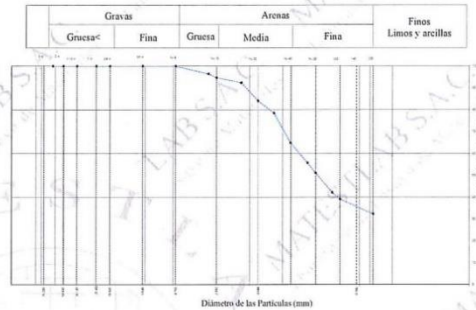
| EQUIPO UTILIZADO | | | |
|--|--------|----------------|----------------------|
| EQUIPO | CODIGO | F. CALIBRACION | Nº CERT. CALIBRACION |
| Balanza digital New Classic 6000g x 0,1g | LS-08 | 22/09/2022 | LM-416-2022 |
| Balanza digital Ohaus 30000g x 1g | LS-07 | 22/09/2022 | LM-418-2022 |
| Balanza digital Henkel 200g x 0.01mg | LS-06 | 24/09/2022 | LM-420-2022 |
| Horno digital Termocupl 196L 0º a 300°C | LS-20 | 24/09/2022 | LM-369-2022 |

| | | |
|---|---|---|
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | JEFE - LEM MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 180999 | COC - LEM MATESTLAB S.A.C. RUC 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL |
|---|---|---|

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | FORMATO ENSAYO PARA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS | Código | CS-FO-03 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 18-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPOQUIO-COLPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N° | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMBRANO VILLENNA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | : J. E. G. |
| CODIGO DE PROYECTO | : --- | ENSAYADO POR | : P. ESCOBEDO |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | FECHA DE ENSAYO | : 18/10/2022 |
| MATERIAL | : MUESTRA DE SUELO | TURNO | : Diurno |
| CÓDIGO DE MUESTRA | : --- | PROFUNDIDAD | : 1.50 m |
| SONDAJE / CALICATA | : C-2 | NORTE | : --- |
| N° DE MUESTRA | : M-1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PORCENTAJE QUE PASA | ESPECIFIC. |
|--------|---------------|---------------------|------------|
| 2 1/2" | 38.100 | 100.00 | |
| 2" | 38.100 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.00 | |
| 1" | 25.400 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.00 | |
| 3/8" | 9.500 | 100.00 | |
| N° 4 | 4.750 | 100.00 | |
| N° 8 | 2.380 | 96.44 | |
| N° 10 | 2.000 | 94.73 | |
| N° 16 | 1.190 | 92.45 | |
| N° 20 | 0.840 | 94.18 | |
| N° 30 | 0.600 | 78.52 | |
| N° 40 | 0.426 | 64.98 | |
| N° 50 | 0.297 | 55.67 | |
| N° 60 | 0.250 | 51.11 | |
| N° 80 | 0.177 | 42.22 | |
| N° 100 | 0.150 | 39.19 | |
| N° 200 | 0.075 | 32.34 | |
| Fondo | --- | 0.00 | |

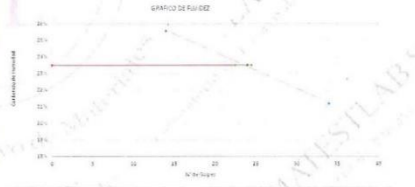


| | |
|--------------------------|---------------------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 8.0 |
| METODO DE SECADO | Horno a 110 +/- 5°C |
| METODO DE REPORTE | "B" |
| MATERIALES EXCLUIDOS | Ninguno |

| | |
|-------------------------------|---|
| CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL | CL - Suelo arcilloso en estado de baja plasticidad de color marrón oscuro en estado parcialmente húmedo |
| NOTAS SOBRE LA MUESTRA | No hay presencia de material superficial (gramíneas raíces y restos de ella) |


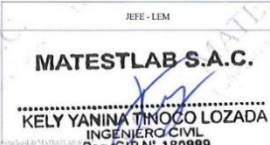


| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA | "Secado al horno a 110 +/- 5°C" |
| PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO | B. Tamizado integral -N°4 |
| TAMIZ SEPARADOR | Ninguno |
| METODO DE REPORTE DE RESULTADOS | "B" |

| | |
|------------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 23.40 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 9.80 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 13.60 |
| ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic) | 1.13 |
| ÍNDICE DE LIQUEZ (IL) | -0.1 |
| METODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO | --- |



| | |
|--|-------|
| CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO % | 0.00 |
| CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO % | 67.66 |
| CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO % | 32.34 |

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487) | CL |
| CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282) | A-2-6 (1) |
| NOMBRE DEL GRUPO | Arcilla arenosa de baja plasticidad |

| | | |
|---|--|---|
| MATESTLAB S.A.C. | | |
|  TÉCNICO - LEM |  JEFE - LEM |  COC - LEM |
|  | MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 180999 | MATESTLAB S.A.C. RUC 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL |

| | | | |
|--|---|---------|------------|
| | INFORME DE ENSAYO Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913 / D6913M - 17 | Código | CS-FO41 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 18-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRES EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022"
 SOLICITANTE : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO
 REGISTRO N° : MTL22-T5-531
 MUESTREO POR : J. E. G.
 ENSAYADO POR : F. ESCOBEDO
 UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. FECHA DE ENSAYO : 18/10/2022

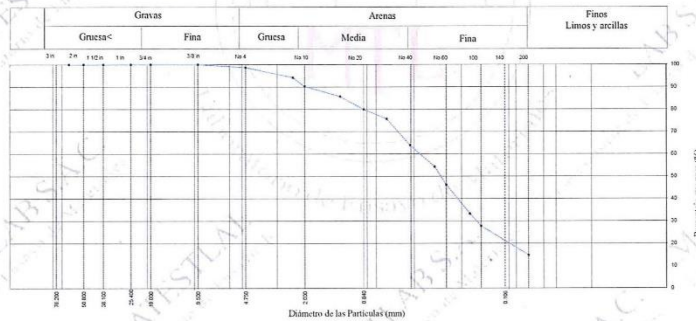
CÓDIGO DE MUESTRA : --- PROFUNDIDAD : 1.30 m
 SONDAJE / CALICATA : C-3 NORTE : ---
 N° DE MUESTRA : M-1 ESTE : ---
 PROGRESIVA : --- COSTA : ---

Método de ensayo utilizado : Tamizado simple "B" Procedimiento de obtención de muestra : Secado al horno Grava : 1.30
 Tamiz de separación E1 : No. 4 Clasificación Visual - manual CL : Arzúa : 83.88
 Fines : 14.82

| | | | |
|---------------------------|--------|-------------------|-------------------|
| Masa Total húmeda g | 2178 | 1ra Separación | Fracción que pasa |
| Masa Total seca g | 1973.5 | Retenida en tamiz | 2152.0 |
| Masa Total Humeda - No. 4 | --- | g | 26.0 |
| Masa Humeda de Fracción | --- | g | 25.7 |
| Masa Seca de Fracción | --- | g | 25.6 |
| Fracción Limpia y Seca | --- | g | 10.5 |
| Humedad de Fracción | --- | % | 98.7 |
| Fracción | --- | % | 10.4 |
| Humedad Total | --- | % | 25.60 |
| % de tamizado | --- | g | 1947.90 |


Equipos utilizados:
 - Juego de tamices EQ06 - Horno EO05
 - Balanzas EO23 EO23 y EO10 - Cuartador EQ03

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | Fracción Gruesa de Separación (0.1 g) | Fracción Fina Tamizado Simple (0.01 g) | Retenido en Tamiz Separador (%) | Factor de Tamizado | % Parcial Retenido | % Acumulado Retenido | % Acumulado que Pasa | Especificación sum |
|-----------|---------------|---------------------------------------|--|---------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| 2 1/2 in. | 63.500 | 0.0 | --- | 0.0 | 0.0506714 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | Maximo |
| 2 in. | 50.800 | 0.0 | --- | 0.0 | 0.0506714 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2 in. | 38.100 | 0.0 | --- | 0.0 | 0.0506714 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 in. | 25.400 | 0.0 | --- | 0.0 | 0.0506714 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 3/4 in. | 19.000 | 0.0 | --- | 0.0 | 0.0506714 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 3/8 in. | 9.500 | 0.0 | --- | 0.0 | 0.0506714 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| No. 4 | 4.750 | 25.6 | --- | 0.0 | 0.0506714 | 1.30 | 1.30 | 98.70 | |
| No. 8 | 2.380 | --- | 88.30 | 0.0506714 | 4.47 | 5.77 | 94.23 | | |
| No. 10 | 2.000 | --- | 77.60 | 0.0506714 | 3.93 | 9.70 | 90.30 | | |
| No. 16 | 1.190 | --- | 89.50 | 0.0506714 | 4.34 | 14.24 | 85.76 | | |
| No. 20 | 0.840 | --- | 114.50 | 0.0506714 | 5.39 | 20.03 | 79.97 | | |
| No. 30 | 0.600 | --- | 82.20 | 0.0506714 | 4.17 | 24.20 | 75.80 | | |
| No. 40 | 0.425 | --- | 233.90 | 0.0506714 | 11.85 | 36.05 | 63.95 | | |
| No. 50 | 0.297 | --- | 188.40 | 0.0506714 | 9.55 | 45.59 | 54.41 | | |
| No. 60 | 0.250 | --- | 161.60 | 0.0506714 | 8.19 | 53.78 | 46.22 | | |
| No. 80 | 0.177 | --- | 253.80 | 0.0506714 | 12.86 | 66.64 | 33.36 | | |
| No. 100 | 0.150 | --- | 110.90 | 0.0506714 | 5.57 | 72.22 | 27.78 | | |
| No. 200 | 0.075 | --- | 255.84 | 0.0506714 | 12.96 | 85.18 | 14.82 | | |
| FONDO | --- | --- | 292.46 | 0.0506714 | 14.82 | 100.00 | 0.00 | | |



OBSERVACIONES:
 * No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado.
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.

| | | |
|---|--|---|
| MATESTLAB S.A.C. | | |
| TÉCNICO - LEM MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | JEFE - LEM MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA PINCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 180999 | COS - LEM MATESTLAB S.A.C. RUC 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL |

| | | |
|--|---------|------------|
|  <p style="text-align: center;">FORMATO ENSAYO PARA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</p> | Código | CS-FO-02 |
| | Versión | 01 |
| | Fecha | 18-10-2022 |
| | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N° | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENAL / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | : J. E. G. |
| CÓDIGO DE PROYECTO | : --- | ENSAYADO POR | : P. ESCOBEDO |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | FECHA DE ENSAYO | : 18/10/2022 |
| MATERIAL | : MUESTRA DE SUELO | TURNOS | : Diurno |
| CÓDIGO DE MUESTRA | : --- | PROFUNDIDAD | : 1.50 m |
| SONDAJE / CALICATA | : C-3 | NORTE | : --- |
| N° DE MUESTRA | : M-1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |

| CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Tara N° | D5 |
| Peso de tara | 210.7 |
| Tara + m húmeda | 2388.7 |
| Tara + m seca | 2184.2 |
| Tamaño máx. de partículas | --- |
| Método de Ensayo | "B" |
| Método de secado | Horno a 110 +/- 5°C |

| Maximum Particle Size (100% Passing) | Method A | | Method B | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| | Water Content Reported to ± 1% | Water Content Reported to ± 0.1% | Water Content Reported to ± 1% | Water Content Reported to ± 0.1% | |
| SI Unit/ Sieve Size | Alternative Sieve Size | Specimen Mass | Balance Readability (g) | Specimen Mass (g) | Balance Readability (g) |
| 75.0 mm | 3 in. | 5 kg | 10 | 50 kg | 10 |
| 37.5 mm | 1 1/2 in. | 1 kg | 10 | 10 kg | 10 |
| 150 mm | 3 in. | 200 g | 0.1 | 2.5 kg | 0.1 |
| 9.5 mm | 3/8 in. | 600 g | 0.1 | 600 g | 0.1 |
| 4.75 mm | No. 4 | 20 g | 0.1 | 100 g | 0.1 |
| 2.00 mm | No. 10 | 20 g | 0.1 | 20 g | 0.01 |

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D6913 | | | | | |
|---|---------------------------------|------|---------|----------|-------|
| Método de ensayo | B: Tamizado integral <N°4 | | | | |
| Procedimiento de obtención de muestra: | "Secada al horno a 110 +/- 5°C" | | | | |
| Peso Inicial Seco | : 1973.5 | | | | |
| TAMIZ | ABERTURA | PESO | TAMIZ | ABERTURA | PESO |
| 2" | 50.800 | 0.0 | N° 20 | 0.840 | 114.3 |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.0 | N° 30 | 0.600 | 82.2 |
| 1" | 25.400 | 0.0 | N° 40 | 0.425 | 233.9 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | N° 50 | 0.297 | 188.4 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | N° 60 | 0.250 | 161.6 |
| N° 4 | 4.750 | 25.6 | N° 80 | 0.177 | 253.8 |
| N° 8 | 2.380 | 88.3 | N° 100 | 0.150 | 110.0 |
| N° 10 | 2.000 | 77.6 | N° 200 | 0.075 | 255.8 |
| N° 16 | 1.190 | 89.5 | <N° 200 | --- | 292.5 |

| Alternative Sieve Designation | Maximum Particle Size, mm | Maximum Dry Mass of Specimen, g or kg* | |
|-------------------------------|---------------------------|---|---|
| | | Method A Results Reported to Nearest 1% | Method B Results Reported to Nearest 0.1% |
| No. 40 | 0.425 | 50 g | 75 g |
| No. 10 | 2.00 | 50 g | 100 g |
| No. 4 | 4.75 | 75 g | 200 g [†] |
| 1/8 in. | 3.18 | 165 g [‡] | — |
| 1/4 in. | 6.35 | 1.9 kg [‡] | — |
| 1/2 in. | 12.5 | 2 kg [‡] | — |
| 3/4 in. | 19.0 | 10 kg [‡] | — |
| 1 in. | 25.4 | 25 kg [‡] | — |
| 1 1/2 in. | 38.1 | 50 kg [‡] | — |
| 2 in. | 50.8 | 75 kg [‡] | — |


| LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318 | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Método de ensayo | LÍMITE LÍQUIDO |
| Método de preparación | Horno |
| Método de secado | Horno |
| Método de ensayo | LÍMITE PLÁSTICO |
| Método de secado | Horno |
| Método de preparación | Horno |
| Método de secado | Horno |

| DESCRIPCIÓN | LÍMITE LÍQUIDO | | | LÍMITE PLÁSTICO | | |
|----------------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Nro. de Recipiente | | | | | | |
| Peso de Recipiente | 12.32 | 12.25 | 13.00 | 7.30 | 7.20 | 7.20 |
| Peso Recipiente + Suelo Húmedo | 29.21 | 26.00 | 26.12 | 19.20 | 20.40 | 18.50 |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | 26.32 | 23.40 | 23.40 | 18.30 | 19.20 | 17.50 |
| N° De Golpes | 34 | 24 | 14 | (Cumple) | (Cumple) | (Cumple) |

OBSERVACIONES:
 Clasificación visual - manual: CL - Suelo arcilloso en estado de baja plasticidad de color marrón oscuro en estado parcialmente húmedo
 No hay presencia de material superficial (gramíneas raíces y restos de ella)
 Muestra tomada en campo por el personal de MATESTLAB S.A.C.

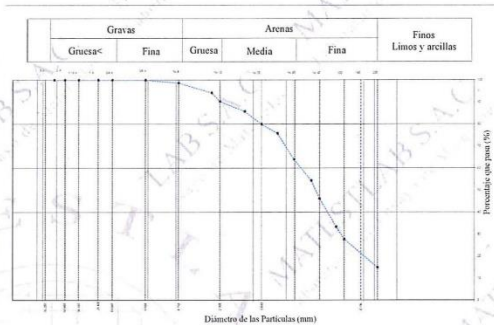
| EQUIPO UTILIZADO | | | |
|--|--------|----------------|----------------------|
| EQUIPO | CODIGO | F. CALIBRACION | N° CERT. CALIBRACION |
| Balanza digital New Classic 6000g x 0.1g | LS-08 | 22/09/2022 | LM-416-2022 |
| Balanza digital Ohaus 3000g x 1g | LS-07 | 22/09/2022 | LM-418-2022 |
| Balanza digital Henkel 200g x 0.01mg | LS-06 | 24/09/2022 | LM-420-2022 |
| Horno digital Termocup 196L 0° a 300°C | LS-20 | 24/09/2022 | LM-369-2022 |

| | | |
|---|--|---|
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | MATESTLAB S.A.C. KELLY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 180999 |  MATESTLAB S.A.C. RUC 20904738572 NICOLLE CUMPA BARRETT GERENTE GENERAL |
|---|--|---|

| | | | | |
|---|--|--|---------|------------|
|  | FORMATO ENSAYO PARA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS | | Código | CS-FO-03 |
| | | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 18-10-2022 |
| | | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N° | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREO POR | : J. E.G |
| CODIGO DE PROYECTO | : --- | ENSAYADO POR | : P. ESCOBEDO |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | FECHA DE ENSAYO | : 18/10/2022 |
| MATERIAL | : MUESTRA DE SUELO | TURNO | : Diurno |
| CODIGO DE MUESTRA | : --- | PROFUNDIDAD | : 1.50 m |
| SONDAJE / CALICATA | : C3 | NORTE | : --- |
| N° DE MUESTRA | : M-1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 | | | |
|--|---------------|---------------------|------------|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PORCENTAJE QUE PASA | ESPECÍFICO |
| 2 1/2" | 38.100 | 100.00 | |
| 2" | 38.100 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.00 | |
| 1" | 25.400 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.00 | |
| 3/8" | 9.500 | 100.00 | |
| N° 4 | 4.750 | 98.70 | |
| N° 6 | 2.380 | 94.23 | |
| N° 10 | 2.000 | 90.30 | |
| N° 16 | 1.190 | 85.76 | |
| N° 20 | 0.840 | 79.97 | |
| N° 30 | 0.600 | 75.80 | |
| N° 40 | 0.426 | 63.95 | |
| N° 50 | 0.297 | 54.41 | |
| N° 60 | 0.250 | 46.22 | |
| N° 80 | 0.177 | 33.36 | |
| N° 100 | 0.150 | 27.78 | |
| N° 200 | 0.075 | 14.82 | |
| Fondo | --- | 0.00 | |

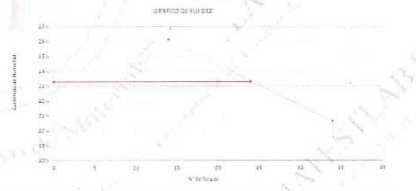


| CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 | |
|------------------------------------|---------------------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 10.4 |
| METODO DE SECADO | Horno a 110 +/- 5°C |
| METODO DE REPORTE | "B" |
| MATERIALES EXCLUIDOS | Ninguno |

| | |
|-------------------------------|---|
| CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL | CL - Suelo arcilloso en estado de baja plasticidad de color marrón oscuro en estado parcialmente húmedo |
| NOTAS SOBRE LA MUESTRA | No hay presencia de material superficial (gramíneas raíces y restos de ella) |

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA | "Secada al horno a 110 +/- 5°C" |
| PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO | B: Tamizado integral <N°4 |
| TAMIZ SEPARADOR | Ninguno |
| METODO DE REPORTE DE RESULTADOS | "B" |

| LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 | |
|---------------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 23.20 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 9.30 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 13.91 |
| ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic) | 0.92 |
| ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL) | 0.1 |
| METODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO | --- |



| COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS | |
|---|-------|
| CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO % | 1.30 |
| CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO % | 83.88 |
| CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO % | 14.82 |

| CLASIFICACIÓN DEL SUELO | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487) | CL |
| CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282) | A-2-6 (0) |
| NOMBRE DEL GRUPO | Arcilla arenosa de baja plasticidad |

| | | |
|--|--|--|
| MATESTLAB S.A.C. | | |
|  TÉCNICO - LEM |  JEFE - LEM MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 180999 |  CQC - LEM MATESTLAB S.A.C. RUC 20601734572 NICOLLE CUMTA BARRE GERENTE GENERAL |

Ensayo De Soporte De California

| | | | |
|--|---|---------|------------|
| | INFORME | Código | CS-FO-02 |
| | VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Versión | 01 |
| | | Fecha | 20-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

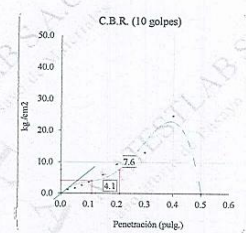
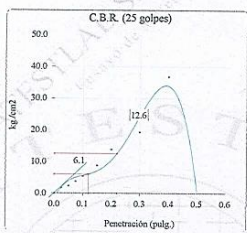
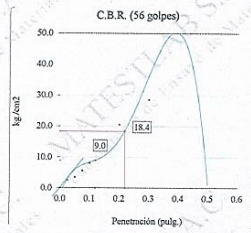
| | |
|---|---------------------------------------|
| PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N° : MTL22-1S-531 |
| SOLICITANTE : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENNA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR : MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR : P. ESCOBEDO |
| MATERIAL : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO : 20/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUES : MNS | TURNO : Diurno |
| SONDAJE / CALICATA : Material propio | PROFUNDIDAD : --- |
| N° DE MUESTRA : 1 | NORTE : --- |
| PROGRESIVA : --- | ESTE : --- |
| | COSTA : --- |

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 1.708 gr/cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.623 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad : 9.1 %

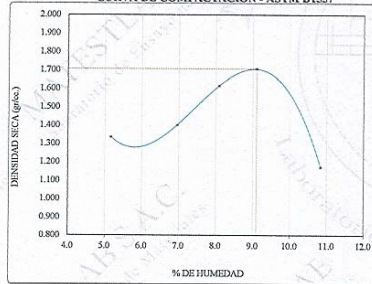


C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 12.9 %

C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 8.7 %

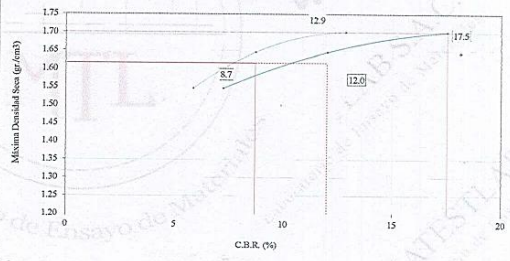
C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 5.9 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 12.9 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 8.7 %

CURVA CBR vs DENSIDAD SECA ÍNDICE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 17.5 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 12.0 %

OBSERVACIONES:


* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|---|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | CQC - LEM |
| MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | MATESTLAB S.A.C. KELY YANIMO TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 190999 | MATESTLAB S.A.C. RUC 20504759572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL |

Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

975232841
922318222

informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 20-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 20/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : MN3 | TURNO | Diurno |
| SONDAJE / CALICATA | : Material propio | PROFUNDIDAD | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde N° | 26 | | 34 | | 42 | |
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes | 56 | | 25 | | 10 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 11.960 | | 11.820 | | 11.550 | |
| Peso molde (gr.) | 8.003 | | 8.114 | | 7.974 | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 3.957 | | 3.706 | | 3.576 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2.135 | | 2.098 | | 2.136 | |
| Densidad húmeda (gr./cm³) | 1.853 | | 1.766 | | 1.674 | |
| Densidad Seca (gr./cm³) | 1.701 | | 1.645 | | 1.546 | |


| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
|---------------------------|-------|--|-------|--|-------|--|
| Peso de tara (gr.) | 92.8 | | 102.7 | | 95.5 | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 560.2 | | 502.4 | | 492.5 | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 521.8 | | 475.0 | | 462.0 | |
| Peso de agua (gr.) | 38.4 | | 27.4 | | 30.5 | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 429.0 | | 372.3 | | 366.5 | |
| Humedad (%) | 9.0 | | 7.4 | | 8.3 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----------|------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01* | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 18-Oct | 11:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18-Oct | 11:00 | 24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 48 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 72 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 20-Oct | 11:00 | 96 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------|------------|--------|-------|-------------|------------|--------|-------|-------------|------------|--------|-------|
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde N° 26 | | | | Molde N° 34 | | | | Molde N° 42 | | | |
| | | Carga | Corrección | | | Carga | Corrección | | | Carga | Corrección | | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % |
| 0.025 | | 51 | 2.5 | | | 34 | 1.7 | | | 23 | 1.2 | | |
| 0.050 | | 71 | 3.5 | | | 48 | 2.4 | | | 32 | 1.6 | | |
| 0.075 | | 113 | 5.6 | | | 76 | 3.8 | | | 51 | 2.5 | | |
| 0.100 | 70.000 | 162 | 8.0 | 9.0 | 12.9 | 109 | 5.4 | 6.1 | 8.7 | 74 | 3.7 | 4.1 | 5.9 |
| 0.150 | | 263 | 13.0 | | | 178 | 8.8 | | | 120 | 5.9 | | |
| 0.200 | 105.000 | 415 | 20.5 | 18.4 | 17.5 | 280 | 13.9 | 12.6 | 12.0 | 189 | 9.4 | 7.6 | 7.2 |
| 0.300 | | 577 | 28.6 | | | 390 | 19.3 | | | 263 | 13.0 | | |
| 0.400 | | 1100 | 54.5 | | | 742 | 36.8 | | | 501 | 24.8 | | |
| 0.500 | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | |

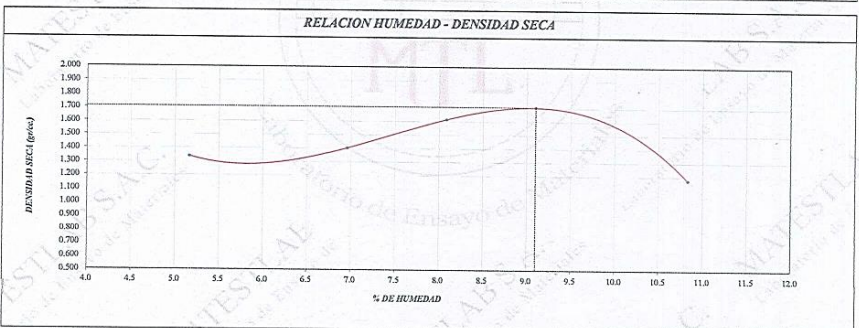
OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C. | | |
|---|---|---|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | CCQ - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales |  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. C.O.F.A. N° 183999 |  MATESTLAB S.A.C. RUC 20604798572 NICOLLE CUMPA BARRITO GERENTE GEN. RA |


| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1883) | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 18-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |


| | | | |
|---------------------------|---|-----------------|----------------|
| PROYECTO | : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022 | REGISTRO N°: | MTL22-TS - 531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENAL / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 18/10/2022 |
| | | TURNOS | Diurno |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : MN3 | PROFUNDIDAD | : --- |
| SONDAJE / CALICATA | : Material propio | NORTE | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |


| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 | | | | | | |
|---|-------|----------------------------|-------|----------------------------------|-------|-------|
| | | Volumen Molde | 956 | cm ³ | | |
| | | Peso Molde | 4315 | gr. | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5.950 | 5.750 | 5.985 | 5.580 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1.345 | 1.435 | 1.670 | 1.245 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.407 | 1.501 | 1.747 | 1.302 | |
| Recipiente Numero | | J7 | N3 | R3 | W5 | |
| Peso de la Tara | gr. | 92.5 | 92.4 | 88.7 | 78.5 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 300.2 | 355.3 | 412.2 | 332.2 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 290.0 | 338.2 | 398.0 | 307.5 | |
| Peso del agua | gr. | 10.2 | 17.1 | 24.2 | 24.7 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 198 | 246 | 299 | 228 | |
| Contenido de agua | % | 5.2 | 7.0 | 8.1 | 10.8 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.338 | 1.403 | 1.616 | 1.175 | |
| Densidad Máxima Seca: | | 1.788 gr/cm ³ . | | Contenido Humedad Optima: | | 9.1 % |





OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|---|--|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | CCO - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TIWCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 185899 | MATESTLAB S.A.C. RUC 20103739572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL |

 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

 975232841
922318222

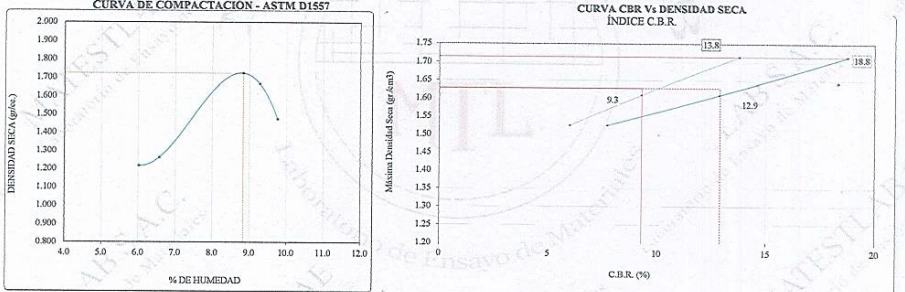
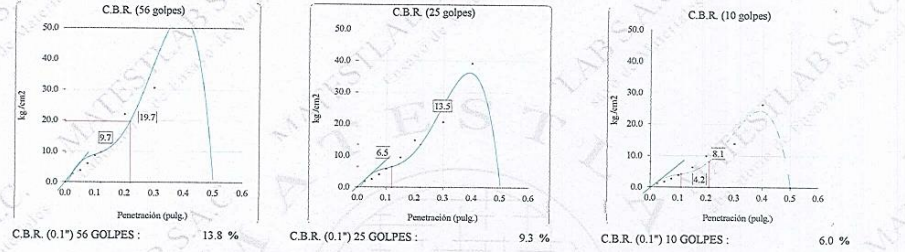
 informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

| | | | | |
|---|---|--|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Código | CS-FO-02 |
| | | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 20-10-2022 |
| | | | Página | 1 de 1 |



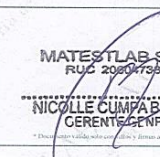
| | | | |
|------------------------|---|-----------------|------------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENAL / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB S.A.C. |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 20/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUES | : MN2 | TURNO | Diurno |
| SONDAJE / CALICATA | : Material propio | PROFUNDIDAD | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |


**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra
Máxima Densidad Seca : 1.725 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.639 gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad : 8.8 %



OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C. | | |
|--|---|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | CQC - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales |  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TIBICO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183699 |  MATESTLAB S.A.C. RUC 2080796572 NICOLLE CUMPA BARRITO GERENTE GENERAL |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 20-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUITO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 20/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : MN2 | TURNO | Diurno |
| SONDAJE / CALICATA | : Material propio | PROFUNDIDAD | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883


| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde N° | 26 | | 34 | | 42 | |
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes | 56 | | 25 | | 10 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 11.990 | | 11.700 | | 11.488 | |
| Peso molde (gr.) | 8.003 | | 8.114 | | 7.974 | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 3.987 | | 3.586 | | 3.514 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2.135 | | 2.098 | | 2.136 | |
| Densidad húmeda (gr./cm³) | 1.867 | | 1.709 | | 1.645 | |
| Densidad Seca (gr./cm³) | 1.715 | | 1.609 | | 1.526 | |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
|---------------------------|-------|--|-------|--|-------|--|
| Peso de tara (gr.) | 100.5 | | 105.2 | | 90.7 | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 584.7 | | 490.5 | | 510.4 | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 545.2 | | 468.0 | | 480.0 | |
| Peso de agua (gr.) | 39.5 | | 22.5 | | 30.4 | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 444.7 | | 362.8 | | 389.3 | |
| Humedad (%) | 8.9 | | 6.2 | | 7.8 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----------|------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01* | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 18-Oct | 11:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18-Oct | 11:00 | 24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 48 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 72 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 20-Oct | 11:00 | 96 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |

| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde N° 26 | | | | Molde N° 34 | | | | Molde N° 42 | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % |
| 0.025 | | 55 | 2.7 | | | 37 | 1.8 | | | 25 | 1.2 | | |
| 0.050 | | 76 | 3.8 | | | 51 | 2.5 | | | 34 | 1.7 | | |
| 0.075 | | 121 | 6.0 | | | 81 | 4.0 | | | 54 | 2.7 | | |
| 0.100 | 70.000 | 173 | 8.6 | 9.7 | 13.8 | 117 | 5.8 | 6.5 | 9.3 | 78 | 3.9 | 4.2 | 6.0 |
| 0.150 | | 282 | 14.0 | | | 189 | 9.4 | | | 127 | 6.3 | | |
| 0.200 | 105.000 | 444 | 22.0 | 19.7 | 18.8 | 298 | 14.8 | 13.5 | 12.9 | 201 | 9.9 | 8.1 | 7.7 |
| 0.300 | | 618 | 30.6 | | | 415 | 20.6 | | | 279 | 13.8 | | |
| 0.400 | | 1177 | 58.3 | | | 791 | 39.2 | | | 532 | 26.3 | | |
| 0.500 | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | |


OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|---|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | COC - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA IBARRA LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152899 | MATESTLAB S.A.C. RUC 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GEN. RA |

Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

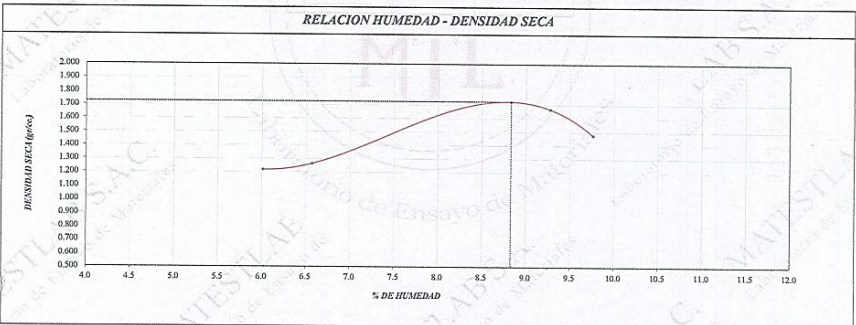
975232841
922318222

informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com


| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1883) | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 18-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |


| | | | |
|---------------------------|---|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 18/10/2022 |
| | | TURNOS | Diurno |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : MN2 | PROFUNDIDAD | : --- |
| SONDAJE / CALICATA | : Material propio | NORTE | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 | | | | | | |
|---|-------|--------------------------|-------|----------------------------------|-------|-------|
| | | Volumen Molde | 956 | cm ³ | | |
| | | Peso Molde | 4315 | gr. | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5.602 | 5.885 | 6.058 | 5.550 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1.287 | 1.580 | 1.743 | 1.235 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.346 | 1.621 | 1.823 | 1.292 | |
| Recipiente Numero | | F9 | F5 | C5 | S3 | |
| Peso de la Tara | gr. | 95.0 | 91.5 | 88.2 | 78.1 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 395.2 | 410.8 | 397.4 | 376.1 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 376.7 | 382.4 | 382.0 | 359.2 | |
| Peso del agua | gr. | 18.5 | 28.4 | 25.4 | 16.9 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 282 | 291 | 274 | 281 | |
| Contenido de agua | % | 6.6 | 9.8 | 9.3 | 6.0 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.263 | 1.477 | 1.668 | 1.219 | |
| Densidad Máxima Seca: | | 1.725 gr/cm ³ | | Contenido Humedad Optima: | | 8.8 % |



OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

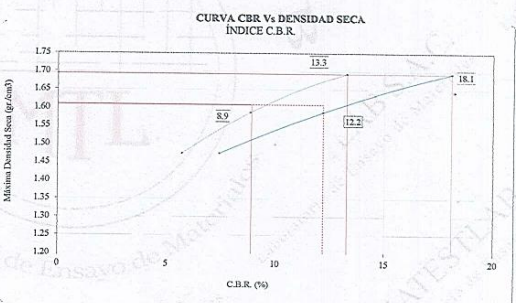
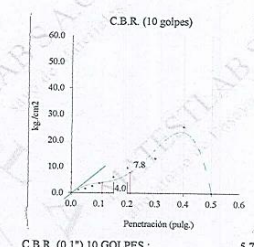
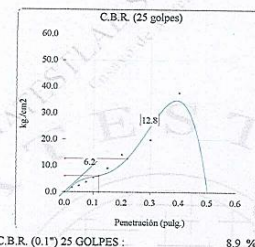
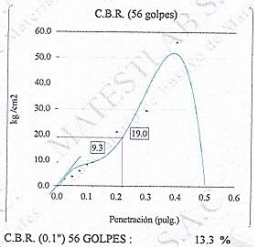
| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|---|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | QCC - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales |  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA PINO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 186589 |  MATESTLAB S.A.C. RUC 20090194972 NICOLLE CUMPA BARRERO GERENTE GENERAL |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 20-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022"
REGISTRO N°: MTL22-TS-531
SOLICITANTE : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO
MUESTREADO POR : MATESTLAB SAC
UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.
ENSAYADO POR : P. ESCOBEDO
MATERIAL : MATERIAL PROPIO
FECHA DE ENSAYO : 20/10/2022
IDENTIFICACIÓN DE MUES : MN
TURNO : Diurno
SONDAJE / CALICATA : Material propio
PROFUNDIDAD : ---
N° DE MUESTRA : 1
NORTE : ---
PROGRESIVA : ---
ESTE : ---
COSTA : ---

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883


Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca : 1.700 gr/cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.615 gr/cm³
 Optimo Contenido de Humedad : 9.0 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 13.3 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 8.9 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 18.1 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 12.2 %

OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|---|--|
| TÉCNICO - LEM  | JEFE - LEM  | QCC - LEM  |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA MUOCC LOZADA INGENIERO CIVIL R/c. CIP N° 190369 | MATESTLAB S.A.C. R/C 20004798572 NICOLLE CUMBA GARRETO GERENTE CFNF R-1 |

| | | | | |
|---|---|--|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Código | CS-FO-02 |
| | | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 20-10-2022 |
| | | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROMI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 20/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : MN | TURNO | Diurno |
| SONDAJE / CALICATA | : Material propio | PROFUNDIDAD | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883


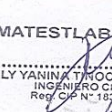


| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde N° | 26 | | 34 | | 42 | |
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes | 56 | | 25 | | 10 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 11.920 | | 11.670 | | 11.350 | |
| Peso molde (gr.) | 8.003 | | 8.114 | | 7.974 | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 3.917 | | 3.556 | | 3.376 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2.135 | | 2.098 | | 2.136 | |
| Densidad húmeda (gr./cm³) | 1.835 | | 1.695 | | 1.581 | |
| Densidad Seca (gr./cm³) | 1.694 | | 1.588 | | 1.475 | |


| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
|---------------------------|-------|--|-------|--|-------|--|
| Peso de tara (gr.) | 95.5 | | 102.5 | | 100.2 | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 512.5 | | 457.5 | | 526.8 | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 480.5 | | 435.0 | | 498.2 | |
| Peso de agua (gr.) | 32.0 | | 22.5 | | 28.6 | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 385.0 | | 332.5 | | 398.0 | |
| Humedad (%) | 8.3 | | 6.8 | | 7.2 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----------|------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01* | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 18-Oct | 11:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18-Oct | 11:00 | 24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 48 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 72 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 20-Oct | 11:00 | 96 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |

| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde N° 26 | | | | Molde N° 34 | | | | Molde N° 42 | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % |
| 0.025 | | 53 | 2.6 | | | 35 | 1.7 | | | 24 | 1.2 | | |
| 0.050 | | 73 | 3.6 | | | 49 | 2.4 | | | 33 | 1.6 | | |
| 0.075 | | 116 | 5.7 | | | 78 | 3.9 | | | 52 | 2.6 | | |
| 0.100 | 70.000 | 167 | 8.3 | 9.3 | 13.3 | 112 | 5.6 | 6.2 | 8.9 | 75 | 3.7 | 4.0 | 5.7 |
| 0.150 | | 271 | 13.4 | | | 182 | 9.0 | | | 122 | 6.1 | | |
| 0.200 | 105.000 | 427 | 21.1 | 19.0 | 18.1 | 287 | 14.2 | 12.8 | 12.2 | 193 | 9.5 | 7.8 | 7.4 |
| 0.300 | | 594 | 29.4 | | | 399 | 19.8 | | | 268 | 13.3 | | |
| 0.400 | | 1132 | 56.1 | | | 761 | 37.7 | | | 511 | 25.3 | | |
| 0.500 | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | |

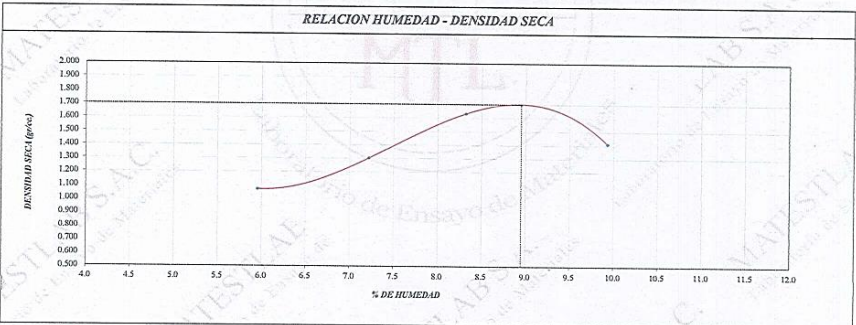
OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|---|--|
| TÉCNICO - LEM  | JEFE - LEM  | QCC - LEM  |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TITO COLOZAO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 187899 | MATESTLAB S.A.C. RUC 20694768572 NICOLLE CUMPA BARRERO GERENTE GENERAL |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1883) | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 18-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |


| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YERGOVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 18/10/2022 |
| | | TURNOS | Diurno |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : MN | PROFUNDIDAD | :--- |
| SONDAJE / CALICATA | : Material propio | NORTE | :--- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | ESTE | :--- |
| PROGRESIVA | :--- | COSTA | :--- |


| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 | | | | | | |
|---|-------|--------------------------|-------|----------------------------------|-------|-------|
| | | Volumen Molde | 956 | cm ³ | | |
| | | Peso Molde | 4315 | gr. | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5.650 | 5.800 | 6.005 | 5.400 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1.335 | 1.485 | 1.690 | 1.085 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.395 | 1.553 | 1.768 | 1.135 | |
| Recipiente Numero | | 05 | 07 | 03 | | |
| Peso de la Tara | gr. | 95.2 | 90.5 | 85.2 | 75.1 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 380.4 | 388.2 | 396.4 | 366.9 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 361.2 | 370.4 | 372.5 | 350.5 | |
| Peso del agua | gr. | 19.2 | 27.8 | 23.9 | 16.4 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 266 | 280 | 287 | 275 | |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 9.9 | 8.3 | 6.0 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.302 | 1.413 | 1.632 | 1.071 | |
| <i>Densidad Máxima Seca:</i> | | 1.700 gr/cm ³ | | <i>Contenido Humedad Optima:</i> | | 9.0 % |





OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|---|---|
| TÉCNICO - LEM  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | JEFE - LEM MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. OIP N° 173999 | QOC - LEM MATESTLAB S.A.C. RUC 20087738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL |

 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

 975232841
922318222

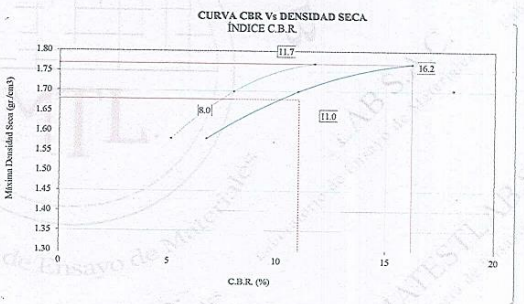
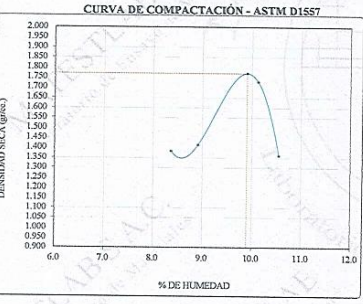
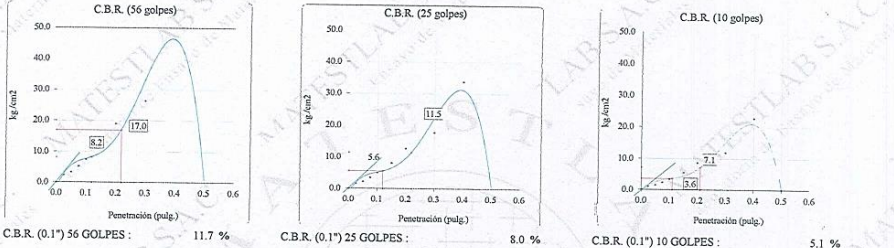
 informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

| | | | | |
|---|---|--|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Código | CS-FO-02 |
| | | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 21-10-2022 |
| | | | Página | 1 de 1 |

| | |
|---|--|
| PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR P. ESCOBEDO |
| MATERIAL : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO 21/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUES : M3 10% | TURNOS Diurno |
| SONDAJE / CALICATA : --- | PROFUNDIDAD : --- |
| N° DE MUESTRA : 1 | NORTE : --- |
| PROGRESIVA : --- | ESTE : --- |
| | COSTA : --- |



**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**


Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca : 1.770 gr./cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.682 gr./cm³
 Optimo Contenido de Humedad : 9.9 %



| | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 11.7 % | C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 16.2 % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 8.0 % | C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 11.0 % |

OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

| | | |
|--|---|---|
| MATESTLAB S.A.C. | | |
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | CQC - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de ensayo de Materiales |  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TIMOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999 |  MATESTLAB S.A.C. RUC 2062738572 NICOLLE CUMPA BARRETO INGENIERA DE SISTEMAS |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 21-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|---------------------------|---|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAFUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO Nº: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 21/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M3 10% | TURNO | Diurno |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | PROFUNDIDAD | : --- |
| Nº DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**





| CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde Nº | 26 | 34 | 42 | | | |
| Número de capas | 5 | 5 | 5 | | | |
| Número de golpes | 56 | 25 | 10 | | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12.152 | | 11.985 | | 11.602 | |
| Peso molde (gr.) | 8.003 | | 8.114 | | 7.974 | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4.149 | | 3.871 | | 3.628 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2.135 | | 2.098 | | 2.136 | |
| Densidad húmeda (gr./cm³) | 1.943 | | 1.845 | | 1.699 | |
| Densidad Seca (gr./cm³) | 1.769 | | 1.699 | | 1.581 | |


| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
|---------------------------|-------|--|-------|--|-------|--|
| Peso de tara (gr.) | 92.1 | | 100.4 | | 98.3 | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 495.2 | | 450.8 | | 510.5 | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 459.0 | | 423.0 | | 482.0 | |
| Peso de agua (gr.) | 36.2 | | 27.8 | | 28.5 | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 366.9 | | 322.6 | | 383.7 | |
| Humedad (%) | 9.9 | | 8.6 | | 7.4 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|--------------|---------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01" | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 19-Oct | 11:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| 20-Oct | 11:00 | 48 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 21-Oct | 11:00 | 72 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 22-Oct | 11:00 | 96 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------------------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde Nº 26 | | | | Molde Nº 34 | | | | Molde Nº 42 | | | |
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % |
| 0.025 | | 47 | 2.3 | | | 32 | 1.6 | | | 21 | 1.1 | | |
| 0.050 | | 66 | 3.3 | | | 44 | 2.2 | | | 30 | 1.5 | | |
| 0.075 | | 104 | 5.1 | | | 70 | 3.5 | | | 47 | 2.3 | | |
| 0.100 | 70.000 | 150 | 7.4 | 8.2 | 11.7 | 101 | 5.0 | 5.6 | 8.0 | 68 | 3.3 | 3.6 | 5.1 |
| 0.150 | | 243 | 12.0 | | | 163 | 8.1 | | | 110 | 5.4 | | |
| 0.200 | 105.000 | 383 | 19.0 | 17.0 | 16.2 | 257 | 12.7 | 11.5 | 11.0 | 173 | 8.6 | 7.1 | 6.8 |
| 0.300 | | 533 | 26.4 | | | 358 | 17.7 | | | 241 | 11.9 | | |
| 0.400 | | 1016 | 50.3 | | | 683 | 33.8 | | | 459 | 22.7 | | |
| 0.500 | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | |

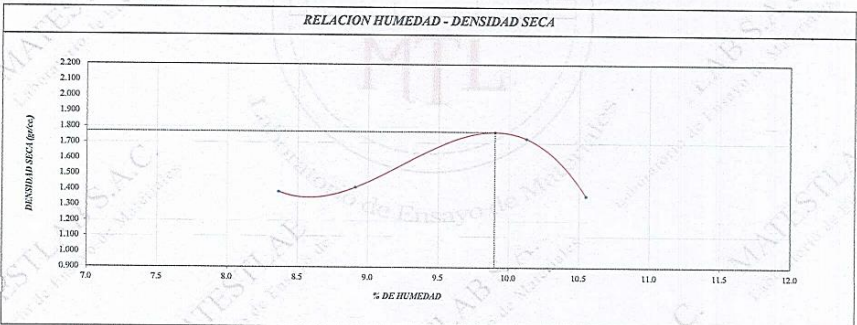
OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|---|---|---|
| TÉCNICO - LEM   | JEFE - LEM  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA YINOZ B LOZADA INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 173399 | QCC - LEM  MATESTLAB S.A.C. RUC 20904788672 NICOLLE CUMPA BARRITO GERENTE GENERAL |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1883) | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 19-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|---------------------------|---|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 19/10/2022 |
| | | TURNOS | Diurno |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : MS 10% | PROFUNDIDAD | : --- |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | NORTE | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 | | | | | | |
|---|---------------|--------------------------|-----------------|----------------------------------|-------|-------|
| | Volumen Molde | 956 | cm ³ | | | |
| | Peso Molde | 4315 | gr. | | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5,750 | 5,788 | 6,135 | 5,755 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1,435 | 1,473 | 1,820 | 1,440 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1,501 | 1,541 | 1,904 | 1,505 | |
| Recipiente Numero | | R2 | R2 | R2 | R2 | |
| Peso de la Tara | gr. | 95.2 | 92.5 | 95.0 | 90.0 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 438.5 | 399.1 | 405.0 | 418.0 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 412.0 | 373.2 | 376.5 | 388.7 | |
| Peso del agua | gr. | 26.5 | 25.9 | 28.5 | 31.3 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 317 | 291 | 282 | 297 | |
| Contenido de agua | % | 8.4 | 8.9 | 10.1 | 10.5 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.385 | 1.415 | 1.729 | 1.363 | |
| <i>Densidad Máxima Seca:</i> | | 1.770 gr/cm ³ | | <i>Contenido Humedad Óptima:</i> | | 9.9 % |




OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|---|---|
| TÉCNICO - LEM  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | JEFE - LEM  MATESTLAB S.A.C. KELY YANIKA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. O.P. N° 706999 | CQC - LEM  MATESTLAB S.A.C. RUC 20094739672 NICOLLE CUMBA BARRETO GERENTE GENERAL |

Jr. Apurímac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

975232841
922318222

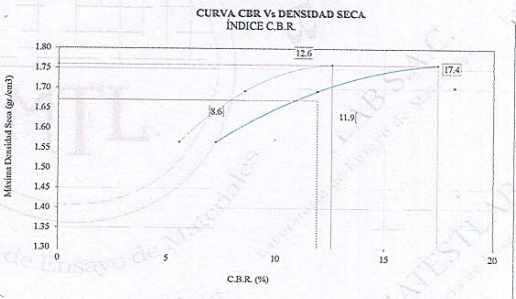
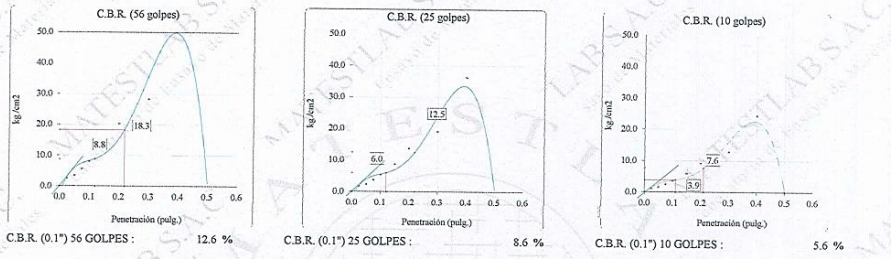
informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

| | | | | |
|---|---|--|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Código | CS-FO-02 |
| | | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 21-10-2022 |
| | | | Página | 1 de 1 |

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022"
REGISTRO N°: MTL22-TS-531
SOLICITANTE : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO
MUESTREADO POR : MATESTLAB SAC
UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.
ENSAYADO POR : P. ESCOBEDO
MATERIAL : MATERIAL PROPIO
FECHA DE ENSAYO : 21/10/2022
IDENTIFICACIÓN DE MUES : M3 10%
TURNO : Diurno
SONDAJE / CALICATA : ---
PROFUNDIDAD : ---
N° DE MUESTRA : 1
NORTE : ---
PROGRESIVA : ---
ESTE : ---
COSTA : ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**


Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca : 1.760 gr/cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.672 gr/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad : 9.4 %



| | | | |
|----------------------------|--------|----------------------------|--------|
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1': | 12.6 % | C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2': | 17.4 % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1': | 8.6 % | C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2': | 11.9 % |

OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|---|---|--|
| TÉCNICO - LEM  | JEFE - LEM  | COC - LEM  |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Recurso de Materiales | MATESTLAB S.A.C. KELY VANIMY TINCOC LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 19299 | MATESTLAB S.A.C. RUC 2060478872 NICOLE CUMPA BARRETO INGENIERO CIVIL |

| | | | | |
|---|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | | Código | CS-FO-02 |
| | VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 21-10-2022 |
| | | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO Nº: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 21/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M3 10% | TURNO | Diurno |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | PROFUNDIDAD | : --- |
| Nº DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**


| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde Nº | 26 | | 34 | | 42 | |
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes | 56 | | 25 | | 10 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12.105 | | 11.920 | | 11.590 | |
| Peso molde (gr.) | 8.093 | | 8.114 | | 7.974 | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4.102 | | 3.806 | | 3.616 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2.135 | | 2.098 | | 2.136 | |
| Densidad húmeda (gr./cm³) | 1.921 | | 1.814 | | 1.693 | |
| Densidad Seca (gr./cm³) | 1.760 | | 1.694 | | 1.566 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
| Peso de tara (gr.) | 90.5 | | 105.2 | | 98.5 | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 510.5 | | 485.2 | | 500.0 | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 475.2 | | 460.0 | | 470.0 | |
| Peso de agua (gr.) | 35.3 | | 25.2 | | 30.0 | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 384.7 | | 354.8 | | 371.5 | |
| Humedad (%) | 9.2 | | 7.1 | | 8.1 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|--------------|---------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01" | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 19-Oct | 11:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| 20-Oct | 11:00 | 48 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 21-Oct | 11:00 | 72 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 22-Oct | 11:00 | 96 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------------------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde Nº 26 | | | | Molde Nº 34 | | | | Molde Nº 42 | | | |
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % |
| 0.025 | | 51 | 2.5 | | | 34 | 1.7 | | | 23 | 1.1 | | |
| 0.050 | | 70 | 3.5 | | | 47 | 2.3 | | | 32 | 1.6 | | |
| 0.075 | | 112 | 5.5 | | | 75 | 3.7 | | | 50 | 2.5 | | |
| 0.100 | 70.000 | 160 | 7.9 | 8.8 | 12.6 | 108 | 5.3 | 6.0 | 8.6 | 72 | 3.6 | 3.9 | 5.6 |
| 0.150 | | 261 | 12.9 | | | 175 | 8.7 | | | 118 | 5.8 | | |
| 0.200 | 105.000 | 411 | 20.3 | 18.3 | 17.4 | 276 | 13.7 | 12.5 | 11.9 | 185 | 9.2 | 7.6 | 7.2 |
| 0.300 | | 572 | 28.3 | | | 384 | 19.0 | | | 258 | 12.8 | | |
| 0.400 | | 1089 | 53.9 | | | 732 | 36.2 | | | 492 | 24.4 | | |
| 0.500 | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | |

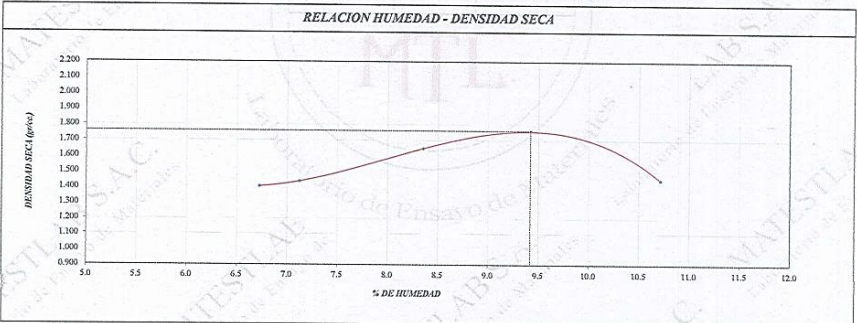
OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|---|--|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | CQC - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales |  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINYA ZUCCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 122999 |  MATESTLAB S.A.C. RUC 20204101572 NICOLE CUMBA BARRETO INGENIERA CIVIL |


| | | | |
|---|---|----------------|------------|
|  | INFORME | Código | CS-FO-02 |
| | PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1883) | Versión | 01 |
| | | Fecha | 19-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |


| | | | |
|----------------------------------|--|------------------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROLVI ALTAMIRANO VILLENNA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 19/10/2022 |
| | | TURNO | Diurno |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M3 10% | PROFUNDIDAD | : --- |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | NORTE | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 | | | | | | |
|---|-------|---------------|--------------------|----------------------------------|-------|-------|
| | | Volumen Molde | 956 | cm ³ | | |
| | | Peso Molde | 4315 | gr. | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5.750 | 5.788 | 6.022 | 5.850 | 5 |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1.435 | 1.473 | 1.707 | 1.535 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.501 | 1.541 | 1.786 | 1.605 | |
| Recipiente Numero | | R2 | R2 | U5 | R2 | |
| Peso de la Tara | gr. | 95.2 | 92.5 | 95.0 | 90.0 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 420.5 | 380.3 | 390.8 | 400.0 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 400.0 | 360.0 | 368.0 | 370.0 | |
| Peso del agua | gr. | 20.5 | 19.8 | 22.8 | 30.0 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 305 | 278 | 273 | 280 | |
| Contenido de agua | % | 6.7 | 7.1 | 8.4 | 10.7 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.408 | 1.438 | 1.648 | 1.450 | |
| Densidad Máxima Seca: | | 1.760 | gr/cm ³ | Contenido Humedad Óptima: | | 9.4 % |



OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

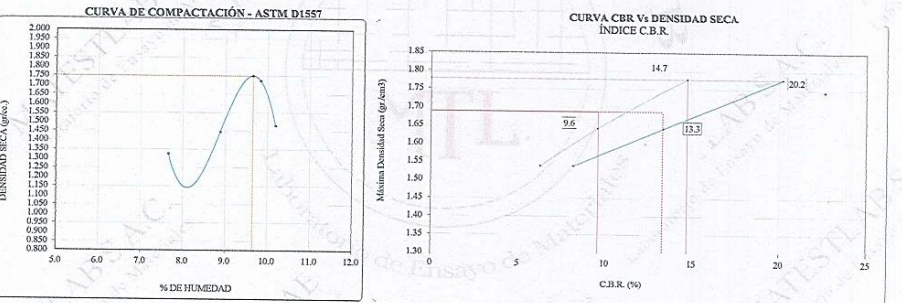
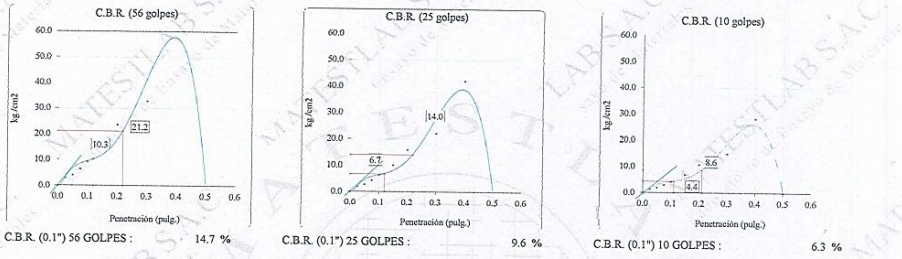
| MATESTLAB S.A.C | | |
|---|---|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | CQC - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales |  MATESTLAB S.A.C. KELY YANIRA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL R.O. CIP N° 83999 |  MATESTLAB S.A.C. RUC 20904798572 NICOLLE CUMPA BARRETO CERENTIS G. INF. R. I. |

| | | |
|---|---|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | |
| | Código | CS-FO-02 |
| | Versión | 01 |
| | Fecha | 21-10-2022 |
| | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|------------------------|---|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO Nº: | MTL22-1S-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 21/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUES | : M3 5% | TURNO | Diurno |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | PROFUNDIDAD | : --- |
| Nº DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |


**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra
Máxima Densidad Seca : 1.750 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.663 gr./cm³
Óptimo Contenido de Humedad : 9.7 %



OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

| | | |
|---|--|--|
| MATESTLAB S.A.C. | | |
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | CQC - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA PINOCH LOZADA INGENIERO CIVIL R.O.C. ZIP N° 62589 | MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604736972 NICOLLE CYNTHIA BARRETO GERENTE GENERAL |

| | | | | |
|---|---|--|----------------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Código | CS-FO-02 |
| | | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 21-10-2022 |
| | | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|----------------------------------|--|------------------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO Nº: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENNA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 21/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M3 5% | TURNO | Diurno |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | PROFUNDIDAD | : --- |
| Nº DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde Nº | 26 | | 34 | | 42 | |
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes | 56 | | 25 | | 10 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12.150 | | 11.850 | | 11.520 | |
| Peso molde (gr.) | 8.003 | | 8.114 | | 7.974 | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4.147 | | 3.736 | | 3.546 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2.135 | | 2.098 | | 2.136 | |
| Densidad húmeda (gr./cm³) | 1.942 | | 1.781 | | 1.660 | |
| Densidad Seca (gr./cm³) | 1.777 | | 1.641 | | 1.538 | |


| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
|---------------------------|-------|--|-------|--|-------|--|
| Peso de tara (gr.) | 97.2 | | 90.7 | | 92.5 | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 550.5 | | 420.9 | | 500.0 | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 512.0 | | 395.0 | | 470.0 | |
| Peso de agua (gr.) | 38.5 | | 25.9 | | 30.0 | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 414.8 | | 304.3 | | 377.5 | |
| Humedad (%) | 9.3 | | 8.5 | | 7.9 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----------|------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01* | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 19-Oct | 11:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| 20-Oct | 11:00 | 48 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 20-Oct | 11:00 | 72 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 21-Oct | 11:00 | 96 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde Nº 26 | | | | Molde Nº 34 | | | | Molde Nº 42 | | | |
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % |
| 0.025 | | 59 | 2.9 | | | 39 | 1.9 | | | 26 | 1.3 | | |
| 0.050 | | 82 | 4.0 | | | 55 | 2.7 | | | 37 | 1.8 | | |
| 0.075 | | 129 | 6.4 | | | 87 | 4.3 | | | 58 | 2.9 | | |
| 0.100 | 70.000 | 186 | 9.2 | 10.3 | 14.7 | 125 | 6.2 | 6.7 | 9.6 | 84 | 4.2 | 4.4 | 6.3 |
| 0.150 | | 302 | 15.0 | | | 203 | 10.1 | | | 136 | 6.8 | | |
| 0.200 | 105.000 | 476 | 23.6 | 21.2 | 28.2 | 320 | 15.8 | 14.0 | 13.3 | 215 | 10.6 | 8.6 | 8.2 |
| 0.300 | | 662 | 32.8 | | | 445 | 22.0 | | | 299 | 14.8 | | |
| 0.400 | | 1262 | 62.5 | | | 848 | 42.0 | | | 570 | 28.2 | | |
| 0.500 | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | |

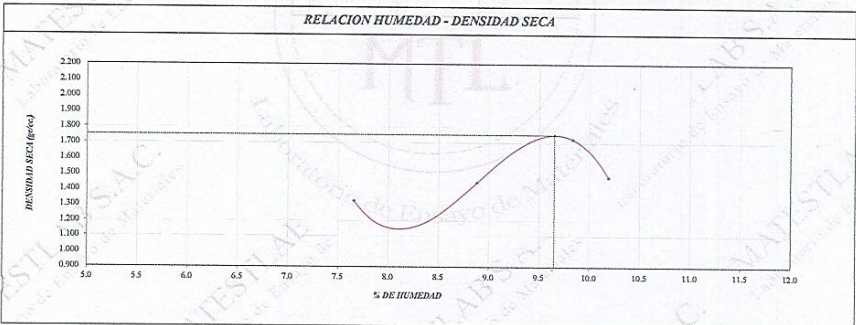
OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|--|---|
|  TÉCNICO - LEM  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | JEFE - LEM  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA THICCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. INFP N° 169939 | CCC - LEM  MATESTLAB S.A.C. RUC 20687166572 NIPC 00000000000 GERENTE GENERAL |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME | Código | CS-FO-02 |
| | PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1883) | Versión | 01 |
| | | Fecha | 19/10/2022 |
| | | Página | 1 de 1 |


| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|----------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS - 531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 19/10/2022 |
| | | TURNO | Diurno |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M3 5% | PROFUNDIDAD | : --- |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | NORTE | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 | | | | | | |
|---|-------|--------------------------|-------|----------------------------------|-------|-------|
| | | Volumen Molde | 956 | cm ³ | | |
| | | Peso Molde | 4315 | gr. | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5.680 | 5.820 | 6.125 | 5.875 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1.365 | 1.505 | 1.810 | 1.560 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.428 | 1.574 | 1.893 | 1.652 | |
| Recipiente Numero | | 14 | Y5 | T2 | Q4 | |
| Peso de la Tara | gr. | 75.9 | 95.1 | 120.4 | 105.0 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 340.2 | 335.4 | 355.0 | 349.4 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 321.4 | 315.8 | 334.0 | 328.8 | |
| Peso del agua | gr. | 18.8 | 19.6 | 21.0 | 22.6 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 246 | 221 | 214 | 222 | |
| Contenido de agua | % | 7.7 | 8.9 | 9.8 | 10.2 | |
| Densidad Seca | gr/oc | 1.326 | 1.446 | 1.724 | 1.481 | |
| Densidad Máxima Seca: | | 1.750 gr/cm ³ | | Contenido Humedad Óptima: | | 9.7 % |



OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

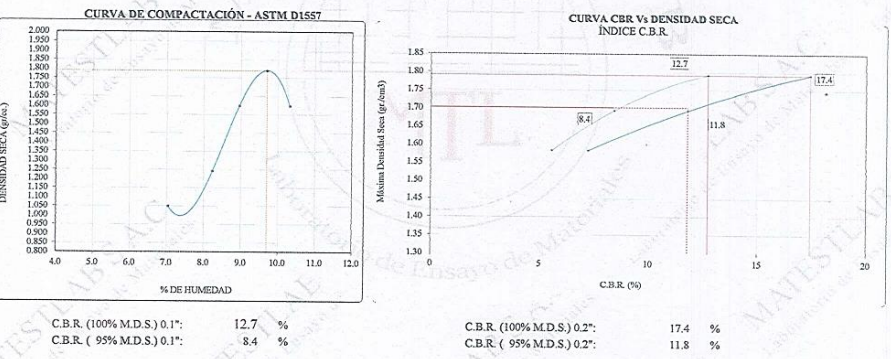
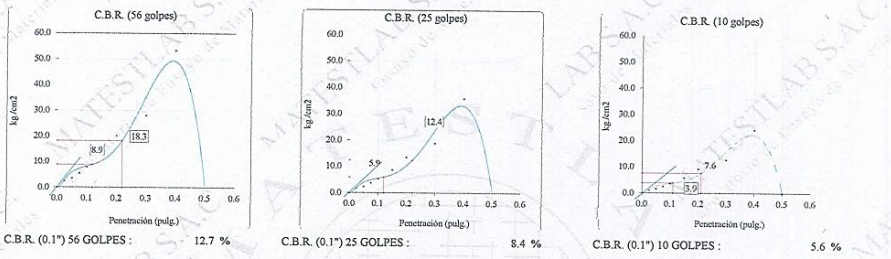
| MATESTLAB S.A.C | | |
|---|---|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | CQC - LEM |
|   MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales |  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA YINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. S.I.P. N° 184999 |  MATESTLAB S.A.C. RUC 20804738572 NICOLLE CORTINA BARRIETO GERENTE GENERAL |

| | | | | |
|---|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | | Código | CS-FO-02 |
| | VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 21-10-2022 |
| | | | Página | 1 de 1 |

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022"
REGISTRO N° : MTL22-TS-531
SOLICITANTE : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO
MUESTREADO POR : MATESTLAB SAC
UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.
ENSAYADO POR : P. ESCOBEDO
MATERIAL : MATERIAL PROPIO
FECHA DE ENSAYO : 21/10/2022
IDENTIFICACIÓN DE MUES : M2 15%
TURNOS : Diurno
SONDAJE / CALICATA : ---
PROFUNDIDAD : ---
N° DE MUESTRA : 1
NORTE : ---
PROGRESIVA : ---
ESTE : ---
COSTA : ---


**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca : 1.790 gr./cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.701 gr./cm³
 Óptimo Contenido de Humedad : 9.7 %



OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC.

| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|--|---|
| TÉCNICO - LEM  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | JEFE - LEM  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 282959 | CQC - LEM  MATESTLAB S.A.C. RUC 20804738972 NICOLLE OMPA BARRETO GERENTE GENERAL |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 21-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|---------------------------|---|-----------------|-----------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRTERA MATAPUQUIO-COLLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS - 531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENNA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB S.A.C |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 21/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M2 15% | TURNOS | Diurno |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | PROFUNDIDAD | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde N° | 26 | | 34 | | 42 | |
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes | 56 | | 25 | | 10 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12,198 | | 11,960 | | 11,600 | |
| Peso molde (gr.) | 8,003 | | 8,114 | | 7,974 | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4,195 | | 3,846 | | 3,626 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2,135 | | 2,098 | | 2,136 | |
| Densidad húmeda (gr./cm³) | 1,965 | | 1,833 | | 1,698 | |
| Densidad Seca (gr./cm³) | 1,792 | | 1,693 | | 1,583 | |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
|---------------------------|-------|--|-------|--|-------|--|
| Peso de tara (gr.) | 90.4 | | 95.5 | | 98.2 | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 445.2 | | 500.9 | | 480.8 | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 414.0 | | 470.0 | | 455.0 | |
| Peso de agua (gr.) | 31.2 | | 30.9 | | 25.8 | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 323.6 | | 374.5 | | 356.8 | |
| Humedad (%) | 9.6 | | 8.3 | | 7.2 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|--------------|---------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|--|
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01" | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % | |
| 19-Oct | 11:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 19-Oct | 11:00 | 24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | |
| 20-Oct | 11:00 | 48 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | |
| 20-Oct | 11:00 | 72 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | |
| 21-Oct | 11:00 | 96 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------------------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde N° 26 | | | | Molde N° 34 | | | | Molde N° 42 | | | |
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % |
| 0.025 | | 50 | 2.5 | | | 34 | 1.7 | | | 23 | 1.1 | | |
| 0.050 | | 70 | 3.4 | | | 47 | 2.3 | | | 31 | 1.6 | | |
| 0.075 | | 110 | 5.5 | | | 74 | 3.7 | | | 50 | 2.5 | | |
| 0.100 | 70.000 | 159 | 7.9 | 8.9 | 12.7 | 107 | 5.3 | 5.9 | 8.4 | 72 | 3.5 | 3.9 | 5.6 |
| 0.150 | | 258 | 12.8 | | | 173 | 8.6 | | | 116 | 5.8 | | |
| 0.200 | 105.000 | 406 | 20.1 | 18.3 | 17.4 | 273 | 13.5 | 12.4 | 11.8 | 183 | 9.1 | 7.6 | 7.2 |
| 0.300 | | 565 | 28.0 | | | 380 | 18.8 | | | 255 | 12.6 | | |
| 0.400 | | 1076 | 53.3 | | | 723 | 35.8 | | | 486 | 24.1 | | |
| 0.500 | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | |


OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|--|---|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | QCC - LEM |
|   MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales |  MATESTLAB S.A.C. KELY YAKINA TINGCO LOZADA INGENIERO CIVIL RUC. CIP N° 463999 |  MATESTLAB S.A.C. RUC 2004790572 NICOLLE CUMPA BARRERO GERENTE GENERAL |

Jr. Apurímac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

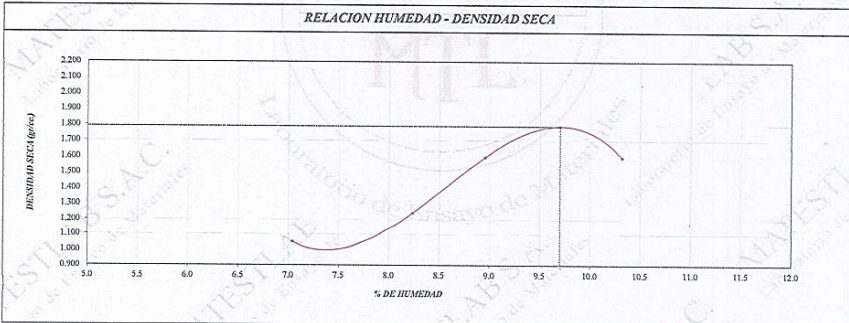
975232841
922318222

informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1883) | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 19-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |


| | | | |
|---------------------------|---|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 19/10/2022 |
| | | TURNO | Diurno |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M2 15% | PROFUNDIDAD | : --- |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | NORTE | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |


| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 | | | | | | |
|---|-------|--------------------------|-------|----------------------------------|-------|-------|
| | | Volumen Molde | 956 | cm ³ | | |
| | | Peso Molde | 4315 | gr. | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5,390 | 5,600 | 6,000 | 6,980 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1,075 | 1,285 | 1,685 | 1,665 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1,124 | 1,344 | 1,763 | 1,742 | |
| Recipiente Numero | | H5 | H6 | R3 | W2 | |
| Peso de la Tara | gr. | 80.4 | 75.2 | 80.5 | 85.0 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 430.2 | 380.2 | 420.9 | 350.5 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 407.2 | 357.0 | 390.0 | 329.5 | |
| Peso del agua | gr. | 23.0 | 23.2 | 30.9 | 21.0 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 327 | 282 | 300 | 235 | |
| Contenido de agua | % | 7.0 | 8.2 | 10.3 | 9.0 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.051 | 1.242 | 1.588 | 1.588 | |
| <i>Densidad Máxima Seca:</i> | | 1.790 gr/cm ³ | | <i>Contenido Humedad Optima:</i> | | 9.7 % |





OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|---|---|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | CQC - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales |  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO VOZADA INGENIERO CIVIL RPO CIP/ N° 182954 |  MATESTLAB S.A.C. RUC/20604738572 NICOLLE CUMPA BARRIETO GERENTE GENERAL |

 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

 975232841
922318222

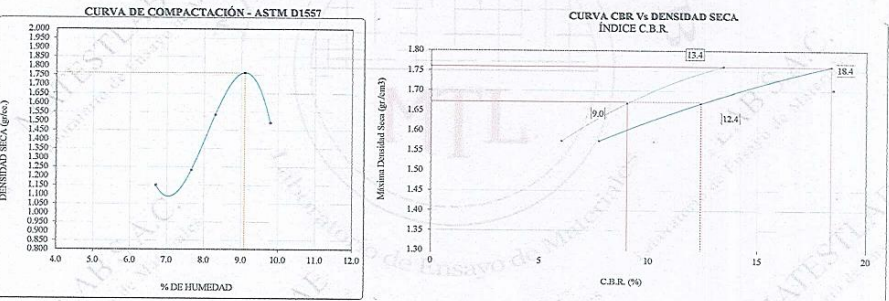
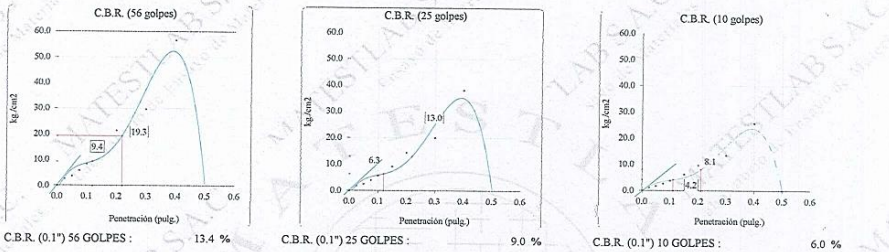
 informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

| | | | | |
|---|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | | Código | CS-FO-02 |
| | VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 21-10-2022 |
| | | | Página | 1 de 1 |

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022"
REGISTRO N°: MTL22-TS-531
SOLICITANTE : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENNA / FREDY UTANI HUASCO
MUESTREADO POR: MATESTLAB SAC
UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.
ENSAYADO POR: P. ESCOBEDO
MATERIAL : MATERIAL PROPIO
FECHA DE ENSAYO: 21/10/2022
IDENTIFICACIÓN DE MUES: M2 10%
TURNO: Diurno
SONDAJE / CALICATA : ---
PROFUNDIDAD : ---
N° DE MUESTRA : 1
NORTE : ---
PROGRESIVA : ---
ESTE : ---
COSTA : ---


**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca : 1.762 gr/cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.674 gr/cm³
 Optimo Contenido de Humedad : 9.1 %



OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|---|--|---|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | CQC - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayos de Materiales |  MATESTLAB S.A.C. KELY YANILVA TIROCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 166999 |  MATESTLAB S.A.C. RUC 20601789572 NICOLE CUMPI BARRETO GERENTE TÉCNICO |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 21-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 21/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M2 10% | TURNO | Diurno |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | PROFUNDIDAD | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde N° | 26 | | 34 | | 42 | |
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes | 56 | | 25 | | 10 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12.100 | | 11.895 | | 11.580 | |
| Peso molde (gr.) | 8.003 | | 8.114 | | 7.974 | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4.097 | | 3.781 | | 3.606 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2.135 | | 2.098 | | 2.136 | |
| Densidad húmeda (gr./cm³) | 1.919 | | 1.802 | | 1.688 | |
| Densidad Seca (gr./cm³) | 1.761 | | 1.669 | | 1.574 | |


| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
|---------------------------|-------|--|-------|--|-------|--|
| Peso de tara (gr.) | 95.2 | | 98.0 | | 100.2 | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 486.2 | | 505.2 | | 520.4 | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 454.0 | | 475.0 | | 492.0 | |
| Peso de agua (gr.) | 32.2 | | 30.2 | | 28.4 | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 358.8 | | 377.0 | | 391.8 | |
| Humedad (%) | 9.0 | | 8.0 | | 7.2 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----------|------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01" | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 19-Oct | 11:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| 20-Oct | 11:00 | 48 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 20-Oct | 11:00 | 72 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 21-Oct | 11:00 | 96 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |

| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde N° 26 | | | | Molde N° 34 | | | | Molde N° 42 | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % |
| 0.025 | | 53 | 2.6 | | | 36 | 1.8 | | | 24 | 1.2 | | |
| 0.050 | | 74 | 3.7 | | | 50 | 2.5 | | | 33 | 1.7 | | |
| 0.075 | | 117 | 5.8 | | | 79 | 3.9 | | | 53 | 2.6 | | |
| 0.100 | 70.000 | 168 | 8.3 | 9.4 | 13.4 | 113 | 5.6 | 6.3 | 9.0 | 76 | 3.8 | 4.2 | 6.0 |
| 0.150 | | 274 | 13.5 | | | 184 | 9.1 | | | 124 | 6.1 | | |
| 0.200 | 105.000 | 431 | 21.3 | 19.3 | 18.4 | 290 | 14.3 | 13.0 | 12.4 | 195 | 9.6 | 8.1 | 7.7 |
| 0.300 | | 600 | 29.7 | | | 403 | 20.0 | | | 271 | 13.4 | | |
| 0.400 | | 1143 | 56.6 | | | 768 | 38.0 | | | 516 | 25.6 | | |
| 0.500 | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | |

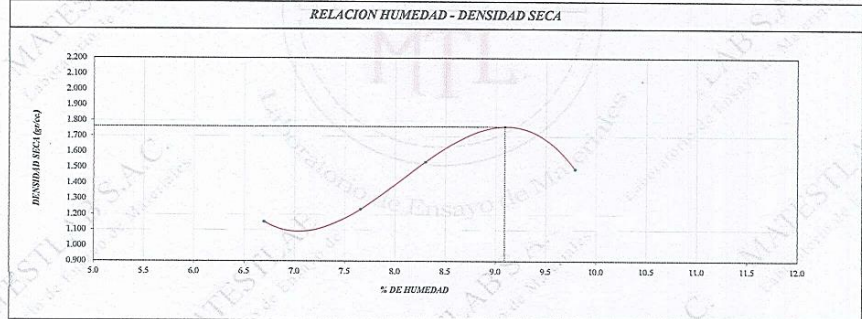
OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|---|--|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | COO - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales |  MATESTLAB S.A.C. KELY YAMINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 173999 |  MATESTLAB S.A.C. RUC 20804736572 NICOLLE OLIMPA BARRERO GERENTE GENFR-1 |




| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME | Código | CS-PO-02 |
| | PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1883) | Versión | 01 |
| | | Fecha | 19-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |


| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022 | REGISTRO N° | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENNA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 19/10/2022 |
| | | TURNOS | Diurno |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M2 10% | PROFUNDIDAD | : --- |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | NORTE | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 | | | | | | |
|---|-------|--------------------------------|-------|----------------------------------|-------|-------|
| | | Volumen Molde | 956 | cm ³ | | |
| | | Peso Molde | 4315 | gr. | | |
| NÚMERO DE ENSAYOS | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5,490 | 5,585 | 5,905 | 5,880 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1,175 | 1,270 | 1,590 | 1,555 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1,229 | 1,328 | 1,663 | 1,637 | |
| Recipiente Numero | | 145 | 178 | R3 | W2 | |
| Peso de la Tara | gr. | 80.4 | 78.2 | 80.5 | 95.0 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 410.2 | 345.2 | 380.2 | 355.2 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 389.5 | 326.0 | 358.0 | 332.0 | |
| Peso del agua | gr. | 20.7 | 19.2 | 22.2 | 23.2 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 309 | 251 | 268 | 237 | |
| Contenido de agua | % | 6.7 | 7.7 | 8.3 | 9.8 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.152 | 1.234 | 1.536 | 1.491 | |
| Densidad Máxima Seca: | | 1.762 <i>gr/cm³</i> | | Contenido Humedad Óptima: | | 9.1 % |



OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

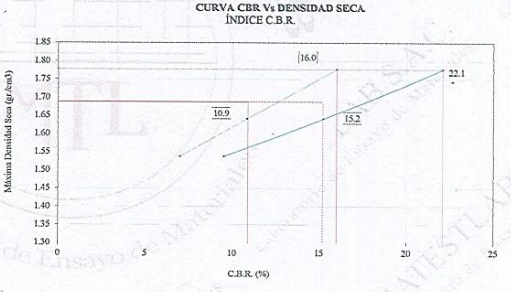
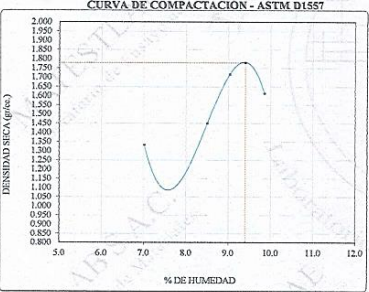
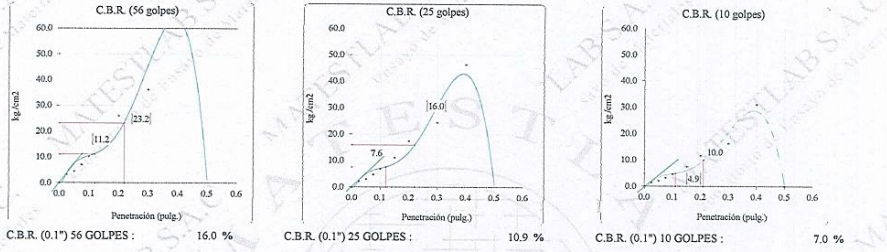
| MATESTLAB S.A.C. | | |
|--|---|---|
| TÉCNICO - LEM  | JEFE - LEM  | QCC - LEM  |

| | | | | |
|---|---|--|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Código | CS-FO-02 |
| | | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 21-10-2022 |
| | | | Página | 1 de 1 |

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022"
REGISTRO N°: MTL22-TS - 531
MUESTREADO POR: MATESTLAB S.A.C.
SOLICITANTE : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENNA / FREDY UTANI HUASCO
ENSAYADO POR: P. ESCOBEDO
UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.
FECHA DE ENSAYO: 21/10/2022
MATERIAL : MATERIAL PROPIO
TURNO: Diurno
IDENTIFICACIÓN DE MUES: M2 5%
PROFUNDIDAD: : ---
SONDAJE / CALICATA : ---
N° DE MUESTRA : 1
NORTE : ---
PROGRESIVA : ---
ESTE : ---
COSTA : ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**


Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca : 1.780 gr/cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.691 gr/cm³
 Optimo Contenido de Humedad : 9.4 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 16.0 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 10.9 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 22.1 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 15.2 %

OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| | | |
|---|--|---|
| MATESTLAB S.A.C. | | |
| TÉCNICO - LEM  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | JEFE - LEM  MATESTLAB S.A.C. KELY YANIRA WINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. O.R. N° 723999 | CQC - LEM  MATESTLAB S.A.C. RUC 20604789572 NICOLLE CUMPA BARRETO (CERTEF. FNFNR) |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 21-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUITO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 21/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M2 5% | TURNO | Diurno |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | PROFUNDIDAD | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**


| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde N° | 26 | | 34 | | 42 | |
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes | 56 | | 25 | | 10 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12.150 | | 11.850 | | 11.520 | |
| Peso molde (gr.) | 8.003 | | 8.114 | | 7.974 | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4.147 | | 3.736 | | 3.546 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2.135 | | 2.098 | | 2.136 | |
| Densidad húmeda (gr/cm³) | 1.942 | | 1.781 | | 1.660 | |
| Densidad Seca (gr/cm³) | 1.777 | | 1.641 | | 1.538 | |


| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
|---------------------------|-------|--|-------|--|-------|--|
| Peso de tara (gr.) | 97.2 | | 90.7 | | 92.5 | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 550.5 | | 420.9 | | 500.0 | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 512.0 | | 395.0 | | 470.0 | |
| Peso de agua (gr.) | 38.5 | | 25.9 | | 30.0 | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 414.8 | | 304.3 | | 377.5 | |
| Humedad (%) | 9.3 | | 8.5 | | 7.9 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----------|------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01" | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 19-Oct | 11:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| 20-Oct | 11:00 | 48 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 20-Oct | 11:00 | 72 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 21-Oct | 11:00 | 96 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |

| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde N° 26 | | | | Molde N° 34 | | | | Molde N° 42 | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % |
| 0.025 | | 65 | 3.2 | | | 43 | 2.1 | | | 29 | 1.4 | | |
| 0.050 | | 90 | 4.5 | | | 60 | 3.0 | | | 41 | 2.0 | | |
| 0.075 | | 142 | 7.1 | | | 96 | 4.7 | | | 64 | 3.2 | | |
| 0.100 | 70.000 | 205 | 10.1 | 11.2 | 16.0 | 138 | 6.8 | 7.6 | 10.9 | 93 | 4.6 | 4.9 | 7.0 |
| 0.150 | | 333 | 16.5 | | | 224 | 11.1 | | | 150 | 7.4 | | |
| 0.200 | 105.000 | 525 | 26.0 | 23.2 | 22.1 | 352 | 17.5 | 16.0 | 15.2 | 237 | 11.7 | 10.0 | 9.5 |
| 0.300 | | 730 | 36.2 | | | 491 | 24.3 | | | 330 | 16.3 | | |
| 0.400 | | 1391 | 68.9 | | | 935 | 46.3 | | | 628 | 31.1 | | |
| 0.500 | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | |

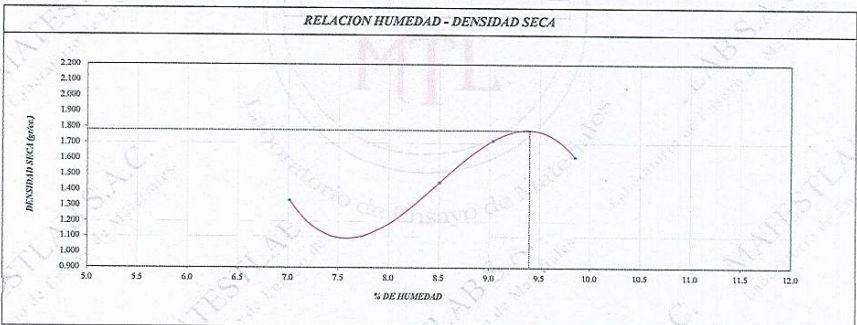
OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|---|--|---|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | COC - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | MATESTLAB S.A.C. KELY YAMINA PINOZO LOZADA INGENIERO CIVIL REG. COIP N° 263899 | MATESTLAB S.A.C. RUC 2094798572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1883) | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 19-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|---------------|
| PROYECTO | "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 19/10/2022 |
| | | TURNOS | Diurno |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M2 5% | PROFUNDIDAD | : --- |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | NORTE | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 | | | | | | |
|---|-------|--------------------------|-------|----------------------------------|-------|-------|
| | | Volumen Molde | 956 | cm ³ | | |
| | | Peso Molde | 4315 | gr. | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5,680 | 5,820 | 6,105 | 6,010 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1,365 | 1,505 | 1,750 | 1,685 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1,428 | 1,574 | 1,872 | 1,773 | |
| Recipiente Numero | | E7 | G5 | H6 | R5 | |
| Peso de la Tara | gr. | 72.5 | 90.4 | 108.2 | 98.4 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 339.5 | 334.1 | 354.4 | 348.2 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 322.0 | 315.0 | 334.0 | 325.8 | |
| Peso del agua | gr. | 17.5 | 19.1 | 20.4 | 22.4 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 250 | 225 | 228 | 227 | |
| Contenido de agua | % | 7.0 | 8.5 | 9.0 | 9.8 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.334 | 1.451 | 1.717 | 1.614 | |
| <i>Densidad Máxima Seca:</i> | | 1.780 gr/cm ³ | | <i>Contenido Humedad Óptima:</i> | | 9.4 % |




OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|--|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | COQ - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales INGENIERO CIVIL B.O. CIP N° 63999 |  MATESTLAB S.A.C. KELY YAMNA TINGO LOZADA INGENIERO CIVIL B.O. CIP N° 63999 |  MATESTLAB S.A.C. RUC 20604798972 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL |

Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

975232841
922318222

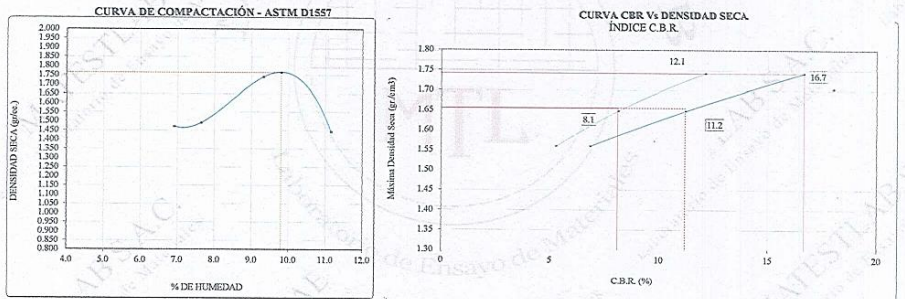
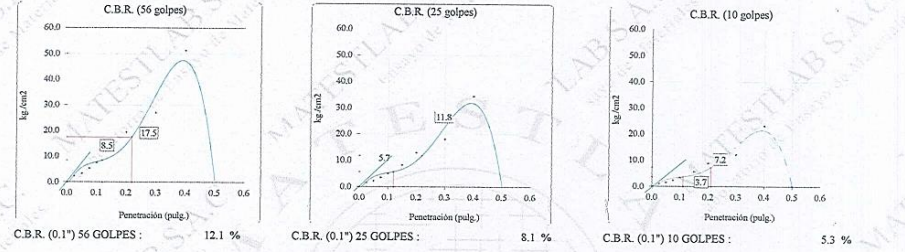
informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

| | | | | |
|---|---|--|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Código | CS-FO-02 |
| | | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 20-10-2022 |
| | | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-------------------------------|---|------------------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 20/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUES | : M15% | TURNOS | Díurno |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | PROFUNDIDAD | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |


**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

| | | | |
|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------|
| Datos de muestra | | Optimo Contenido de Humedad | 9.8 % |
| Máxima Densidad Seca | 1.765 gr/cm ³ | | |
| Máxima Densidad Seca al 95% | 1.677 gr/cm ³ | | |



OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C. | | |
|---|---|---|
| TÉCNICO - LEM   | JEFE - LEM  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TILCO LOZADA INGENIERO CIVIL RGS. CIP N° 152993 | CQC - LEM  MATESTLAB S.A.C. RUC 90004796572 NICOLE OLIVERA BARRERO GERENTE GENERAL |

| | | | | |
|---|---|--|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Código | CS-FO-02 |
| | | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 20-10-2022 |
| | | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|---------------------------|---|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO Nº: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 20/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M15% | TURNO | Diurno |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | PROFUNDIDAD | : --- |
| Nº DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde Nº | 26 | | 34 | | 42 | |
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes | 56 | | 25 | | 10 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12.090 | | 11.880 | | 11.540 | |
| Peso molde (gr.) | 8.003 | | 8.114 | | 7.974 | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4.087 | | 3.766 | | 3.566 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2.135 | | 2.098 | | 2.136 | |
| Densidad húmeda (gr./cm³) | 1.914 | | 1.795 | | 1.669 | |
| Densidad Seca (gr./cm³) | 1.743 | | 1.648 | | 1.560 | |


| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
|---------------------------|-------|--|-------|--|-------|--|
| Peso de tara (gr.) | 90.5 | | 95.5 | | 91.2 | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 450.8 | | 435.9 | | 420.8 | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 418.5 | | 408.0 | | 399.2 | |
| Peso de agua (gr.) | 32.3 | | 27.9 | | 21.6 | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 328.0 | | 312.5 | | 308.0 | |
| Humedad (%) | 9.8 | | 8.9 | | 7.0 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----------|------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01* | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 18-Oct | 11:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18-Oct | 11:00 | 24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 48 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 72 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 20-Oct | 11:00 | 96 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------|------------|------|-------|-------------|------------|------|-------|-------------|------------|-----|-------|
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde Nº 26 | | | | Molde Nº 34 | | | | Molde Nº 42 | | | |
| | | Carga | Corrección | kg | CBR % | Carga | Corrección | kg | CBR % | Carga | Corrección | kg | CBR % |
| 0.025 | | 48 | 2.4 | | | 32 | 1.6 | | | 22 | 1.1 | | |
| 0.050 | | 67 | 3.3 | | | 45 | 2.2 | | | 30 | 1.5 | | |
| 0.075 | | 106 | 5.2 | | | 71 | 3.5 | | | 48 | 2.4 | | |
| 0.100 | 70.000 | 153 | 7.6 | 8.5 | 12.1 | 102 | 5.1 | 5.7 | 8.1 | 69 | 3.4 | 3.7 | 5.3 |
| 0.150 | | 248 | 12.3 | | | 167 | 8.2 | | | 112 | 5.5 | | |
| 0.200 | 105.000 | 390 | 19.3 | 17.5 | 16.7 | 262 | 13.0 | 11.8 | 11.2 | 176 | 8.7 | 7.2 | 6.9 |
| 0.300 | | 543 | 26.9 | | | 365 | 18.1 | | | 245 | 12.1 | | |
| 0.400 | | 1035 | 51.3 | | | 696 | 34.4 | | | 467 | 23.1 | | |
| 0.500 | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | |

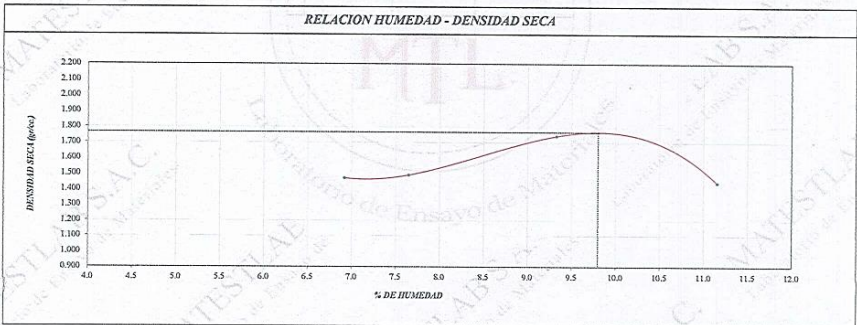
OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|--|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | QCC - LEM |
|   |   |   |
| <small>* Prohibido la reproducción total o parcial del presente documento sin la expresa autorización escrita de MATESTLAB S.A.C.</small> | <small>* Prohibido la reproducción total o parcial del presente documento sin la expresa autorización escrita de MATESTLAB S.A.C.</small> | <small>* Prohibido la reproducción total o parcial del presente documento sin la expresa autorización escrita de MATESTLAB S.A.C.</small> |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1883) | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 18-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |


| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|-----------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N° | MTL22-JTS - 531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENNA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 18/10/2022 |
| | | TURNOS | Diurno |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M15% | PROFUNDIDAD | :--- |
| SONDAJE / CALICATA | :--- | NORTE | :--- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | ESTE | :--- |
| PROGRESIVA | :--- | COSTA | :--- |

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 | | | | | | |
|---|-------|--------------------------|-------|----------------------------------|-------|-------|
| | | Volumen Molde | 956 | cm ³ | | |
| | | Peso Molde | 4315 | gr. | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | S |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5,820 | 5,850 | 6,135 | 5,850 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1,505 | 1,535 | 1,820 | 1,535 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1,574 | 1,505 | 1,904 | 1,605 | |
| Recipiente Numero | | V1 | V2 | U5 | L5 | |
| Peso de la Tara | gr. | 75.4 | 92.6 | 83.2 | 99.2 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 355.2 | 405.2 | 400.0 | 385.2 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 337.1 | 383.0 | 374.0 | 358.5 | |
| Peso del agua | gr. | 18.1 | 22.2 | 26.0 | 28.7 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 252 | 290 | 279 | 257 | |
| Contenido de agua | % | 6.9 | 7.6 | 9.3 | 11.2 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.472 | 1.492 | 1.741 | 1.445 | |
| <i>Densidad Máxima Seca:</i> | | 1.765 gr/cm ³ | | <i>Contenido Humedad Óptima:</i> | | 9.8 % |



OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

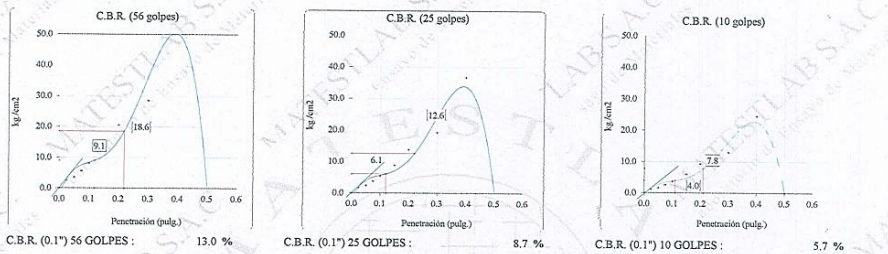
| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|---|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | COO - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C Laboratorio de Ensayo de Materiales | MATESTLAB S.A.C INGENIERO CIVIL KELY YANIKIA TINOCCOLOZADA Reg. CIP N° 193999 | MATESTLAB S.A.C RUC 2060479672 NICOLLE OLIMPA BARRIETO GERENTE GENERAL |

| | | | | |
|---|---|--|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Código | CS-FO-02 |
| | | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 20-10-2022 |
| | | | Página | 1 de 1 |

| | |
|--|--|
| PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLIPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: MTL22-TS-531 MUESTREADO POR: MATESTLAB SAC ENSAYADO POR: P. ESCOBEDO FECHA DE ENSAYO: 20/10/2022 TURNO: Diurno |
| SOLICITANTE : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. MATERIAL : MATERIAL PROPIO | PROFUNDIDAD : --- NORTE : --- ESTE : --- COSTA : --- |
| IDENTIFICACIÓN DE MUES : M10% SONDAJE / CALICATA : --- N° DE MUESTRA : 1 PROGRESIVA : --- | |

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca : 1.753 gr/cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.665 gr/cm³
 Optimo Contenido de Humedad : 9.3 %




C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 13.0 % C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 8.7 % C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 5.7 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 13.0 % C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 17.7 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 8.7 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 12.0 %

OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| | | |
|--|---|--|
| MATESTLAB S.A.C | | |
| TÉCNICO - LEM  | JEFE - LEM  | QCC - LEM  |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales | MATESTLAB S.A.C. KELY YANUKA PINO LOZADA INGENIERO CIVIL RUC CIP N° 193999 | MATESTLAB S.A.C. RUC 20807399472 NICOLE CUMPA BARRIETO GERENTE GENERAL |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 20-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-S31 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 20/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M10% | TURNOS | Diurno |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | PROFUNDIDAD | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**




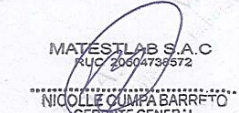
| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde N° | 26 | 34 | 42 | | | |
| Número de capas | 5 | 5 | 5 | | | |
| Número de golpes | 56 | 25 | 10 | | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12,090 | | 11,880 | | 11,540 | |
| Peso molde (gr.) | 8,003 | | 8,114 | | 7,974 | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4,087 | | 3,766 | | 3,566 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2,135 | | 2,098 | | 2,136 | |
| Densidad húmeda (gr/cm³) | 1,914 | | 1,795 | | 1,669 | |
| Densidad Seca (gr/cm³) | 1,752 | | 1,632 | | 1,553 | |


| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
|---------------------------|-------|--|-------|--|-------|--|
| Peso de tara (gr.) | 98.4 | | 92.5 | | 95.5 | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 420.2 | | 400.5 | | 390.5 | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 393.0 | | 376.0 | | 370.0 | |
| Peso de agua (gr.) | 27.2 | | 24.5 | | 20.5 | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 294.6 | | 283.5 | | 274.5 | |
| Humedad (%) | 9.2 | | 8.6 | | 7.5 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----------|------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01" | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 18-Oct | 11:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18-Oct | 11:00 | 24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 48 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 72 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 20-Oct | 11:00 | 96 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde N° 26 | | | | Molde N° 34 | | | | Molde N° 42 | | | |
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % |
| 0.025 | | 51 | 2.5 | | | 34 | 1.7 | | | 23 | 1.1 | | |
| 0.050 | | 71 | 3.5 | | | 48 | 2.4 | | | 32 | 1.6 | | |
| 0.075 | | 113 | 5.6 | | | 76 | 3.7 | | | 51 | 2.5 | | |
| 0.100 | 70.000 | 162 | 8.0 | 9.1 | 13.0 | 109 | 5.4 | 6.1 | 8.7 | 73 | 3.6 | 4.0 | 5.7 |
| 0.150 | | 263 | 13.0 | | | 177 | 8.8 | | | 119 | 5.9 | | |
| 0.200 | 105.000 | 415 | 20.5 | 18.6 | 17.7 | 279 | 13.8 | 12.6 | 12.0 | 187 | 9.3 | 7.8 | 7.4 |
| 0.300 | | 577 | 28.6 | | | 388 | 19.2 | | | 261 | 12.9 | | |
| 0.400 | | 1100 | 54.5 | | | 739 | 36.6 | | | 497 | 24.6 | | |
| 0.500 | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | |

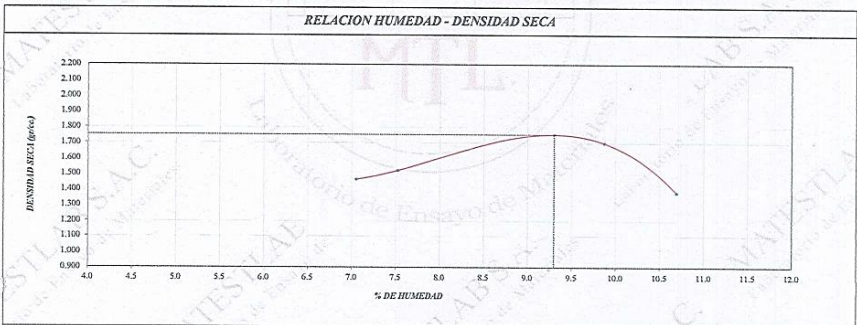
OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| | | |
|---|--|---|
| MATESTLAB S.A.C. | | |
| TÉCNICO - LEM   | JEFE - LEM  MATESTLAB S.A.C. KELY YANUKA PINOCH LOZADA INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 253999 | CQC - LEM  MATESTLAB S.A.C. RUC 2060479972 NICOLLE OUMPA BARRITO GERENTE GENERAL |




| | | | |
|---|---|----------------|------------|
|  | INFORME | Código | CS-FO-02 |
| | PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1883) | Versión | 01 |
| | | Fecha | 18-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |


| | | | |
|----------------------------------|--|------------------------|----------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS - 531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 18/10/2022 |
| | | TURNO | Diurno |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : M10% | PROFUNDIDAD | : --- |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | NORTE | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 | | | | | | |
|---|-------|--------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------|
| | | Volumen Molde | 956 | cm ³ | | |
| | | Peso Molde | 4315 | gr. | | |
| NÚMERO DE ENSAYOS | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5,815 | 5,880 | 6,100 | 5,778 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1,500 | 1,565 | 1,785 | 1,463 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1,569 | 1,637 | 1,867 | 1,530 | |
| Recipiente Numero | | V1 | V2 | U5 | L5 | |
| Peso de la Tara | gr. | 75.4 | 92.8 | 85.2 | 99.2 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 335.1 | 328.5 | 390.2 | 342.5 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 318.0 | 312.0 | 354.6 | 319.0 | |
| Peso del agua | gr. | 17.1 | 16.5 | 25.6 | 23.5 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 243 | 219 | 269 | 220 | |
| Contenido de agua | % | 7.0 | 7.5 | 9.9 | 10.7 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.466 | 1.523 | 1.699 | 1.383 | |
| Densidad Máxima Seca: | | 1.753 gr/cm ³ | | Contenido Humedad Óptima: | | 9.3 % |



OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

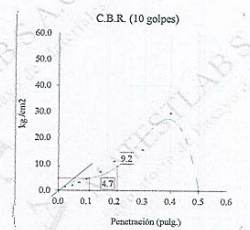
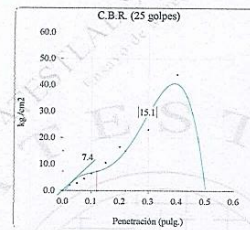
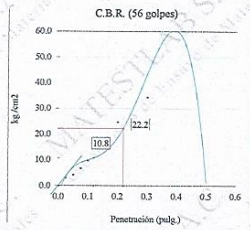
| MATESTLAB S.A.C | | |
|---|---|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | COQ - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C Laboratorio de Ensayo de Materiales |  MATESTLAB S.A.C KELY YANUKA JINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL R.F.C. CIP N° 23999 |  MATESTLAB S.A.C RUC: 20504738572 NICOLLE CUMPA BARRITO SERENITA GONZALEZ |

| | | |
|---|---|------------|
|  | INFORME | |
| | VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | |
| | Código | CS-FO-02 |
| | Versión | 01 |
| | Fecha | 26-10-2022 |
| | Página | 1 de 1 |

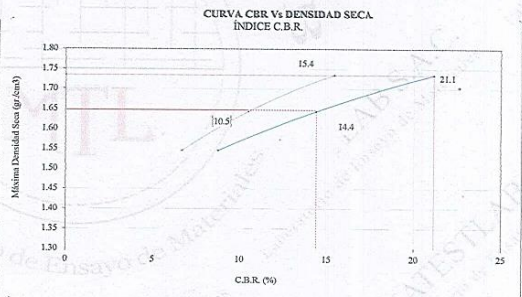
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022"
REGISTRO N°: MTL22-TS-531
SOLICITANTE : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENNA / FREDY UTANI HUASCO
MUESTREADO POR : MATESTLAB SAC
UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.
ENSAYADO POR : P. ESCOBEDO
MATERIAL : MATERIAL PROPIO
FECHA DE ENSAYO : 20/10/2022
TURNOS : Diurno
IDENTIFICACIÓN DE MUEBES : M1 5%
PROFUNDIDAD : ---
SONDAJE / CALICATA : ---
NORTE : ---
N° DE MUESTRA : 1
ESTE : ---
PROGRESIVA : ---
COSTA : ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra:
 Máxima Densidad Seca : 1.742 gr./cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.655 gr./cm³
 Optimo Contenido de Humedad : 9.5 %



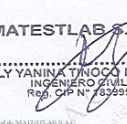




C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 15.4 %
 C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 10.5 %
 C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 6.7 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 15.4 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 10.5 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 21.1 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 14.4 %

OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|--|--|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | CCQ - LEM |
|   |  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL RUG. CIP N° 763899 |  MATESTLAB S.A.C. RUG. 20604738572 NICOLE GUILMA BARRERO GERENTE GENERAL |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Código | CS-FO-02 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 20-10-2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|---------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRITERA MATAPUQUITO-COLLA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-TS-531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 20/10/2022 |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : MI 5% | TURNO | Diurno |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | PROFUNDIDAD | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | NORTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | ESTE | : --- |
| | | COSTA | : --- |

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883




| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde N° | 26 | | 34 | | 42 | |
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes | 56 | | 25 | | 10 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12.050 | | 11.850 | | 11.520 | |
| Peso molde (gr.) | 8.003 | | 8.114 | | 7.974 | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4.047 | | 3.736 | | 3.546 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2.135 | | 2.098 | | 2.136 | |
| Densidad húmeda (gr/cm³) | 1.896 | | 1.781 | | 1.660 | |
| Densidad Seca (gr/cm³) | 1.735 | | 1.644 | | 1.545 | |


| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
|---------------------------|-------|--|-------|--|-------|--|
| Peso de tara (gr.) | 95.5 | | 90.4 | | 100.0 | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 380.4 | | 450.2 | | 420.1 | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 356.2 | | 422.5 | | 398.0 | |
| Peso de agua (gr.) | 24.2 | | 27.7 | | 22.1 | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 260.7 | | 332.1 | | 298.0 | |
| Humedad (%) | 9.3 | | 8.3 | | 7.4 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----------|------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial 0.01" | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 18-Oct | 11:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18-Oct | 11:00 | 24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 48 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 19-Oct | 11:00 | 72 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 20-Oct | 11:00 | 96 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |

| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde N° 26 | | | | Molde N° 34 | | | | Molde N° 42 | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % |
| 0.025 | | 61 | 3.0 | | | 41 | 2.0 | | | 28 | 1.4 | | |
| 0.050 | | 85 | 4.2 | | | 57 | 2.8 | | | 39 | 1.9 | | |
| 0.075 | | 135 | 6.7 | | | 91 | 4.5 | | | 61 | 3.0 | | |
| 0.100 | 70.000 | 194 | 9.6 | 10.8 | 15.4 | 131 | 6.5 | 7.4 | 10.5 | 88 | 4.3 | 4.7 | 6.7 |
| 0.150 | | 316 | 15.6 | | | 212 | 10.5 | | | 143 | 7.1 | | |
| 0.200 | 105.000 | 498 | 24.6 | 22.2 | 21.1 | 334 | 16.6 | 15.1 | 14.4 | 225 | 11.1 | 9.2 | 8.8 |
| 0.300 | | 693 | 34.3 | | | 466 | 23.1 | | | 313 | 15.5 | | |
| 0.400 | | 1320 | 65.3 | | | 887 | 43.9 | | | 596 | 29.5 | | |
| 0.500 | | | 0.0 | | | | 0.0 | | | | 0.0 | | |

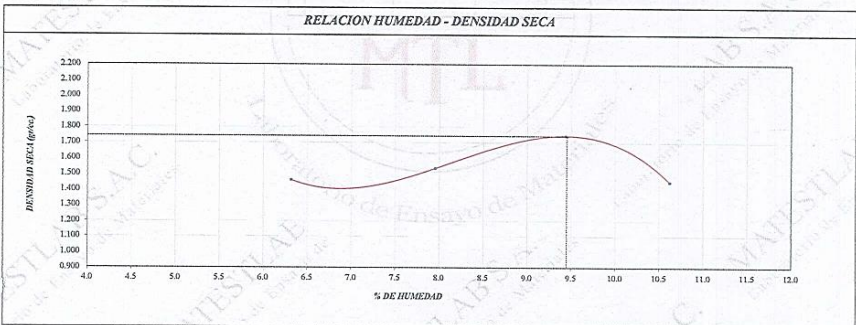
OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|---|--|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | QCC - LEM |
|  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales |  MATESTLAB S.A.C. INGENIERO CIVIL RUC 20634788572 |  MATESTLAB S.A.C. RUC 20634788572 INGENIERO CIVIL GERENTE - FNFR-1 |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME | Código | CS-FO-02 |
| | PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1883) | Versión | 01 |
| | | Fecha | 18/10/2022 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|-----------------|
| PROYECTO | : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE LEÑO DE CIPRÉS EN LA SUBRASANTE ARCILLOSA EN LA CARRETERA MATAPUQUIO-COLLPA ANDAHUAYLAS 2022" | REGISTRO N°: | MTL22-JTS - 531 |
| SOLICITANTE | : JHON YEROVI ALTAMIRANO VILLENNA / FREDY UTANI HUASCO | MUESTREADO POR | MATESTLAB SAC |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C. | ENSAYADO POR | P. ESCOBEDO |
| MATERIAL | : MATERIAL PROPIO | FECHA DE ENSAYO | 18/10/2022 |
| | | TURNOS | Diurno |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | : MI 5% | PROFUNDIDAD | : --- |
| SONDAJE / CALICATA | : --- | NORTE | : --- |
| N° DE MUESTRA | : 1 | ESTE | : --- |
| PROGRESIVA | : --- | COSTA | : --- |

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 | | | | | | |
|---|-------|--------------------------|-------|----------------------------------|-------|-------|
| | | Volumen Molde | 956 | cm ³ | | |
| | | Peso Molde | 4315 | gr. | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 5.800 | 5.900 | 6.140 | 5.850 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 1.485 | 1.585 | 1.825 | 1.535 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.553 | 1.658 | 1.909 | 1.605 | |
| Recipiente Numero | | A7 | B5 | L7 | T4 | |
| Peso de la Tara | gr. | 70.5 | 95.2 | 100.5 | 92.5 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 338.5 | 319.2 | 356.9 | 342.5 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 320.7 | 302.7 | 333.9 | 318.5 | |
| Peso del agua | gr. | 15.8 | 16.5 | 22.0 | 24.0 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 250 | 208 | 233 | 226 | |
| Contenido de agua | % | 6.3 | 8.0 | 9.4 | 10.6 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.461 | 1.536 | 1.744 | 1.452 | |
| Densidad Máxima Seca: | | 1.742 gr/cm ³ | | Contenido Humedad Optima: | | 9.5 % |

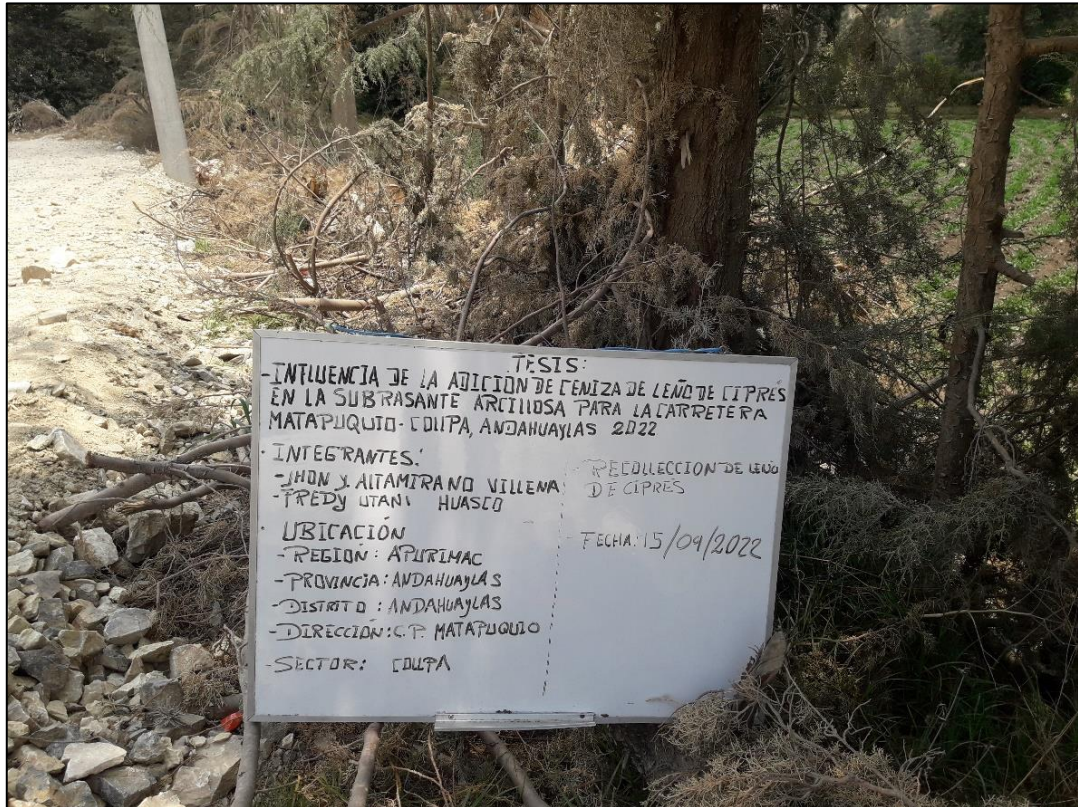


OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

| MATESTLAB S.A.C | | |
|---|--|--|
| TÉCNICO - LEM | JEFE - LEM | COO - LEM |
|   MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales |  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL RUC: 20894739872 |  MATESTLAB S.A.C. RUC: 20894739872 NICOLLE ZUMPA BARRITO GERENTE GENERAL |

Anexo 4
Panel fotográfico

Recolección de leño de ciprés





Recolección de leño de ciprés





Calcinación del leño de ciprés





Extracción de muestras de suelo

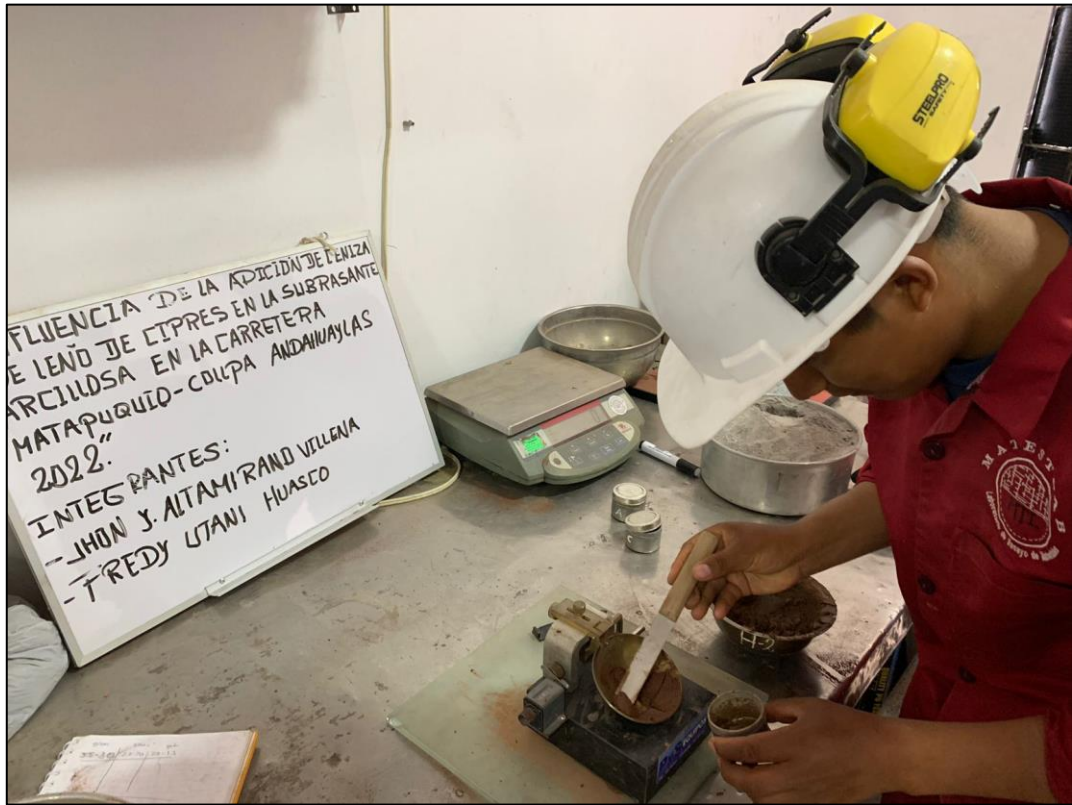




Ensayos de laboratorio



Ensayos de laboratorio



Ensayos de laboratorio



Ensayos de laboratorio



Ensayos de laboratorio

