



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estabilización de la sub rasante utilizando cenizas de bagazo de
caña en la Av. Los Alisos Distrito de Oquendo - Callao, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Calero Mulatillo, Milton Jair (ORCID: 0000-0003-3793-3966)

ASESOR:

Dr. Benites Zuñiga Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedicado a mi madre, por ser mi fuerza, mi apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, a mi hermanita por llegar a mi vida en el momento correcto y por ser la guía en sus pasos, a mi hermano por estar juntos siempre y a todas las personas que estuvieron en mi formación profesional de forma incondicionalmente.

Agradecimiento

A Dios por estar conmigo siempre, a la universidad por darme la oportunidad de desarrollarme como profesional, a mis profesores por las enseñanzas brindadas, a mi familia por acompañarme en este largo camino para hacer todo esto posible.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tabla.....	v
Índice de gráficos y figuras	vii
RESUMEN	ix
ABSTRAC.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	41
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	41
3.2 Variables y operacionalización	43
3.3 Población, muestra y muestreo	43
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	45
3.5. Procedimientos	46
3.6. Método de análisis de datos.....	48
3.7. Aspectos éticos	48
IV. RESULTADOS.....	50
V. DISCUSIÓN.....	60
VI. CONCLUSIONES	65
VII. RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS.....	67
ANEXO	71

Índice de tabla

Tabla 1. Efecto de la materia orgánica en los resultados de la estabilización	13
Tabla 2. Categorías de la sub rasante	17
Tabla 3. Número de calicatas para exploración de suelos	18
Tabla 4. Números de punto de investigación	18
Tabla 5. Signos convencionales para Perfil de calicatas – Clasificación ASSHTO	19
Tabla 6. Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación SUCS	20
Tabla 7. Clasificación de suelos según el tamaño de sus partículas	21
Tabla 8. Clasificación de suelos según su índice de plasticidad.....	21
Tabla 9. Clasificación de suelos según equivalente de arena	22
Tabla 10. Clasificación de suelos según índice de grupo	22
Tabla 11. Correlación de tipos de suelos según AASHTO - SUCS	23
Tabla 12. Número de golpes Tabla A-1.....	26
Tabla 13. Tabla de estimados de precisión	28
Tabla 14. Tiempo de permanencia requerido para saturación de especímenes...	31
Tabla 15. Equivalencia métrica para el grafico 5 y 6	31
Tabla 16. Densidad del agua	32
Tabla 17. Capacidad de carga mínima.....	33
Tabla 18. Equivalentes Métricos	34
Tabla 19. Perú producción de caña de azúcar	37
Tabla 20. Porcentaje de las propiedades del bagazo	38
Tabla 21. Densidad del bagazo en función de la humedad y la compactación	38
Tabla 22. Propiedades biométricas de fibras de diferentes tipos de bagazo	39
Tabla 23. Características biométricas comparativas de fibras de diversas fuentes	39
Tabla 24. Composición química usadas con mayor frecuencia	40
Tabla 25. Clasificación de suelo C-01, C-02 y C-03	47
Tabla 26. Índice Plástico incorporando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar	53
Tabla 27. Óptimo contenido de humedad incorporando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar	54

Tabla 28. Máxima densidad seca agregando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar	55
Tabla 29. CBR agregando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar	57
Tabla 30. Relaciones humedad – densidad de mezclas de suelo cemento.....	61
Tabla 31. Resultados de expansión de los 4 días para las combinaciones de suelo y ceniza de cáscara de arroz	63
Tabla 32. Resultados de Valores de CBR de las combinaciones de suelo arcilloso y ceniza de cáscara de arroz	64

Índice de gráficos y figuras

Grafico 1. Ejemplo de dilatación con cal %	13
Grafico 2. Comparación del porcentaje de dilatación libre antes y después de la estabilización con cal	14
Grafico 3. Variación del Módulo Resiliente con la Saturación en suelos finos	16
Grafico 4. Curva del cálculo de índice de CBR.....	35
Grafico 5. Efecto de la energía de compactación sobre la compactación de la base	62
Figura 1. Aparato manual para límite líquido	25
Figura 2. Molde cilíndrico de 4.0 pulg.....	29
Figura 3. Molde cilíndrico de 6.0 pulg.....	30
Figura 4. Pisón.....	33
Figura 5. Calicata 01	47
Figura 6. Calicata 02	47
Figura 7. Calicata 03.....	47
Figura 8. Mapa político del Departamento del Callao	50
Figura 9. Mapa político del Perú.....	50
Figura 10. Mapa de la provincia del Callao	51
Figura 11. Mapa del distrito de Oquendo	51
Figura 12. Ensayo Límite Líquido	52
Figura 13. Instrumento Copa casa grande	52
Figura 14. Valores de Índice plástico incorporando 4%, 6% y 8 % de ceniza de bagazo de caña de azúcar	53
Figura 15. Ensayo Proctor Modificado Patrón + 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña	54
Figura 16. Compactación por capa del Patrón + 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña	54
Figura 17. Valores de Óptimo contenido de humedad incorporando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar	55
Figura 18. Valores de Máxima densidad seca agregando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar	56

Figura 19. Ensayo CBR Patrón + 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña.	57
Figura 20. Molde CBR Patrón + 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña	57
Figura 21. Valores del CBR al 95% agregando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar	58
Figura 22. Valores del CBR al 100% agregando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar	59
Figura 23. Variación de la Expansión respecto al contenido de CCA para las combinaciones de suelos arcillosos y ceniza de cáscara de arroz	63
Figura 24. Variación del CBR con respecto al contenido de CCA para las combinaciones de suelo arcilloso y ceniza de cáscara de arroz.....	64

RESUMEN

El objetivo general de esta pesquisa fue determinar la influencia de las cenizas de bagazo de caña en la estabilización de la sub rasante en la Av. Los Alisos, Callao 2021. Como tipo de investigación es aplicada, diseño experimental- cuasi experimental, enfoque cuantitativo, la población tomada es de 38 cuadras de la Av. Los Alisos-Callao, como muestra se optó por 11 cuadras como muestra no probabilística.

Según los resultados obtenidos en campo con los 03 pozos de exploración se optó por el tercer pozo de exploración, ya que presentaba un suelo desfavorable, este resultado se obtuvo mediante el perfil estratigráfico que determino su clasificación AASHTO es CL y SUCS A-4, asimismo, la muestra patrón 03 se obtuvo un IP de 9.82%, una máxima densidad seca de 1.982gr/cm³, un óptimo contenido de humedad de 12.6%, un CBR al 100% de 18.2%, añadiendo el 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña se obtuvo un IP de 9.81%, 9.77%, 9.75%, una máxima densidad seca de 1.997 gr/cm³, 2.011 gr/cm³, 2.020 gr/cm³, un óptimo contenido de humedad de 13.2%, 13.5%, 13.3%, un CBR de 18.7%, 22.9%, 22.9% respectivamente, concluyendo así que las cenizas de bagazo de caña logra mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Palabras clave: estabilización, sub rasante, cenizas, bagazo de caña.

ABSTRACT

The general objective of this research is to determine the influence of the sugarcane bagasse ashes on the stabilization of the subgrade in Av. Los Alisos, Callao 2021. As a type of research, it is applied, experimental-quasi-experimental design, quantitative approach, the population taken is 38 blocks from Av. Los Alisos-Callao, as a sample, 11 blocks were chosen as a non-probabilistic sample.

According to the results obtained in the field with the 03 exploration wells, the third exploration well was chosen, since it had an unfavorable soil, this result was obtained through the stratigraphic profile that determined its AASHTO classification is CL and SUCS A-4,, standard sample 03 obtained a PI of 9.82%, a maximum dry density of 1,982gr / cm³, an optimal moisture content of 12.6%, a 100% CBR of 18.2%, adding 4%, 6% and 8% of cane bagasse ash, an IP of 9.81%, 9.77%, 9.75% was obtained, a maximum dry density of 1,997 gr / cm³, 2,011 gr / cm³, 2,020 gr / cm³, an optimal moisture content of 13.2%, 13.5 %, 13.3%, a CBR of 18.7%, 22.9%, 22.9% respectively, thus concluding that the sugarcane bagasse ash manages to improve the physical and mechanical properties of the soil.

Keywords: stabilization, subgrade, ash, sugarcane bagasse.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en los últimos años la construcción de carreteras y vías de acceso han venido aumentando como un factor muy inevitable, que otorga el crecimiento socio-económico. Sin embargo, ha surgido problemas debido a que no poseen la misma resistencia como es el suelo arcilloso, por ello en los últimos años se vienen desarrollando investigaciones para lograr obtener una mayor capacidad de resistencia, desarrollando así nuevas propuestas alternativas como la estabilización de la sub rasante con aditivos orgánicos, teniendo en cuenta el problema medio-ambiental y económico.

En esta pesquisa se optó por una nueva opción de porcentaje de estabilización, con la finalidad de una propuesta a la solución medio-ambiental, por ellos se propuso emplear como agente estabilizante la ceniza de bagazo de caña, con el propósito de estimar la influencia que tendrá las características de la sub rasante en un suelo arcilloso.

A nivel internacional, en España las zonas en mal estados y deplorables van en aumento; el aumento de ellas está implicados a los suelos arcillosos y arcillas calcáreas de las grandes cuencas terciarias, las arcillas efímeras, los suelos arcillosos producto de los cambios químicos, no sólo porque son componentes plásticos y/o expansivos, sino por su estructura granulométrica, contenido de arcilla y composición mineralógica, no les permite estar en el grupo de materiales aceptables. [...] ¹

A nivel nacional, las carreteras son realizadas sin el procedimiento ni las normas adecuadas, construyéndose así en los suelos inadecuados, ya sean en zonas urbanas o rurales, la construcción inapropiada sin tener un estudio de suelos respectivo, implican a no soportar cargas excesivas causando así que el deterioro de la carretera sea en un corto plazo. [...], el problema actual que afecta el trayecto de los caminos vecinales sin pavimentar a nivel de afirmado del distrito de Barranca,

¹ (GOMEZ de Santos, 2019)

es muy excesiva. [...] Asimismo, dichas vías de acceso no han tenido su mantenimiento respectivo, ocasionando así bacheos en las zonas críticas, de tal manera ocasionando incomodidad en el fluido de un lugar a otro, maltrato en la distribución de un lugar a otro de los productor orgánicos en las agrícolas, generando así pérdidas económicas [...] ².

A nivel local, en el distrito de Oquendo tiene muchas avenidas sin pavimentar, teniendo como principal problema el tipo de superficie que se encuentre en el distrito, la baja capacidad portante en la que se sitúa el suelo arcilloso lo hace intransitable, como también la expansión volumétrica, incremento de tránsito, transporte pesado, asimismo en la visita técnica en el distrito, se pudo observar la influencia del suelo arcilloso, presentado así problemas como: hundimientos, asentamientos diferenciales, baches, tránsito no fluido, que ocasionan incomodidad en la población que se trasladan en sus vehículos, congestión vehicular y pérdida de tiempo, fallas en sus vehículos, por otra parte, la institución distrital no ha realizado las pruebas necesarias para la mejora de la zona y la construcción de nuevas vías accesibles para el crecimiento económico y social, debido a ello la población tiene un límite de acceso de transportes urbanos, por consiguiente, de no dar solución a este problema en el distrito, pueden ocasionar ciertos acontecimientos como accidentes automovilísticos, deplorable acceso al distrito, caídas al mismo nivel, molestias en los transeúntes y mal aspecto en el lugar. Asimismo, la alternativa técnica de solución sería el estudio principal de suelo arcilloso para lograr una mejor compacidad portante, así como la adecuada construcción de nuevas vías de acceso con la normativa correspondiente, soportando así cargas excesivas de vehículos, generando así la durabilidad de la carretera.

Por consiguiente, en la actual investigación se planteó lo siguiente ¿De qué manera las cenizas de bagazo de caña influyen en la estabilización de la sub rasante en la Av. Los Alisos, Distrito de Oquendo-Callao, 2021?, asimismo, los problemas específicos: ¿De qué manera las cenizas de bagazo de caña influyen en el índice

² (CAHUANA CABANILLAS, 2016)

de plasticidad de la sub rasante en la Av. Los Alisos, Distrito de Oquendo-Callao 2021? ¿De qué manera las cenizas de bagazo de caña influyen en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca en la sub rasante de la Av. Los Alisos, Distrito de Oquendo-Callao 2021? ¿Qué efectos produce las cenizas de bagazo de caña en la capacidad y resistencia de la sub rasante en la Av. Los Alisos, Distrito de Oquendo-Callao 2021?

Por lo tanto, tenemos como justificación Social, que la presente investigación ayudo de una forma significativa al Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), obteniendo una solución económica y medio-ambiental añadiendo como agente estabilizante de sub rasante a la ceniza de bagazo de caña en suelos arcilloso, también los beneficiarios de esta propuesta de investigación serán los ciudadanos del distrito de Oquendo, como también vecinos aledaños, de esta manera en algunos años la institución apta pueda lograr un crecimiento socio-económico.

Asimismo, se obtuvo como justificación Teórica, con respecto a la variable independiente añadir como agente estabilizante ceniza de bagazo de caña de azúcar en diversas especialidades, y ahora, en la construcción. Obteniendo un aumento de sílice, se podría emplear como cemento puzolánico. También, del agente estabilizador CBCA se logra obtener un 40-50% de todo el material de planta. (Uriel Hernández Jaén, Comportamiento Mecánico y Físico del Mortero a base de CBCA como árido en aplanados en muros, Tesis – Octubre 2011)³. Con respecto a la variable dependiente la estabilización se basa en combinar al suelo una cantidad de material químico u orgánico para conducir así reacciones químicas que generan las partículas acumuladas en el sedimento, de tal forma que la capacidad de resistencia mejore de manera notoria. Asimismo, la estabilización pretende un aumento de agente estabilizante que la modifique [...]⁴.

De igual manera la justificación técnica, asimismo, es importante para poder controlar los efectos que se puede causar en los pavimentos, determinando las características físicas y mecánicas del suelo. Por otra parte, en esta pesquisa nos

³ (CÉSAR HAYRO, 2017)

⁴ (MONTEJO FONSECA, y otros, 2018)

permitió obtener una alternativa de solución a la problemática, como también una opción de estabilización de bagazo de caña en suelos arcillosos con una mejor capacidad portante en la sub rasante.

Justificación metodológica, asimismo, se logró sustentar de manera eficaz los objetivos de estudio, por consiguiente, que se realizó 2 instrumentos de medición, para la variable 1: Cenizas de bagazo de caña y su influencia en la variable 2: Estabilización de sub rasante en la Av. Los Alisos distrito de Oquendo. De igual forma, estos instrumentos de medición fueron formulados y expuestos a expertos para luego obtener la confiabilidad y la validez.

Por otra parte, en esta investigación se planteó obtener como finalidad demostrar el predominio de la ceniza de bagazo de caña en la estabilización de la sub rasante en la Av. Los Alisos, Distrito de Oquendo-Callao 2021, de igual manera los objetivos específicos expresados: Demostrar la influencia de las cenizas de bagazo de caña con el ensayo de índice de plasticidad en la sub rasante en la Av. Los Alisos-Distrito de Oquendo-Callao 2021, Determinar la influencia de las cenizas de bagazo de caña en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de la sub rasante en la Av. Los Alisos-Distrito de Oquendo-Callao 2021, Determinar qué efectos produce las cenizas de bagazo de caña en la capacidad y resistencia de la sub rasante en la Av. Los Alisos-Distrito de Oquendo-Callao 2021.

Por ello, se planteó la siguiente hipótesis general: El bagazo de caña influye de manera satisfactoria en la estabilización de la sub rasante en la Av. Los Alisos-Distrito de Oquendo-Callao 2021, al mismo tiempo, las hipótesis específicas brindadas en esta investigación serán: El bagazo de caña influye en el índice de plasticidad de la sub rasante en la Av. Los Alisos-Distrito de Oquendo-Callao 2021, El bagazo de caña influye en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de la sub rasante en la Av. Los Alisos-Distrito de Oquendo-Callao 2021, El bagazo de caña aumenta la capacidad y resistencia de la sub rasante en la Av. Los Alisos-Distrito de Oquendo-Callao 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales tenemos a: Clavería, Triana y Varón (2018), se obtuvo como objetivo caracterizar el comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con ceniza de cascarilla de arroz y bagazo de caña como componente de la sub rasante, como método de trabajo tenemos la metodología RAMCODES, la muestra se obtuvo en las coordenadas planares N1032000- E875225 (IGAC) Km 4 vía Manizales, a 3200 m.s.n.m. En dicha zona se realizaron excavaciones de 2.7m de profundidad y se tomaron 4 muestras naturales en moldes de CBR con dimensiones 17,8 cm de altura y 15,2 cm de diámetro, asimismo, como resultado que al añadir un 10% prolifera el CBR en un 6,26% y 1,16%, de igual manera añadiendo un 15% se aprecia el mayor aumento en un 22,46% y 20, 11%, el cual llega a una CBR total del 99,13%, la reducción del CBR al agregar 5%CBC, se debe que al añadir dicha cantidad no reacciona químicamente, de igual forma como conclusión se determina que el porcentaje añadido de CBCA para un aumento en las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante analizado, en el análisis al CBCA le compete un 15% del valor en el cual se obtuvo el mejor resultado.

De la misma forma, Bustamante (2016), en esta pesquisa su objetivo fue evaluar el efecto de la incorporación de aditivos en la resistencia a la compresión axial de las MGs que alojen NEPs, la metodología es de tipo experimental, además, la muestra se obtuvo en los cultivos de Oaxaca- México, obteniendo resultados que indican que las MGs elaboradas con las siguientes mezclas de 85%B+5%D+10%CBC poseen la resistencia mecánica óptima, asimismo, se tiene en conclusión, la adición de C y CBC a la D para la elaboración de las MGs aumenta su resistencia a la compresión, Las combinaciones compuestas por D+C presenta una mayor resistencia que las que contiene CBC, mientras que la adición de CBC a la mezcla B+D no afecta su capacidad de absorción.

Por otra parte, Araujo y Rodríguez (2019), en esta investigación su objetivo fue evaluar el comportamiento geotécnico del material granular Tipo base estabilizado con ceniza de bagazo de caña de azúcar CBCA y cemento portland, por otra parte,

como método de trabajo tenemos la metodología RAMCODES, la muestra fue brindado por parte de Triturados & Vías La Caima S.A.S. como material granular, teniendo, así como ubicación a 44. kilómetros vía Ibagué, obteniendo como resultados que los porcentajes de combinaciones que tienen un 50% los dos materiales estabilizantes; cemento y CBCA fueron los que obtuvieron un mayor índice de resistencia con respecto a otras, asimismo, en conclusión, la mejor opción como aditivo para una mejor estabilización es de 50% de cada una de ellas, ya que se obtuvo una resistencia optima, además como una alternativa medio ambiental y sustentable.

De igual forma en como antecedentes nacionales tenemos, Carrasco (2017), en esta pesquisa se obtuvo como finalidad buscar la opción de estabilizar los suelos arcillosos añadiendo cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a Virahuanca en el distrito de moro – provincia del santa, por otra parte la metodología a utilizar es manejo de variable independiente no experimental de tipo correlacional, también, l área de la muestra es de 20,496m² en Virahuanca en el distrito de moro, obteniendo resultados favorables donde se puede sostener que, si es óptimo la estabilización añadiendo cenizas de bagazo de caña en suelos arcilloso, asimismo, aumentando notoriamente los porcentajes adecuados según se indica esta investigación, por lo tanto, se logra optimizar las características del suelo, se logra visualizar la disminución del índice de plasticidad, el cual va a reducir el porcentaje de humedad, de igual forma, se concluye positivamente que es óptimo estabilizar el suelo añadiendo cenizas de bagazo de caña de azúcar en suelos arcillosos, las pruebas realizadas del tramo de moro a Virahuanca, podemos determinar que se logra una óptima mejora de la estabilización.

Por otra parte, Castro (2017), obtuvo como finalidad demostrar si la ceniza de cáscara de arroz es óptima para utilizarlo como estabilizador a nivel de sub rasante de un pavimento en suelos arcillosos, también, la muestra se obtuvo en la producción agrícola de la ciudad de San Martín, asimismo, como resultados se consiguió aumentar el (CBR) de un porcentaje de 5% a 19,4% efectuando mezclas de material arcilloso y ceniza de cáscara de arroz, obteniendo así una combinación de 20% de aditivo correspondiente, de igual manera, la resistencia a la compresión

no confinada nos señala un aumento de 6.91 a 8.77 kg/cm², para la mezcla del material arcilloso con 20% de aditivo, de igual forma se concluye que empleando CBCA se logra buenos resultados en la estabilización de suelos arcilloso.

También podemos observar que Fernández (2017), el propósito de esta pesquisa fue decretar el efecto del material agregado de terrazyme como un nuevo avance en los suelos arcillosos de sureste de Huacariz una ubicación extendida de la ciudad de Cajamarca, también, en cada ejemplar se logró realizar cinco pruebas con cantidades crecientes de terrazyme de 10, 20, 30 40 y 60 ml/m³, para obtener así la mejor cantidad terrazyme para el aumento de capacidad portante de la sub rasante, también se ejecutó 35 pruebas de CBR con agente estabilizador y 7 de la muestra de gabinete, asimismo, se obtuvo los siguientes resultados, el incremento de la magnitud de carga de terreno en 30ml/m³ , aumento de su resistencia, en 1: 113 %; 2: 90%; 4: 98%; 5: 112%; 6: 115%; 7: 119%; 3: 98%, de igual forma se concluye que el aditivo terrazyme tiene efecto en el incremento de la capacidad de soporte de la sub rasante en un 19%, en los suelos estudiados en Cajamarca.

De igual manera, se tiene como antecedentes en el mundo a, Söderlund (2018), having as main objective to obtain a deeper understanding of how lime and PetritT and the various parameters influence the increase in resistance. Laboratory work, soil classification and sampling are carried out in the soil mechanics laboratory of Luleå University of Technology. UCS samples were prepared with two different binder contents and stored for 90 days. The results of the soil classification were: organic water content 60-65%, clay content 53% (84% fine), optimum water content for compaction 16% (2.1 t / m³), liquid limit 57%, plastic limit 22.7% and organic content of 6.5%. Comparison of UCS tests on prepared samples was that 7% lime improved strength at 846 kPa, 7% PetritT at 157 kPa and both for 53% water content before adding each binder. In addition, there is 7% lime that provides a resistance of 1937 kPa for a water content of 29%. The conclusion of the study was that PetritT was effective for the stabilization of white clay, it can be said that PetritT can be used as an alternative binder to increase soil properties.

Asimismo, Sinan (2017), The main focus of this study was to determine the alternative benefits of using lime sludge as an adaptation and uncertainty of fly ash and CP. Samples were taken from the Ames water purification plant located in Iowa. Results obtained after 90 days of storage showed that LS can only be used to increase concentration, and the UCS test of material kept for 7 days evidence of that LS can be mixed with CF and FF to further increase resistance. Similarly, the 7-day FT test of the modified model showed a significantly greater loss in the open system compared to the closed system. Finally, higher resistance values were observed for samples with longer curing times. Hydration and pozzolanic reactions that occur between loess and stabilizers in the presence of water provided short- and long-term strength gains.

Mousavi y Karamvand (2017) The focus of this study is to validate soil compacted with CBR PLUS and silica sand in the laboratory to evaluate the permeability, strength, and (CBR) of untreated and stabilized soil samples. The results obtained in the laboratory indicate that the optimal combination design of the stabilized soil is 90% clay, 1% CBR PLUS, 9% silica sand. Finally, the adjustment repeatedly increased the tensile strength and CBR of the compound by approximately nearly 6 times and 1.8 times, respectively, and significantly increased the strength of the stabilized soil in the optimal mix design. The shear strength of stabilized soil is 1.9 times greater than that of untreated soil.

Por otra parte, en artículos tenemos a: Linares, Aguilar y Rojas (2020), el enfoque principal fue establecer la repercusión de las bolsas de polietileno líquido como estabilizador en un sedimento arcilloso a nivel de sub rasante, también las pruebas obtenidas en campo fueron en la Av. Los Libertadores y Jr. Las Orquídeas, Pueblo Joven 16 de Octubre, Chachapoyas, Amazonas, asimismo los resultados obtenidos que presentó una mejor función para las características físicas en (4%) con el volumen promedio de plástico reducido de 13.55% (suelo) a 8.98% (4% BPF), por otro lado, las características mecánicas del tratamiento que presenta un mejoramiento deseable en la incidencia es el T3 (12%) ya que el OCH promedio tiende a reducir de 18.23% (suelo) a 15.46% (12% BPF), y el MDS promedio mejoro de 1.730gr/cm³ (suelo) a 1.807gr/cm³ (12% BPF) y el CBR promedio mejoro de

5.6% (suelo) a 9.9% (12% BPF), de igual forma añadiendo las bolsas de polietileno liquido mejora las características físicas y mecánicas del sedimento arcilloso a nivel de sub rasante, permitiendo así la estabilización del sedimento de estudio según del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

También podemos observar a Fonseca, Becerra y Muñoz (2020), su enfoque fue relacionar las dosificaciones de los estabilizantes tradicionales, demostrar los beneficios de cambiar las características gracias al uso de agentes estabilizadores, demostrar el uso sostenible de usar suelos estabilizados a comparación de otros materiales y realizar una revisión, asimismo, la metodología fue describir los aspectos del estabilizador en los suelos arcillosos, como también las características de ello, la determinación de los métodos a utilizar para obtener la estabilización, esquematizar la indagación en su proceso y el énfasis en el modelo utilizado para estabilizar la variedad de los temas cubiertos, de igual forma, con los resultados tenemos que para 0.1" y 0.2" de energía con la prueba CBR, cuanto mayor es el diámetro, mayor es el efecto, por lo que se seleccionó el de 0.2" , la máxima densidad seca del trabajo fue de un 95% y este muestreo se sumergió de 0-4 días respectivamente.

Asimismo, Ojeda, Mendoza y Baltazar (2017), su objetivo de este estudio fue la influencia que ocasiona las cenizas de bagazo de caña (CBCA) como suplente de otro agente estabilizador como es el Cemento Portland Compuesto (CPC), aumentando las características del suelo granular arenoso. Teniendo como resultados que el aumento de las propiedades de compactación, resistencia a la compresión y CBR en el suelo redujeron el consumo del CPC hasta un 25%. Finalmente, el uso de CBCA como único material utilizado en suelos de alta densidad muestra un aumento en la humedad del suelo en condiciones limitadas, como la prueba CBR, que se observa con aumentos del 5% y 7% en los valores de CBR, cumpliendo así las normas vigentes como material de base.

Como bases teóricas relacionada a las variables tenemos lo siguiente:

Para la variable dependiente, tenemos los siguientes conceptos teóricos: para la estabilidad, la definimos como el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo mediante métodos mecánicos y la incorporación de productos químicos o sintéticos. Estos efectos estabilizantes se suelen llevar a cabo en sedimentos con cimentaciones insuficientes o pobres, en este caso se denominan efectos estabilizadores del cemento, cal, asfalto y otros agregados. Por otro lado, cuando se trata de una matriz granular o una matriz granular estable, para lograr conseguir el material con las mejores características, se le denomina matriz tratada o matriz granular porque también incluye la resistencia mecánica y esta característica de persistencia en el tiempo.⁵

Con la estabilización de suelos, el objetivo principal es mejorar su capacidad de carga y disminuir su susceptibilidad al agua y también en otras condiciones ambientales adversas, en muchos un aumento de su resistencia mecánica. Si la fracción del suelo es grande, una cantidad moderada de aglomerante es apto para conseguir un material indiferente al agua, con la finalidad de conseguir algo estable y capaz de resistir a la distorsión con el tiempo provocadas por el tráfico.⁶

Por otra parte, estabilizar un suelo quiere decir tener un mejoramiento en sus características (como la resistencia, permeabilidad, densidad, plasticidad durabilidad, etc.) por cualquier medio, generalmente encontramos, método de mezclas de agregados (estabilizador mecánico), combinación de aditivos (cemento, cal viva o apagada, entre otros.), compactación apropiada (la mezcla de otros procedimientos enunciados anteriormente o caso contrario emplearla sola). En un inicio la palabra estabilización significaba un mejoramiento cualitativo. Últimamente, en la estabilización se ha añadido la resistencia y durabilidad como valores cuantitativos, los cuales están referidos a su manejo, estos se expresan en función a la compresión, esfuerzo cortante, capacidad de soporte y/o flexión bajo carga y en función a la absorción, humedecimiento y secado para la durabilidad de la estabilización.

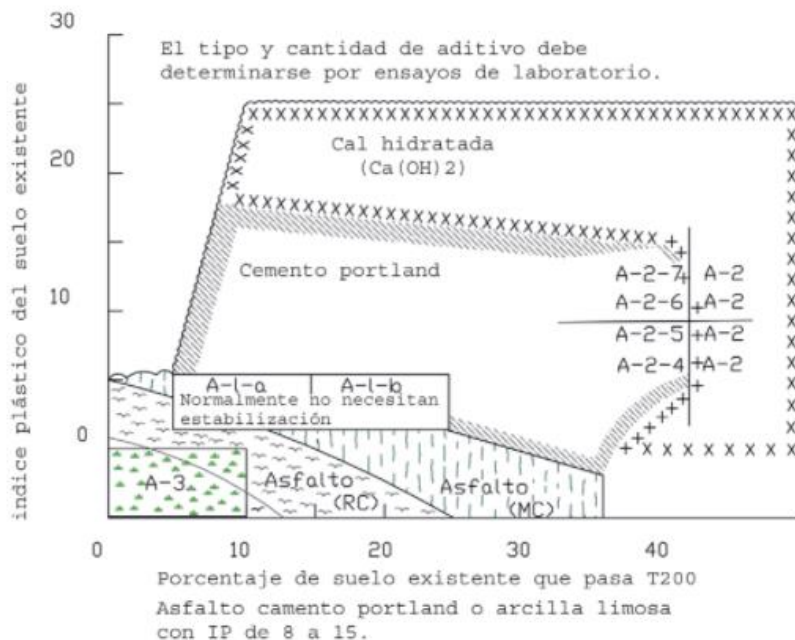
⁵ (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2014)

⁶ (ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE CALES Y DERIVADOS DE ESPAÑA; ANTER; IECA, 2007)

Existen métodos para el mejoramiento por diferentes medios, ya sean mecánicos químicos, eléctricos y térmicos. La estabilidad obtenida puede mostrar la diferencia entre un método y otros según corresponda. Debido a que ciertos tipos de suelos tienen diferencias significativas en las propiedades, y debido a que diferentes suelos responden de manera diferente a varios métodos, los métodos que se mencionan a continuación también se usarán o también se pueden usar.

- a) Mecánicos (combinación de muchos materiales naturales estabilizadas en las bases granulares)
- b) Químicos (agentes líquidos o agentes estabilizantes, entre ellas encontramos cal, cemento, cloruro de calcio, anilina furfural, cloruro de sodio entre otros.
- c) Eléctricos (como estabilizador temporal se usa al electro-ósmosis)
- d) Térmico

Con el objetivo que el diseñador posee una guía en la definición del tipo de estabilizador a optar de acuerdo al tipo de suelo, se muestra el siguiente gráfico:



Asimismo, se tiene que aceptar que la estabilización no es un método ventajoso en todos los casos, por consiguiente, se tiene que tener claramente el conjunto de características que se pueda mejorar y la relación de esfuerzo y mejora que se logrará, y el dinero que se invertirá. A menudo, será posible que los tratamientos a

utilizar mejoren significativamente en sus propiedades, como también debemos tener en cuenta y buscar nuevos métodos de estabilizaciones.

Teniendo así las propiedades que con frecuencia se estudian son, la estabilidad del volumen se refiere a la relación con la dilatación del suelo causada por cambios en la humedad, cambios estacionales o las actividades de los ingenieros. La estabilización generalmente proporciona un método de tratamiento alternativo para otros suelos, que es diferente de la carga de uso, la carga de permeabilidad, la introducción de agua, etc. Transforma el bloque de arcilla que se dilata en un bloque rígido o bloque granular, y sus partículas se combinan a través de una unión firme, que es suficiente para resistir la presión de expansión interna, en muchos casos donde se procesa la capa superficial de arcilla se dilate, el requisito económico es estabilizar solo un cierto espesor del manto superior, que será suficiente, siempre que la presión de dilatación que produce el espesor sin tratar pueda equilibrarse adecuadamente⁷.

De igual forma, uno de los motivos para realizar cierta estabilización es que presentan unos valores de dilatación peligrosos. Una vez construida la infraestructura, presenta riesgo de movimiento de capas. Por esta razón, damos un ejemplo, cuando se mezcla el volumen con cal se aumenta la estabilidad, y debido a la disminución de la plasticidad, estas expansiones pueden reducirse o incluso eliminarse⁸.

La resistencia existe algunos procedimientos de estabilización que han demostrado su utilidad para aumentar la resistencia de cantidades de sedimentos. Sin embargo, antes de ahondar en este tema, es necesario decir que cuando todos tienen una gran cantidad de materia orgánica, todos parecen perder mucha capacidad. Esta es una situación lamentable, porque es bien sabido que muchos de ellos son el menos resistente, el grave problema ocurrió en suelo orgánico, teniendo como uno de los objetivos más comunes aumentar la resistencia del suelo de estudio,

⁷ (RICO Rodríguez, y otros, 1977)

⁸ (ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE CALES Y DERIVADOS DE ESPAÑA; ANTER; IECA, 2007)

teniendo así algunas formas de estabilizar los suelos para mejorar la resistencia, drenaje, precarga, vibro flotación compactación, estabilización mecánica con diferentes propiedades para combinar con otros suelos, estabilización química con cal, cemento y entre otros agentes aditivos líquidos u orgánicos.⁹

Tabla 1. Efecto de la materia orgánica en los resultados de la estabilización

Tipo de suelo	Prof.	Contenido de materia orgánica.	Resistencia a la compresión simple a los 7 días (Especímenes compactados al 95% AASHO estandar).		
			kg/cm ²		
—	m	%	Sin estabilizar	Con 10% de cemento	Con 10% de cal
Tierra vegetal	0.45	2.65	3.80	15.50	1.90
Tierra vegetal	1.60	0.22	3.80	36.00	47.00
Arcilla orgánica	0.10	13.70	1.05	1.83	2.25
Arcilla orgánica	0.60	2.50	6.30	20.00	1.83
Arcilla orgánica	0.10	11.70	3.15	7.00	5.60
Arcilla orgánica	0.45	2.00	5.00	20.00	16.20
Arcilla orgánica	0.10	10.30	3.90	4.20	4.90
Arcilla orgánica	0.80	2.40	5.00	41.00	26.80
Tierra superficial	0.10	3.10	3.90	30.00	11.20
Tierra superficial	0.45	1.10	5.00	42.00	22.50

Fuente: Montejo (2019)

La resistencia a la compresión del suelo estabilizado con cal se sujeta en gran medida del tipo de suelo. Aunque en algunos casos la resistencia en realidad no aumenta, en otros casos los valores se llegan a alcanzar a los 6 meses. Ejemplo de la dilatación libre del suelo con el contenido de cal.¹⁰

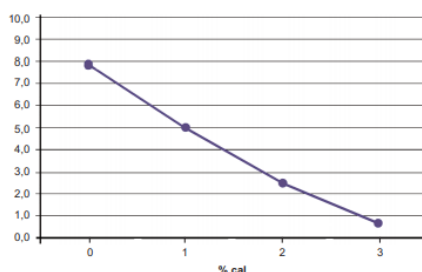


Grafico 1. Ejemplo de dilatación con cal %

Fuente: Asociación Nacional de fabricantes de cales y derivados de España (2007)

⁹ (MONTEJO Fonseca, y otros, 2019)

¹⁰ (ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE CALES Y DERIVADOS DE ESPAÑA; ANTER; IECA, 2007)

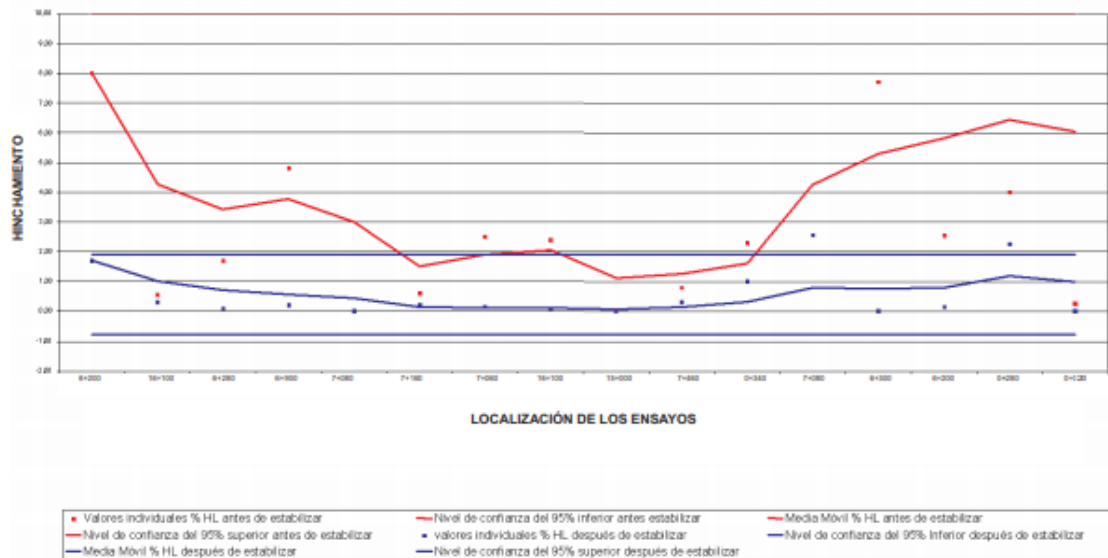


Grafico 2. Comparación del porcentaje de dilatación libre antes y después de la estabilización con cal

Fuente: Asociación Nacional de fabricantes de cales y derivados de España (2007)

La permeabilidad es básicamente difícil cambiar la permeabilidad del suelo mediante métodos como la compactación y la inyección. En sedimentos arcillosos, el manejo de floculantes también reducirá significativamente la permeabilidad, y el manejo de floculantes en variedad de veces con cal o yeso aumentará el valor de la porosidad en consecuencia. En la actualidad, algunas sustancias se introducen en los sedimentos en manera de emulsión, lo que puede conllevar a una reducción considerablemente su permeabilidad, además, en términos sencillos, los métodos de estabilización que afectan la permeabilidad del suelo al eliminar la estabilidad mecánica suelen ser separados del suelo.

La durabilidad, en este concepto suele estar involucrada la durabilidad, estos factores involucran la resistencia a la intemperie, la erosión o el desgaste del tráfico. De esta forma, la dificultad de sostenibilidad en caminos suele estar estrechamente relacionados con sedimentos relativamente cercanos a la superficie de apoyo. Estas dificultades afectan a suelos naturales y estabilizadores, aunque en estos últimos, el peor comportamiento suele deberse a un diseño de resultados inadecuado, como una selección incorrecta de estabilizadores o errores graves de

uso, por ejemplo, los sulfatos ignorarán la conocida sensibilidad de la arcilla estabilizada con cemento al cemento.

En la práctica actual, aún es imposible determinar el estándar de campo o laboratorio que pueda determinar la durabilidad de un suelo estabilizado, esta es una de las razones por las que el concepto de durabilidad se ha convertido en uno de los más difíciles de analizar en la actualidad¹¹.

Asimismo, se proporcionan ventajas técnicas en los suelos estabilizados: Proceden a utilizar los suelos de la traza para mejorar sus propiedades hasta el grado óptimo, proporcionan una gran elevación de capacidad de soporte, aumentando así la vida útil del pavimento, también, asegura la estabilidad de la explanada, debido a que son sensibles al agua y al frío, evitando así diferentes cambios por dilatación o retracción, y también su resistencia a la erosión, también, se reducen la capacidad de desplazamiento de las juntas de dilatación y prolongan su vida útil, asimismo, pueden acceder el paso rápido del tráfico de obra.

Como también podemos tener las ventajas económicas y ambientales:

Ahorro significativo en el transporte de la materia, asimismo, aprovechamiento del tiempo y la reducción del plazo de ejecución, ya que la incorporación del agente estabilizante y la combinación del suelo se realizan con maquinarias de alto rendimiento, también, adquirir cimientos de capacidad de soporte mayor permite un ahorro significativo en su ejecución.

Entre las desventajas o limitaciones de la estabilización encontramos:

Los más notorios están enlazados con mayores contenidos de sulfatos solubles y materia orgánica, asimismo, el material orgánico puede impedir el fraguado y la tenacidad de la mezcla, pero cuanto mayor sea el efecto de unión se puede llegar a eliminar este efecto, otros conglomerados pueden afectar al fraguado del

¹¹ (MONTEJO Fonseca, y otros, 2019)

cemento, también con este de manera notoria se puede decir que la estabilización de suelos requiere una investigación más detallada de las propiedades principales y de su homogeneidad.¹²

El terreno de fundación es función a la humedad y densidad, añadido a la situación medio-ambiental al lugar. La baja capacidad de carga en suelos donde la estimación de humedad logra obtener la condición saturada y la estimación de densidad de gabinete se encuentran por debajo de la densidad de compactación, donde la estimación de los módulos elásticos se encuentra en condiciones deplorables bajas.

Los valores del CBR que se encuentran bajo de 8-10% son tomados como volubles para tolerar una infraestructura de pavimento. El módulo de resiliencia, es el comportamiento representativo del parámetro elástico, ya que siempre estará acompañado a suelos con comportamiento estables, permitiendo tomar la capa superior compactada y la influencia de la saturación en la variación de la estimación del módulo resiliente.¹³

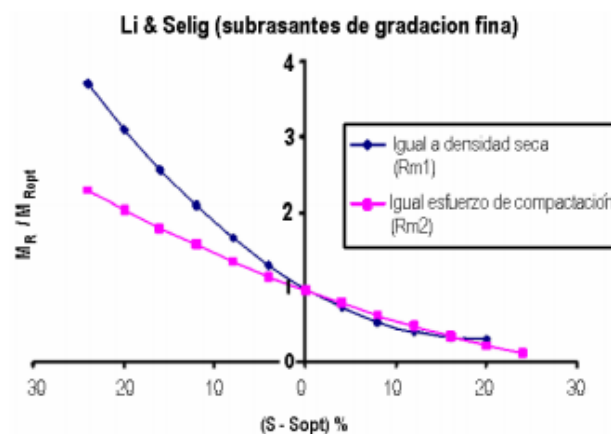


Grafico 3. Variación del Módulo Resiliente con la Saturación en suelos finos

Fuente: Minaya y Ordoñez (2006)

¹² (ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE CALES Y DERIVADOS DE ESPAÑA; ANTER; IECA, 2007)

¹³ (MINAYA González, y otros, 2006)

Se considera como materiales aptos con CBR >6%, si el valor es bajo, la estabilización del suelo se puede realizar satisfactoriamente y las soluciones se analizan según las propiedades del suelo, como estabilización mecánica y química, juntos con geo sintéticos, que logran la elevación del terreno de fundación.

Para poder asignar la categoría al terreno de fundación, la plataforma debajo del nivel de plataforma superior deberá tener un grosor mínimo de 60cm de material conforme a la categoría asignada, de lo contrario será en la categoría de calidad inferior inmediata.

Tabla 2. Categorías de la sub rasante

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: MTC (2014)

Características de la sub rasante su propósito es discutir las características físicas y mecánicas del terreno de fundación que se realizará mediante la realización de calicatas con una profundidad de al menos 1.5m, el número mínimo de pozos de exploración por kilómetro se visualiza en la tabla, estas se ubicarán de forma intermitente, dentro de la faja que cubre el ancho de calzada¹⁴.

¹⁴ (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2014)

Tabla 3. Número de calicatas para exploración de suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: MTC (2014)

Tabla 4. Números de punto de investigación

TIPO DE VÍA	NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m ²)
Expresas	1 cada	1000
Arteriales	1 cada	1200
Colectoras	1 cada	1500
Locales	1 cada	1800

Fuente: NT CE 010 (2014)

Los suelos integran la estructura de los pavimentos, que se encarga de soportar las cargas transmitidas desde la carpeta asfáltica, es necesario tener en cuenta la humedad que afectan a los suelos, ya que interfieren en la capacidad de soporte como a su naturaleza expansiva. Los cambios volumétricos de estas pueden generar graves daños en las estructuras. mientras más información se obtenga sobre el comportamiento de los suelos, más óptima será el diseño y modelo de deterioro de la estructural del pavimento. ¹⁵

Los sedimentos serán mencionados y clasificados por AASHTO y SUCS utilizando los siguientes signos convencionales.

Tabla 5. Signos convencionales para Perfil de calicatas – Clasificación ASSHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

Fuente: Simbología AASHTO

Fuente: MTC (2014)

¹⁵ (BECERRA Salas, 2012)

Tabla 6. Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación SUCS

	Gravas bien graduadas mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Gravas mal granuladas, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arenas arcillosas, mezcla de arena-arcillosa
	Gravas limosas mezclas de grava arena limosa		Limos orgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosa o limos arcillosos con ligera plasticidad
	Gravas arcillosas mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánicos de plasticidad baja o mediano, arcillas gravas, arcillas arenosas, arenas limosas, arcillas magras
	Arenas bien graduadas, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad
	Arenas mal graduadas con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios		Limos inorgánicos suelos finos granosos o limosos micáceas o diatomáceas, limos elásticos

	Arcillas inorgánicas de elevada plasticidad, arcillas grasosas
	Arcillas orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limos orgánicas
	Turba, suelos considerablemente orgánicos

Fuente: MTC (2014)

La granulometría presenta los tamaños de las partículas que posee el material según especificaciones del MTC EM-107, así obtener con mayor o menor precisión las características que pudieran ser necesarias, de acuerdo al tamaño de la partícula se define en la tabla los siguiente:

Tabla 7. Clasificación de suelos según el tamaño de sus partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: MTC (2014)

Como también se puede indicar la distribución de suelos conforme el índice de plasticidad de intervalo de humedades, que permite clasificar de manera óptima un suelo, de tal manera, en relación al suelo de su IP se puede clasificar según la tabla:

Tabla 8. Clasificación de suelos según su índice de plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: MTC (2014)

Asimismo, se puede clasificar de manera equivalente a la arena, es el porcentaje promedio de contenido de polvo fino o muestreo arcilloso del suelo o en muestras de compuestos finos ensayo MTC EM-114, este ensayo es equivalente a un indicativo de la plasticidad del suelo.

Tabla 9. Clasificación de suelos según equivalente de arena

Equivalente de Arena	Característica
si EA > 40	el suelo no es plástico, es arena
Si 40 > EA > 20	el suelo es poco plástico y no heladizo
si EA < 20	el suelo es plástico y arcilloso

Fuente: MTC (2014)

De igual manera, la clasificación de índice de grupo normado por AASHTO, está basado en la gran mayoría en los límites de Atterberg, este se define mediante una fórmula:

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01(bd)$$

Tabla 10. Clasificación de suelos según índice de grupo

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

Fuente: MTC (2014)

Clasificación de los suelos que determinan las propiedades de los suelos, con base en la sección anterior, la clasificación de índice de grupo, la plasticidad y la distribución del tamaño de las partículas se pueden utilizar para evaluar el comportamiento del suelo, asimismo, ayudará a precisar los sectores homogéneos desde el enfoque geotécnico.¹⁶

¹⁶ (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2014)

Tabla 11. Correlación de tipos de suelos según AASHTO - SUCS

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM -D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: MTC (2014)

Por otra parte, se tiene como primera dimensión al límite de consistencia, son aquellos de suelos de granos finos, en ingeniería con mucha más frecuencia se usa, límite líquido y límite plástico, y en otras pruebas y/o referencias se utiliza el límite de contracción.

Límite Líquido con siglas (LL): el contenido de humedad se expresa en porcentaje para poder hallar el límite entre ambos, estado líquido y plástico, parcialmente el surco que separa en dos mitades a la masa del suelo se cierra en un espacio de 13mm, se hace descender la copa 25 veces consecutivamente con una altura prolongada de 1cm con dos caídas por segundo, asimismo, es utilizado de manera individual o también en conjunto, las características del suelo son relacionados en su conducta ingenieril como la compactibilidad, permeabilidad, compresibilidad, resistencia y contracción u expansión.

El límite líquido del sedimento puede ser utilizado con la humedad natural para representar así relativamente el índice de liquidez y se pueda usar como porcentaje fino 2um para poder determinar su número de actividad, como también el contenido de grandes cantidades de material orgánico disminuye considerablemente cuando el sedimento es secado al horno antes de realizar el ensayo correspondiente¹⁷

¹⁷ (Indecopi, 1999)

Teniendo como alcance, que el método de múltiples puntos del límite líquido es más efectivo que el método ensayo de un punto. Se da a observar que el método de ensayo de múltiples puntos se utiliza en casos donde los resultados queden sujetos a litigio.

Es necesario que el operador de dicho ensayo juzgue el espécimen este aproximadamente en su límite líquido, es recomendable que no sea usado o realizado por operarios sin experiencia.

En muchos casos los cálculos del método de un punto no pueden ser validas, esos resultados se pueden dar en suelos orgánicos o suelos generado de un ambiente marino, como también fuentes donde se encuentren de manera alta la concentración de sales solubles que puedan estar presentes.¹⁸

Equipo y material utilizado para el ensayo:

Recipiente para almacenar la muestra con dimensiones de 115 mm (4 ½") de diámetro, instrumento de ensayo (Casagrande), calibrador y barra de metal con dimensiones de 10,00 ± 0.2mm (0,394 ± 0,008") de grosor y de 50 mm (2") de longitud, recipiente anticorrosivo que no cambie de temperatura parcialmente ya sea en calentamiento o enfriamiento, balanza con calibración de 0.01g, estufa de conservación de temperatura de 110±5°C para el secado respectivo de la muestra, espátula flexible de dimensión 75 a 100 mm (3"– 4") de largo y 20 mm (¾") de ancho y por último el agua tiene que tener un óptimo de pureza ya sea destilada o desmineralizada.

La muestra deberá contener de manera representativa suficiente para obtener 150 a 200g, las muestras que influyen pueden ser realizados por cuartetos o división de material, las muestras deberán ser combinadas en un recipiente con una espátula. Procedimiento de ensayo respectivamente separada del suelo, tomar la muestra en la copa que descansa sobre la base, evitando la presencia de burbujas de aire,

¹⁸ (INTERNATIONAL, 2000)

mantener la muestra no usada en el plato de mezclado, asimismo, retener la humedad en la muestra colocando un paño húmedo.

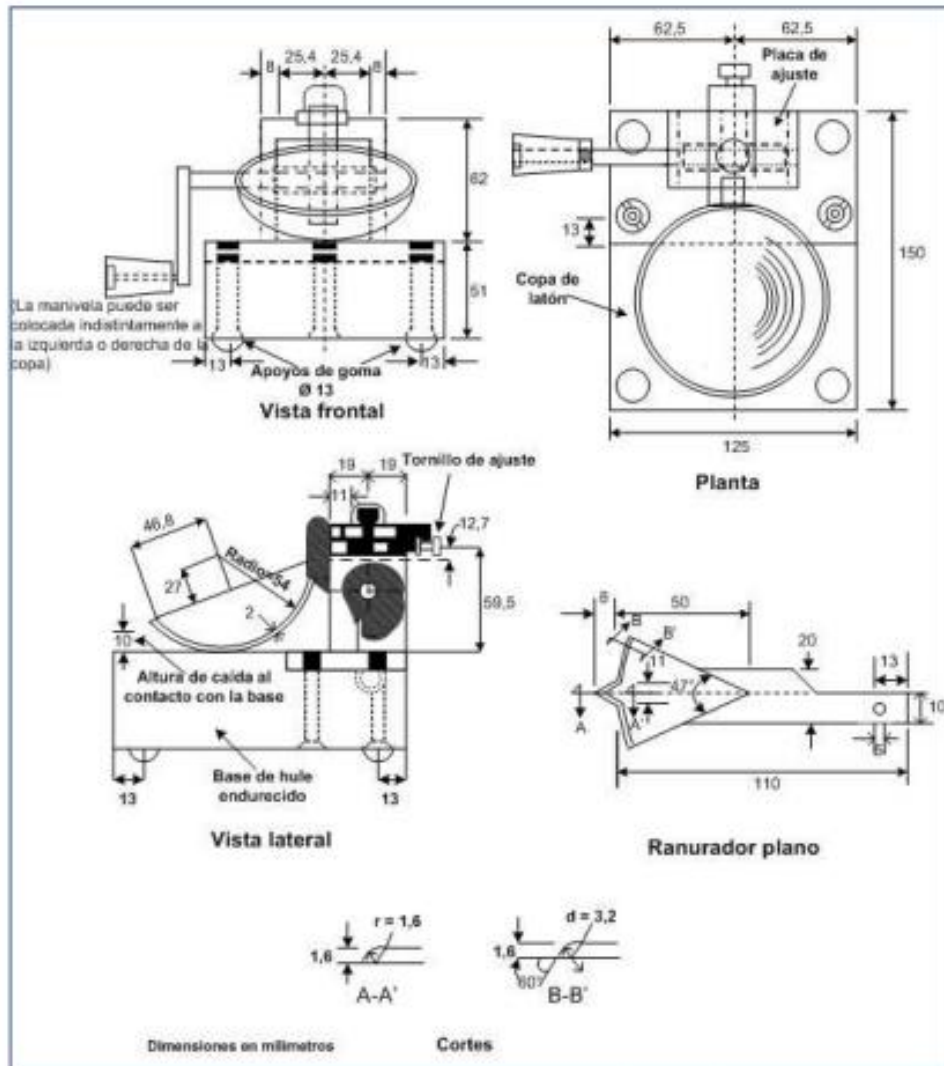


Figura 1: Aparato manual para límite líquido



Figura 1. Aparato manual para límite líquido

Los cálculos para determinar el límite líquido se obtendrá de la siguiente manera¹⁹

$$LL = W^n \left(\frac{N}{25} \right)^{0,121} \quad \text{o} \quad LL = kW^n$$

Donde:

- N = Números de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad,
- Wⁿ = Contenido de humedad del suelo,
- K = factor dado en la tabla A.1

Tabla 12. Número de golpes Tabla A-1

Tabla A -1

N (Numero de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Tabla 1

Tabla de estimados de precisión.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple		
Límite Líquido	0,8	2,4
Precisión Multilaboratorio		
Límite Líquido	3,5	9,9

Fuente: MTC (2014)

Determinación del límite plástico con siglas (LT), en muchos suelos que permiten secar el valor obtenido antes de la prueba puede ser muy diferente del valor obtenido antes de la muestra no se seca. Si usa los límites de líquido y plástico del suelo para correlacionar o evaluar el proceder de ingeniería del suelo bajo humedad natural, A menos que los datos lo indiquen, las muestras no deben secarse antes de la prueba, se necesitan especialmente muestras secas. Un suelo con un

¹⁹ (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2014)

contenido de humedad en el cual se logre visualizar la plasticidad, de tal manera conservara su forma al estar totalmente secado.

En el método de ensayo se determina haciendo una leve presión de la masa, formando así un hilo de 3.2 mm de diámetro, se toma una diminuta porción de la muestra hasta que su contenido de agua disminuya considerablemente hasta lograr un punto de ruptura y ya no pueda ser presionado, ni enrollado.²⁰

Este método se utiliza como un parte integral clasificado así para caracterizar las porciones del grano fino, es utilizado de manera individual o como también en conjunto, las características del suelo son relacionados en su conducta ingenieril como la compactibilidad, permeabilidad, compresibilidad, resistencia y contracción u expansión, los LP se utilizan con proporción al contenido de humedad manera natural, para expresar de si se encuentra de manera sólida o líquida, se pueden utilizar porcentajes más finos q 2µm, determinado así su número de actividad.

Equipos y materiales a utilizar tendremos:

Espátula flexible, de medida 75 -100 mm de largo, 20 mm de ancho, un recipiente de material porcelanato o parecido, de 115 mm de diámetro, una balanza de calibración de 0.01g, una estufa que soporte las temperaturas de 110 ± 5 °C de manera regulable, un tamiz, de 426 µm (N° 40), por último el agua tiene que tener un óptimo de pureza ya sea destilada o desmineralizada, también recipientes que puedan determinar la humedad.

Tomaremos de muestra aproximadamente 20g pasando por un tamiz de 426 mm (N° 40), se amasa de manera uniforme con agua destilada, obteniendo un punto de facilidad al realizar una esfera con la muestra, se tomará muestras de 1.5 a 2.0g. Como procedimiento se moldeará la masa en forma elipsoide, moviendo uniformemente los dedos sobre la superficie lisa, dando forma cilíndricamente, las muestras obtenidas de dichos procedimientos se colocarán en vidrios o pesa-filtros

²⁰ (INTERNATIONAL, 2000)

tarados, se continua de manera uniforme hasta obtener 6g de masa y se determinará el porcentaje de humedad con la norma MTC E-108.

Los cálculos serán obtenidos mediante el término medio de dos contenidos de humedad, repitiendo así el ensayo consecutivamente, si el contenido de humedad es mayor que el rango óptimo, dados en la siguiente tabla.

Tabla 13. Tabla de estimados de precisión

Tabla 1
Tabla de estimados de precisión.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple		
Límite Plástico	0,9	2,6
Precisión Multilaboratorio		
Límite Plástico	3,7	10,6

Fuente: MTC (2014)

Cálculo de porcentaje de humedad, con aproximación de entero²¹:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

Por otra parte, para la dimensión de óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca se utilizará el Método de ensayo del Proctor modificado tenemos como alcance:

Este método logra obtener la relación que existe entre el contenido de humedad y la densidad de suelo, la compactación del molde será con un martillo de 4.54kg (10lb), siendo soltado de una altura 457mm (18pulg), asimismo, procedimientos alternativos se presentaran a continuación:

²¹ (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2014)

- a) Procedimiento A.- Molde de 101.6 mm, muestra de suelo que pasa la malla N° 4.
- b) Procedimiento B.- Molde de 152.4 mm, muestra de suelo la malla N° 4.
- c) Procedimiento C.- Molde de 152.4 mm, muestra de suelo la malla de 3/4 pulg.
- d) Procedimiento D.- Molde de 152.4 mm, muestra de suelo la malla de 3/4 pulg, corregido por reemplazo del material retenido en la malla de 3/4 pulg ²².

El procedimiento de ensayo solo se aplica en sedimentos que contienen un 30% o menos del peso proporcionado por sus partículas retenidas en el tamiz de 19.0mm.

Equipos y materiales a usar en el ensayo:

Molde de 4 pulgadas con dimensiones $101,6 \pm 0,4$ mm de diámetro interior, una altura de $116,4 \pm 0,5$ mm y un volumen de 944 ± 14 cm³, tener las siguientes características mostrada en el siguiente gráfico 5, de igual forma, un molde de 6 pulgadas, que deberá tener como dimensiones $152,4 \pm 0,7$ mm de diámetro interior, una altura de: $116,4 \pm 0,5$ mm y un volumen de $2\ 124 \pm 25$ cm³. El molde deberá tener las siguientes características mostrada en el siguiente gráfico 6.

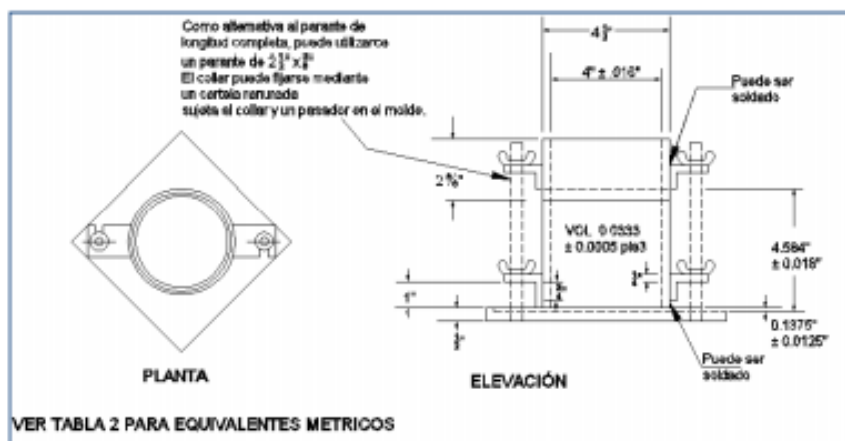


Figura 2. Molde cilíndrico de 4.0 pulg.

²² (INTERNATIONAL, 2000)

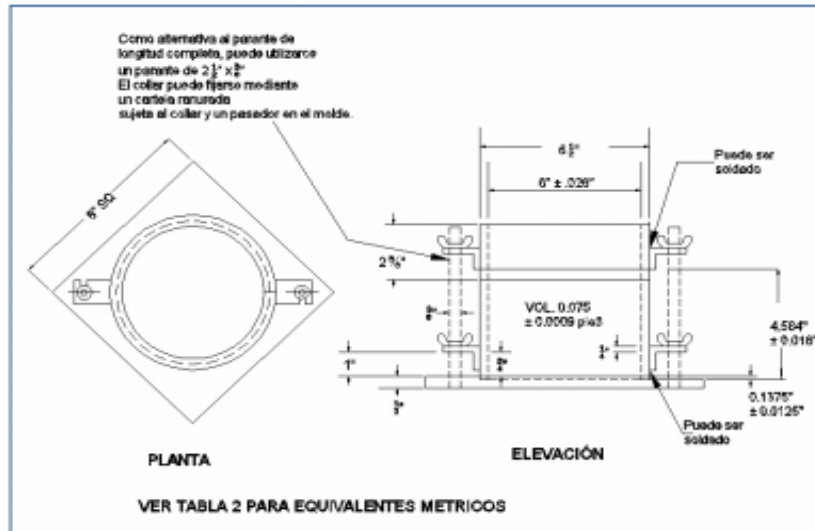


Figura 3. Molde cilíndrico de 6.0 pulg

Pisón mecánico, extractor de muestra, balanza con calibrada de 1g de peso, horno de secado que mantenga la temperatura uniformemente de 110 ± 5 °C a través de la cámara de secado, regla metálica no menor a 254mm de grosor de 3mm y tamices con dimensiones de 19, 9,5 y 4,75mm, conforme las especificaciones ASTM E11.

Cálculos necesarios para determinar el ensayo, calcular la densidad húmeda y peso unitario seco.

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V} \quad (1)$$

Donde:

- ρ_m = Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m^3)
- M_t = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)
- M_{md} = Masa del molde de compactación (kg)
- V = Volumen del molde de compactación (m^3) (Ver Anexo A1)

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \quad (2)$$

Donde:

- ρ_d = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m^3)
- w = contenido de agua (%)

$$\gamma_d = 62,43 \rho_d \text{ en } \text{ lbf/pie}^3 \quad (3)$$

$$\gamma_d = 9,807 \rho_d \text{ en } \text{ kN/m}^3$$

Donde:

- γ_d = peso unitario seco del espécimen compactado.

Calcular los puntos para el ploteo de 100% de saturación

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

- W_{sat} = Contenido de agua para una saturación completa (%).
- γ_w = Peso unitario del agua 9,807kN/m³ ó (62,43 lbf/ pie³).
- γ_d = Peso unitario seco del suelo.
- G_s = Gravedad específica del suelo.

Enlazando así las siguientes tablas para el ensayo correspondiente ²³:

Tabla 14. *Tiempo de permanencia requerido para saturación de especímenes*

Tiempo de permanencia requerido para saturación de especímenes

Clasificación	Tiempo de permanencia mínimo en horas
GW, GP, SW, SP	No se requiere
GM, SM	3
Todos los demás suelos	16

Fuente: MTC (2014)

Tabla 15. *Equivalencia métrica para el grafico 5 y 6*

Pulgadas	milímetros
0,016	0,41
0,026	0,66
0,032	0,81
0,028	0,71
½	12,70
2 ½	63,50
2 ¾	66,70
4	101,60
4 ½	114,30
4,584	116,43
4 ¾	120,60
6	152,4
6 ½	165,10
6 ¾	168,30
6 ¾	171,40
8 ¼	208,60

pie ³	cm ³
1/30 (0,0333)	943
0,0005	14
1/13,333 (0,0750)	2 124
0,0011	31

Fuente: MTC (2014)

²³ (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2014)

Tabla 16. Densidad del agua

Temperatura °C (°F)	Densidad del Agua g/ml
18 (64,4)	0,99862
19 (66,2)	0,99843
20 (68,0)	0,99823
21 (69,8)	0,99802
22 (71,6)	0,99779
23 (73,4)	0,99756
24 (75,2)	0,99733
25 (77,0)	0,99707
26 (78,8)	0,99681

Fuente: MTC (2014)

Para la tercera dimensión de capacidad y resistencia del suelo mediante el ensayo de CBR tiene como alcance²⁴:

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} * 100 (\%)$$

Este ensayo comprende determinar el CBR de sub rasante de los pavimentos, base, sub-base y materiales granulares, por ello se pretende evaluar sobre todo la resistencia de materiales cohesivos, con tamaños de partículas menores a 19.0mm (3/4pulg), dicho termino no pretende estar limitado, asimismo, en caso se ensayen materiales con partículas de tamaño mayo a 19mm (3/4pulg), se modificará el material de tal manera pueda pasar por el tamiz de 19mm, este método es realizado antiguamente para disminuir el error inherente al ensayar materiales con partículas mayores, de igual forma, este ensayo se encarga de obtener un óptimo contenido de humedad para el CBR, esto se lleva a cabo a partir de una prueba de compactación y/o peso unitario seco.

Equipos y materiales de ensayo:

²⁴ (Indecopi, 1999)

Máquina de carga de penetración máxima de 10lbf, dispositivo que mide la penetración que puede ser leído al más cercano 0.001 pulg, molde cilíndrico de metal rígido de 6 ± 0.026 pulg. y una altura de $7 \text{ pulg.} \pm 0.018$ dentro, disco de espaciador con un diámetro con dimensiones exterior mínimo de $515/16$ pulg. (150.8 mm), esto permitirá que se desplace libremente, asimismo, el disco deberá tener una altura de 2.416 ± 0.0052 pulg, lo cual se mostrará en la siguiente tabla, de igual forma el pisón se debe proporcionar uniformemente golpes sobre la superficie del suelo de un molde de diámetro de 152.4mm (6 pulg.)

Tabla 17. Capacidad de carga mínima

Máxima medición CBR	Capacidad de Carga Mínima	
	(lbf)	kN
20	2500	11.2
50	5000	22.3
>50	10,000	44.5

Fuente: ASTM (2000)

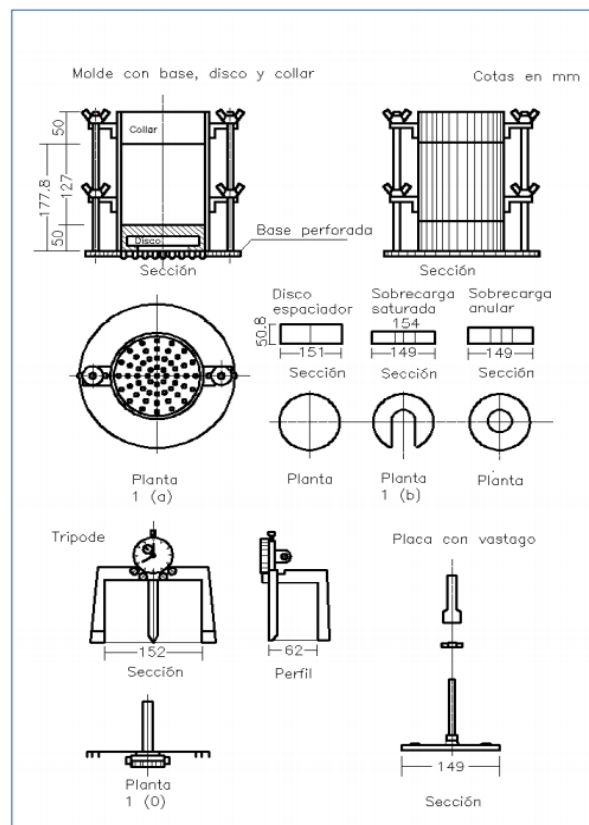


Figura 4. Pisón

Vástago reajutable metálico, perforado a una placa metálica de un diámetro 5" 7/8 pulg. A 5" 15/16 pulg, pesas con un peso total de 4.54 ± 0.02 kg, pistones metálicos o 1.954 ± 0.005 pulg. en diámetro y no menor de 4 pulg, una balanza de 1g de precisión, un horno de secado que mantenga una temperatura uniforme de $230 \pm 9^\circ\text{F}$ ($110 \pm 5^\circ\text{C}$), tamices con diámetros 3/4 pulg. y No. 4, papel filtro con resistencia al agua, regla de metal no menos a 254mm y por último diversas herramientas de uso.

La muestra debe ser acondicionado de acuerdo a las maneras a desarrollarse, Método C.

Métodos de Prueba D698 o D1557 para la compactación en un molde (152.4-mm), si el componente accede por el tamiz 3/4pulg. (19mm), toda la muestra debe usarse sin modificación, si queda material retenido deberá ser cambiado y reemplazado por un material que si pase por el tamiz 3/4 pulg²⁵.

Tabla 18. Equivalentes Métricos

Pulgada- Unidades de Libra, dentro	Equivalente métrico, mm	Pulgada-Unidades de Libra, dentro.	Equivalente métrico, mm	Pulgada-Unidades de Libra, dentro.	Equivalente métrico, mm
0.003	0.076	7/32	15.08	3 1/2	88.90
0.005	0.127	1/8	15.88	3 3/4	95.25
0.135	3.43	1/4	19.10	4 1/4	108.0
0.201	5.11	3/16	23.81	4 1/2	114.3
0.4375	11.11	1	25.40	4 3/4	120.7
0.4378	11.12	1 1/8	28.58	5 1/8	149.2
0.510	12.95	1 1/4	31.8	5 15/16	150.8
0.633	16.08	1 3/8	34.9	6	152.0
1.370	34.60	1 1/2	38.10	6 7/32	158.0
1.375	34.93	1 3/4	44.5	6 1/2	165.1
1.954	49.63	1 15/16	46.04	7	177.8
2.416	61.37	1 15/16	49.21	7 1/2	190.1
7/16	1.59	2	50.80	8 3/8	212.7
7/32	5.56	2 1/8	53.98	8 1/2	215.9
1/4	6.35	2 1/4	55.9	9 3/8	238.1
3/8	9.53	2 3/4	57.2	14 1/4	362.0
1/2	11.11	2 1/2	63.50	18	457.2
7/32	11.91	2 3/4	69.85	32 1/4	719.2
1/2	12.70	2 11/32	75.41	36 5/8	930.3
7/32	13.49	3	76.20	39	990.6
Pulgada-Unidades de Libra, lb	Equivalente métrico, kg	Pulgada-Unidades de Libra, psi	Equivalente métrico, MPa		
0.04	0.02	200	1.4		
0.05	0.02	400	2.8		
0.12	0.05	600	4.1		
0.59	0.27	800	5.5		
0.71	0.32	1000	6.9		
0.75	0.34	1200	8.3		
3.20	1.45	1400	9.7		
5.00	2.27				
10.00	4.54				

Fuente ASTM (2000)

²⁵ (INTERNATIONAL, 2000)

Cálculos respectivos del ensayo, porcentaje que se añade al agua al sedimento, para que obtenga la humedad óptima, se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

- H = Humedad prefijada
- h = Humedad natural

Presión de penetración, este calcula por presión del penetrómetro y se con esta se grafica la curva para recolectar los datos de las presiones reales que se obtienen del ensayo; la curva se reajusta para corregir, que afectan la forma inicial de la curva y corregir la alteración en el punto cero.

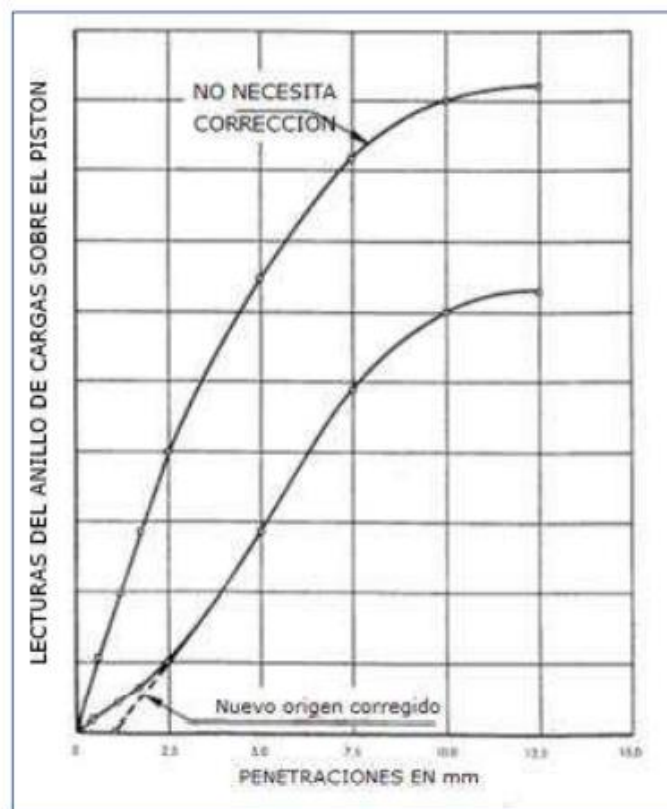


Gráfico 4. Curva del cálculo de índice de CBR

Fuente: MTC (2014)

El cálculo de la expansión es la diferencia entre la interpretación del deformímetro antes y después de introducir el fluido, este es el tanto por ciento de la altura que es de 127mm (5")²⁶

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L_2 - L_1}{127} \times 100$$

Donde

L₁ = Lectura inicial en mm.
L₂ = Lectura final en mm.

Para la variable independiente cenizas de bagazo de caña tenemos los siguientes conceptos teóricos.

Perú es productor de caña de azúcar Desde el siglo XVI, posteriormente se logró convertir en un fundamental productor del mundo. Por otra parte, la industria azucarera se enfrenta la terrible crisis tras la reforma agraria Principios de la década de 1970 llevar a casi la liquidación de la empresa, por ineficacia Inversión en tecnología y modernización de plantas y alto deterioro de gestión administrativas de empresas azucareras. En los anteriores años el Perú logro colocarse en el primer exportador de azúcar, sin embargo, la caída de la producción de cultivos ha venido disminuyendo, el crecimiento poblacional en el Perú tuvo una percusión que tuvieron que importar azúcar en cantidades.

En el cuadro se muestra el crecimiento de la producción de caña de azúcar²⁷

²⁶ (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2014)

²⁷ (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, 2017)

Tabla 19. Perú producción de caña de azúcar

AÑOS	PRODUCCIÓN (t)	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	RENDIMIENTO (kg/ha)
....
1955	6 097 566	35 898	169 858
1956	5 876 384	37 767	155 596
1957	6 077 792	39 353	154 443
1958	6 840 208	39 492	173 205
1959	6 543 824	41 367	158 189
1960	7 359 171	47 361	155 385
1961	7 288 136	47 075	154 820
1962	7 247 077	46 830	154 753
1963	7 697 310	49 160	156 577
1964	7 590 920	48 855	155 377
1965	7 498 940	46 520	161 198
1966	8 463 380	53 530	158 105
1967	7 942 800	49 670	159 911
....
2010	9 660 895	76 983	125 494
2011	9 884 936	80 069	123 455
2012	10 368 866	81 126	127 812
2013	10 992 240	82 205	133 717
2014	11 389 617	90 357	126 051
2015	10 211 856	84 574	120 744
2016 *	9 832 526	87 696	112 120

Fuente: Ministerio de agricultura (2014)

Características del bagazo de caña:

El desecho fibroso lignocelulósico remanente del vástago de caña, se obtiene de la parte última del molino del tándem azucarero constituyen un conjunto heterogéneo de partículas de distintos tamaños que varían entre 1 y 25 mm, presentando un promedio de 20 mm.

Del bagazo de caña de azúcar se obtiene de especificaciones de procedencia que ocasionan como consecuencia:

Disminuye la eficacia de desmedulado o el aumento excesivo de pérdidas, también, deficiencias en el bombeo y combinación del bagazo de caña en suspensión acuosa, asimismo, deficiencia en la mezcla de productos químicos con el bagazo de caña en la producción de pulpa y papel.

Desde otro punto el bagazo de caña esta constituidos por propiedades fraccionarios en promedio estos son:

Tabla 20. Porcentaje de las propiedades del bagazo

	%
Fibra de bagazo	45
Sólidos insolubles	2-3
Sólidos solubles	2-3
Agua	50

Fuente: Instituto cubano de las investigaciones de los derivados de la caña de azúcar (2000)

La humedad y la densidad son dos características físicas más importantes, estos se encuentran asociados de manera que cualquier tipo de cálculo de ingeniería son utilizados en la industria. Por sus propiedades el bagazo de caña presenta una mayor inclinación libre a la compactación.

En la siguiente tabla se visualizan las estimaciones de la densidad del bagazo de caña de azúcar, estos estas en función de la humedad y el grado de compactación.

Tabla 21. Densidad del bagazo en función de la humedad y la compactación

Humedad (%)	Compactación o altura (m)	Densidad en bulto (kg ^{m⁻³})
9-10	Suelto	60
50	Suelto	70
75	Suelto	85
75	Compactado (h= 10 m)	150
75	Compactado (h= 20 m)	250

Fuente: Instituto cubano de las investigaciones de los derivados de la caña de azúcar (2000)

Entre las características morfológicas el bagazo está conformado por fibras de la corteza, fibrovasculares y otras que ocasionan resistencia al tallo, en la mayoría de la industria el derivado más removido es la médula.

Las fibras de bagazo se caracterizan por una rigidez estable, que es la limitación del papel de alta resistencia, la piel es una fina capa que cubre el vástago que actúa como agente impermeabilizante, asimismo, la corteza tiene como características principales como ancho de pared celular, rigidez y longitud que lo protegen de influencias mecánicas y externas.

Cuando se muele la caña, desde el punto de vista estructural, se olvida su disposición atómica y se combinan distintas partículas.

Tabla 22. Propiedades biométricas de fibras de diferentes tipos de bagazo

Variedad de caña	Longitud Promedio (mm)	Diámetro promedio (μm)	Ancho de Pared (μm)	Relación de Delgadez	Índice de flexibilidad
J-60-5	1.13	23	9.9	49.1	0.56
B-4362	1.26	22	11.2	57.2	0.49
328560		-	-		-
Hawai	0.81	18	-		-
443098		-	-	45.0	-
Hawai	1.97	19	-	56.3	-

Fuente: Instituto cubano de las investigaciones de los derivados de la caña de azúcar (2000)

En la siguiente tabla se comparan las propiedades biométricas de las fibras

Tabla 23. Características biométricas comparativas de fibras de diversas fuentes

Tipo de fibra	Longitud Promedio (mm)	Diámetro Promedio (m)	Diámetro lumen (m)	Largo pared (m)	Relación de delgadez	Índice de flexibilidad
Bagazo	1.5	20	12.0	4.0	75	0.60
Haya (Fagus Silvática)	1.5	14	7.4	3.3	107	0.2
Pino (Pinus Silvestris)	2.	28	21.0	3.0	100	0.75
Eucalipto Globulum	1.0	13	9.8	1.6	77	0.75

Fuente: Instituto cubano de las investigaciones de los derivados de la caña de azúcar (2000)

Su composición química del bagazo esta compuesta de celulosa, hemicelulosa y lignina, a estos se les considera como principales polímeros naturales, en la siguiente tabla tenemos la composición química con diferentes porciones empleadas con mayor frecuencia.

Tabla 24. Composición química usadas con mayor frecuencia²⁸

	Bagazo Integral	Fracción Fibra	Fracción Médula
Celulosa	46.6	47.7	41.2
Pentosanos	25.2	25.0	26.0
Lignina (Klason)	20.7	19.5	21.7

Fuente: Instituto cubano de las investigaciones de los derivados de la caña de azúcar (2000)

²⁸ (INSTITUTO CUBANO DE LAS INVESTIGACIONES DE LOS DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR, 2000)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Como tipo de investigación aplicada tenemos de tipo aplicada: Este tipo de pesquisa también se le conoce con el nombre de práctica, activa y dinámica, asimismo, se aplicara los intelectos que se consiguen, de igual forma, esta pesquisa está relacionada con la investigación básica, que depende del resultado y desarrollo de la siguiente investigación, así como del intento teórico de contrarrestar la realidad²⁹. Esta investigación de tipo aplicada se ejecutó mediante el procedimiento de recolección de datos, pruebas de ensayos que nos llevara a resultados lo cual se obtendrá para la validación de la hipótesis de las investigaciones dadas, asimismo, se verificara la optimización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en la sub rasante.

Enfoque de investigación

El enfoque de esta pesquisa es cuantitativo, porque es una forma de planificación que recopila y analiza sistemáticamente datos de una variedad de fuentes, lo que significa el uso repentino de instrumentos informáticos, estadísticos, y matemáticos para así conseguir los resultados de manera eficaz, de igual forma, su propósito es decisivo a la hora de intentar cuantificar el problema de encontrar resultados predecibles para más personas³⁰. El propósito de este estudio fue cuantitativo porque es una forma de planificación, que se recopila y analiza sistemáticamente datos de una variedad de fuentes. Esto significa utilizar herramientas informáticas, estadísticas y matemáticas para obtener resultados de manera eficiente. El objetivo es decisivo a la hora de intentar cuantificar el problema para encontrar resultados predecibles para más personas.

²⁹ (BEHAR Rivero, 2008)

³⁰ (CORTEZ Suárez, y otros, 2018)

El diseño de la investigación

Diseño de investigación experimental es el proceso de aplicar condiciones, estímulos o tratamientos específicos (variables independientes) a un objetivo o grupo de individuos para observar los efectos o respuestas (variables dependientes) que ocurren³¹. Esta pesquisa fue experimental debido a la conexión que se puede encontrar entre la variable independiente y la variable dependiente, en como esta influye en la sub rasante añadiendo como aditivo el bagazo de caña de azúcar en la Av. Los Alisos-Callao.

Los diseños cuasi experimentales se basaron en el hecho de que el grupo no participa en la acción de la variable dependiente y puede determinar si el cambio observado se debe a la acción de esta variable más que a la participación de otras variables, de igual forma, la aleatorización, la distribución de frecuencias o el control de precisión se pueden usar de manera apropiada para combinar estos grupos, dependiendo de la acción que se desea investigar³². En esta pesquisa la muestra fue escogida de forma no aleatoria, por lo tanto, la muestra fue obtenida a criterio propio del investigador.

Nivel de Investigación

El nivel de investigación fue explicativo ya que se encargó de no solo explicar conceptos o establecer relaciones entre conceptos, asimismo, tiene como objetivo abordar los procesos de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como sugiere el nombre, su interés ha sido explicar por qué ocurren los fenómenos, las condiciones en las que ocurren y por qué están involucradas dos o más variables³³. Asimismo, esta pesquisa de nivel explicativo se analizó y visualizo como depende una variable con la otra para obtener su comportamiento de cada variable, asimismo se utilizó información fáctica para visualizar como influye la variable independiente en la variable dependiente.

³¹ (G. ARIAS, 2012)

³² (HERNÁNDEZ Escobar, y otros, 2018)

³³ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 1997)

3.2 Variables y operacionalización

Una variable es una unidad hipotética o parte esencial, y desde este punto de vista, es razonable definir una hipótesis como una razón explicativa, explicativa o combinada de la variable, asimismo, se tiene como variable dependiente: es aquel que representa la consecuencia de una hipótesis, el efecto que se estudia, también se simboliza con la letra "Y", de igual forma, se tiene como variable Independiente: esto afectará a la variable dependiente, no a las otras variables de la hipótesis, esto se indica con la letra "X"³⁴.

Se hace mención a dos tipos de variables a utilizar en esta investigación:

Variable independiente: Ceniza de bagazo de caña

Variable dependiente: Estabilización de la sub rasante

La Operacionalización es un proceso lógico que reside en cambiar estas variables teóricas como variables intermedias, asimismo, en las variables empíricas como también en indicadores y con el fin de preparar los reactivos en base a los indicadores obtenidos.

De esta investigación la operacionalización se visualiza en el punto de anexos, también teniendo en cuenta las definiciones de cada una de ellas, como las definiciones, indicadores y escala de medición

Matriz de operacionalización de variables cuya tabla muestra el procedimiento de las operacionalizaciones en columnas, en la que se visualiza el cambio de variables teóricas en dimensiones y asimismo en indicadores.³⁵

3.3. Población, muestra y muestreo

³⁴ (ÑAUPAS Paitán, y otros, 2013)

³⁵ (ÑAUPAS Paitán, y otros, 2013)

Población:

También definido como grupo finito o infinito de componentes con conclusiones universalmente comunes. Ésta se divide en problema y objetivo de esta pesquisa³⁶. En esta pesquisa se tomó como población a estudiar 38 cuadras de la Av. Los Alisos-Distrito, Callao.

Muestra:

Es un fragmento de la población que se toma de manera representativa del universo y ha sido seleccionado para obtener información sobre las variables investigadas³⁷. En esta pesquisa la muestra fue tomada como una parte de la población, de igual forma, esta delimitación nos permitió obtener un valor para toda la población, por ello para la muestra de este estudio se tomó de la cuadra 1 a la 11 de la Av. Los Alisos – Distrito de Oquendo, Callao, por ello se procederá a realizar 3 calicatas según norma.

Muestreo:

Es un procedimiento que nos permitirá seleccionar las unidades de investigación que componen la muestra para recolectar los datos necesarios para la investigación que se está realizando, asimismo, dicho muestreo consta de una serie de pasos que deben seguirse para garantizar la fiabilidad y no distorsionar el funcionamiento de la muestra³⁸.

Muestreo de esta pesquisa fue no probabilístico, ya que es un método de opción donde se ignora la probabilidad de que un elemento de una población quepa en una muestra³⁹. Esta investigación fue de tipo no probabilístico, ya que se utiliza el método estadístico y dicha muestra fue tomada al azar, por ello se analizó los tramos más críticos para la toma de estas, asimismo, se aplicó analizar la muestra de la Av. Los Alisos Distrito de Oquendo, Callao.

³⁶ (G. ARIAS, 2012)

³⁷ (MUÑOZ Rocha, 2015)

³⁸ (ÑAUPAS Paitán, y otros, 2013)

³⁹ (G. ARIAS, 2012)

Unidad de Análisis

En esta pesquisa se tiene como unidad de análisis la sub rasante de la Av. Los Alisos, Oquendo-Callao, 2021

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Los investigadores entran en contacto directo con objetos y fenómenos de investigación, asimismo, el observador es quien se encarga de constatar verídicamente con sus propios ojos el proceder del fenómeno sin notificar a otros⁴⁰. Por ello en esta pesquisa se utilizó como técnica a la observación directa, ya que esta nos permitirá ofrecer algunas posibles alternativas de solución referida a la problemática establecida.

Instrumento de recolección de datos

Instrumentos es una representación de trabajo de diseño de investigación, es decir, las especificaciones específicas de la recopilación de datos de procedimientos, lugares y condiciones, de igual forma, se determinará y analizará si la pesquisa se basa en un documento, encuesta y/u observación directa de un hecho⁴¹. En esta pesquisa se tomó como instrumento a las fichas técnicas, donde se realizó la toma de datos los ensayos correspondientes, por consiguiente, nos permitió obtener los resultados de manera eficaz.

Validez

“La validez es una herramienta válida cuando mide aquel trabajo a realizar de acuerdo al estudio, asimismo, las conclusiones se pueden extraer de los resultados obtenidos”⁴². Esta pesquisa se obtuvo como validez el reconocer el estudio verídico mediante las normas, manuales de ensayos a emplear, por ello se procedió a aplicar la validez de la ficha técnica por ingenieros colegiados.

⁴⁰ (CORTEZ Suárez, y otros, 2018)

⁴¹ (GOMEZ Bastar, 2012)

⁴² (BERNAL Torres, 2010)

Confiabilidad de instrumentos

“La confiabilidad significa la consistencia de las puntuaciones obtenidas por la misma persona al probar la misma encuesta de manera diferente, es decir, el instrumento genera resultados congruentes de una medición”⁴³. En esta pesquisa las técnicas de instrumentos que se aplicó son respaldadas verazmente por normas y manuales respectivos utilizadas, asimismo, el ensayo se realizó por personal capacitado en el laboratorio, por ello los resultados a obtener será de manera fiable y eficaz, de igual manera, el laboratorio contar con certificados veraces como la certificación ISO 90001 y el SGS.

3.5. Procedimientos

En esta investigación se aplicó un método para llegar a los resultados, mediante las variables correspondientes propuestas, asimismo, estas variables serán realizadas para lograr el propósito de esta propuesta, de igual forma, como primera instancia esta investigación propone lo siguiente como un procedimiento a realizar: toma de muestra de son de 03 pozos de exploración.

En segunda instancia, las muestras fueron tomadas en los puntos más críticos en la Av. Los Alisos-Distrito de Oquendo, serán llevado al laboratorio respectivo para los ensayos correspondientes, para lograr obtener resultados de manera eficaz, asimismo, el pozo de exploración tenía como medidas de 1m x 1.50m de profundidad.

⁴³ (BERNAL Torres, 2010)



Figura 5. Calicata 01

Figura 6. Calicata 02

Figura 7. Calicata 03

Clasificación de suelo C-01, C-02 y C-03

Obteniendo las muestras del suelo correspondiente se realizó la clasificación de suelo de los 03 pozos de exploración, lo cual se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 25. Clasificación de suelo C-01, C-02 y C-03

Muestra	Clasificación de suelo			
	SUCS D2487)	(ASTM	AASHTO	(D3282)
C - 01	A-1a		GP	
	Grava mal graduada, mezclas de Grava-Arena			
C - 02	A-4		CL	
	Arcillas inorgánicas de mediana plasticidad, arcillas Areno-Limosas			
C - 03	A-4		CL	
	Arcillas inorgánicas de mediana plasticidad, arcillas Areno-Limosas			

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se evaluó la repercusión de los datos obtenidos del laboratorio, para verificar, e determinar las propiedades mecánicas y físicas de los ejemplares realizados, de igual forma, se determinará verídicamente la influencia de las cenizas de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de la sub rasante, asimismo la toma del porcentaje añadido más aceptable y recomendable adecuado para su uso respectivo según los ensayos realizados en el laboratorio.

3.6. Método de análisis de datos

Una vez procesados los datos, estos deben ser sometidos a un estudio para su respectiva interpretación, especialmente con la base teóricos establecidos, asimismo, utilizando hipótesis propuestas y formular relaciones con la pesquisa en estudio⁴⁴. Los aspectos de análisis de datos se analizaron obteniendo los resultados, asimismo, se analizará las propiedades del suelo con la adición de cenizas de bagazo de caña que confirmen y definan nuestra hipótesis dada, lo cual serán representadas en un formato con los resultados obtenidos en la base de datos Excel.

3.7. Aspectos éticos

Si bien la ciencia no solo es la clave para desentrañar los misterios del mundo, sino también la esperanza de progreso y mejora social, también somos conscientes de los riesgos de la mala conducta y del alcance de la responsabilidad de los investigadores. La práctica científica ética no solo es necesaria, sino también un requisito metodológico para una investigación completa. Por tanto, la observancia de los principios éticos en la investigación básica, los experimentos y la publicación de resultados no debe verse como un obstáculo para la investigación, sino como el valor de que los científicos actúen en beneficio de la disciplina y la sociedad en su conjunto, porque esta es la única forma para asegurar el progreso científico⁴⁵.

En materia de ética, como autor en esta pesquisa son cuidadosamente citados por la información brindada como fuentes de investigación; de esta manera se reconocen los aportes de quienes brindan información adecuada para nuestro

⁴⁴ (MUÑOZ Rocha, 2015)

⁴⁵ (RUIZ de Chávez, y otros, 2015)

trabajo de investigación a través de trabajos, artículos científicos, libros, etc. De igual forma, es necesario tener en cuenta que las citas tomadas en esta pesquisa se realizan de acuerdo con los estándares establecidos en el manual ISO 690, y la información obtenida también será señalada en la discusión y análisis de datos. Por lo tanto, el autor de esta pesquisa utilizará este estudio para investigación científica, así mismo se publicarán los resultados obtenidos como resultados de la investigación.

IV. RESULTADOS

Mi zona de estudio se encontró en el Distrito de Oquendo-Callao, siendo estas cubiertas de zonas agrícolas anteriormente, dicha avenida se encuentra sin pavimentar, asimismo una zona de alto comercio y tránsito vehicular.

Estabilización de la sub rasante utilizando cenizas de bagazo de caña en la Av. Los Alisos Distrito de Oquendo - Callao, 2021

Ubicación política

La presente pesquisa se realizó en la avenida Los Alisos en el distrito del Oquendo, provincia de Callo, en el departamento del Callao.



Figura 9. Mapa político del Perú

Fuente: Google



Figura 8. Mapa político del Departamento del Callao

Fuente: Google

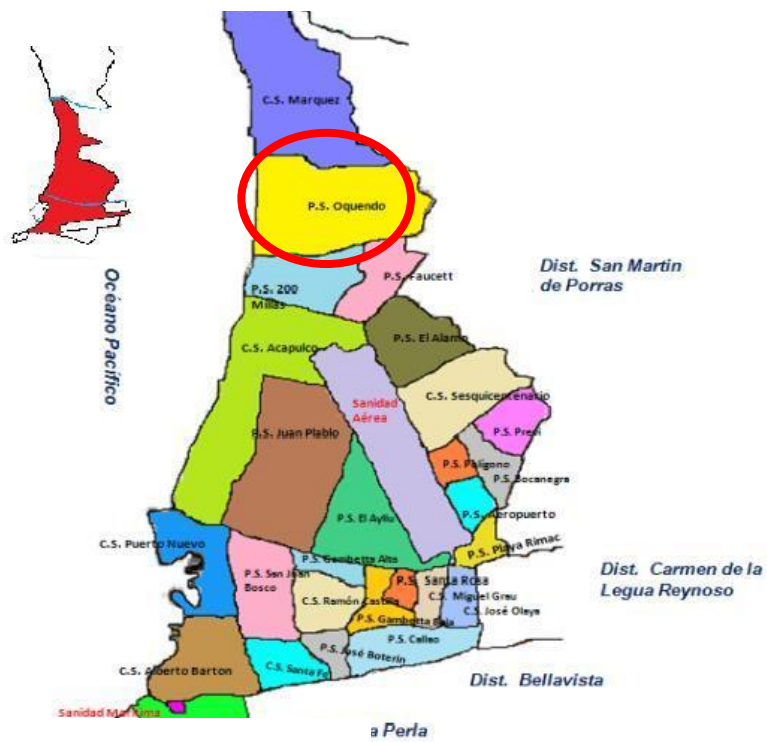


Figura 10. Mapa de la provincia del Callao

Fuente: Google

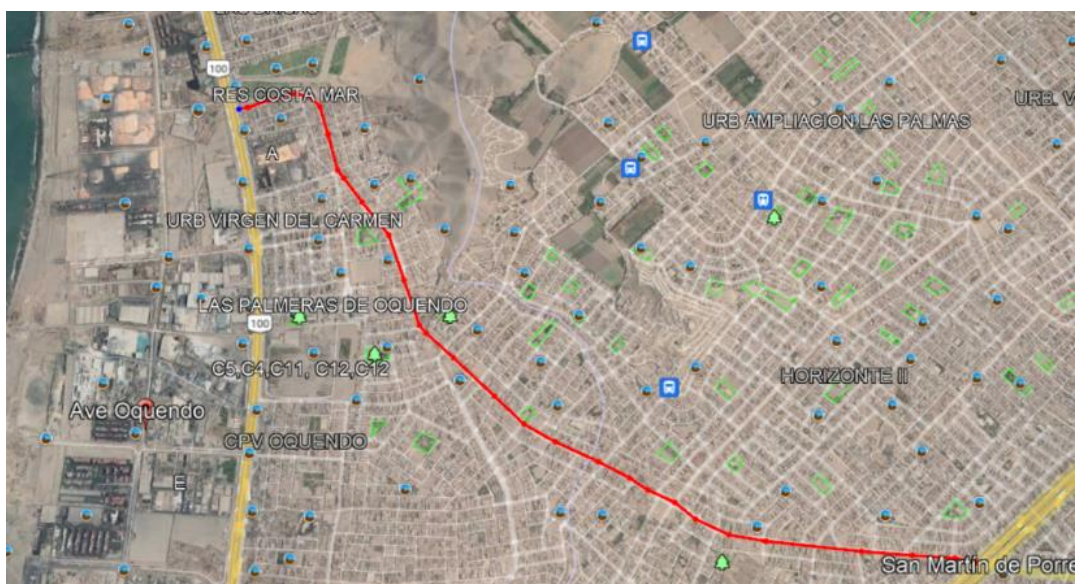


Figura 11. Mapa del distrito de Oquendo

Fuente: Google

Limites

Norte: Con el Distrito de Marques

Sur: Con los Distritos de La Perla y Bellavista

Este: Con los Distritos de San Martin de Porras

Oeste: Con el Océano Pacifico

Ubicación geográfica

El distrito de Oquendo presenta las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur 11°, 58', 19.8", y Oeste 77°, 7', 18.6", con una altitud entre los 19 m.s.n.m.

Clima

El clima que se encuentra en la zona de Oquendo es templado, desértico y oceánico, por ello en verano son bochornosos, calientes, áridos y nublados, los inviernos son frescos, secos y ventosos con temporada larga. La media anual de temperatura máxima y mínima es de 22.3°C y 17.0°C respectivamente.

Objetivo específico 1: Determinar la influencia de las cenizas de bagazo de caña con el ensayo de índice de plasticidad en la sub rasante



Figura 12. Ensayo Límite Líquido



Figura 13. Instrumento Copa casa grande

Tabla 26. Índice Plástico incorporando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar

Descripción	Límites		Índice Plástico (%)	Porcentaje
	Líquido	Plástico		
C-3 Patron	30.14	20.32	9.82	100.00%
C-3 + 4%	30.13	20.32	9.81	99.90%
C-3 + 6%	30.10	20.33	9.77	99.49%
C-3 + 8%	30.06	20.31	9.75	99.29%

Fuente: Elaboración propia

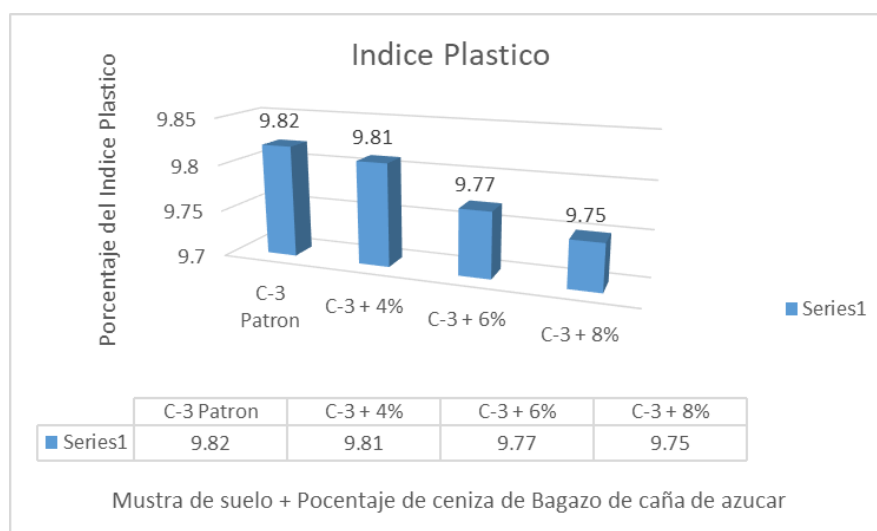


Figura 14. Valores de Índice plástico incorporando 4%, 6% y 8 % de ceniza de bagazo de caña de azúcar

En la tabla 26 y figura 14 se logra observar los resultados obtenidos en el laboratorio, la muestra patrón del pozo de exploración (C-3) indica que el Índice Plástico (IP) es de 9.82%, siendo así de plasticidad media, así mismo, a este pozo de exploración (C-3) se incorpora la ceniza de bagazo de caña al 4% teniendo una reducción a 9.81%, con 6% una reducción a 9.77% y con 8% una reducción a 9.75%, por consiguiente, según los resultados se opta por el 8% de ceniza de bagazo de caña, obteniendo una mejora en plasticidad media según dicta la norma del manual de carretera.

Objetivo específico 2: Determinar la influencia de las cenizas de bagazo de caña en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de la sub rasante.



Figura 15. Ensayo Proctor Modificado Patrón + 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña



Figura 16. Compactación por capa del Patrón + 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña

Tabla 27. Óptimo contenido de humedad incorporando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar

Descripción	Óptimo Contenido de humedad (%)	Porcentaje
C-3	12.6%	100.00%
C-3 + 4%	13.2%	104.76%
C-3 + 6%	13.5%	107.14%
C-3 + 8%	13.3%	105.56%

Fuente: Elaboración propia

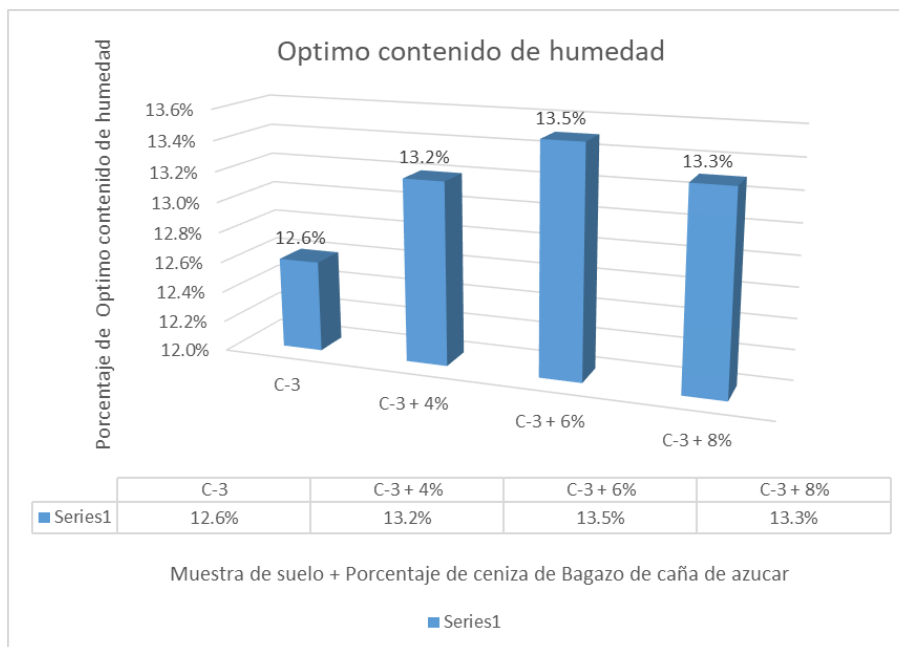


Figura 17. Valores de Óptimo contenido de humedad incorporando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar

En la tabla 27 y figura 17 se logra observar los resultados obtenidos en el laboratorio, la muestra patrón del pozo de exploración (C-3) indica que el óptimo contenido de humedad (OCH) es de 12.6%, así mismo, a este pozo de exploración (C-3) se incorpora cenizas de bagazo de caña al 4% que logra un aumento de 13.2%, con el 6% un aumento a 13.5% y con el 8% un aumento a 13.3%.

Tabla 28. *Máxima densidad seca agregando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar*

Descripción	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	Porcentaje
C-3	1.982	100.00%
C-3 + 4%	1.997	100.76%
C-3 + 6%	2.011	101.46%
C-3 + 8%	2.020	101.92%

Fuente: Elaboración propia

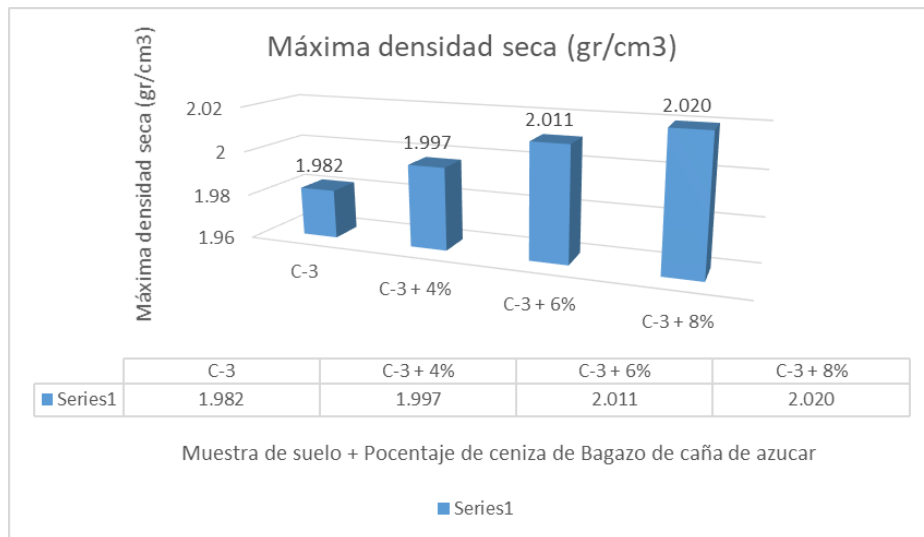


Figura 18. Valores de Máxima densidad seca agregando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar

En la tabla 28 y figura 18 se logra observar los resultados obtenidos en el laboratorio, la muestra patrón del pozo de exploración (C-3) indica que la máxima densidad seca (MDS) es de 1.982gr/cm³, así mismo, a este pozo de exploración (C-3) al incorporar cenizas de bagazo de caña al 4% se logra un aumento de 1.997gr/cm³, con el 6% un aumento a 2.011gr/cm³ y con el 8% un aumento a 2.020gr/cm³.

Objetivo específico 3: Determinar qué efectos produce las cenizas de bagazo de caña en la capacidad y resistencia de la sub rasante.



Figura 19. Ensayo CBR Patrón + 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña.



Figura 20. Molde CBR Patrón + 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña

Tabla 29. CBR agregando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar

Descripción	Capacidad de resistencia del suelo (CBR %)		Porcentaje N° 1 al 95%	Porcentaje N° 2 al 100%
	al 95%	al 100%		
C-3	14.8	18.2	100.00%	100.00%
C-3 + 4%	14.7	18.7	99.32%	102.75%
C-3 + 6%	16.6	22.9	112.16%	125.82%
C-3 + 8%	16.4	22.9	110.81%	125.82%

Fuente: Elaboración propia

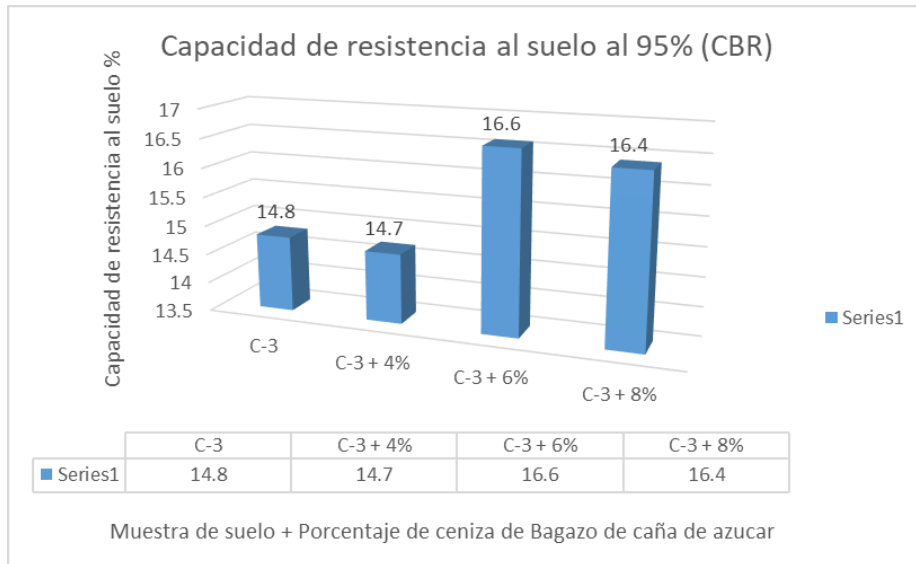


Figura 21. Valores del CBR al 95% agregando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar

En la tabla 29 y figura 21 se logra observar los resultados obtenidos en el laboratorio, a la muestra patrón del pozo de exploración (C-3) indica que el CBR al 95% es de 14.8%, siendo así según la categoría del MTC una sub rasante buena, así mismo, a este pozo de exploración (C-3) al incorporar cenizas de bagazo de caña al 4% se logra una reducción de 14.7%, con el 6% se logra un aumento a 16.6% y con el 8% un aumento de 16.4%, por consiguiente, según los resultados se opta por el 16.6% de ceniza de bagazo de caña al 6%, obteniendo una mejora en el CBR de la sub rasante según dicta la norma del manual de carretera.

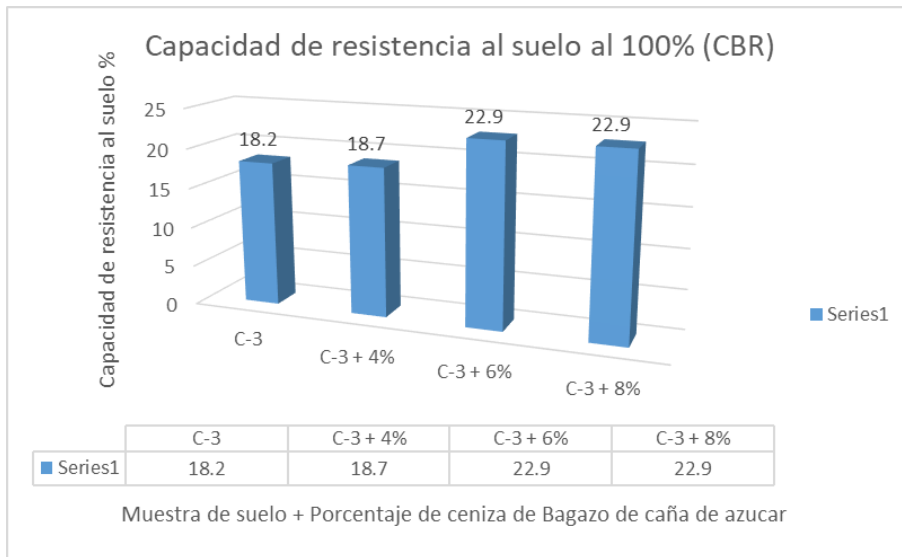


Figura 22. Valores del CBR al 100% agregando 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar

En la tabla 29 y figura 22 se logra observar los resultados obtenidos en el laboratorio, a la muestra patrón del pozo de exploración (C-3) indica que el CBR al 100% es de 18.2%, siendo así según la categoría del MTC una sub rasante buena, así mismo, a este pozo de exploración (C-3) al incorporar cenizas de bagazo de caña al 4% se logra un aumento a 18.7%, con el 6% un aumento a 22.9% y con el 8% se mantiene a 22.9%, por consiguiente, según los resultados se opta por el 22.9% de ceniza de bagazo de caña al 8%, obteniendo una mejora en el CBR de la sub rasante buena según dicta la norma del manual de carretera.

V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1: Determinar la influencia de las cenizas de bagazo de caña con el ensayo de índice de plasticidad en la sub rasante, con los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio, la muestra patrón del pozo de exploración (C-3) indica que el Índice Plástico (IP) es de 9.82%, siendo así de plasticidad media, así mismo, a este pozo de exploración (C-3) se incorpora la ceniza de bagazo de caña al 4% teniendo una reducción a 9.81%, con 6% una reducción a 9.77% y con 8% una reducción a 9.75%, por consiguiente, según los resultados se opta por el 8% de ceniza de bagazo de caña, obteniendo una mejora en plasticidad media según dicta la norma del manual de carretera, por ello, se concuerda con la pesquisa de Carrasco (2017), según sus datos obtenidos que de las calicatas patrón quienes fueron seleccionados los 2 que tienen más deficiencia siendo el pozo de exploración C2 un 15.68% de I.P. y el pozo de exploración C4 con 15.84 de I.P., a estos se les incorporo cenizas de caña de azúcar en el pozo de exploración C2 con el 35%, se obtiene una mayor disminución aprovechable en el I.P de 9.06%, seguido por el 25% un I.P de 11.125 y por último el 45% con un I.P. de 12.48. Por otra parte, en el pozo de exploración C4 con adición de ceniza de caña de azúcar se logra observar que con el 35% se obtiene una mayor disminución aprovechable en el I.P de 9.1% seguido por el 25% con un I.P de 11.07 y el 45% con un I.P. de 12.47%. Por otro lado, discrepo con la pesquisa de Clavería, Triana y Varón, no obstante, según el ensayo de límites de Atterberg solo se evaluó el suelo con su humedad natural y sin los aditivos correspondientes que se utilizaron en todos los ensayos para la reducción del índice de plasticidad, por ello, se obtuvo como resultado un LL de 87,81%, un LP de 52,22% y un IP de 35,58%, generando así un suelo limoso de alta plasticidad del suelo natural, por lo tanto, al emplear como aditivo de estabilizador a la ceniza de bagazo de caña de azúcar se logra un óptimo IP, en el caso de Clavería, Triana y Varón no se utilizó aditivo para este tipo de ensayo.

Objetivo específico 2: Determinar la influencia de las cenizas de bagazo de caña en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de la sub rasante, como primer resultado se obtuvo en el laboratorio, la muestra patrón del pozo de exploración (C-3) indica que el óptimo contenido de humedad (OCH) es de 12.6%,

así mismo, a este pozo de exploración (C-3) se incorpora cenizas de bagazo de caña al 4% que logra un aumento de 13.2%, con el 6% un aumento a 13.5% y con el 8% un aumento a 13.3%, además, como segundo resultado se obtuvo que en la muestra patrón del pozo de exploración (C-3) indica que la máxima densidad seca (MDS) es de 1.982gr/cm³, así mismo, a este pozo de exploración (C-3) al incorporar cenizas de bagazo de caña al 4% se logra un aumento de 1.997gr/cm³, con el 6% un aumento a 2.011gr/cm³ y con el 8% un aumento a 2.020gr/cm³, por ello, se concuerda con la pesquisa de Araujo y Rodríguez (2019), en lo cual indican que se calculó la base granular con una humedad principal de 0%, alcanzando así una densidad de 2.10 g/cm³ y humedad de 9.20%, las demás combinaciones se logran visualizar en la tabla 6, según los datos obtenido se debe agregar que la mezcla base cemento logra un mejoría en sus propiedades de densidad y el porcentaje de material estabilizante, por otra parte su humedad desciende, caso contrario sucede en las combinaciones de base – cemento – ceniza (CBCA) en ambas propiedades, se puede ver más claro en la gráfica 4.

Tabla 30. Relaciones humedad – densidad de mezclas de suelo cemento

COMPACTACIÓN				
DESCRIPCIÓN	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 4
No. capas	3	3	3	3
No. de golpes	25	25	25	25
Masa compactada más la masa del molde	5836 g	6012 g	6049 g	5950 g
Masa del molde	3868 g	3868 g	3868 g	3868 g
Masa húmeda	1968 g	2144 g	2181 g	2082 g
Masa seca del suelo al ser compactada en el molde	1886,7 g	1985,3 g	1949,3 g	1791,7 g
Volumen del espécimen compactado en el molde	945,94 cm ³	945,94 cm ³	945,94 cm ³	945,94 cm ³
DENSIDAD HUMEDAD	2,08 g/cm³	2,27 g/cm³	2,31 g/cm³	2,20 g/cm³
DENSIDAD SECA	1,99 g/cm³	2,10 g/cm³	2,06 g/cm³	1,89 g/cm³
	19,56 kN/m²	20,99 kN/m²	20,61 kN/m²	18,94 kN/m²
	64,42 lbf/pie²	64,53 lbf/pie²	64,49 lbf/pie²	64,32 lbf/pie²
TESTIGOS DE HUMEDAD				
DESCRIPCIÓN	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 4
Masa del recipiente	79,9 g	70,2 g	71,9 g	71,3 g
Masa del recipiente + Masa húmeda	607,8 g	640,2 g	663,9 g	675,2 g
Masa del recipiente + Masa seca	586 g	598 g	601 g	591 g
HUMEDAD	4,3%	8,0%	11,9%	16,2%
SATURACIÓN	12,2%	9,7%	10,6%	14,8%

Fuente: Araujo y Rodríguez (2019)

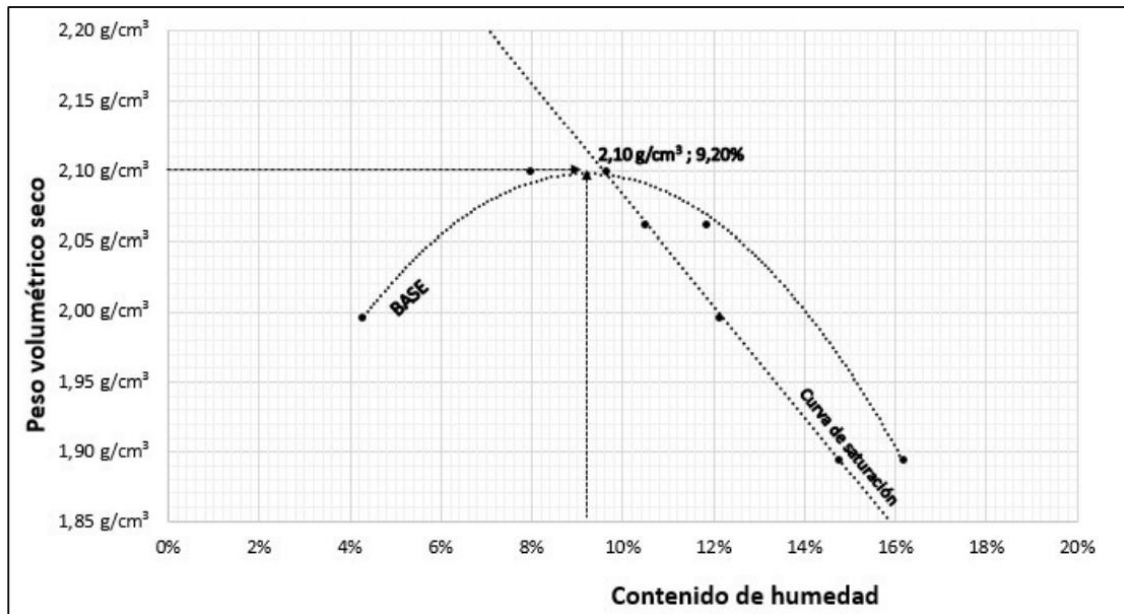


Gráfico 5. Efecto de la energía de compactación sobre la compactación de la base

Fuente: Araujo y Rodríguez (2019)

En otras palabras, al utilizar cenizas de bagazo de caña de azúcar si se logra un óptimo contenido de humedad y una máxima densidad seca aceptable.

Objetivo específico 3: Determinar qué efectos produce las cenizas de bagazo de caña en la capacidad y resistencia de la sub rasante, como primer resultado obtenido a la muestra patrón del pozo de exploración (C-3) indica que el CBR al 95% es de 14.8%, siendo así según la categoría del MTC una sub rasante buena, así mismo, a este pozo de exploración (C-3) al incorporar cenizas de bagazo de caña al 4% se logra una reducción de 14.7%, con el 6% se logra un aumento a 16.6% y con el 8% un aumento de 16.4%, por consiguiente, según los resultados se opta por el 16.6% de ceniza de bagazo de caña al 6%, obteniendo una mejora en el CBR de la sub rasante según dicta la norma del manual de carretera, además, como segundo resultado se obtuvo que la muestra patrón del pozo de exploración (C-3) indica que el CBR al 100% es de 18.2%, siendo así según la categoría del MTC una sub rasante buena, así mismo, a este pozo de exploración (C-3) al incorporar cenizas de bagazo de caña al 4% se logra un aumento a 18.7%, con el

6% un aumento a 22.9% y con el 8% se mantiene a 22.9%, por consiguiente, según los resultados se opta por el 22.9% de ceniza de bagazo de caña al 8%, obteniendo una mejora en el CBR de la sub rasante buena según dicta la norma del manual de carretera, por ello, se concuerda con la pesquisa de Castro (2017) que el ensayo CBR, los datos obtenidos de su expansión de la suelo y con las cenizas de cascara de arroz se muestran en la tabla siguiente tabla 5.14. De la figura 5.13, lo cual se logra observar que si se añade más proporción de aditivo su expansión disminuye desde 1.91%, valor del suelo natural arcilloso, hasta un valor de 0. En la siguiente tabla 5.15 se visualizan los resultados de CBR al 95% que tiene cada combinación de suelo arcilloso y ceniza de cáscara de arroz, de la siguiente figura 5.14 se logra visualizar que los datos del CBR va incrementándose hasta un límite luego se genera una disminución en ella, como resultado óptimo para estas mezclas es de es del 20% de ceniza de cáscara de arroz, que genera un incremento de 5 a 19.40, es decir aumenta 4 veces su capacidad de soporte de resistencia.

Tabla 31. Resultados de expansión de los 4 días para las combinaciones de suelo y ceniza de cáscara de arroz

Muestras	Expansión a los 4 días (%)
SOIL 100	1.91
S90 - CCA10	0.20
S80 - CCA20	0.40
S70 - CCA30	0.24
S60 - CCA40	0.00

Fuente: Castro (2017)

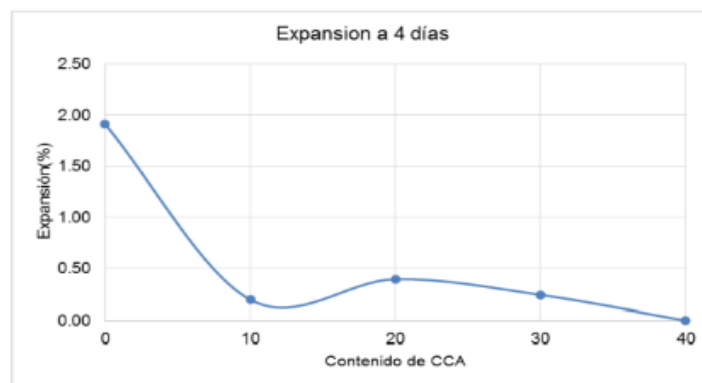


Figura 23. Variación de la Expansión respecto al contenido de CCA para las combinaciones de suelos arcillosos y ceniza de cáscara de arroz

Tabla 32. Resultados de Valores de CBR de las combinaciones de suelo arcilloso y ceniza de cáscara de arroz

Muestras	CBR (%)
SOIL 100	5.00
S90 - CCA10	16.30
S80 - CCA20	19.40
S70 - CCA30	13.2
S60 - CCA40	13.0

Fuente: Castro (2017)

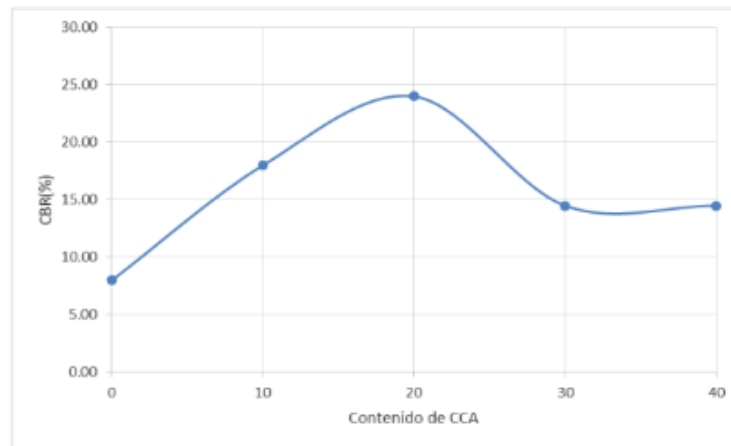


Figura 24. Variación del CBR con respecto al contenido de CCA para las combinaciones de suelo arcilloso y ceniza de cáscara de arroz

Fuente: Castro (2017)

En otras palabras, al utilizar cenizas de bagazo de caña de azúcar y cenizas de cáscara de arroz correspondientemente, se logra un aumento con los valores del CBR al 95%.

VI. CONCLUSIONES

Primero: Teniendo como referencia al primer objetivo específico, se determinó que en el pozo de exploración 03 con el suelo natural indico que el índice de plasticidad es de 9.82%, siendo así una plasticidad media, asimismo, también se indica que añadiendo un 8% de aditivo de ceniza de bagazo de caña de azúcar alcanza un mejor índice de plasticidad obteniendo así un 9.75% con plasticidad media según el Manual de Carreteras, lo cual se concluye que al añadir ceniza de bagazo de caña de azúcar logra mejorar el índice de plasticidad en un suelo arcilla-areno-limosa.

Segundo: Teniendo en cuenta como referencia los resultados de los ensayos de laboratorio para el segundo objetivo específico, se concluye que para el pozo de exploración 03 se alcanzó como resultados óptimos a una máxima densidad seca de 2.020gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 13.5% correspondientemente, generando así que al utilizar más porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar logra mejorar sus propiedades.

Tercero: Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio para el tercer objetivo específico, se concluye que en el pozo de exploración 03 se logró aumentar el CBR al 95% de la muestra natural de 14.8% a 16.6% añadiendo el 6% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, logrando así una mejoría de CBR bueno según el manual de carreteras, asimismo, también se logró un aumento del CBR al 100% de 18.2% a 22.9% añadiendo el 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, logrando así una mejoría del CBR muy buena según el manual de carreteras, de la misma forma, se concluye que al añadir como aditivo las cenizas de bagazo de caña de azúcar en gran proporción aumenta su resistencia y capacidad de carga.

VII. RECOMENDACIONES

Como recomendación a las autoridades de la Municipalidad Provincial del Callao que realice una mejoría en la sub-rasante de baja capacidad menor al 6% de CBR según el manual de carretera, ya que con las cenizas de bagazo de caña de azúcar para este tipo de suelo de arcilla-areno-limosa lograr una mejor resistencia y capacidad de carga.

Para las investigaciones a realizarse a futuro es recomendable proseguir con los estudios en otros tipos de suelos y con una mayor proporción de ceniza de bagazo de caña de azúcar, ya que así se logrará evaluar sus características físicas y mecánicas, asimismo, desarrollar su validez en distintas investigaciones.

Se recomienda a los futuros tesistas tener como base de información en qué tipo de suelo se realizará su investigación, ya que así se informará si el aditivo a emplear logra una reacción en sus propiedades.

Se recomienda utilizar como aditivo de ceniza de bagazo de caña de azúcar por su bajo costo y material orgánico al cuidado medio ambiental.

Se recomienda a las futuras investigaciones evaluar con diferentes temperaturas y condiciones de quemados cambiando así sus propiedades físicas y químicas.

REFERENCIAS

- ARAUJO Baron, Yenifer y RODRÍGUEZ Cruz, Cesar Eduardo. 2019. Evaluación de biomasa de ceniza de caña como una alternativa sostenible para la esyabilización de una base granular(Tesis de Pregrado). Universidad Cooperativa de colombia. Tolima : s.n., 2019.
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE CALES Y DERIVADOS DE ESPAÑA; ANTER; IECA. 2007. Manual de Estabilización de suelos con cemento o cal. [ed.] Jose Abascal. 2. Madrid : Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA), 2007. págs. 2, 8, 41. 978-84-89702-23-3.
- Assessment of strength development in stabilized soil with CBR PLUS and silica sand. MOUSAVI, Seyed Esmaeil y Karamvan, Aliakbar. 2017. [ed.] Elsevier B.V on behalf of Owner. 4, Thran : Periodical Offices of Chang'an University, August de 2017, ScienceDirect (En Linea), Vol. 4. 2095-7564.
- BECERRA Salas, Mario. 2012. Tópicos de Pavimentos de Concreto. Lima : Flujo Libre, 2012. pág. 54. Vol. 1.
- BEHAR Rivero, Damiel. 2008. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION. [ed.] Rubeira A. Santiago de Cuba : Shalom, 2008. pág. 20. 978-959-212-783-7.
- BERNAL Torres, César. 2010. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. [ed.] Orlando Fernández Palma. 3. Bogotá : Person Educación, 2010. págs. 247-248. 9789586991285.
- BUSTAMANTE Espinoza, Laura Virginia. 2016. Estabilización de la matriz granular para alojar nemátodos entomopatógenos (Steinemema glaseri) (Tesis de Pregrado). Instituto Politécnico Superior. Oaxaca : s.n., 2016.
- CAHUANA CABANILLAS, Freddy Samuel. 2016. Dosificación óptima del cloruro de calcio y maleza de caña para la estabilización de suelos en caminos vecinales no pavimentadas del distrito de barranca 2016. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo. Huaraz : s.n., 2016.
- CARRASCO Mejia, Danny Alessandro. 2017. Estabilización de lo suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azucar en el tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro-Provincia del Santa(Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2017.

- CASTILLO PARRA, Byron fernando. 2017. Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras [Tesis de Maestría]. Universidad de Cuenca. Cuenca : s.n., 2017.
- CASTRO Cuadra, Alex Franco. 2017. Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima : s.n., 2017.
- CÉSAR HAYRO, Chávez Bazán. 2017. Empleo de la ceniza de bagazo de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual al agregado fino en la elaboración del concreto hidráulico(Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2017.
- CLAVERÍA Vásquez, Pía Andrea y TRIANA Mendoza, Daniel Fernando y Varon Ospina, Yenny Alejandra. 2018. Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con cenizas de arroz y bagazo de caña como material para la subrasante(Tesis de Pregrado). Universidad Cooperativa de colombia. Tolima : s.n., 2018.
- CORTEZ Suárez, Liliana y ALAN Neil, David. 2018. PROCESOS Y FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Machala : UTMACH, 2018. pág. 69. 9789942240934.
- Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido. LINARES Chavez, Roiser Rene y AGUILAR Rojas, Manuel Eduardo y ROJAS de la Puente, Edward Enrique. 2020. 2, Amazonas : Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 10 de Agosto de 2020, Revista Científica UNTRM, Vol. 3. 2414-8822/2520-0356.
- FERNÁNDEZ Gálvez, Hernán Wilbert. 2017. Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zone de expansion de la ciudad de cajamarca (Tesis de Maestria). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2017.
- G. ARIAS, Fideas. 2012. EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. 6. Caracas : Editorial Episteme, 2012. pág. 34. 9800785299.
- GOMEZ Bastar, Sergio. 2012. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. 1. Tlalnepantla : Red Tercer Milenio, 2012. pág. 57. 9786077331490.

- HERNÁNDEZ Escobar, Arturo, y otros. 2018. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. s.l. : Área de Innovación y Desarrollo, 2018. pág. 91. 9878494825705.
- HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. 1997. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION. [ed.] Ma. de la Luz CASAS Pérez. 1. Juárez : Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial, 1997. pág. 245. 968-422-931-3.
- Indecopi. 1999. Norma Técnica Peruana. lima : s.n., 1999.
- 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. OJEDA, Farias, MENDOZA, Rangel y BALTAZAR, Zamora. 2019. [ed.] Elizabeth Sabido Maldonado. 2, Veracruz : s.n., Agosto de 2019, Alconpat Internacional [en línea], Vol. 8. 2007-6835.
- INSTITUTO CUBANO DE LAS INVESTIGACIONES DE LOS DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR. 2000. MANUAL DE LOS DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR. [ed.] LUIS O. GÁLVES TAUPIER. 3. LA HABANA : MINAZ, 2000. págs. 31-38. 664.11.
- INTERNATIONAL, ASTM. 2000. Método de ensayo estándar para límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. Pensilvania : s.n., 2000. pág.
- NAVARRO, Pedreño, y otros. 1995. Residuos Organicos y Agricultura. [ed.] S.L. Murcia. España : Espagrafic, 1995. 84-7908-194-5.10. Vol. 2.
- MINAYA Gonzáles, Silene y ORDÓñez Huamán, Abel. 2006. Diseño moderno de pavimntos asfálticos. 2. Lima : Instituto de Construcción y Gerencia , 2006. pág. 72.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. 2017. PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZUCAR EN EL PERÚ, PERSPECTIVAS. LIMA : s.n., 2017. pág. 3.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. 2014. Manual de carreteras. [ed.] Direccion General de Caminos y Ferrocarriles. Lima : Viciministerio de Transporte, 2014. págs. 30, 46, 71-73, 105-117, 248-256. Vol. 10.
- MONTEJO FONSECA, Alejandro, MONTEJO PIRATOVA, Alejandro y MONTEJO PIRATOVA, Alberto. 2018. Estabilización de suelos. 1a. Edición. bogotá : Ediciones de la U, 2018. pág. 14. 978-958-762-878-4.

- MONTEJO Fonseca, Alfonso, MONTEJO Piratova, Alejandro y MONTEJA Piratova, Alberto. 2019. Estabilización de suelos. [ed.] Adriana Gutiérrez M. 1. Bogotá : Edición de la U, 2019. págs. 15, 17, 18. 978-958762-878-4.
- MORENO Bayardo, María Guadalupe. 2007. Introducción a la metodología de la Investigación Educativa II. Mexico : Progreso S.A., 2007. 968-436-868-2.
- MUÑOZ Rocha, Carlos. 2015. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. [ed.] Lilia AGUILAR Iriarte. Juárez : s.n., 2015. 9786074265422.
- ÑAUPAS Paitán, Humberto, y otros. 2013. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION. s.l. : Ediciones de la U, 2013. pág. 256. 978-958-762-876-0.
- RICO Rodriguez, Alfonso y DEL CASTILLO, Hermilo. 1977. La Ingeniería de suelos en las vías terrestres. 1. México : Limusa, 1977. pág. 493. Vol. 2.
- RUIZ de Chávez, Manuel y KOEPESELL, David. 2015. ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN, INTEGRIDAD CIENTÍFICA. 1. Tlalpan : Comisión Nacional de Biótica, 2015. pág. 8. 9786074605068.
- SINAN Coban, Haluk. 2017. The use of lime sludge for soil stabilization (Master's Thesis). Iowa State University. Iowa : s.n., 2017.
- Söderlund, Olov. 2018. Stabilization of Soft Soil with Lime and PetitT (Master's Thesis). Luleå University of Technology. Luleå : s.n., 2018.
- Uso de estabilizadores para suelos arcillosos una revisión literaria. FONCESA Sanchez, Kattia, BECERRA Eneque, Yafanor y Socrates, MUÑOZ Perez. 2020. 1-2, Bogotá : Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Noviembre de 2020, Dialnet [en línea], Vol. 50. 2665-6558/0562-5351.

ANEXO

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de las variables.

TÍTULO: Estabilización de la sub rasante utilizando cenizas de bagazo de caña en la Av. Los Alisos, Distrito de Oquendo - Callao, 2021

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Ceniza de bagazo de caña de azúcar	<p>BAGAZO DE CAÑA: residuo lignocelulósico fibroso remanente de los tallos de caña, es obtenido a la salida del último molino del tándem azucarero constituyendo un conjunto heterogéneo de partículas de diferentes tamaños que oscilan entre 1 y 25mm.[...] El bagazo está compuesto de celulosa, hemicelulosa y lignina, como principales polímeros naturales . Presenta, además, pequeñas cantidades de otros compuestos clasificados de conjunto como componentes extraños.</p> <p>CENIZA: Es un subproducto de la etapa de combustión de carbón pulverizado generalmente asociado a las centrales generadoras de fluido eléctrico. Es un polvo de grano fino, compuesto principalmente de silicio, aluminio y varios óxidos y átcalis (Pérez, 2014, p.33).</p>	<p>Las cenizas de bagazo de caña serán será utilizado como aditivo mostrándose así en porcentajes, asimismo, esto se derivará a la muestra del suelo extraído mediante la calicata en la vía del tramo de la Av. Los Alisos para realizar así su estabilización, usando porcentajes de : 4, 6, y 8%</p>	Cantidad de ceniza de bagazo de caña representada en porcentajes con relación al peso del suelo	4%	Razón
				6%	
				8%	

Estabilización de la sub rasante	<p>ESTABILIZACIÓN: La estabilización es el proceso físico o químico por el que se perfeccionan las características físicas-mecánicas del suelo natural en corte o de los materiales de préstamo en relleno, con la intención de hacerlos estables. (Norma CE.010, 2010, pág. 41).</p> <p>SUBRASANTE: La sub rasante es una estructura del pavimento directo debajo del asiento y la parte del prisma de la carretera se construye entre el terreno natural explanada o asfaltado y la estructura del pavimento. La sub rasante es la capa superior del talud o fondo de la excavación de suelo natural, el apoyo a la estructura de pavimento, y compone de propiedades suelos seleccionados admisibles y compactadas en diferentes capas para formar un cuerpo firme en la etapa óptimo, con la finalidad de no ser dañada o alterada por la carga de diseño que es proveniente del tránsito.</p>	El mejoramiento de las propiedades de la sub rasante se logrará añadiendo el aditivo de cenizas de bagazo de caña, de manera que se busque determinar mediante los ensayos de laboratorio mejorar el índice de plasticidad, el OCH y MDS, la resistencia del suelo.	Límite de consistencia	Limite liquido Límite plástico	Razón
			Óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca	Ensayo de Proctor modificado	
			Resistencia del suelo	Ensayo de Relación de soporte California (CBR)	


ANEXO 2: Matriz de consistencia.

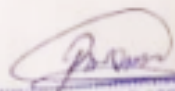
TÍTULO: Estabilización de la sub rasante utilizando cenizas de bagazo de caña en la Av. Los Alisos, Distrito de Oquendo - Callao, 2021

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	INDEPENDIENTE Cenizas de bagazo de caña	PORCENTAJE DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA	4.0%	BALANZA DIGITAL	Tipo: aplicada Nivel: explicativo Diseño: experimental Población:38 cuadras de la Av. Los Alisos Muestra: 11 cuadras de la Av. Los Alisos. Técnica: observación directa Instrumentos: fichas de técnicas
¿De qué manera la ceniza de bagazo de caña influye en la estabilización de la sub rasante en la Av. Los Alisos, Distrito de Oquendo-Callao,2021?	Determinar la influencia de la ceniza de bagazo de caña en la estabilización de la sub rasante	El bagazo de caña influye de manera satisfactoria en la estabilización de la sub rasante			6.0%		
					8.0%		
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	DEPENDIENTE Estabilización de la sub rasante	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
¿De que manera las cenizas de bagazo de caña influye en el índice de plasticidad de la sub rasante en la Av. Los Alisos, Distrito de Oquendo-Callao 2021?	Determinar la influencia de las cenizas de bagazo de caña con el ensayo de índice de plasticidad en la sub rasante	El bagazo de caña influye en el índice de plasticidad de la sub rasante		LIMITE DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO LIMITE PLASTICO	ASTM D-4318 / MTC E110 ASTM D-4318 / MTC E111	
¿De qué manera la ceniza de bagazo de caña influye en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca en la sub rasante de la Av. Los Alisos, Distrito de Oquendo-Callao 2021?	Determinar la influencia de las cenizas de bagazo de caña en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de la sub rasante	El bagazo de caña influye en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de la sub rasante		OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA	PROCTOR MODIFICADO	ASTM D-1557 / MTC E115	
¿Qué efectos produce las cenizas de bagazo de caña en la capacidad y resistencia de la sub rasante en la Av. Los Alisos, Distrito de Oquendo-Callao 2021?	Determinar que efectos produce las cenizas de bagazo de caña en la capacidad y resistencia de la sub rasante	El bagazo de caña aumenta la capacidad y resistencia de la sub rasante		CAPACIDAD DE RESISTENCIA DEL SUELO	ENSAYO CBR	ASTM 1883/ MTC E132 AASHTO T 274 / MTC E128	

Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos

LABORATORIO DE SUELOS					
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO					
NTP 339:128 - ASTM D422					
CALICATA		UBICACIÓN		PROF. (m)	
CANTERA		MUESTRA			
PESO INICIAL		PESO RETENIDO (grs.)	% PARCIAL RETENIDO (grs.)	% ACUMULADO	
MALLAS	DIÁMETRO			RETENIDO	QUE PASA
3"	75.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
1/4"	6.250				
Nº4	4.750				
Nº10	2.000				
Nº20	0.850				
Nº40	0.425				
Nº60	0.250				
Nº140	0.106				
Nº200	0.075				

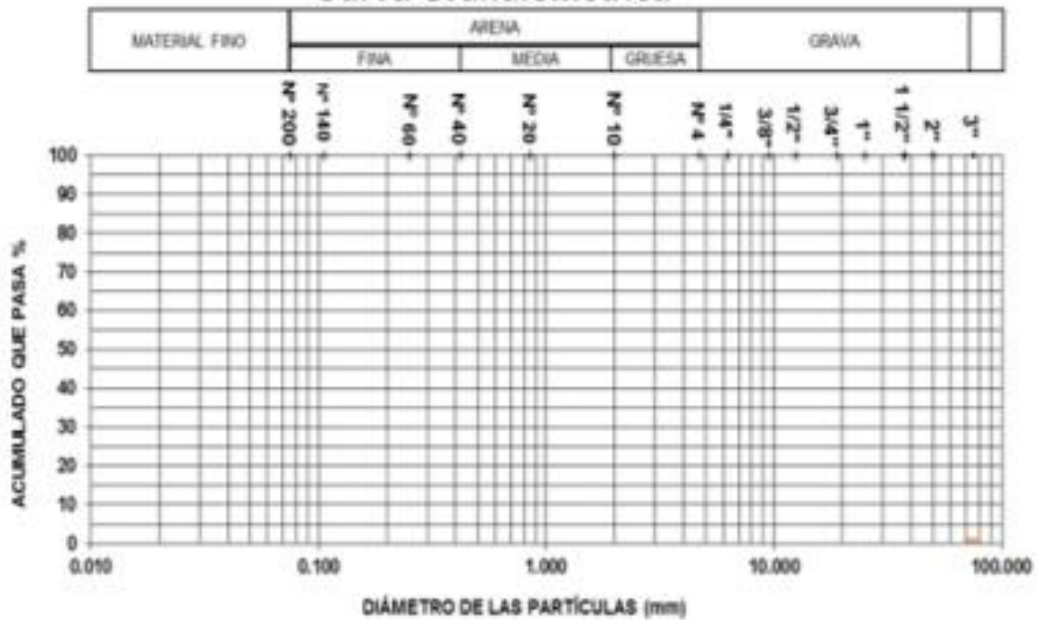

LOPEZ GONZALEZ CESAR ALDAR
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 22043


RICARDO WALTER FLORES GABRIEL
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 30524


VLADIMIR ROLDANO RAMOS GÓMEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 117133

LABORATORIO DE SUELOS			
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
NTP 339:128 - ASTM D422			
CALICATA		UBICACIÓN	PROF. (m)
CANtera		MUESTRA	

Curva Granulométrica



Resultados; ASTM-D2487/D3282	
Coefficiente de:	Uniformidad (Cu)
	Curvatura
	Grava (No 4 < Diam < 2")
	Arena (No 200 < Diam < No 4)
	Inicio (Diam < No 200)
Clasificación:	AASHTO
	SUCS


 LOPEZ GONZÁLES CESAR ALZAMORA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 220043


 RICARDO WALTER FLORES GABRIEL
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 30524


 VLADIMIR RULLANDO
 RAMOS GÓMEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 117135

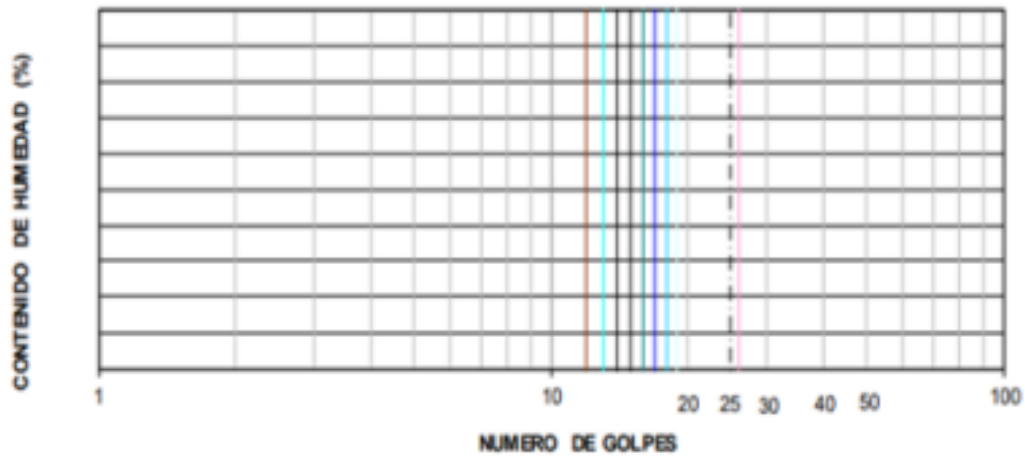
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

CANTERA: _____ MUESTRA: _____ PROF (m): _____

		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
PRUEBA	Nº						
RECIPIENTE	Nº						
NUMERO DE GOLPES	Nº						
1 PESO DEL RECIPIENTE	(g)						
2 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	(g)						
3 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	(g)						
4 PESO DEL AGUA (1-2)	(g)						
5 PESO DEL SUELO SECO (2-4)	(g)						
6 CONTENIDO DE HUMEDAD (3/5*100)	(%)						

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LÍMITE LÍQUIDO :		
LÍMITE PLÁSTICO :		
ÍNDICE PLÁSTICO :		


LOPEZ GONZALEZ CESAR ALDAIR
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 220043


RICARDO WALTER FLORES GABRIEL
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 30528


VLADIMIR RULANDO RAMOS GÓMEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 117133

LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)

NTP 339:141 - ASTM D1556

MOLDE N°	Volumen de Molde (cc):		Tipo de Molde:	6"	Temperatura Secado (°C):
CAPAS N°	Golpes (N°):		Peso de Molde (gr.):	Método:	
MUESTRA	N°				
PESO SUELO HUMEDO-MOLDE	Gr.				
PESO DEL MOLDE	Gr.				
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)-(2)	Gr.				
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4)/(1)	Gr/c.c.				
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE	N°				
PESO SUELO HUMEDO-CAPSULA	Gr.				
PESO SUELO SECO-CAPSULA	Gr.				
PESO DE LA CAPSULA	Gr.				
PESO DEL AGUA (8)-(9)	Gr.				
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	Gr.				
HUMEDAD (10)/(11)	%				
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)/[1-(12/100)]	Gr/c.c.				

Densidad Seca (gr/cm ³)									
Contenido de humedad %									

DENSIDAD MAXIMA = HUMEDAD OPTIMA =

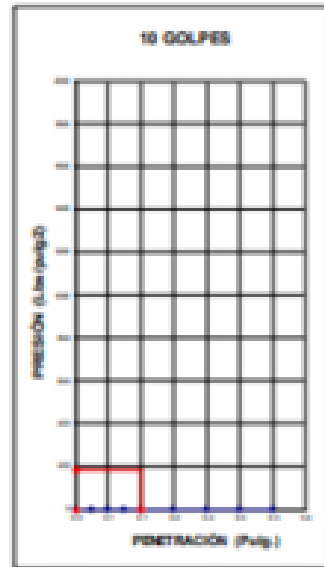
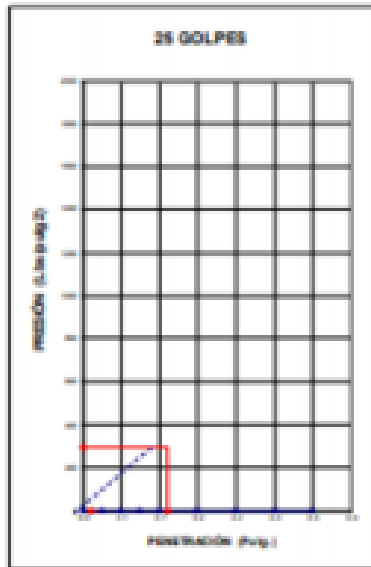
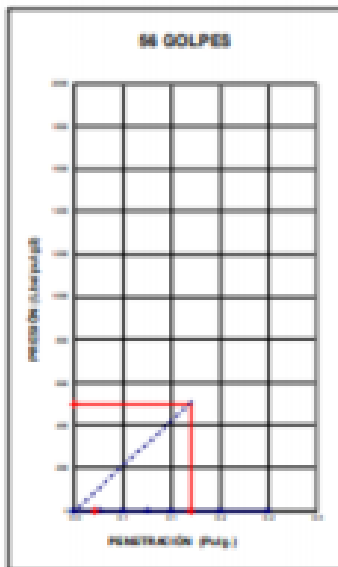

LOPEZ GONZALES CESAR ALDAM
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 220043


RICARDO WILSTER FLORES GABRIEL
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 30524

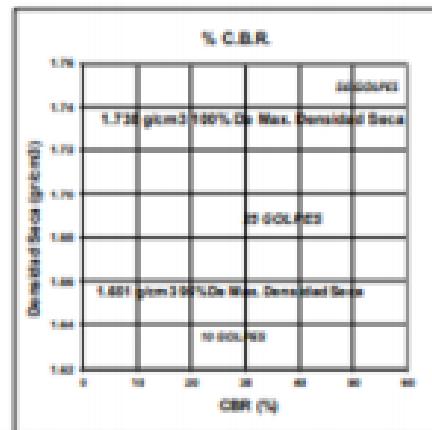
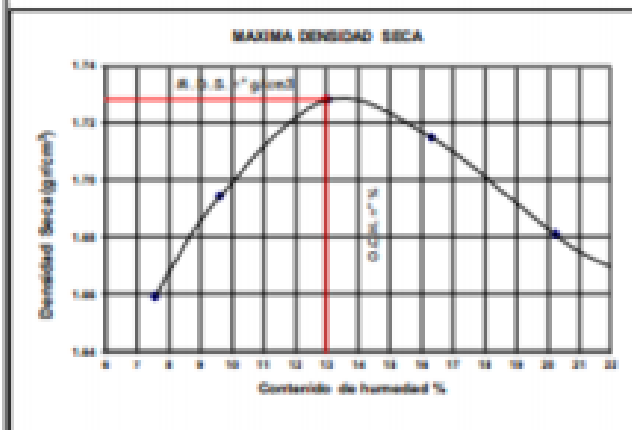

VLADIMIR HLLANDO RAMOS DÓÑEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 117135

LABORATORIO DE SUELOS
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)
NTP 339-145 / ASTM D 1883


SOLICITANTE		UBICACIÓN	
PROYECTO		PROFUNDIDAD (m.)	
CAUCATA		MUESTRA	
UBICACIÓN		FECHA	
PROGRESIVA		ENSAYADO POR	



PENETRACIÓN	C.B.R. A 95%	C.B.R. A 100%	
10.5"			




LOPEZ GONZÁLES CÉSAR ALDAIR
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 220643

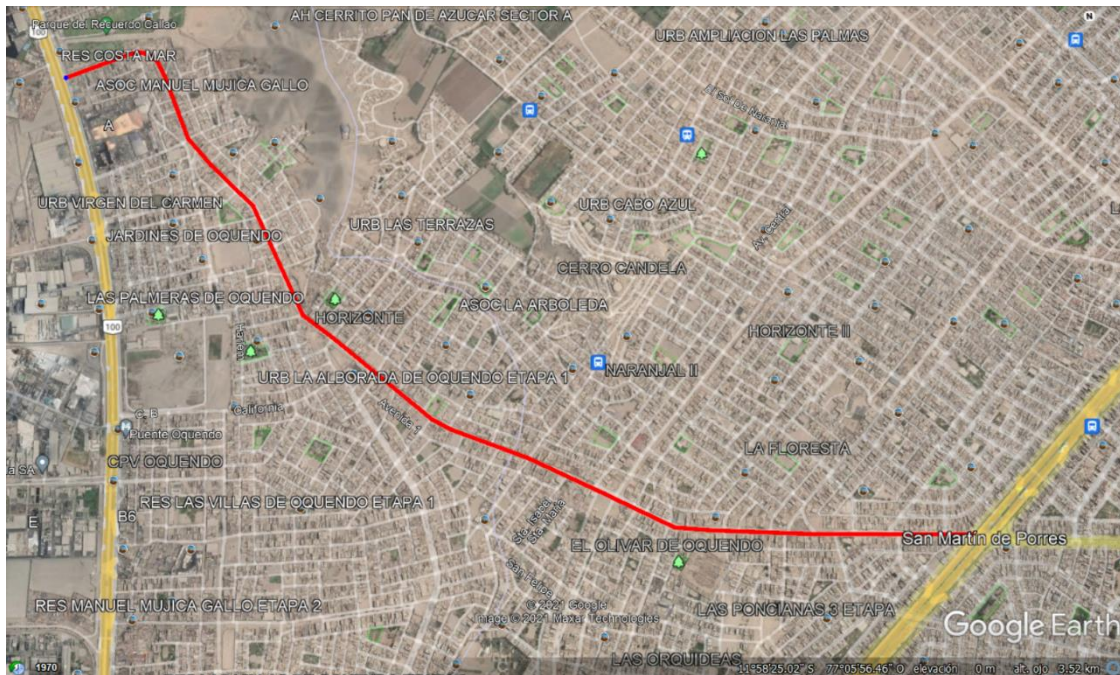

RICARDO WALTER FLORES GABRIEL
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 30524


VLADIMIR WILAND
 RAMÓN GÓMEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 117133

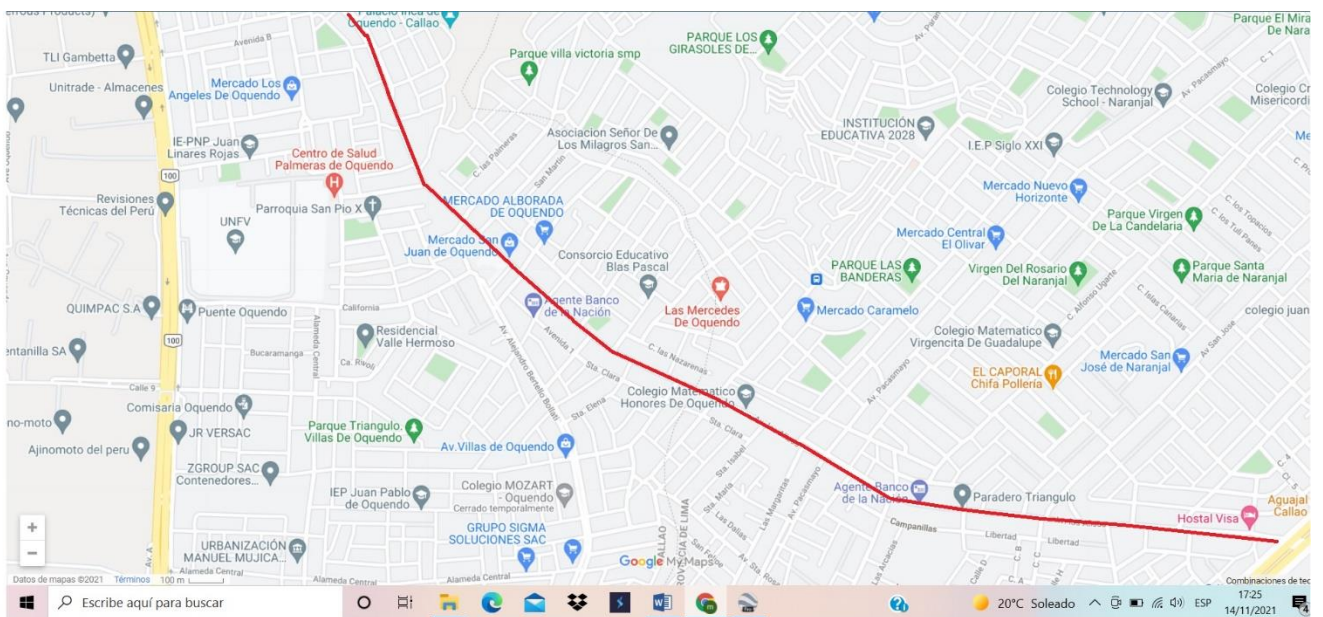
Anexo 5. Normativa

MTC E 105	OBTENCION EN LABORATORIO DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS (CUARTEO)
MTC E 107	ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 108	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 110	DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS
MTC E 111	DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
MTC E 115	COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)
MTC E 118	MATERIA ORGANICA EN SUELOS (PERDIDA POR IGNICION)
MTC E 132	CBR DE SUELOS (LABORATORIO)
MANUAL DE PAVIMENTOS URBANOS	
MANUAL DE CARRETERAS	

Anexo 6. Mapa y planos



Fuente: Plano de Ubicación - Google Earth



Fuente: Plano de Ubicación - Google Maps

Anexo 7. Panel fotográfico



Foto 1: Extracción de la calicata 01



Foto 2: Extracción de la calicata 02



Foto 3: Extracción de la calicata 03



Foto 4: Cuarteo de muestra



Foto 5: Peso del recipiente con muestra añadida



Foto 6: Copa casa grande



Foto 7: Porcentaje de agua añadido para el Limite liquido



Foto 8: Peso de material estabilizante



Foto 9: Muestra añadida en Molde de Proctor Modificado



Foto 10: Numero de golpes de Proctor Modificado



Foto 11: Molde CBR

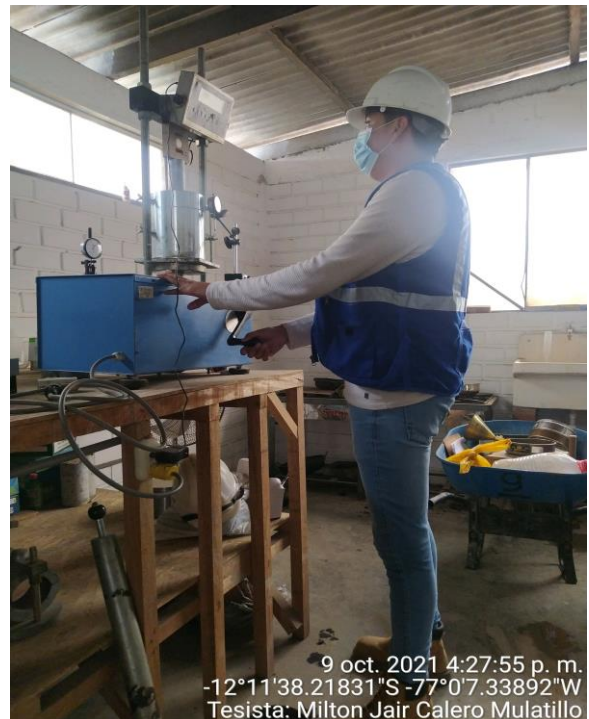


Foto 12: Numero de golpes CBR

Anexo 8. Solicitud y autorización de la empresa



Municipalidad Provincial del Callao
Expediente: 2021-01-0000082164
Fecha y Hora: 23/08/2021 14:44:34
Folios: 1 Destino: GGDU-GO
Tipo: OTROS PROCEDIMIENTOS NO
Usuario: LTURPO

SUMILLA Solicitud de excavación
con fin Estudiantil

DR.
PEDRO JORGE LOPEZ BARRIOS
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CALLAO

PRESENTE.-

ATENCION: Gerencia de Obras

Yo, MELTON JAIR CALERO MUCATILLO, con DNI
N° 77468210, domiciliado en Mz H6 L5 urbs Palmeras de Ojendo
Con teléfono N° 986492549 correo mcalero7795@gmail.com

ante usted con el debido respeto, me presento y expongo:

que, Solicito permiso para la toma de muestra o excavación
en la vira Los Alisos, para poder realizar los ensayos
correspondientes para mi tesis-titulación, ubicada en
la vira Los Palmeras de Ojendo.

Estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la
Universidad Cesar Vallejo

Por tanto:
Es gracia que espero alcanzar de usted, por ser de justicia.

Callao, 23 de Agosto del 2021


FIRMA

Adjunto:



Municipalidad Provincial del Callao
Gerencia General de Desarrollo Urbano

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Callao, 08 SET. 2021

CARTA N° 397 -2021-MPC-GGDU

Señor:

Milton Jair Calero Mulatillo
Mz H6 Lt 5 Urb. Las Palmeras de Oquendo

Telf.9864925489

Presente -

Asunto : AUTORIZACIÓN PARA TOMA DE MUESTRA.
Ref. : EXPEDIENTE 2021-01- 082164

De mi consideración:

Me dirijo a usted para saludarle cordialmente y a la vez **AUTORIZARLE** la respectiva toma de muestras (03 calicatas para análisis de suelos), en la Avenida Los Alisos, la cual va a contribuir en el desarrollo de su tesis como estudiante de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo. En los puntos que no existan obras de pistas y/o veredas y con el compromiso de que nos remita una copia de los resultados.



Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi consideración.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CALLAO
GERENCIA GENERAL DE DESARROLLO URBANO

REAN ALTEZ CARRERA
GERENTE GENERAL

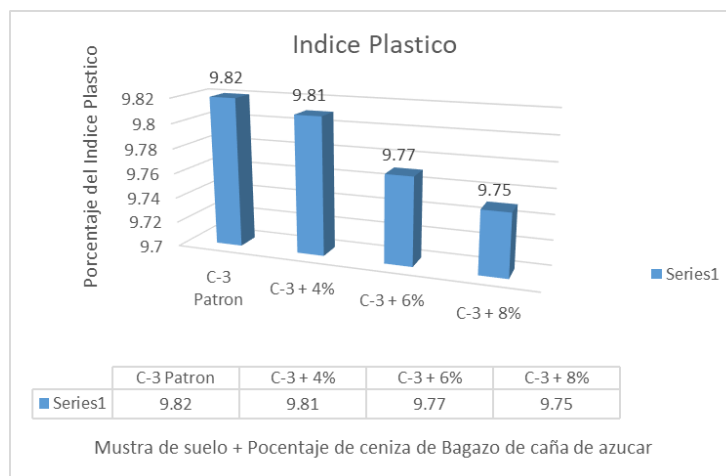
RAC/hsg.

Gerencia General de Desarrollo Urbano
Teléfono 2016411 – Anexo 1182
Jr. Paz Soldán N° 252 Callao

Anexo 9. Hoja de cálculos

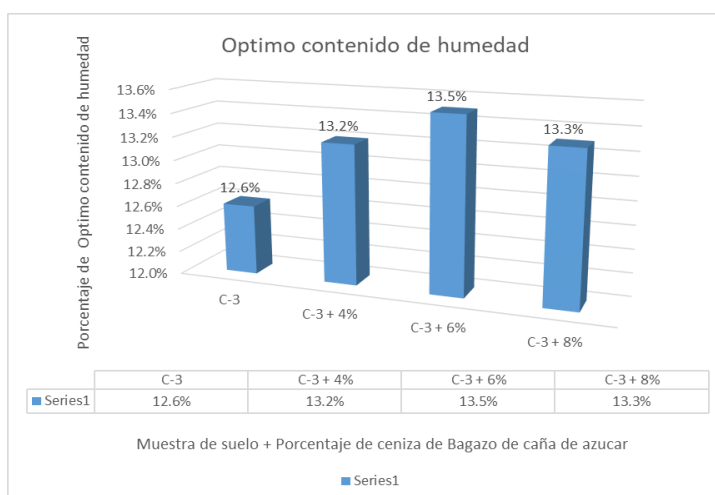
Objetivo 1: IP

Descripción	Límites		Índice Plástico (%)	Porcentaje
	Líquido	Plástico		
C-3 Patron	30.14	20.32	9.82	100.00%
C-3 + 4%	30.13	20.32	9.81	99.90%
C-3 + 6%	30.10	20.33	9.77	99.49%
C-3 + 8%	30.06	20.31	9.75	99.29%



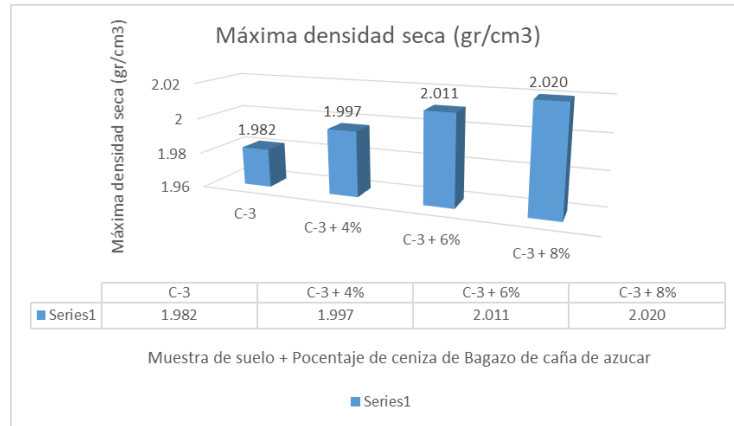
Objetivo 2: OCH

Descripción	Optimo Contenido de humedad (%)	Porcentaje
C-3	12.6%	100.00%
C-3 + 4%	13.2%	104.76%
C-3 + 6%	13.5%	107.14%
C-3 + 8%	13.3%	105.56%



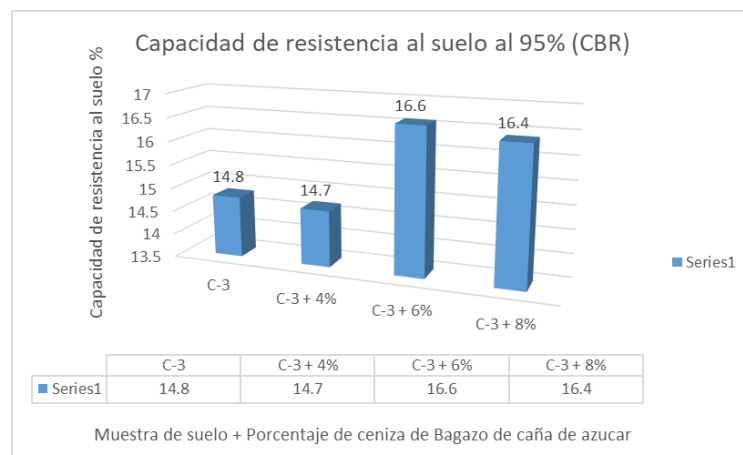
MDS

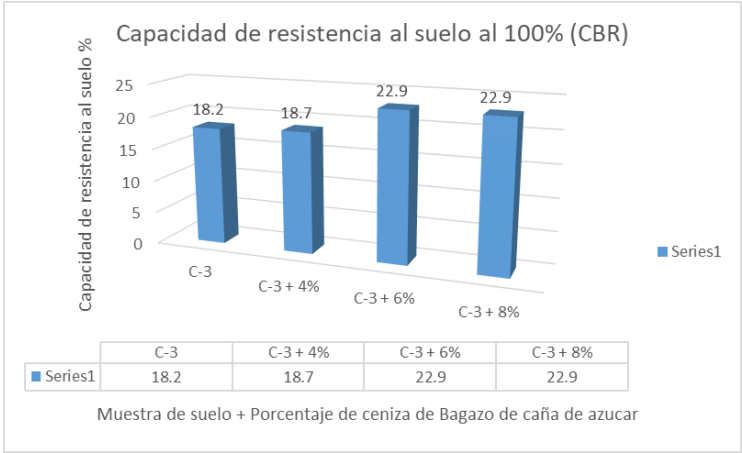
Descripción	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	Porcentaje
C-3	1.982	100.00%
C-3 + 4%	1.997	100.76%
C-3 + 6%	2.011	101.46%
C-3 + 8%	2.020	101.92%



Objetivo 3: CBR

Descripción	Capacidad de resistencia del suelo (CBR %)		Porcentaje N° 1 al 95%	Porcentaje N° 2 al 100%
	al 95%	al 100%		
C-3	14.8	18.2	100.00%	100.00%
C-3 + 4%	14.7	18.7	99.32%	102.75%
C-3 + 6%	16.6	22.9	112.16%	125.82%
C-3 + 8%	16.4	22.9	110.81%	125.82%










Anexo 10. Certificados de laboratorios de los ensayos


Perfil estratigráfico de pozo de exploración 01, 02 y 03


REGISTRO DE EXCAVACION - PERFIL ESTRATIGRAFICO													
SERVICIO : ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS UBICACIÓN : LOS ALISOS OQUENDO CALLAO CALICATA : C - 1 MUESTRA : ---						TESISTA : MILTON CALERO REALIZADO POR : J. LLONTOP REVISADO POR : N. PEREZ FECHA : 18/09/2021							
DATOS DE LA MUESTRA													
PROF. (m.)	ESTRATO		SIMBOLOGIA	CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MUESTRA	CLASIF.		GRANULOMETRIA			CONSTANTES FISICAS			W. NAT.
	CAPA	ESPESOR (cm)			AASHTO	UCS	>2	2" - Nº 4	Nº4 - Nº 200	L.L.	L.P	IP	
0.00 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80		0.00 - 0.80		RELLENO NO CONTROLADO MATERIAL DE RELLENO CON LADRILLO, BLOQUES DE CONCRETO, BOLSAS PLASTICAS	---	---							
0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20 1.25 1.30 1.35 1.40 1.45 1.50		0.80 - 1.50		GRAVA MAL GRADUADA, MEZCLAS DE GRAVA - ARENA, POCOS FINOS, CON GRAVAS DE TAMAÑO MAXIMO DE 12", SEMICOMPACTA, DE COLOR GRISACEO	A-1-a	GP	14.21	60.40	85.47	NP	NP	NP	1.6


NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO


ING. HUGO E. GARCIA CALVO
 Reg. CIP Nº 179214
 INGENIERO CIVIL

 REGISTRO DE EXCAVACION - PERFIL ESTRATIGRAFICO													
SERVICIO : ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS UBICACIÓN : LOS ALISOS OQUENDO CALLAO CALICATA : C - 2 MUESTRA : ---						TESISTA MILTON CALERO REALIZADO POR J. LLONTOP REVISADO POR N. PEREZ FECHA 18/09/2021							
DATOS DE LA MUESTRA													
PROF. (m.)	ESTRATO		SIMBOLOGIA	CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MUESTRA	CLASIF.		GRANULOMETRIA			CONSTANTES FISICAS			W. NAT.
	CAPA	ESPESOR (cm)			AASHTO	SUCS	>2	2" - N° 4	N°4 - N° 200	L.L.	L.P	IP	
0.00	0.00 - 1.20		RELLENO NO CONTROLADO MATERIAL DE RELLENO CON LADRILLO, BLOQUES DE CONCRETO, BOLSAS PLASTICAS	---	---								
0.05													
0.10													
0.15													
0.20													
0.25													
0.30													
0.35													
0.40													
0.45													
0.50													
0.55													
0.60													
0.65													
0.70													
0.75													
0.80													
0.85													
0.90													
0.95													
1.00													
1.05													
1.10													
1.15													
1.20													
1.25	1.20 - 1.50		PRESENCIA DE TUBERIAS	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1.30													
1.35													
1.40													
1.45													
1.50													


NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO


ING. HUGO E. GARCIA CALVO
 Reg. CIP N° 179214
 INGENIERO CIVIL



REGISTRO DE EXCAVACION - PERFIL ESTRATIGRAFICO

SERVICIO : ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	TESISTA : MILTON CALERO
UBICACIÓN : LOS ALISOS OQUENDO CALLAO	REALIZADO POR : J. LLONTOP
CALICATA : C - 3	REVISADO POR : N. PEREZ
MUESTRA : M - 1	FECHA : 18/09/2021

DATOS DE LA MUESTRA

PROP. (m)	ESTRATO		SIMBOLOGIA	CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MUESTRA	CLASIF.		GRANULOMETRIA			CONSTANTES FISICAS			W. NAT.
	CAPA	ESPESOR (cm)			AAHTO	SUCS	>2	2" - N° 4	N° 4 - N° 200	L.L.	L.P	IP	
0.00				RELLENO NO CONTROLADO MATERIAL DE RELLENO CON LADRILLO, BLOQUES DE CONCRETO, BOLSAS PLASTICAS	---	---							
0.05													
0.10													
0.15													
0.20													
0.25													
0.30													
0.35													
0.40													
0.45													
0.50													
0.55													
0.60													
0.65													
0.70													
0.75													
0.80													
0.85													
0.90													
0.95													
1.00													
1.05													
1.10													
1.15													
1.20													
1.25		1.20 - 1.50		ARCILLAS INORGANICAS DE MEDIANA PLASTICIDAD, ARCILLAS ARENO-LIMOSAS, DE COLOR MARRON	A-4	CL		0.15	49.84	30.14	20.32	9.82	26.3
1.30													
1.35													
1.40													
1.45													
1.50													

NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

ING. HUGO E. GARCIA CALVO
 Reg. CIP N° 179214
 INGENIERO CIVIL


Resultados de ensayos de laboratorio del pozo de exploración 01

REGISTRO		CV-OFT-CAL-ITR-013	
CONTROL DE CALIDAD		REVISION: 01	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)			
SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS		CALICATA/MUESTRA: C - 1	
SOLICITANTE: MILTON CALERO		FECHA: 19/09/2021	
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS OQUENDO		REALIZADO POR: N. PÉREZ	
TIPO DE MUESTRA: SUELO		EETT PASA / NO PASA	
Peso Total Inicial: 81377 gr.		Peso de Bolonería: 8750.0 gr.	
Peso de la fracción fina: 587.3 gr.		Peso de Grava: 40404.0 gr.	
Peso de la fracción fina lavada: 371.8 gr.		Peso de Arena+finos: 32223.0 gr.	
Norma ASTM D 422		Norma ASTM D 2487	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.) GP	
MALLA (pulg.)		GRAVA MAL GRADUADA, MEZCLAS DE GRAVA - ARENA, POCOS FINOS	
MALLA (mm)		Norma AASHTO M-145	
PESO RETENIDO (g)		CLASIFICACIÓN (AASHTO) A-1-a	
% RETENIDO		Excelente a Bueno	
% RETENIDO ACUMULADO		% BOLONERÍA 10.75 %GRAVA 49.65	
% QUE PASA		D ₁₅ (mm) D ₃₀ (mm) D ₆₀ (mm) Cu Cc	
EETT Gradacion		0.05 2.18 20.55 398.14 4.49	
5"	125.100		
4"	101.600		
3"	75.000		
2 1/2"	63.500	2815.0	3.46
2"	50.800	5629.0	6.92
1 1/2"	38.100	7567.0	9.30
1"	25.400	4895.0	6.02
3/4"	19.000	3821.0	4.70
1/2"	12.500	7414.0	9.11
3/8"	9.500	2525.0	3.10
1/4"	6.350		
Nº 004	4.750	5738.0	7.05
Nº 010	2.000	152.5	10.28
Nº 020	0.840		
Nº 040	0.425	45.7	3.08
Nº 060	0.250		
Nº 100	0.150		
Nº 200	0.075	173.6	11.70
Fondo		216	14.53
% GRAVA + BOLONERÍA 60.40		Gruesa 36.44	
		Fina 23.96	
% ARENA 25.07		Gruesa 10.28	
		Media 3.08	
% FINOS 14.53		Fina 11.70	
		OBSERVACIONES: CALICATA #1	
		PROFUNDIDAD: 0.80m - 1.50m	

CURVA GRANULOMÉTRICA					
Lim y Anilla	Fine	Arena	Gruesa	Fino	Gruesa
0.075	0.425	2.00	4.75	19.0	75.0
Nº 200	Nº 40	Nº 10	Nº 4	3/4"	3"

NESTOR PEREZ DAVILA
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS CONCRETO ASFALTO

ING. HUGO E. GARCIA CALVO
Reg. CIP Nº 179214
INGENIERO CIVIL

 <p>TEC&LAB LOGISTICA SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA TODAS LAS NECESIDADES Calle: Manuel Pizarro Gómez RUC: 10000030812</p>	REGISTRO		CV-OFT-CAL-ITR-016	
	CONTROL DE CALIDAD			
	LÍMITES DE ATTERBERG MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90			
SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS		CALICATA/MUESTRA: C - 1		
SOLICITANTE: MILTON CALERO		FECHA: 20/09/2021		
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS OQUENDO		REALIZADO POR: N. PEREZ		
		TIPO DE MUESTRA: SUELO		

LÍMITE LÍQUIDO				
Tarro (Recipiente)	Nº	-	-	-
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g			
Peso de Tarro + Suelo Seco	g			
Peso de Agua	g			
Peso del Tarro	g			
Peso del Suelo Seco	g			
Contenido de Humedad	%			
Número de Golpes				

LÍMITE PLÁSTICO				
Tarro (Recipiente)	Nº	-	-	-
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g			
Peso de Tarro + Suelo Seco	g			
Peso de Agua	g			
Peso del Tarro	g			
Peso del Suelo Seco	g			
Contenido de Humedad	%			

EETT Tierra Armada		ACEPTACIÓN
Límite Líquido:	N/N	N/N
Índice de Plasticidad:	< 4	PASA

Descripción del Material:	
GRAVA MAL GRADUADA, MEZCLAS DE GRAVA - ARENA, POCOS FINOS	

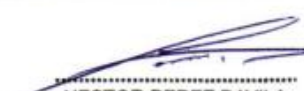
TEMPERATURA DE SECADO	
Preparación de Muestra:	EN SECO
Temperatura de Secado:	110°C
Agua Utilizada:	AGUA POTABLE
Muestra retenida en Nº 40:	SI

N	K
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022


Ecuación de cálculo:
 $LL^n = W^n (N/25)^{0.121} = k + W^n$
Donde:
LLⁿ = Un punto de límite líquido, %
N = Número de golpes
Wⁿ = Contenido de humedad, %
k = Factor para límite líquido

RESULTADOS OBTENIDOS		
LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO
LÍQUIDO	PLÁSTICO	
NP	NP	NP


OBSERVACIONES: CALICATA #1
PROFUNDIDAD: 0.80m - 1.50m



NESTOR PEREZ DAVILA
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO



ING. HUGO E. GARCÍA CALVO
Reg. CIP Nº 179214
INGENIERO CIVIL

 <p>TECALAB LOGISTICA SOLUCIONES DE LOGISTICA Y SERVICIOS DE ALMACENAMIENTO Dr. Nestor Perez Davila RUC: 19090924813</p>	REGISTRO	CV-OFT-CAL-ITR-014	
	CONTROL DE CALIDAD		
	HUMEDAD DE SUELO Y ROCAS EN EL LABORATORIO (ASTM D 2216)		REVISION: 01
SERVICIO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	CALICATA/MUESTRA:	C - 1
PROCEDENCIA:	MILTON CALERO	FECHA:	19/09/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	LOS ALISOS OQUENDO	TIPO DE MUESTRA:	SUELO


Condiciones de Secado: Horno Eléctrico digital con Termostato	Clasificación de Suelos - ASTM D 2487
Temperatura de Secado: 110 °C	GP
Fórmula de Cálculo: $w = [(M_{cms} - M_{cda}) / (M_{cda} - M_c)] \times 100$	Descripción de material:
	GRAVA MAL GRADUADA, MEZCLAS DE GRAVA - ARENA, POCOS FINOS

Condición de la muestra	Humedad Global	
N° de Prueba	1	2
Recipiente	-	/
Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms}	11042.0	/
Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda}	10865.0	/
Peso del recipiente, M_c	0.0	/
Peso del agua, M_w	177.0	/
Peso del suelo seco en horno, M_s	10865.0	/
Humedad o contenido de agua, w	1.6	/
Promedio de humedad		


Condición de la muestra		
N° de Prueba		
Recipiente		
Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms}		
Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda}		
Peso del recipiente, M_c		
Peso del agua, M_w		
Peso del suelo seco en horno, M_s		
Humedad o contenido de agua, w		
Promedio de humedad		

Condición de la muestra		
N° de Prueba		
Recipiente		
Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms}		
Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda}		
Peso del recipiente, M_c		
Peso del agua, M_w		
Peso del suelo seco en horno, M_s		
Humedad o contenido de agua, w		
Promedio de humedad		

OBSERVACIONES : CALICATA #1
PROFUNDIDAD: 0.80m - 1.50m



NESTOR PEREZ DAVILA
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO



ING. HUGO E. GARCIA CALVO
Reg. CIP N° 179214
INGENIERO CIVIL

REGISTRO		CV-OFT-CAL-ITR-016
CONTROL DE CALIDAD		
LÍMITES DE ATTERBERG		REVISION: 01
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90		
SERVICIO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	COD. MUESTRA: C - 2
SOLICITANTE:	MILTON CALERO	FECHA: 20/09/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	LOS ALISOS OQUENDO	TIPO DE MUESTRA: SUELO

LÍMITE LÍQUIDO				
Tarro (Recipiente)	Nº	-	-	-
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g	50.46	58.62	59.22
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	43.00	48.68	50.06
Peso de Agua	g	7.46	9.94	9.16
Peso del Tarro	g	20.20	17.60	19.51
Peso del Suelo Seco	g	22.80	31.08	30.55
Contenido de Humedad	%	32.7	32.0	30.0
Número de Golpes		7	10	27

LÍMITE PLÁSTICO				
Tarro (Recipiente)	Nº	-	-	-
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g	23.87	24.17	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	23.26	23.52	
Peso de Agua	g	0.61	0.65	
Peso del Tarro	g	20.20	20.38	
Peso del Suelo Seco	g	3.06	3.14	
Contenido de Humedad	%	19.93	20.70	

Número de Golpes, N


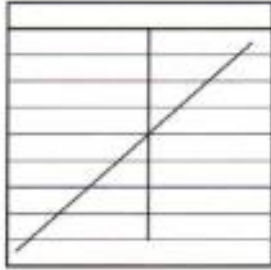
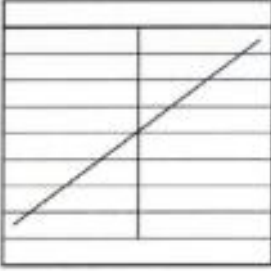
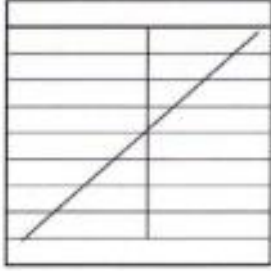
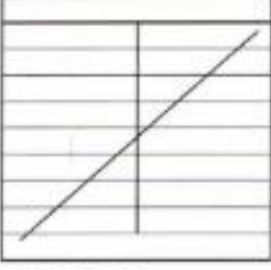
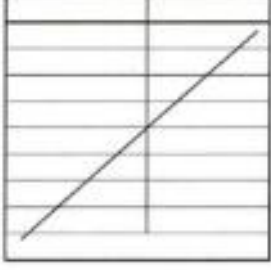


Ecuación de cálculo:
 $LL^n = W^n (N/25)^{0.121} = k * W^n$
 Donde:
 LLⁿ = Un punto de límite líquido, %
 N = Número de golpes
 Wⁿ = Contenido de humedad, %
 k = Factor para límite líquido

RESULTADOS OBTENIDOS		
LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO
LÍQUIDO	PLÁSTICO	
30.14	20.32	9.82

OBSERVACIONES: CALICATA #2 MUESTRA #1 PATRON
 PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m


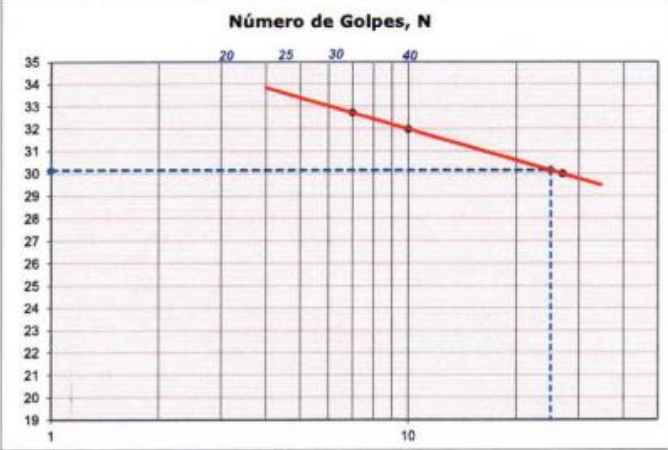


NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

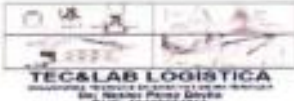
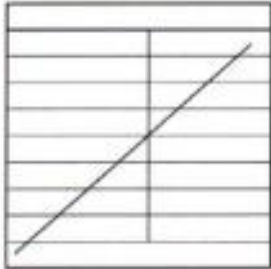
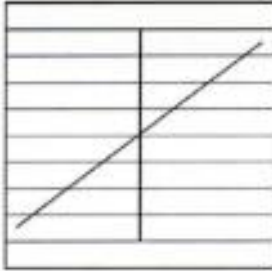
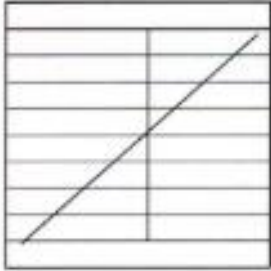
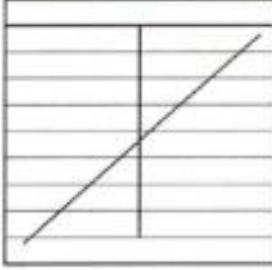
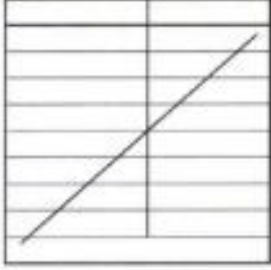


ING. HUGO E. GARCIA CALVO
 Reg. CIP Nº 179214
 INGENIERO CIVIL


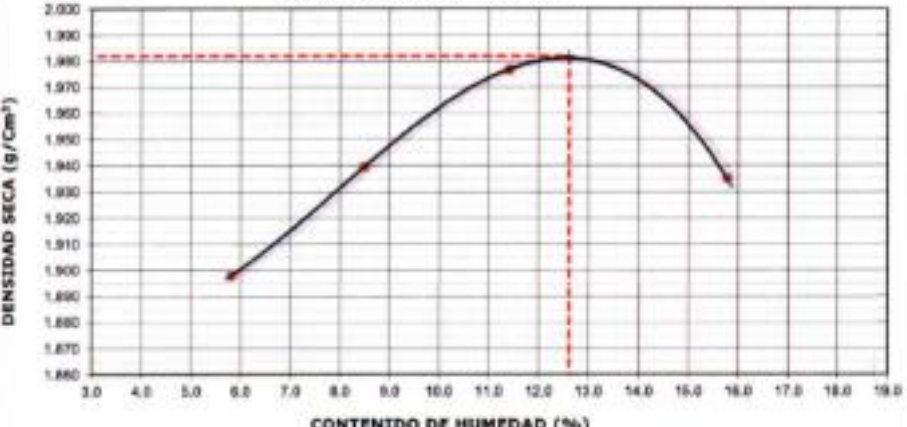


	REGISTRO	CV-OFT-CAL-ITR-014																																						
	CONTROL DE CALIDAD																																							
	HUMEDAD DE SUELO Y ROCAS EN EL LABORATORIO (ASTM D 2216)	REVISION: 01																																						
SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESJS	COD. MUESTRA: C - 2																																							
SOLICITANTE: MILTON CALERO	FECHA: 19/09/2021																																							
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS OQUENDO	TIPO DE MUESTRA: SUELO																																							
Condiciones de Secado: Horno Eléctrico digital con Termostato Temperatura de Secado: 110 °C Fórmula de Cálculo: $w = [(M_{cms} - M_{cda}) / (M_{cda} - M_c)] \times 100$		Clasificación de Suelos - ASTM D 2487 CL Descripción de material: ARCILLAS INORGÁNICAS DE MEDIANA PLASTICIDAD, ARCILLAS ARENO-LIMOSAS																																						
<table border="1"> <tr><th colspan="2">Condición de la muestra</th></tr> <tr><td>N° de Prueba</td><td>N°</td></tr> <tr><td>Recipiente</td><td>N°</td></tr> <tr><td>Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms}</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda}</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente, M_c</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del agua, M_w</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco en horno, M_s</td><td>g</td></tr> <tr><td>Humedad o contenido de agua, w</td><td>%</td></tr> <tr><td>Promedio de humedad</td><td>%</td></tr> </table>	Condición de la muestra		N° de Prueba	N°	Recipiente	N°	Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms}	g	Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda}	g	Peso del recipiente, M_c	g	Peso del agua, M_w	g	Peso del suelo seco en horno, M_s	g	Humedad o contenido de agua, w	%	Promedio de humedad	%	<table border="1"> <tr><th colspan="2">Humedad Global</th></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>-</td><td></td></tr> <tr><td>1024.0</td><td></td></tr> <tr><td>957.0</td><td></td></tr> <tr><td>0.0</td><td></td></tr> <tr><td>67.0</td><td></td></tr> <tr><td>957.0</td><td></td></tr> <tr><td>7.0</td><td></td></tr> </table>	Humedad Global		1	2	-		1024.0		957.0		0.0		67.0		957.0		7.0		
Condición de la muestra																																								
N° de Prueba	N°																																							
Recipiente	N°																																							
Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms}	g																																							
Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda}	g																																							
Peso del recipiente, M_c	g																																							
Peso del agua, M_w	g																																							
Peso del suelo seco en horno, M_s	g																																							
Humedad o contenido de agua, w	%																																							
Promedio de humedad	%																																							
Humedad Global																																								
1	2																																							
-																																								
1024.0																																								
957.0																																								
0.0																																								
67.0																																								
957.0																																								
7.0																																								
<table border="1"> <tr><th colspan="2">Condición de la muestra</th></tr> <tr><td>N° de Prueba</td><td>N°</td></tr> <tr><td>Recipiente</td><td>N°</td></tr> <tr><td>Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms}</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda}</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente, M_c</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del agua, M_w</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco en horno, M_s</td><td>g</td></tr> <tr><td>Humedad o contenido de agua, w</td><td>%</td></tr> <tr><td>Promedio de humedad</td><td>%</td></tr> </table>	Condición de la muestra		N° de Prueba	N°	Recipiente	N°	Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms}	g	Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda}	g	Peso del recipiente, M_c	g	Peso del agua, M_w	g	Peso del suelo seco en horno, M_s	g	Humedad o contenido de agua, w	%	Promedio de humedad	%																				
Condición de la muestra																																								
N° de Prueba	N°																																							
Recipiente	N°																																							
Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms}	g																																							
Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda}	g																																							
Peso del recipiente, M_c	g																																							
Peso del agua, M_w	g																																							
Peso del suelo seco en horno, M_s	g																																							
Humedad o contenido de agua, w	%																																							
Promedio de humedad	%																																							
<table border="1"> <tr><th colspan="2">Condición de la muestra</th></tr> <tr><td>N° de Prueba</td><td>N°</td></tr> <tr><td>Recipiente</td><td>N°</td></tr> <tr><td>Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms}</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda}</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente, M_c</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del agua, M_w</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco en horno, M_s</td><td>g</td></tr> <tr><td>Humedad o contenido de agua, w</td><td>%</td></tr> <tr><td>Promedio de humedad</td><td>%</td></tr> </table>	Condición de la muestra		N° de Prueba	N°	Recipiente	N°	Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms}	g	Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda}	g	Peso del recipiente, M_c	g	Peso del agua, M_w	g	Peso del suelo seco en horno, M_s	g	Humedad o contenido de agua, w	%	Promedio de humedad	%																				
Condición de la muestra																																								
N° de Prueba	N°																																							
Recipiente	N°																																							
Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms}	g																																							
Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda}	g																																							
Peso del recipiente, M_c	g																																							
Peso del agua, M_w	g																																							
Peso del suelo seco en horno, M_s	g																																							
Humedad o contenido de agua, w	%																																							
Promedio de humedad	%																																							
OBSERVACIONES : CALICATA #2 MUESTRA & PATRON PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m																																								
 NÉSTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASFALTO		 ING. HUGO Z. GARCIA CALVO Reg. CIP N° 178214 INGENIERO CIVIL																																						




Resultados de ensayos de laboratorio del pozo de exploración 03

REGISTRO		CV-OFT-CAL-ITR-013																																
CONTROL DE CALIDAD																																		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)		REVISION: 01																																
SERVICIO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	CALICATA/MUESTRA C-3																																
SOLICITANTE:	MILTON CALERO	FECHA: 19/09/2021																																
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	LOS ALISOS OQUENDO	REALIZADO POR: N. PEREZ																																
		TIPO DE MUESTRA: SUELO																																
Peso Total Inicial	1019.7 gr.	Peso de Bolonería:	0.0 gr.	EETT	PASA / NO PASA																													
Peso de la fracción fina	1019.7 gr.	Peso de Grava:	1.5 gr.	---	---																													
Peso de la fracción fina lavada	509.0 gr.	Peso de Arena+finos:	1018.2 gr.																															
Norma ASTM D 422	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		Norma ASTM D 2487	CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)																														
				CL																														
MALLA (pulg.)	MALLA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RETT Gradacion	ARCILLAS INORGÁNICAS DE MEDIANA PLASTICIDAD, ARCILLAS ARENO-LIMOSAS																											
5"	125.100																																	
4 "	101.600																																	
3 "	75.000																																	
2 1/2"	63.500																																	
2 "	50.800																																	
1 1/2 "	38.100																																	
1 "	25.400																																	
3/4"	19.000																																	
1/2"	12.500																																	
3/8"	9.500																																	
1/4"	6.350				100.00																													
Nº 004	4.750	1.5	0.15	0.15	99.85																													
Nº 010	2.000	12.5	1.22	1.37	98.63																													
Nº 020	0.840																																	
Nº 040	0.425	121.2	11.87	13.24	86.76																													
Nº 060	0.250																																	
Nº 100	0.150																																	
Nº 200	0.075	373.8	36.60	49.84	50.16																													
Fondo		512	50.16	100.00																														
		CLASIFICACIÓN (AASHTO)		Medio																														
		% BOLONERÍA	0.00	%GRAVA	0.15																													
		D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	Cu	Cc																												
		100.17	50.32	38.88	0.39	0.68																												
% GRAVA + BOLONERÍA	0.15	Gruesa	100.00	OBSERVACIONES: CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON																														
		Fina	-99.85	PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m																														
% ARENA	49.70	Gruesa	1.22																															
		Medio	11.87																															
% FINOS	50.16	Fina	36.60																															
<h3 style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA</h3> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Limo y Arcilla</td> <td colspan="2">Fina</td> <td colspan="2">Medio</td> <td colspan="2">Gruesa</td> <td colspan="2">Gruesa</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.075</td> <td>0.425</td> <td>2.00</td> <td>4.75</td> <td>19.0</td> <td>75.0</td> <td>125</td> <td>203</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Nº 200</td> <td>Nº 40</td> <td>Nº 10</td> <td>Nº 4</td> <td>3/8"</td> <td>3"</td> <td>5"</td> <td></td> </tr> </table>								Limo y Arcilla	Fina		Medio		Gruesa		Gruesa			0.075	0.425	2.00	4.75	19.0	75.0	125	203		Nº 200	Nº 40	Nº 10	Nº 4	3/8"	3"	5"	
Limo y Arcilla	Fina		Medio		Gruesa		Gruesa																											
	0.075	0.425	2.00	4.75	19.0	75.0	125	203																										
	Nº 200	Nº 40	Nº 10	Nº 4	3/8"	3"	5"																											
<p>NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASFALTO</p>				<p>ING. HUGO E. GARCIA CALVO REG. CIP Nº 179214 INGENIERO CIVIL</p>																														

		REGISTRO		CV-OFT-CAL-ITR-016																								
		CONTROL DE CALIDAD																										
		LÍMITES DE ATTERBERG		REVISION: 01																								
		MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90																										
SERVICIO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS			COD. MUESTRA: C - 3																								
SOLICITANTE:	MILTON CALERO			FECHA: 20/09/2021																								
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	LOS ALISOS OQUENDO			TIPO DE MUESTRA: SUELO																								
LÍMITE LÍQUIDO																												
Tarro (Recipiente)	Nº	-	-	-																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g	50.46	58.62	59.22																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	43.00	48.68	50.06																								
Peso de Agua	g	7.46	9.94	9.16																								
Peso del Tarro	g	20.20	17.60	19.51																								
Peso del Suelo Seco	g	22.80	31.08	30.55																								
Contenido de Humedad	%	32.7	32.0	30.0																								
Número de Golpes		7	10	27																								
LÍMITE PLÁSTICO																												
Tarro (Recipiente)	Nº	-	-																									
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g	23.87	24.17																									
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	23.26	23.52																									
Peso de Agua	g	0.61	0.65																									
Peso del Tarro	g	20.20	20.38																									
Peso del Suelo Seco	g	3.06	3.14																									
Contenido de Humedad	%	19.93	20.70																									
Número de Golpes, N																												
																												
OBSERVACIONES: CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m																												
 NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASFALTO																												
 ING. HUBO E. GARCIA CALVO Reg. CIP N° 179214 INGENIERO CIVIL																												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">EETT Tierra Armada</th> <th>ACEPTACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Limite Líquido:</td> <td>N/N</td> <td>N/N</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad:</td> <td>< 4</td> <td>PASA</td> </tr> </tbody> </table>		EETT Tierra Armada		ACEPTACIÓN	Limite Líquido:	N/N	N/N	Índice de Plasticidad:	< 4	PASA																
EETT Tierra Armada		ACEPTACIÓN																										
Limite Líquido:	N/N	N/N																										
Índice de Plasticidad:	< 4	PASA																										
Descripción del Material:																												
ARCILLAS INORGÁNICAS DE MEDIANA PLASTICIDAD, ARCILLAS ARENO-LIMOSAS																												
TEMPERATURA DE SECADO																												
Preparación de Muestra: EN SECO																												
Temperatura de Secado: 110°C																												
Agua Utilizada: AGUA POTABLE																												
Muestra retenida en N° 40: SI																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.973</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>					N	K	20	0.973	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
N	K																											
20	0.973																											
21	0.979																											
22	0.985																											
23	0.990																											
24	0.995																											
25	1.000																											
26	1.005																											
27	1.009																											
28	1.014																											
29	1.018																											
30	1.022																											
Ecuación de cálculo:																												
$LL^n = W^n (N/25)^{0.121} = k * W^n$																												
Donde:																												
LL ⁿ = Un punto de límite líquido, %																												
N = Número de golpes																												
W ⁿ = Contenido de humedad, %																												
k = Factor para límite líquido																												
RESULTADOS OBTENIDOS																												
LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO																										
LÍQUIDO	PLÁSTICO																											
30.14	20.32	9.82																										

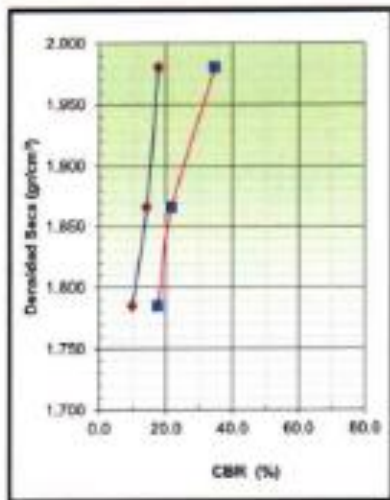
	REGISTRO	CV-OFT-CAL-ITR-014																
	CONTROL DE CALIDAD																	
	HUMEDAD DE SUELO Y ROCAS EN EL LABORATORIO (ASTM D 2216)	REVISION: 01																
SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	COD. MUESTRA: C - 3																	
SOLICITANTE: MILTON CALERO	FECHA: 19/09/2021																	
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS OQUENDO	TIPO DE MUESTRA: SUELO																	
Condiciones de Secado: Horno Eléctrico digital con Termostato Temperatura de Secado: 110 °C Fórmula de Cálculo: $w = [(M_{cms} - M_{cda}) / (M_{cda} - M_c)] \times 100$		Clasificación de Suelos - ASTM D 2487 CL Descripción de material: ARCILLAS INORGÁNICAS DE MEDIANA PLASTICIDAD, ARCILLAS ARENO-LIMOSAS																
Condición de la muestra N° de Prueba: N° Recipiente: N° Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms} : g Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda} : g Peso del recipiente, M_c : g Peso del agua, M_w : g Peso del suelo seco en horno, M_s : g Humedad o contenido de agua, w: % Promedio de humedad : %	Humedad Global <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1042.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>965.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>77.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>965.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8.0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	1	2	-		1042.0		965.0		0.0		77.0		965.0		8.0		
1	2																	
-																		
1042.0																		
965.0																		
0.0																		
77.0																		
965.0																		
8.0																		
Condición de la muestra N° de Prueba: N° Recipiente: N° Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms} : g Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda} : g Peso del recipiente, M_c : g Peso del agua, M_w : g Peso del suelo seco en horno, M_s : g Humedad o contenido de agua, w: % Promedio de humedad : %																		
Condición de la muestra N° de Prueba: N° Recipiente: N° Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms} : g Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda} : g Peso del recipiente, M_c : g Peso del agua, M_w : g Peso del suelo seco en horno, M_s : g Humedad o contenido de agua, w: % Promedio de humedad : %																		
OBSERVACIONES: CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m																		
 NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASFALTO		 ING. HUGO E. GARCIA CALVO Reg. CIP N° 179214 INGENIERO CIVIL																

		REGISTRO			CV-OFT-CAL-ITR-020		
		CONTROL DE LA CALIDAD			REVISIÓN: 01		
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D1557)							
SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS			COD. MUESTRA: C - 3				
SOLICITANTE: MILTON CALERO			FECHA: 20/09/2021				
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS OQUENDO			TIPO DE MUESTRA: SUELO				
Preparación de la Muestra:		Equipo de Compactación:		Pisón:		N° de Capas: 5	
Clasificación del suelo ASTM D2487:		Volumen del Molde:		2136		N° de Golpes: 56	
CL		Peso de Molde:		6723		Método Usado: °C°	
Peso Específico (ASTM C127):		2.689 g/cm ³					
Determinación (Puntos)	N°	1	2	3	4		
Peso de Suelo + Molde	g	11013	11218	11427	11508		
Peso de Molde	g	6723	6723	6723	6723		
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g	4290	4495	4704	4785		
Volumen del Molde	cm ³	2136	2136	2136	2136		
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.008	2.104	2.202	2.240		
Tara (Recipiente)	N°						
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g	544.1	567.0	685.8	891.4		
Peso del Suelo Seco + Tara	g	514.2	522.6	615.6	770.0		
Peso de Tara (Recipiente)	g	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de Agua	g	29.9	44.4	70.2	121.4		
Peso del Suelo Seco	g	514.2	522.6	615.6	770.0		
Contenido de Agua	%	5.8	8.5	11.4	15.8		
Peso Volumétrico Seco	g/cm ³	1.898	1.940	1.977	1.935		
<p align="center">CURVA DE COMPACTACIÓN</p> 						DATOS OBTENIDOS	
						DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	1.982
						HUMEDAD ÓPTIMA %	12.6
						CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	---
						HUMEDAD ÓPTIMA %	---
						DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
						Material > N° 4 :	0.1
						Material Fino < N° 4:	99.9
OBSERVACIONES: CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRÓN PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m							
 NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASFALTO				 ING. HUGO E. GARCIA CALVO Reg. CIP N° 179214 INGENIERO CIVIL			

		REGISTRO				CV-OFT-CAL-ITR-022							
		CONTROL DE CALIDAD				REVISION: 01							
		RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR				PAGINA 1 de 2							
		(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)											
SERVICIO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS					COD. MUESTRA:	C-3						
SOLICITANTE:	MILTON CALERO					FECHA:	23/09/2021						
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	LOS ALISOS OQUENDO					TIPO DE MUESTRA:	SUELO						
COMPACTACION													
Molde Nº	9			7			8						
Capas Nº	5			5			5						
Golpes por capa Nº	56			25			10						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO					
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13001.00	13108.00		12628.00	12706.00		12339.00	12430.00					
Peso de molde (g)	8251.00	8251.00		8150.00	8150.00		8089.00	8089.00					
Peso del suelo húmedo (g)	4750.00	4855.00		4478.00	4556.00		4250.00	4341.00					
Volumen del molde (cm ³)	2131.00	2131.00		2133.00	2133.00		2119.00	2119.00					
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.229	2.278		2.099	2.136		2.066	2.049					
Tara (Nº)	-	-		-	-		-	-					
Peso suelo húmedo + tara (g)	658.60	1279.40		870.40	921.30		1026.10	649.70					
Peso suelo seco + tara (g)	596.70	1120.00		784.30	807.70		935.50	744.30					
Peso de tara (g)	103.80	0.00		96.20	0.00		202.90	0.00					
Peso de agua (g)	61.90	159.40		86.10	113.60		90.60	105.40					
Peso de suelo seco (g)	492.90	1120.00		688.10	807.70		732.60	744.30					
Contenido de humedad (%)	12.56	14.23		12.51	14.08		12.37	14.16					
Densidad seca (g/cm ³)	1.980	1.984		1.866	1.873		1.785	1.794					
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
20/08/2021	09:40	0	0.000	0.600	0.5	0.000	2.800	2.3	0.000	1.100	1.0		
21/08/2021	09:46	24	0.000	1.700	1.5	0.000	4.400	3.8	0.000	1.400	1.2		
22/08/2021	09:52	48	0.000	2.400	2.1	0.000	4.700	4.1	0.000	1.600	1.4		
23/08/2021	09:58	72	0.000	2.800	2.4	0.000	4.700	4.1	0.000	1.700	1.5		
PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº				MOLDE Nº				MOLDE Nº			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		64	64.0			44	44.0			30	30.0		
1.270		198	198.0			181	181.0			46	46.0		
1.905		324	324.0			201	201.0			163	163.0		
2.540	70.5	558	558.0	256.7	17.7	340	340.0	205.8	14.2	284	284.0	143.2	9.9
3.175		718	718.0			488	488.0			311	311.0		
5.080	105.7	995	995.0	753.9	34.6	586	586.0	472.7	21.7	484	484.0	383.2	17.6
6.350		1174	1174.0			604	604.0			531	531.0		
7.620		1380	1380.0			777	777.0			658	658.0		
10.160		1595	1595.0			836	836.0			781	781.0		
12.700													
 NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASfalto										 ING. HUGO E. GARCIA CALVO Ing. CIP Nº 179214 INGENIERO CIVIL			

	REGISTRO	CV-OFT-CAL-ITR-022
	CONTROL DE CALIDAD	REVISION: 01
	RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	PAGINA 2 de 2

SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	COD. MUESTRA: C-3
SOLICITANTE: MILTON CALERO	FECHA: 26/09/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS OQUENDO	TIPO DE MUESTRA: SUELO



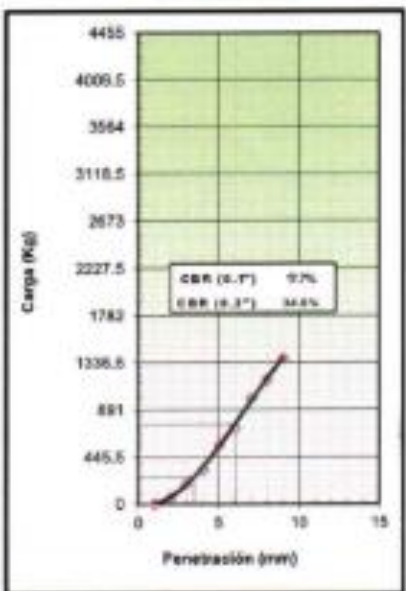
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.980
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.6
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.881

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	18.2	0.3"	38.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	14.8	0.3"	23.2

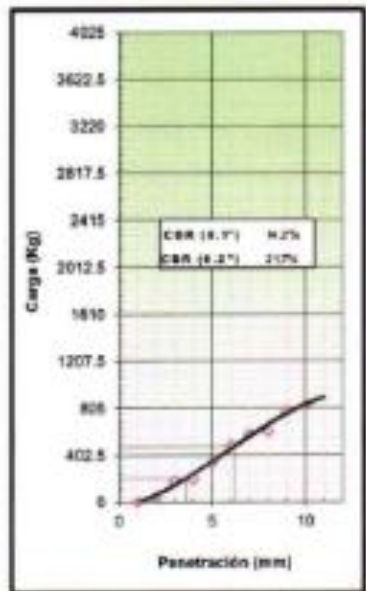
RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **18.2** (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **14.8** (%)

OBSERVACIONES:
 - CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON
 PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m

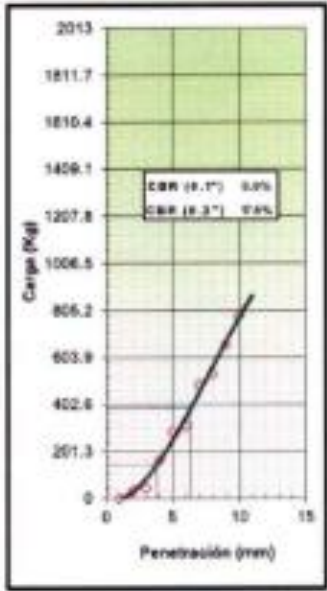
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES


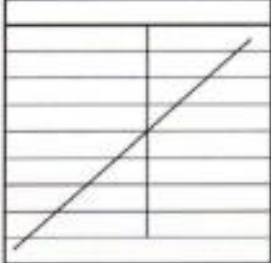
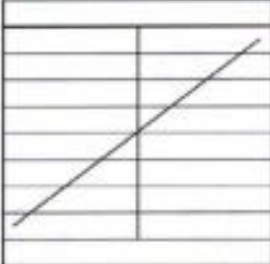
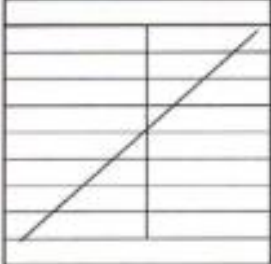
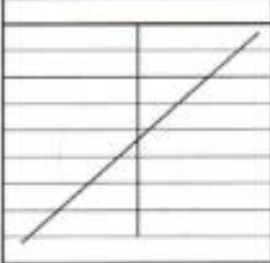
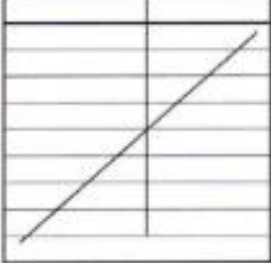






 NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASENTO

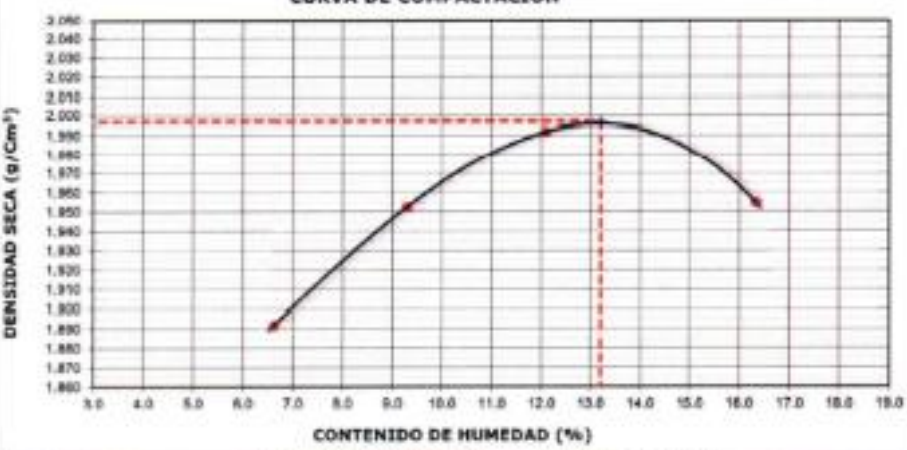

 ING. HUGO E. GARCIA CALVO
 Reg. CIP N° 179214
 INGENIERO CIVIL

Resultados de ensayos de laboratorio del pozo de exploración 03+04% de ceniza de bagazo de caña de azúcar


REGISTRO		CV-OFT-CAL-ITR-013																															
CONTROL DE CALIDAD																																	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)																																	
SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS		CALICATA/MUESTRA: C-3																															
SOLICITANTE: MILTON CALERO		FECHA: 22/09/2021																															
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS OQUENDO		REALIZADO POR: N. PEREZ																															
TIPO DE MUESTRA: SUELO		RETT: PASA / NO PASA																															
Peso Total Inicial	1059.9 gr.	Peso de Bolsonería:	0.0 gr.																														
Peso de la fracción fina	1059.9 gr.	Peso de Grava:	11.7 gr.																														
Peso de la fracción fina lavada	509.0 gr.	Peso de Arena-Finos:	1048.2 gr.																														
Norma ASTM D 422		Norma ASTM D 2487																															
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO																																	
CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)			CL																														
ARCILLAS INORGÁNICAS DE MEDIANA PLASTICIDAD, ARCILLAS ARENO-LIMOSAS																																	
Norma AASHTO M-148																																	
CLASIFICACIÓN (AASHTO)			A-4																														
Medio																																	
% BOLONERÍA	0.00	%GRAVA	1.10																														
D ₁₀ (mm)			D ₃₀ (mm)																														
100.16	88.27	87.83	8.37																														
Cu			Cc																														
100.00			0.67																														
OBSERVACIONES: CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON + 4% CBA PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">% GRAVA + BOLONERÍA</th> <th colspan="2">Grava</th> <th colspan="2">Fina</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">1.10</td> <td colspan="2">0.00</td> <td colspan="2">1.10</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Grava</td> <td colspan="2">2.08</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Medio</td> <td colspan="2">11.39</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Fina</td> <td colspan="2">35.30</td> </tr> </tbody> </table>				% GRAVA + BOLONERÍA		Grava		Fina		1.10		0.00		1.10				Grava		2.08				Medio		11.39				Fina		35.30	
% GRAVA + BOLONERÍA		Grava		Fina																													
1.10		0.00		1.10																													
		Grava		2.08																													
		Medio		11.39																													
		Fina		35.30																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">% ARENA</th> <th colspan="2">Medio</th> <th colspan="2">Fina</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">48.77</td> <td colspan="2">11.39</td> <td colspan="2">35.30</td> </tr> </tbody> </table>				% ARENA		Medio		Fina		48.77		11.39		35.30																			
% ARENA		Medio		Fina																													
48.77		11.39		35.30																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">% FINOS</th> <th colspan="2">Medio</th> <th colspan="2">Fina</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">50.13</td> <td colspan="2">11.39</td> <td colspan="2">35.30</td> </tr> </tbody> </table>				% FINOS		Medio		Fina		50.13		11.39		35.30																			
% FINOS		Medio		Fina																													
50.13		11.39		35.30																													
<p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Limo y Arcilla</th> <th>Fino</th> <th>Medio</th> <th>Grava</th> <th>Fino</th> <th>Grava</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.075</td> <td>0.425</td> <td>2.00</td> <td>4.75</td> <td>14.9</td> <td>75.0</td> </tr> <tr> <td>Nº 200</td> <td>Nº 40</td> <td>Nº 10</td> <td>Nº 4</td> <td>Nº 10</td> <td>Nº 20</td> </tr> </tbody> </table>				Limo y Arcilla	Fino	Medio	Grava	Fino	Grava	0.075	0.425	2.00	4.75	14.9	75.0	Nº 200	Nº 40	Nº 10	Nº 4	Nº 10	Nº 20												
Limo y Arcilla	Fino	Medio	Grava	Fino	Grava																												
0.075	0.425	2.00	4.75	14.9	75.0																												
Nº 200	Nº 40	Nº 10	Nº 4	Nº 10	Nº 20																												
<p>NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO-ASfalto</p>		<p>ING. HUGO GARCIA CALVO Reg. CIP Nº 178214 INGENIERO CIVIL</p>																															


		REGISTRO																	
		CONTROL DE CALIDAD																	
		HUMEDAD DE SUELO Y ROCAS EN EL LABORATORIO (ASTM D 2216)																	
		CV-OFT-CAL-ITR-014																	
		REVISION: 01																	
SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS		COD. MUESTRA: C - 3																	
SOLICITANTE: MILTON CALERO		FECHA: 22/09/2021																	
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS OQUENDO		TIPO DE MUESTRA: SUELO																	
Condiciones de Secado: Horno Eléctrico digital con Termostato Temperatura de Secado: 110 °C Fórmula de Cálculo: $w = [(M_{cms} - M_{cda}) / (M_{cda} - M_c)] \times 100$		Clasificación de Suelos - ASTM D 2487 CL Descripción de material: ARCILLAS INORGÁNICAS DE MEDIANA PLASTICIDAD, ARCILLAS ARENO-LIMOSAS																	
Condición de la muestra N° de Prueba N° Recipiente N° Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cmh} g Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda} g Peso del recipiente, M_c g Peso del agua, M_w g Peso del suelo seco en horno, M_s g Humedad o contenido de agua, w % Promedio de humedad %	Humedad Global <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>-</td><td></td></tr> <tr><td>1084.0</td><td></td></tr> <tr><td>987.0</td><td></td></tr> <tr><td>0.0</td><td></td></tr> <tr><td>97.0</td><td></td></tr> <tr><td>987.0</td><td></td></tr> <tr><td>9.8</td><td></td></tr> </table>	1	2	-		1084.0		987.0		0.0		97.0		987.0		9.8			
1	2																		
-																			
1084.0																			
987.0																			
0.0																			
97.0																			
987.0																			
9.8																			
Condición de la muestra N° de Prueba N° Recipiente N° Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cmh} g Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda} g Peso del recipiente, M_c g Peso del agua, M_w g Peso del suelo seco en horno, M_s g Humedad o contenido de agua, w % Promedio de humedad %																			
Condición de la muestra N° de Prueba N° Recipiente N° Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cmh} g Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cda} g Peso del recipiente, M_c g Peso del agua, M_w g Peso del suelo seco en horno, M_s g Humedad o contenido de agua, w % Promedio de humedad %																			
OBSERVACIONES: CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON + 4% CBA PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m																			
 NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASFALTO		 ING. HUGO GARCIA CALVO Ing. CIP N° 170214 INGENIERO CIVIL																	




		REGISTRO			CV-OFT-CAL-ITR-020
		CONTROL DE LA CALIDAD			
		COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D1557)			REVISIÓN: 01
SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS			COD. MUESTRA: C - 3		
SOLICITANTE: MILTON CALERO			FECHA: 23/09/2021		
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS OQUENDO			TIPO DE MUESTRA: SUELO		
Preparación de la Muestra:		Equipo de Compactación:	Pisón	Nº de Capas:	5
Clasificación del suelo ASTM D2487 :		Volumen del Molde:	2136	Nº de Golpes:	56
CL		Peso de Molde:	6723	Método Usado :	"C"
Peso Específico (ASTM C127):					
2.689 g/cm ³					
Determinación (Puntos)	Nº	1	2	3	4
Peso de Suelo + Molde	g	11031	11201	11492	11580
Peso de Molde	g	6723	6723	6723	6723
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g	4308	4558	4769	4857
Volumen del Molde	cm ³	2136	2136	2136	2136
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.017	2.134	2.233	2.274
Tara (Recipiente)	Nº				
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g	546.1	569.0	687.8	893.4
Peso del Suelo Seco + Tara	g	512.2	520.6	613.6	768.0
Peso de Tara (Recipiente)	g	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Agua	g	33.9	48.4	74.2	125.4
Peso del Suelo Seco	g	512.2	520.6	613.6	768.0
Contenido de Agua	%	6.6	9.3	12.1	16.3
Peso Volumétrico Seco	g/cm ³	1.892	1.952	1.992	1.955


CURVA DE COMPACTACIÓN		DATOS OBTENIDOS	
	DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	1.997	
	HUMEDAD ÓPTIMA %	13.2	
	CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	---	
	HUMEDAD ÓPTIMA %	---	
DATOS DE LA GRANULOMETRÍA			
Material + Nº 4:		1.1	
Material Fino + Nº 4:		98.9	

OBSERVACIONES: CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON + 4% CBA
 PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m


NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS CONCRETO ASPHALTO


ING. HUGO E. GARCIA CALVO
 REG. CIP Nº 179214
 INGENIERO CIVIL

		REGISTRO				CV-OFT-CAL-ITR-022							
		CONTROL DE CALIDAD				REVISION: 01							
		RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)				PAGINA 1 de 2							
SERVICIO:		ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS				COD. MUESTRA: C-3							
SOLICITANTE:		MILTON CALERO				FECHA: 26/09/2021							
UBICACIÓN / PROGRESIVA:		LOS ALISOS OQUENDO				TIPO DE MUESTRA: SUELO							
COMPACTACION													
Molde Nº	9		7		8								
Capas Nº	5		5		5								
Golpes por capa Nº	56		25		10								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13031.00	13148.00	12728.00	12836.00	12339.00	12440.00							
Peso de molde (g)	8251.00	8251.00	8150.00	8150.00	8089.00	8089.00							
Peso del suelo húmedo (g)	4780.00	4897.00	4576.00	4686.00	4250.00	4351.00							
Volumen del molde (cm ³)	2131.00	2131.00	2133.00	2133.00	2119.00	2119.00							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.243	2.298	2.145	2.197	2.006	2.053							
Tara (Nº)	-	-	-	-	-	-							
Peso suelo húmedo + tara (g)	680.80	1281.40	850.40	931.30	1037.50	652.70							
Peso suelo seco + tara (g)	595.90	1110.00	788.90	806.70	940.50	740.10							
Peso de tara (g)	103.80	0.00	98.20	0.00	202.90	0.00							
Peso de agua (g)	64.90	171.40	91.50	124.60	97.00	112.60							
Peso de suelo seco (g)	492.10	1110.00	692.70	806.70	737.60	740.10							
Contenido de humedad (%)	13.19	15.44	13.21	15.45	13.15	15.21							
Densidad seca (g/cm ³)	1.982	1.991	1.895	1.903	1.773	1.782							
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
23/09/2021	09:40	0	0.000	0.600	0.5	0.000	2.600	2.3	0.000	1.100	1.0		
24/09/2021	09:46	24	0.000	1.700	1.5	0.000	4.400	3.8	0.000	1.400	1.2		
25/09/2021	09:52	48	0.000	2.400	2.1	0.000	4.700	4.1	0.000	1.600	1.4		
26/09/2021	00:58	72	0.000	2.800	2.4	0.000	4.700	4.1	0.000	1.700	1.5		
PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº				MOLDE Nº				MOLDE Nº			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		84	84.0			64	64.0			50	50.0		
1.270		218	218.0			201	201.0			66	66.0		
1.905		344	344.0			221	221.0			183	183.0		
2.540	70.5	578	578.0	271.6	18.7	360	360.0	220.6	15.2	304	304.0	151.9	10.5
3.810		738	738.0			508	508.0			331	331.0		
5.080	105.7	1015	1015.0	764.7	35.1	606	606.0	486.2	22.3	504	504.0	386.4	17.7
6.350		1194	1194.0			624	624.0			551	551.0		
7.620		1400	1400.0			797	797.0			678	678.0		
10.160		1615	1615.0			856	856.0			801	801.0		
12.700													
 NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASEFALTO				 ING. HUGO GARCIA CALVO Reg. CIP Nº 179214 INGENIERO CIVIL									

		REGISTRO	CV-OFT-CAL-ITR-022
		CONTROL DE CALIDAD	
		RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	REVISIÓN: 01
			PAGINA 2 de 2
SERVICIO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	COD. MUESTRA:	C-3
SOLICITANTE:	MILTON CALERO	FECHA:	26/09/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	LOS ALISOS OQUENDO	TIPO DE MUESTRA:	SUELO

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.982
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.2
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.883

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	18.7	0.2"	18.22.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	14.7	0.2"	1655.3

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 18.7 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 14.7 (%)

OBSERVACIONES:
 - CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON + 4% CBA
 PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES


EC = 12 GOLPES

NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASENTO

ING. HUGO GARCIA CALVO
 Reg. CIP N° 179214
 INGENIERO CIVIL


Resultados de ensayos de laboratorio del pozo de exploración 03+06% de ceniza de bagazo de caña de azúcar

REGISTRO		CV-OPT-CAL-STR-013																																																																																																																																													
CONTROL DE CALIDAD		REVISOR: 01																																																																																																																																													
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMEZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)																																																																																																																																															
SERVICIO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	CALCATA/MUESTRA:	C-1																																																																																																																																												
SOLICITANTE:	MILTON CALERO	FECHA:	25/09/2021																																																																																																																																												
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	LOS ALISOS OQUEUDO	REALIZADO POR:	N. PEREZ																																																																																																																																												
Peso Total Inicial: 1064.9 g		Peso de Solonchía: 0.0 g																																																																																																																																													
Peso de la fracción fina: 1064.9 g		Peso de Grava: 16.3 g																																																																																																																																													
Peso de la fracción Fin Grava: 503.0 g		Peso de Arena+Fino: 1048.6 g																																																																																																																																													
Norma ASTM D 422		Norma ASTM D 2487																																																																																																																																													
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		CLASIFICACIÓN [S.M.C.S.]																																																																																																																																													
		CL																																																																																																																																													
		ARCILLAS INORGÁNICAS DE MEDIANA PLASTICIDAD, ARCILLAS ARENO-LIMOSAS																																																																																																																																													
		Norma AASHTO M-145																																																																																																																																													
		CLASIFICACIÓN [AASHTO]																																																																																																																																													
		A-6																																																																																																																																													
		Medio																																																																																																																																													
		% SOLONCHÍA: 0.00 % GRAVA: 1.53																																																																																																																																													
		D ₁₀ (mm) D ₃₀ (mm) D ₆₀ (mm) C _u C _c																																																																																																																																													
		100.15 80.26 36.74 0.37 0.69																																																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MAILLA (µm)</th> <th>MAILLA (mm)</th> <th>PESO RETENIDO (g)</th> <th>% RETENIDO</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> <th>SETT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4"</td><td>101.600</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>75.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>63.500</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.500</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.500</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td></td><td></td><td></td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 100</td><td>4.750</td><td>16.3</td><td>1.53</td><td>1.53</td><td>98.47</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 200</td><td>2.000</td><td>27.7</td><td>2.56</td><td>4.09</td><td>97.44</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 400</td><td>0.840</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº 200</td><td>2.000</td><td>121.7</td><td>11.36</td><td>15.35</td><td>84.65</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 400</td><td>0.840</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº 100</td><td>0.840</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº 200</td><td>0.075</td><td>173.5</td><td>16.34</td><td>31.69</td><td>68.31</td><td></td></tr> <tr><td>Fino</td><td></td><td>542</td><td>50.12</td><td>100.00</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		MAILLA (µm)	MAILLA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	SETT	2"	50.800						4"	101.600						2"	75.000						2 1/2"	63.500						2"	50.800						1 1/2"	38.100						1"	25.400						3/4"	19.000						1/2"	12.500						3/8"	9.500						1/4"	6.350				100.00		Nº 100	4.750	16.3	1.53	1.53	98.47		Nº 200	2.000	27.7	2.56	4.09	97.44		Nº 400	0.840						Nº 200	2.000	121.7	11.36	15.35	84.65		Nº 400	0.840						Nº 100	0.840						Nº 200	0.075	173.5	16.34	31.69	68.31		Fino		542	50.12	100.00				
MAILLA (µm)	MAILLA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	SETT																																																																																																																																									
2"	50.800																																																																																																																																														
4"	101.600																																																																																																																																														
2"	75.000																																																																																																																																														
2 1/2"	63.500																																																																																																																																														
2"	50.800																																																																																																																																														
1 1/2"	38.100																																																																																																																																														
1"	25.400																																																																																																																																														
3/4"	19.000																																																																																																																																														
1/2"	12.500																																																																																																																																														
3/8"	9.500																																																																																																																																														
1/4"	6.350				100.00																																																																																																																																										
Nº 100	4.750	16.3	1.53	1.53	98.47																																																																																																																																										
Nº 200	2.000	27.7	2.56	4.09	97.44																																																																																																																																										
Nº 400	0.840																																																																																																																																														
Nº 200	2.000	121.7	11.36	15.35	84.65																																																																																																																																										
Nº 400	0.840																																																																																																																																														
Nº 100	0.840																																																																																																																																														
Nº 200	0.075	173.5	16.34	31.69	68.31																																																																																																																																										
Fino		542	50.12	100.00																																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>% GRAVA + SOLONCHÍA</th> <th>1.53</th> <th>Gruasa</th> <th>0.00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <th>Fina</th> <th>1.53</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <th>Gruasa</th> <th>2.56</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <th>Fina</th> <th>11.36</th> </tr> <tr> <td>% ARENA</td> <td>48.35</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <th>Fino</th> <th>24.50</th> </tr> <tr> <td>% FINOS</td> <td>50.12</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		% GRAVA + SOLONCHÍA	1.53	Gruasa	0.00			Fina	1.53			Gruasa	2.56			Fina	11.36	% ARENA	48.35					Fino	24.50	% FINOS	50.12			OBSERVACIONES: CALCATA #3 MUESTRA #1 PATROM + 6% CBA PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m																																																																																																																	
% GRAVA + SOLONCHÍA	1.53	Gruasa	0.00																																																																																																																																												
		Fina	1.53																																																																																																																																												
		Gruasa	2.56																																																																																																																																												
		Fina	11.36																																																																																																																																												
% ARENA	48.35																																																																																																																																														
		Fino	24.50																																																																																																																																												
% FINOS	50.12																																																																																																																																														
<div style="text-align: center;"> <h3>CURVA GRANULOMÉTRICA</h3> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Línea y Arilla</th> <th>Fino</th> <th>Arena</th> <th>Grava</th> <th>Fino</th> <th>Grava</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>4.75 Nº 100</td> <td>0.075 Nº 200</td> <td>2.00 Nº 10</td> <td>4.75 Nº 4</td> <td>19.0 3/4"</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>75.0 3"</td> <td>101.6 4"</td> </tr> </tbody> </table> </div>				Línea y Arilla	Fino	Arena	Grava	Fino	Grava		4.75 Nº 100	0.075 Nº 200	2.00 Nº 10	4.75 Nº 4	19.0 3/4"					75.0 3"	101.6 4"																																																																																																																										
Línea y Arilla	Fino	Arena	Grava	Fino	Grava																																																																																																																																										
	4.75 Nº 100	0.075 Nº 200	2.00 Nº 10	4.75 Nº 4	19.0 3/4"																																																																																																																																										
				75.0 3"	101.6 4"																																																																																																																																										
<p>NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASFALTO</p>		<p>ING. HUGO E. GARCIA CALVO Reg. CIP Nº 179214 INGENIERO CIVIL</p>																																																																																																																																													

 <p>YECALAB LOGISTICA SOLUCIONES LOGISTICAS Y DE ALMACENAMIENTO CALLE BOQUERON, PUNTO BOQUERON BOQUERON, GUATEMALA</p>	REGISTRO	CV-OFT-CAL-ITR-016
	CONTROL DE CALIDAD	
	LÍMITES DE ATTERBERG HTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
		REVISION: 01
SERVICIO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	COD. MUESTRA: C - 3
SOLICITANTE:	MILTON CALERO	FECHA: 26/09/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	LOS ALISOS OQUENDO	TIPO DE MUESTRA: SUELO

LÍMITE LÍQUIDO				
Tarro (Recipiente)	Nº	-	-	-
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g	50.44	58.64	59.20
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	43.00	48.68	50.06
Peso de Agua	g	7.44	9.96	9.14
Peso del Tarro	g	20.20	17.60	19.51
Peso del Suelo Seco	g	22.80	31.08	30.55
Contenido de Humedad	%	32.6	32.0	29.9
Número de Golpes		7	10	27

LÍMITE PLÁSTICO				
Tarro (Recipiente)	Nº	-	-	-
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g	23.89	24.15	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	23.26	23.52	
Peso de Agua	g	0.63	0.63	
Peso del Tarro	g	20.20	20.38	
Peso del Suelo Seco	g	3.06	3.14	
Contenido de Humedad	%	20.59	20.06	




N	K
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

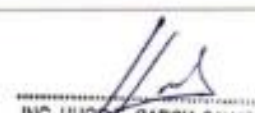
Ecuación de cálculo:
 $LL^* = W^* (N/25)^{0.75} = k + W^*$
Donde:
LL* = Un punto de límite líquido, %
N = Número de golpes
W* = Contenido de humedad, %
k = Factor para límite líquido

RESULTADOS OBTENIDOS		
LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO
LÍQUIDO	PLÁSTICO	
30.10	20.33	9.77

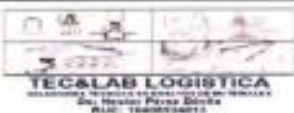
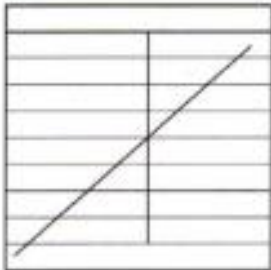
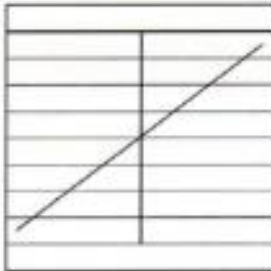
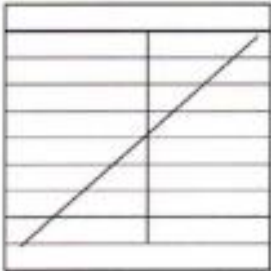
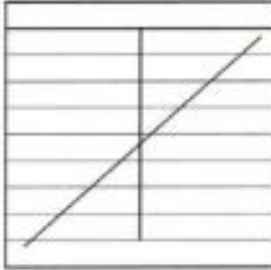
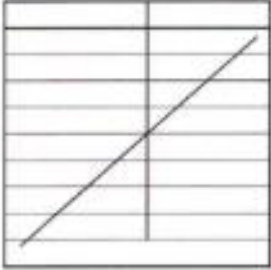


OBSERVACIONES: CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON + 6% CBA
PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m


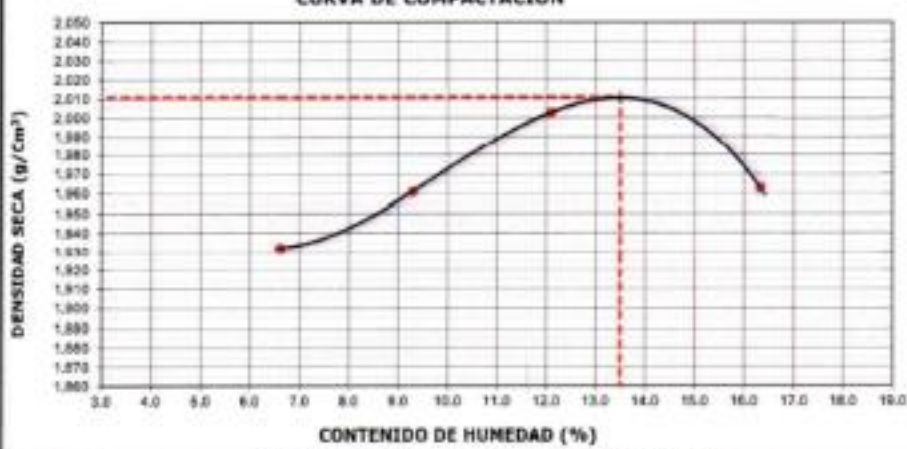


NESTOR PEREZ DAVILA
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO








ING. HUGO GARCIA CALVO
REG. CIP Nº 179214
INGENIERO CIVIL


 <p>TEC&LAB LOGISTICA SOLUCIONES INTEGRADAS EN LOGISTICA CALLE: TUMBACAYO</p>	REGISTRO	CV-OFT-CAL-ITR-014																
	CONTROL DE CALIDAD																	
	HUMEDAD DE SUELO Y ROCAS EN EL LABORATORIO (ASTM D 2216)	REVISION: 01																
SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	COD. MUESTRA: C - 3																	
SOLICITANTE: MILTON CALERO	FECHA: 25/09/2021																	
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS OQUENDO	TIPO DE MUESTRA: SUELO																	
Condiciones de Secado: Horno Eléctrico digital con Termostato Temperatura de Secado: 110 °C Fórmula de Cálculo: $w = [(M_{cms} - M_{cds}) / (M_{cds} - M_c)] \times 100$		Clasificación de Suelos - ASTM D 2487 CL Descripción de material: ARCILLAS INORGÁNICAS DE MEDIANA PLASTICIDAD, ARCILLAS ARENO-LIMOSAS																
Condición de la muestra N° de Prueba N° Recipiente N° Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms} g Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cds} g Peso del recipiente, M_c g Peso del agua, M_w g Peso del suelo seco en horno, M_s g Humedad o contenido de agua, w % Promedio de humedad %	Humedad Global <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width:50%;">1</td><td style="width:50%;">2</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1080.0</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">995.0</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0.0</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">85.0</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">995.0</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8.5</td><td></td></tr> </table>	1	2	-		1080.0		995.0		0.0		85.0		995.0		8.5		
1	2																	
-																		
1080.0																		
995.0																		
0.0																		
85.0																		
995.0																		
8.5																		
Condición de la muestra N° de Prueba N° Recipiente N° Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms} g Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cds} g Peso del recipiente, M_c g Peso del agua, M_w g Peso del suelo seco en horno, M_s g Humedad o contenido de agua, w % Promedio de humedad %																		
Condición de la muestra N° de Prueba N° Recipiente N° Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cms} g Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cds} g Peso del recipiente, M_c g Peso del agua, M_w g Peso del suelo seco en horno, M_s g Humedad o contenido de agua, w % Promedio de humedad %																		
OBSERVACIONES: CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON + 6% CBA PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m																		
 NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASFALTO		 ING. HUGO E. GARCIA CALVO Reg. CIP N° 179214 INGENIERO CIVIL																

		REGISTRO			CV-OFT-CAL-ITR-020	
		CONTROL DE LA CALIDAD			REVISION: 01	
		COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D1557)				
SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS			COD. MUESTRA: C-3			
SOLICITANTE: MILTON CALERO			FECHA: 26/09/2021			
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS OQUENDO			TIPO DE MUESTRA: SUELO			
Preparación de la Muestra:		Equipo de Compactación:		Pisón		N° de Capas: 5
Clasificación del suelo ASTM D2487 :		Volumen del Molde:		2136		N° de Golpes: 56
CL		Peso de Molde:		6723		Método Usado : *C*
Peso Específico (ASTM C127):		2.689 g/cm ³				
Determinación (Puntos)	N°	1	2	3	4	
Peso de Suelo + Molde	g	11123	11301	11518	11600	
Peso de Molde	g	6723	6723	6723	6723	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g	4400	4578	4795	4877	
Volumen del Molde	cm ³	2136	2136	2136	2136	
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.060	2.143	2.245	2.283	
Tara (Recipiente)	N°					
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g	546.1	569.0	687.8	893.4	
Peso del Suelo Seco + Tara	g	512.2	520.6	613.6	768.0	
Peso de Tara (Recipiente)	g	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de Agua	g	33.9	48.4	74.2	125.4	
Peso del Suelo Seco	g	512.2	520.6	613.6	768.0	
Contenido de Agua	%	6.6	9.3	12.1	16.3	
Peso Volumétrico Seco	g/cm ³	1.932	1.961	2.003	1.963	
CURVA DE COMPACTACIÓN						DATOS OBTENIDOS
						DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)
						2.011
						HUMEDAD ÓPTIMA %
						13.5
						CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)

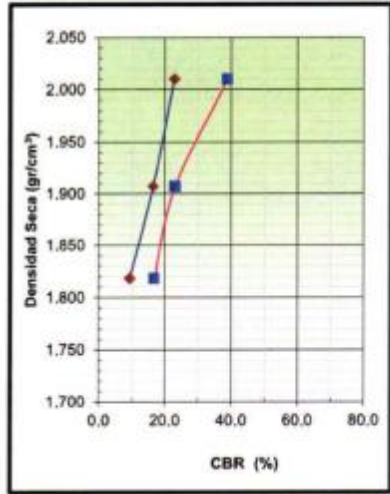
						HUMEDAD ÓPTIMA %

						DATOS DE LA GRANULOMETRÍA
						Material > N° 4
						Material Fino < N° 4
						05.5
OBSERVACIONES: CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON + 6% CBA						
PROPUNDA: 1.20m - 1.50m						
 NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASFALTO			 ING. HUGO E. GARCIA CALVO Reg. CIP N° 179214 INGENIERO CIVIL			

		REGISTRO CONTROL DE CALIDAD				CV-OFT-CAL-ITR-022							
		RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)				REVISION: 01							
						PAGINA 1 de 2							
SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS						COD. MUESTRA: C-3							
SOLICITANTE: MILTON CALERO						FECHA: 29/09/2021							
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS OQUEUDO						TIPO DE MUESTRA: SUELO							
COMPACTACION													
Molde Nº	9		7		8								
Capas Nº	5		5		5								
Golpes por capa Nº	56		25		10								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13113.00	13224.00	12766.00	12870.00	12462.00	12560.00							
Peso de molde (g)	8251.00	8251.00	8150.00	8150.00	8089.00	8089.00							
Peso del suelo húmedo (g)	4862.00	4973.00	4616.00	4720.00	4373.00	4471.00							
Volumen del molde (cm ³)	2131.00	2131.00	2133.00	2133.00	2119.00	2119.00							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.282	2.334	2.164	2.213	2.064	2.110							
Tara (Nº)	-	-	-	-	-	-							
Peso suelo húmedo + tara (g)	661.40	1281.90	881.20	831.70	1037.00	852.70							
Peso suelo seco + tara (g)	595.10	1110.00	768.00	806.50	937.80	738.00							
Peso de tara (g)	103.80	0.00	96.20	0.00	202.90	0.00							
Peso de agua (g)	66.30	171.90	93.20	125.20	99.20	114.70							
Peso de suelo seco (g)	491.30	1110.00	691.80	806.50	734.90	738.00							
Contenido de humedad (%)	13.49	15.49	13.47	15.52	13.50	15.54							
Densidad seca (g/cm ³)	2.016	2.621	1.897	1.915	1.818	1.828							
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
26/09/2021	09:40	0	0.000	0.600	0.5	0.000	2.600	2.3	0.000	1.100	1.0		
27/09/2021	09:46	24	0.000	1.700	1.5	0.000	4.400	3.8	0.000	1.400	1.2		
28/09/2021	09:52	48	0.000	2.400	2.1	0.000	4.700	4.1	0.000	1.600	1.4		
29/09/2021	09:58	72	0.000	2.800	2.4	0.000	4.700	4.1	0.000	1.700	1.5		
PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº				MOLDE Nº				MOLDE Nº			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		105	105.0			89	89.0			71	71.0		
1.270		219	219.0			212	212.0			87	87.0		
1.905		365	365.0			242	242.0			204	204.0		
2.540	70.5	599	599.0	332.3	22.9	381	381.0	238.3	16.4	213	213.0	135.7	9.3
3.810		759	759.0			519	519.0			352	352.0		
5.080	105.7	1036	1036.0	844.7	38.7	617	617.0	501.0	23.0	515	515.0	366.1	16.8
6.350		1215	1215.0			645	645.0			572	572.0		
7.620		1411	1411.0			818	818.0			699	699.0		
10.160		1636	1636.0			877	877.0			822	822.0		
12.700													
 NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASFALTO				 ING. HUGO GARCIA CALVO Reg. CIP Nº 179214 INGENIERO CIVIL									

	REGISTRO	CV-OFT-CAL-ITR-022
	CONTROL DE CALIDAD	REVISION: 01
	RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	PAGINA 2 de 2

SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	COD. MUESTRA: C-3
SOLICITANTE: MILTON CALERO	FECHA: 29/09/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS OQUENDO	TIPO DE MUESTRA: SUELO



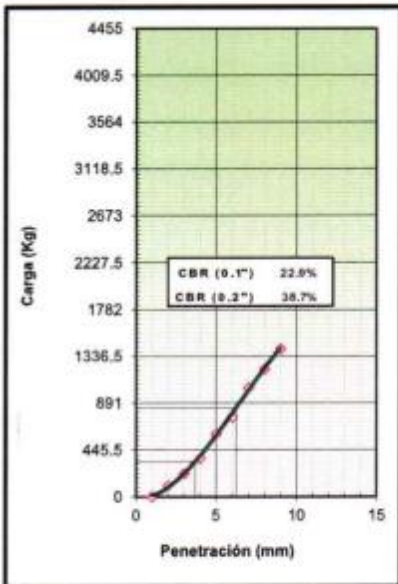
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.010
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.910

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1" : 22.9	0.2" : 38.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1" : 16.6	0.2" : 23.3

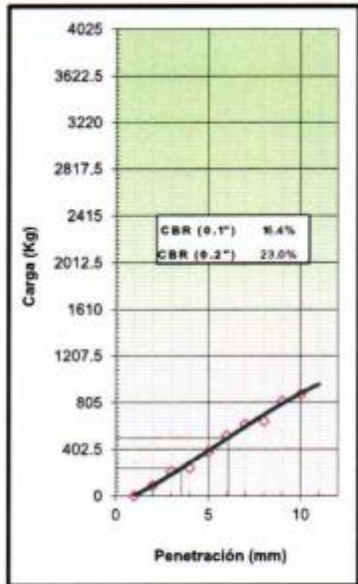
RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **22.9 (%)**
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **16.6 (%)**

OBSERVACIONES:
 - CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON + 6% CBA
 PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m

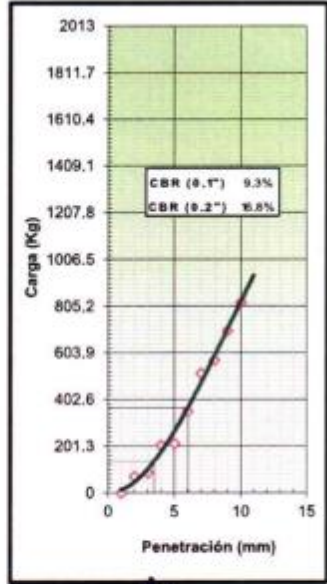
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES




EC = 12 GOLPES



.....
NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

.....
ING. HUGO Z. GARCIA CALVO
 Reg. CIP N° 179214
 INGENIERO CIVIL

	REGISTRO		CV-OFT-CAL-ITR-016
	CONTROL DE CALIDAD		
	LÍMITES DE ATTERBERG		REVISION: 01
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90			
SERVICIO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	COD. MUESTRA:	C - 3
SOLICITANTE:	MILTON CALERO	FECHA:	26/09/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	LOS ALISOS OQUENDO	TIPO DE MUESTRA:	SUELO

LÍMITE LÍQUIDO				
Tarro (Recipiente)	Nº	-	-	-
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g	50.45	58.61	59.21
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	43.01	48.69	50.07
Peso de Agua	g	7.44	9.92	9.14
Peso del Tarro	g	20.20	17.60	19.51
Peso del Suelo Seco	g	22.81	31.09	30.56
Contenido de Humedad	%	32.6	31.9	29.9
Número de Golpes		7	10	27

LÍMITE PLÁSTICO				
Tarro (Recipiente)	Nº	-	-	-
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g	23.86	24.18	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	23.27	23.51	
Peso de Agua	g	0.59	0.67	
Peso del Tarro	g	20.20	20.38	
Peso del Suelo Seco	g	3.07	3.13	
Contenido de Humedad	%	19.22	21.41	

EETT Tierra Armada		ACEPTACIÓN
Límite Líquido:	N/N	N/N
Índice de Plasticidad:	< 4	PASA

Descripción del Material:	
ARCILLAS INORGÁNICAS DE MEDIANA PLASTICIDAD, ARCILLAS ARENO-LIMOSAS	


TEMPERATURA DE SECADO	
Preparación de Muestra:	EN SECO
Temperatura de Secado:	110°C
Agua Utilizada:	AGUA POTABLE
Muestra retenida en N° 40:	SI


N	K
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022


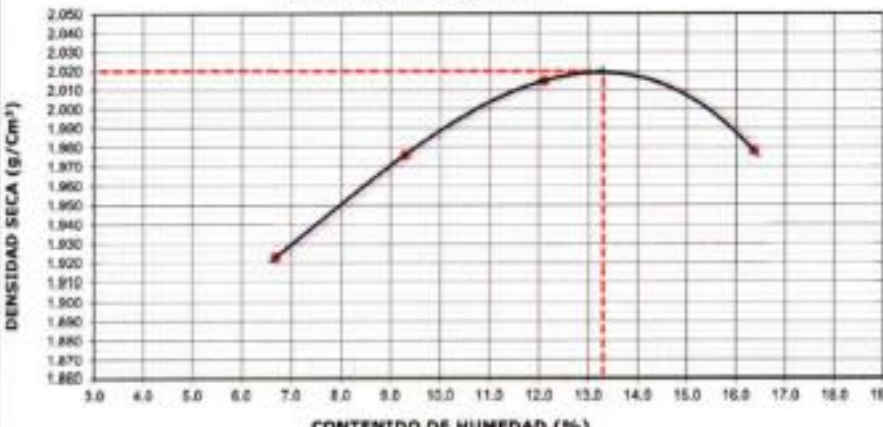
Ecuación de cálculo:
 $LL^n = W^n (N/25)^{0.121} = k * W^n$
 Donde:
 LLⁿ = Un punto de límite líquido, %
 N = Número de golpes
 Wⁿ = Contenido de humedad, %
 k = Factor para límite líquido

RESULTADOS OBTENIDOS		
LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO
LÍQUIDO	PLÁSTICO	
30.06	20.31	9.75



OBSERVACIONES: CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON + 8% CBA
 PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m





 NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO



 ING. HUGO E. GARCIA CALVO
 Reg. CIP N° 179214
 INGENIERO CIVIL

		REGISTRO			CV-OFT-CAL-ITR-020	
		CONTROL DE LA CALIDAD				
		COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D1557)			REVISION: 01	
SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS			COD. MUESTRA: C - 3			
SOLICITANTE: MILTON CALERO			FECHA: 26/09/2021			
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS DQUENDO			TIPO DE MUESTRA: SUELO			
Preparación de la Muestra:		Equipo de Compactación: Pisón		N° de Capas: 5		
Clasificación del suelo ASTM D2487 : CL		Volumen del Molde: 2136		N° de Golpes: 56		
Peso Específico (ASTM C127): 2.689 g/cm3		Peso de Molde: 6723		Método Usado : "C"		
Determinación (Puntos)	N°	1	2	3	4	
Peso de Suelo + Molde	g	11105	11336	11548	11640	
Peso de Molde	g	6723	6723	6723	6723	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g	4382	4613	4825	4917	
Volumen del Molde	cm ³	2136	2136	2136	2136	
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.051	2.160	2.259	2.302	
Tara (Recipiente)	N°					
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g	545.3	568.0	686.9	892.5	
Peso del Suelo Seco + Tara	g	511.1	519.7	612.7	767.0	
Peso de Tara (Recipiente)	g	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de Agua	g	34.2	48.3	74.2	125.5	
Peso del Suelo Seco	g	511.1	519.7	612.7	767.0	
Contenido de Agua	%	6.7	9.3	12.1	16.4	
Peso Volumétrico Seco	g/cm ³	1.923	1.976	2.015	1.978	
CURVA DE COMPACTACIÓN						
						
DATOS OBTENIDOS						
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)						
2.020						
HUMEDAD ÓPTIMA %						
13.3						
CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)						

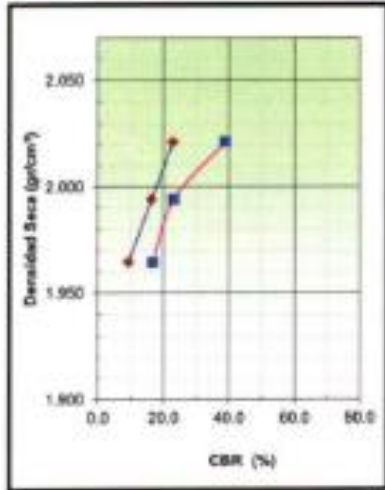
HUMEDAD ÓPTIMA %						

DATOS DE LA GRANULOMETRÍA						
Material > N° 4 : 2.1						
Material Fino < N° 4 : 97.9						
OBSERVACIONES: CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON + 8% CBA PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m						
 NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASFALTO			 ING. HUMBERTO GARCIA CORDERO Reg. CIP N° 179214 INGENIERO CIVIL			

		REGISTRO CONTROL DE CALIDAD				CV-OFT-CAL-ITR-022							
		RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)				REVISION: 01							
						PAGINA 1 de 2							
SERVICIO:		ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS				COD. MUESTRA: C - 3							
SOLICITANTE:		MILTON CALERO				FECHA: 29/09/2021							
UBICACIÓN / PROGRESIVA:		LOS ALISOS OQUENDO				TIPO DE MUESTRA: SUELO							
COMPACTACION													
Molde N°	9		7		8								
Capas N°	5		5		5								
Golpes por capa N°	56		25		10								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13131.00	13246.00	12972.00	13070.00	12809.00	12920.00							
Peso de molde (g)	8251.00	8251.00	8150.00	8150.00	8089.00	8089.00							
Peso del suelo húmedo (g)	4880.00	4995.00	4822.00	4920.00	4720.00	4831.00							
Volumen del molde (cm ³)	2131.00	2131.00	2133.00	2133.00	2119.00	2119.00							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.290	2.344	2.261	2.307	2.227	2.280							
Tara (N°)	-	-	-	-	-	-							
Peso suelo húmedo + tara (g)	656.80	1274.90	874.00	921.30	1021.60	847.90							
Peso suelo seco + tara (g)	591.90	1107.00	782.30	800.00	924.90	736.50							
Peso de tara (g)	103.80	0.00	96.20	0.00	202.90	0.00							
Peso de agua (g)	64.90	167.90	91.70	121.30	96.70	111.40							
Peso de suelo seco (g)	488.10	1107.00	686.10	800.00	722.00	736.50							
Contenido de humedad (%)	13.30	15.17	13.37	15.16	13.39	15.13							
Densidad seca (g/cm ³)	2.021	2.035	1.994	2.003	1.964	1.980							
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
26/09/2021	09:40	0	0.000	0.600	0.5	0.000	2.600	2.3	0.000	1.100	1.0		
27/09/2021	09:46	24	0.000	1.700	1.5	0.000	4.400	3.8	0.000	1.400	1.2		
28/09/2021	09:52	48	0.000	2.400	2.1	0.000	4.700	4.1	0.000	1.600	1.4		
29/09/2021	09:58	72	0.000	2.800	2.4	0.000	4.700	4.1	0.000	1.700	1.5		
PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		127	127.0			101	101.0			93	93.0		
1.270		231	231.0			234	234.0			109	109.0		
1.905		387	387.0			264	264.0			226	226.0		
2.540	70.5	651	651.0	332.3	22.9	402	402.0	238.3	16.4	235	235.0	135.7	9.3
3.810		777	777.0			531	531.0			374	374.0		
5.080	105.7	1058	1058.0	844.7	38.7	639	639.0	501.0	23.0	537	537.0	366.1	16.8
6.350		1237	1237.0			667	667.0			594	594.0		
7.620		1433	1433.0			836	836.0			721	721.0		
10.160		1658	1658.0			899	899.0			844	844.0		
12.700													
 NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASFALTO				 ING. HUGO E. GARCIA CALVO Reg. CIP N° 179214 INGENIERO CIVIL									

	REGISTRO	CV-OFT-CAL-ITR-022
	CONTROL DE CALIDAD	REVISION: 01
	RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	PAGINA 2 de 2

SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	COD. MUESTRA: C-3
SOLICITANTE: MILTON CALERO	FECHA: 29/09/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA: LOS ALISOS OQUENDO	TIPO DE MUESTRA: SUELO



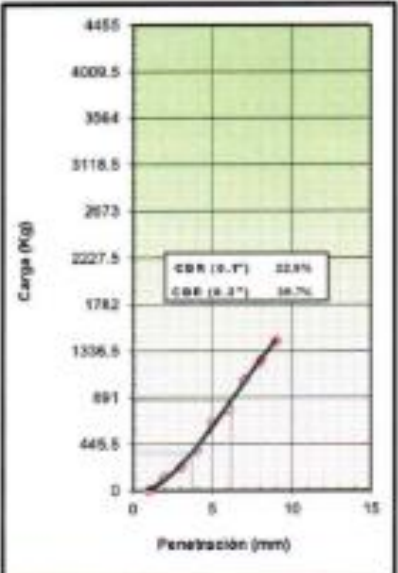
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.021
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.920

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	32.9	0.2"	38.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	16.4	0.2"	29.1

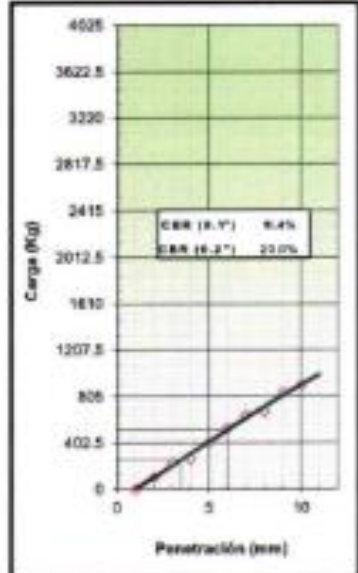
RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **22.9 (%)**
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **16.4 (%)**

OBSERVACIONES:
 - CALICATA #3 MUESTRA #1 PATRON + 8% CBA
 PROFUNDIDAD: 1.20m - 1.50m

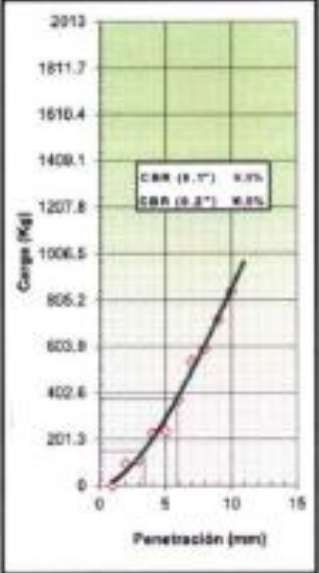
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES




NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO


ING. HUGO GARCIA CALVO
 Reg. CIP N° 179214
 INGENIERO CIVIL

Anexo 11. Certificado de calibración de equipos

 METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. <small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>		INFORME DE VERIFICACIÓN MT - IV - 093 - 2021	
<i>Área de Metrología</i> <i>Laboratorio de Longitud</i>		Página 1 de 3	
1. Expediente	190056	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>	
2. Solicitante	TEC&LAB LOGISTICA		
3. Dirección	Av. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA.		
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)		
Díametro	8 pulgadas		
Designación	2 1/2 in 63 mm		
Marca	FORNEY		
Número de serie	2,5"858F551894		
Procedencia	U.S.A.		
Identificación	NO INDICA		
5. Fecha de Verificación	2021-07-23		
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello	
2021-07-26			
Metrología & Técnicas S.A.C. Av. San Diego de Alcalá hb F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ Telf: (511) 540-0642 Cel: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282 RPM: 89714292721 / 8942635342 / 8971439282 RPC: 940037490		email: metrologia@metrologiatecnicas.com website@metrologiatecnicas.com WEB: www.metrologiatecnicas.com	

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 093 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Longitud*

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,3 °C	26,3 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-256-2019	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2020
Magnificador óptico con retícula de medición. INACAL DM/LLA-043-2019		

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones.



**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 093 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (mm)	+ X Variación máxima de abertura (mm)	Resultando Abertura Máxima Individual (mm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
-0,111	0,150	63,15	5,27

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de 2 1/2 in es de $\pm 1,87$ mm.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de 2 1/2 in es de $\pm 2,71$ mm.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de 2 1/2 in es de 65,71 mm.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de 2 1/2 in es de $5,6 \pm 0,80$ mm.

Fin del Documento



**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 022 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 3

1. Expediente	190056	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TEC&LAB LOGISTICA	
3. Dirección	Av. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA.	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Díametro	8 pulgadas	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
Designación	2 in 50 mm	
Marca	FORNEY	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Número de serie	2*B8BF550929	
Procedencia	U.S.A.	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2021-07-23	

Fecha de Emisión

2021-07-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

JUAN C. QUISPE MORALES

Sello



**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 022 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,4 °C	26,4 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-256-2019	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2020
Magnificador óptico con retícula de medición. INACAL DM/LLA-043-2019		

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones.



**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 022 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (mm)	+ X Variación máxima de abertura (mm)	Resultado Abertura Máxima Individual (mm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
-0,027	0,037	50,04	4,92

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de 2 in es de $\pm 1,49$ mm.Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de 2 in es de $\pm 2,29$ mm.Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de 2 in es de $52,29$ mm.Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de 2 in es de $5 \pm 0,70$ mm.

Fin del Documento

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 021 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 3

1. Expediente	190056	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TEC&LAB LOGÍSTICA	
3. Dirección	Av. Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA.	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
Designación	1 1/2 in 37,5 mm	
Marca	FORNEY	
Número de serie	1,5° BSBF480549	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Verificación	2021-07-23	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-07-25

Jefe del Laboratorio de Metrología


 JUAN E. QUISPE MORALES

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá No. F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Tel: (511) 540-0642
Cta.: (511) 871 439 272 / 842 633 342 / 871 439 262
RPM: 8971439272 / 8942633342 / 8971439282
RUC: 808887480

correo: ventas@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
PÁG. www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 021 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC

Av. San Diego de Alcalá Mz. F lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,4 °C	26,4 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-256-2019	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2020
Magnificador óptico con retícula de medición. INACAL DM/LLA-043-2019		

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándolo en buenas condiciones.



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (51) 540-0542

Cell: (51) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: 0971439272 / 0942635342 / 0971439282

RPC: 040037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 021 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Longitud*

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (mm)	+ X Variación máxima de abertura (mm)	Resultando Abertura Máxima Individual (mm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
-0,114	0,117	37,62	4,51

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de 1 1/2 in es de $\pm 1,13$ mm.**Nota 2.-** La variación máxima de abertura permitida para tamices de 1 1/2 in es de $\pm 1,85$ mm.**Nota 3.-** El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de 1 1/2 in es de 99,95 mm.**Nota 4.-** El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de 1 1/2 in es de $4,5 \pm 0,70$ mm.

Fin del Documento



**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 020 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 1

1. Expediente	190056	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TEC&LAB LOGISTICA	
3. Dirección	Av. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA.	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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. Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
Designación	1,00 in 25 mm	
Marca	FORNEY	
Número de serie	1"BS8F477049	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2021-07-23	

Fecha de Emisión
2021-07-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello


 JUAN C. CLUSPE MORALES


Metrología & Técnicas S.A.C.
 Av. San Diego de Alcala No. 171 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERU
 Telf: (51) 540-0642
 Cel: (51) 971 430 272 / 942 625 242 / 971 430 202
 N°M: 8971430272 / 8942625242 / 8971430202
 N°L: 94037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
 website: metrologiatecnicas.com
 WEB: www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 020 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,5 °C	26,5 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-256-2019	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2020
Magnificador óptico con retícula de medición. INACAL DM/LLA-043-2019		

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICADO**.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones.

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 020 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (mm)	+X Variación máxima de abertura (mm)	Resultado Abertura Máxima Individual (mm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
-0,129	0,180	25,18	3,76

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de 1,00 in es de $\pm 0,758$ mm.Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de 1,00 in es de $\pm 1,38$ mm.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de 1,00 in es de 26,38 mm.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de 1,00 in es de $3,55 \pm 0,55$ mm.

Fin del Documento



**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 019 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 3

1. Expediente	190056	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TEC&LAB LOGISTICA	
3. Dirección	Av. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA.	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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 aqui declarados. Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
Designación	1/2 in 12,5 mm	
Marca	FORNEY	
Número de serie	1/2"BS8F557488	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2021-07-23	

Fecha de Emisión

2021-07-25

Jefe del Laboratorio de Metrología


JUAN C. QUISPE MORALES

Sello

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mc F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERU

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.comventas@metrologiatecnicas.comWEB: www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 019 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,5 °C	26,5 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-256-2019	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2020
Magnificador óptico con retícula de medición. INACAL DM/LLA-043-2019		

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICADO**.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones.



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 019 - 2021**

*Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (mm)	+ X Variación máxima de abertura (mm)	Resultando Abertura Máxima Individual (mm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
0,001	0,004	12,50	2,79

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de 1/2 in es de $\pm 0,385$ mm.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de 1/2 in es de $\pm 0,83$ mm.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de 1/2 in es de 13,33 mm.

Nota 4.- El rango admisible del diametro del alambre del tamiz de 1/2 in es de $2,5 \pm 0,40$ mm.



Fin del Documento

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN MT - IV - 018 - 2021

Página 3 de 3

1. Expediente	190056	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TEC&LAB LOGISTICA	
3. Dirección	Av. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores - Lima - LIMA.	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Díámetro	8 pulgadas	
Designación	3/8 in 9,5 mm	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Marca	FORNEY	
Número de serie	3/8"8S8F549118	
Procedencia	U.S.A.	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
Identificación	NO INDICA	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Verificación	2021-07-23	
		El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de
Emisión

2021-07-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



JUAN C. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá No. F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Tig: (511) 540-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: 8971439272 / 8942635342 / 8971439282
RPC: 040937490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
contacto@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 018 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Longitud*

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,5 °C	26,5 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-256-2019	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2020
Magnificador óptico con retícula de medición. INACAL DM/LLA-043-2019		

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICADO**.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones.



**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 018 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (mm)	+ X Variación máxima de abertura (mm)	Resultando Abertura Máxima Individual (mm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
-0,015	0,016	9,52	2,36

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de 3/8 in es de $\pm 0,295$ mm.**Nota 2.-** La variación máxima de abertura permitida para tamices de 3/8 in es de $\pm 0,68$ mm.**Nota 3.-** El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de 3/8 in es de 10,18 mm.**Nota 4.-** El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de 3/8 in es de $2,24 \pm 0,34$ mm.

Fin del Documento



**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 017 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 3

1. Expediente	190056	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TEC&LAB LOGISTICA	
3. Dirección	Av. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA.	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
Designación	No. 4 4,75 mm	
Marca	FORNEY	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Número de serie	4BS8F499253	
Procedencia	U.S.A.	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2021-07-23	

Fecha de Emisión

2021-07-25

Jefe del Laboratorio de Metrología


JHON T. QUISPE MORALES

Sello



**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 017 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Longitud*

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,5 °C	26,7 °C
Humedad Relativa	62,5 %	63,4 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-256-2019	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2020
Magnificador óptico con retícula de medición. INACAL DM/LLA-043-2019		

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICADO**.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones.

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Telf.: (511) 540-0642

Cal.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 017 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (mm)	+ X Variación máxima de abertura (mm)	Resultando Abertura Máxima Individual (mm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
-0,032	0,038	4,79	1,59

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 4 es de $\pm 0,15$ mm.**Nota 2.-** La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 4 es de $\pm 0,41$ mm.**Nota 3.-** El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 4 es de 5,16 mm.**Nota 4.-** El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 4 es de $1,6 \pm 0,30$ mm.

Fin del Documento

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 017 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 3

1. Expediente	190056	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TEC&LAB LOGISTICA	
3. Dirección	Av. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA.	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Díametro	8 pulgadas	
Designación	No. 4 4,75 mm	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
Marca	FORNEY	
Número de serie	4B58F499253	
Procedencia	U.S.A.	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Identificación	NO INDICA	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Verificación	2021-07-23	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-25


JESÚS GUARPE MORALES**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcala 86-87 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (011) 340-0642

Cid: (011) 971 439 272 / 942 635 542 / 971 439 282

RPM: 8971439272 / 8942635542 / 8971439282

RPC: 940037400

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

www@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 032 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 3

1. Expediente	190106	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	TEC&LAB LOGISTICA	
3. Dirección	Av. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA.	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Díametro	8 pulgadas	
Designación	No. 10 2 mm	
Marca	FORNEY	
Número de serie	10B58F691044	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2021-07-23	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-23


JUAN C. QUISPE MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá 30-71 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Tel: (51) 940-0642
Cel: (51) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 267
RPM: 8971439272 / 8942635342 / 8971439267
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
ITEB: www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 032 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC

Av. San Diego de Alcalá Mz. R lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,5 °C	26,3 °C
Humedad Relativa	65 %	66 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-256-2019	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2020
Magnificador óptico con retícula de medición. INACAL DM/LLA-043-2019		

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándolo en buenas condiciones.



**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 032 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (mm)	+ X Variación máxima de abertura (mm)	Resultando Abertura Máxima Individual (mm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
-0,06	0,07	2,07	0,93

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 10 es de $\pm 0,065$ mm.Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 10 es de $\pm 0,23$ mm.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 10 es de 2,23 mm.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 10 es de $0,9 \pm 0,13$ mm.

Fin del Documento



Área de Metrología
Laboratorio de Logística

INFORME DE VERIFICACIÓN MT - IV - 028 - 2021

Página 1 de 3

1. Expediente	190056	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	TEC&LAB LOGISTICA		
3. Dirección	Av. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA.		Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una renovación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)		METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
Díametro	8 pulgadas		
Designación	No. 40 425 µm		
Marca	FORNEY		
Número de serie	40BS8F55077	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.	
Procedencia	U.S.A.		
Identificación	NO INDICA		
5. Fecha de Verificación	2021-07-23	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-25


 JUAN C. QUISPE AGUIRRE


**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 028 - 2021**Área de Metrología
Laboratorio de Logística

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,3 °C	26,3 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-256-2019	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2020
Magnificador óptico con retícula de medición. INACAL DM/LLA-043-2019		

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándolo en buenas condiciones.



11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (μm)	+ X Variación máxima de abertura (μm)	Resultado Abertura Máxima individual (μm)	Diámetro de alambre Típico (μm)
-12,210	21,420	446,42	260,94

Nota 1.- La variación mínima de abertura promedio permitido para tamices de No. 40 es de $\pm 15,5 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 40 es de $\pm 82 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 40 es de $306 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 40 es de $280 \pm 40 \mu\text{m}$.

Fin del Documento



Área de Metrología

Laboratorio de Logística

INFORME DE VERIFICACIÓN**MT - IV - 024 - 2021**

Página 1 de 2

1. Expediente	190056	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	TEC&LAB LOGÍSTICA		
3. Dirección	Av. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA.		Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)		
Diametro	8 pulgadas		
Designación	No. 200 75 μ m		
Marca	FORNEY		
Número de serie	Z00858F559738	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no es responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calificación aquí declarados.	
Procedencia	U.S.A.	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.	
Identificación	NO INDICA		
5. Fecha de Verificación	2021-07-23	El informe de verificación sin firma y sellado carece de validez.	

Fecha de Emisión

2021-07-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



JUAN C. QUIPE MORALES



6. Método de Verificación:

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencial la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación:

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC

Av. San Diego de Alcalá Ma. Fl. lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

B. Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	26,3 °C	26,3 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

9. Patrones de referencia:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-256-2019	Regla de acero de 1000 mm. con incertidumbre de: 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2020
Amplificador óptico con retícula de medición. INACAL DM/LLA-043-2019		

10. Observaciones:

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándolo en buenas condiciones.



Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 024 - 2021**

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (μm)	+ X Variación máxima de abertura (μm)	Resultado Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre Típica (μm)
-3,360	5,620	80,62	50,38

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 200 es de $\pm 4,1 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitido para tamices de No. 300 es de $\pm 20 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 200 es de $104 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 200 es de $50 \pm 7 \mu\text{m}$.

Fin del Documento



**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 041 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 3

1. Expediente	190056	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
2. Solicitante	TEC&LAB LOGISTICA	
3. Dirección	Av. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA	
4. Instrumento de medición	CAZUELA CASAGRANDE	
Marca	FORNEY	
Modelo	LA-3700	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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. Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Procedencia	U.S.A.	
Número de Serie	106074	
Código de identificación	NO INDICA	
Tipo de contador	ANALÓGICO	
5. Fecha de Verificación	2021-07-23	

Fecha de Emisión

2021-07-25

Jefe del Laboratorio de Metrología


 JUAN C. QUISPE MORALES

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá 36; F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERU

Tel: (011) 540-0642

Cel: (011) 971 439 272 / 942 633 542 / 971 439 262

RPM: 9071438272 / 9942633542 / 9071439262

RFC: 940037490

email: metrologia@metrologiasac.com

ventas@metrologiasac.com

WEB: www.metrologiasac.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 041 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D-4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,2 °C	25,5 °C
Humedad Relativa	67 %	66 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DMLLA-255-2019	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2020
Magnificador óptico con retícula de medición. INACAL DMMLA-043-2019		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.



*Área de Metrología**Laboratorio de Longitud***INFORME DE VERIFICACIÓN****MT - IV - 041 - 2021**

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Profundidad (mm)	Ancho (mm)
60,33	150,41	125,34

DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
53,73	2,06	48,79



Fin del Documento

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá 1671 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (51) 548-8842

Cel: (51) 971 439 272 / 942 655 542 / 971 439 282

RPS: 8971438272 / 8042635542 / 8971439282

RUC: 040017498

Email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 032 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Fuerzas*

Página 1 de 3

1. Expediente	190056	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TEC&LAB LOGISTICA	
3. Dirección	Av. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA.	
4. Equipo	PRENSA CBR	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.
Número de Serie	NO INDICA	
Identificación	19013 (*)	
Procedencia	NO INDICA	
Ubicación	Ubicación	
5. Indicador	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
Número de Serie	HW0201	
División de Escala / Resolución	0,1 kgf	
6. Fecha de Calibración	2021-07-23	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Fecha de Emisión	2021-07-25	
	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello


 JUAN C. QUIÑE MORALES


Área de Metrología

Laboratorio de Fuerzas

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 032 - 2021**

Página 2 de 2

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones de LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2005.

8. Lugar de calibración

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC.

Av. San Diego de Alcalá N°. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28,9 °C	28,0 °C
Humedad Relativa	65 % HR	63 % HR

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA.	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE 005-20B/C

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá N° F1 Lote 24 Urb. San Diego - Lima - PERÚ

Tel: (51) 540-0642

Cel: (51) 971-419-272 / 942-633-942 / 971-419-282

RPM: 9971439272 / 9942633942 / 9971419282

RUC: 940037490

Email: www@metrologia.com.pewww@metrologia.com.peWEB: www.metrologia.com.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 032 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

El equipo presenta CELDA DE CARGA con las siguientes características:

Capacidad : 5.0 tn

Marca : ZEMIC

Modelo : H3-C3-5.0t-6B

Nº de Serie : 5.0t M2D023682

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			Error de Exactitud μ (%)	Incertidumbre U (k=2) (%)
%	P_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)		
10	500	492.5	492.3	492.4	1.54	0.24
20	1000	1002.4	1002.8	1002.5	-0.28	0.24
30	1500	1516.0	1515.2	1515.6	-1.03	0.24
40	2000	2030.2	2029.8	2029.5	-1.47	0.24
50	2500	2545.8	2545.2	2545.3	-1.78	0.24
60	3000	3063.8	3063.5	3063.4	-2.07	0.24
70	3500	3572.3	3571.8	3571.8	-2.01	0.24
80	4000	4101.5	4101.0	4101.3	-2.47	0.24
90	4500	4620.1	4619.6	4619.8	-2.59	0.24
100	5000	5138.7	5138.2	5138.3	-2.69	0.24

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (ϵ_0)

0,00 %

**13. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del Documento

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá No. P1 Lote 29 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (51) 340-8642

Cel: (51) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: 8071459272 / 8042635342 / 8071439282

RUC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com



CERTIFICADO DE FABRICACION
JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA

MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C
EQUIPOS DE LABORATORIO

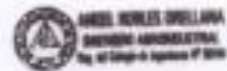
Abierta y cerrada peso	2,27kg (5 libras) o/u
Diámetro interno	53,98 mm
Diámetro externo	149,23 a 150,81 mm
serie	1637 AL 1639

EL JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA HA SIDO FABRICADO EXAMINADO Y ENSAYADO EN NUESTROS TALLERES DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS

Norma de ensayo: ASTM D – 4318 NTP 339.175

NTP 339.175

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%) de exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueran realizados e informados por : TECNICAS CP S.A.C, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridas por todas las partes. Del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y/ o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana





CERTIFICADO DE FABRICACION PLACA DE EXPANSIÓN PARA CBR

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.

EQUIPOS DE LABORATORIO

Placa base	149,23 mm diám. (5-7/8"); perforada
N° de agujeros	42 de 1.59 mm
serie	351 AL 353

LA PLACA DE EXPANSIÓN PARA CBR HA SIDO FABRICADA, EXAMINADO Y ENSAYADO EN NUESTROS TALLERES DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883 NTC- 212

NTC- 212

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse al considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%) de exactitud o eficiencia, tal como se especifica en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueran realizados e informados por : TECNICAS CP S.A.C, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, desgaste o pérdidas sufridos por todas las partes. Del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub- ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del usuario, propietario y / o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mt. H L12, San Diego - Lima 31, Urb. San Diego.
Tel: 540-2790 Anexo 131
RPC: 954312995
E-mail: ventas@tecnicascp.com.pe
WWW.tecnicascp.com.pe

INFORME DE VERIFICACIÓN**MT - IV - 051 - 2021**Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 4

1. Expediente 190056

2. Solicitante TEC&LAB LOGÍSTICA

3. Dirección Av. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores
Lima - LIMA.4. Instrumento de medición MOLDES CILINDRICOS
PARA ENSAYO CBR

Marca NO INDICA

Número de Serie NO INDICA

Identificación 01 / 02 / 03 / 04 / 05 / 06 (*)

5. Fecha de Verificación 2021-07-23

6. Lugar de verificación Laboratorio de METROLOGÍA &
TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24
Urb. San Diego, San Martín de Porres -
Lima

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

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva verificación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS 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 verificación aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-25

JUAN P. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Tel: (51) 540-0942
Cel: (51) 971 430 272 / 942 605 342 / 971 430 282
RPM: 8071439272 / 8042615542 / 8071430282
RPC: 940817450

email: metrologia@peru.metrologiasa.com
www.metrologiaetecnicas.com
RCC: www.metrologiaetecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN MT - IV - 051 - 2021

Página 2 de 4

7. Método de Verificación

La verificación se realizó por el método lineal con patrones trazables al SNM/INDECOPi tomando como referencia la NTP 339.141.

8. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-256-2019	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2020
Magnificador óptico con retícula de medición INACAL DM/LLA-043-2019		
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología INACAL - PESA (Clase de exactitud E2)	BALANZA ELECTRÓNICA (Clase de Exactitud II)	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C MT - LM - 177 - 2020

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,4 °C	26,4 °C
Humedad Relativa	63 %HR	63 %HR

10. Resultados

Molde CBR		Código: 01	
Diámetro (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Altura del Collarín (mm)
152,65	178,49	3267	43,80

Nota : Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

ACCESORIOS DE MOLDE CBR		
MASA DE SOBRECARGA		VASTAGO DE EXPANSIÓN (g)
ABIERTA (g)	CERRADA (g)	
2274,0	2269,0	1153,0

Nota : Se calculó el volumen por el método de medición lineal.



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá 36, F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Tel: (51) 340-0642
Cel: (51) 971 439 272 / 942 833 342 / 971 439 282
RPA: 8977438272 / 8942033542 / 8973438282
RUC: 940017480

email: metrologia@metrologiasa.com
ventas@metrologiasa.com
WEB: www.metrologiasa.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 051 - 2021**

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

Página 3 de 4

Molde CBR		Código: 02	
Diámetro (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Altura del Collarín (mm)
152,41	178,18	3251	51,58

Nota : Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

ACCESORIOS DE MOLDE CBR		
MASA DE SOBRECARGA		VASTAGO DE EXPANSIÓN (g)
ABIERTA (g)	CERRADA (g)	
2269,0	2271,0	1266,0

Nota : Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

Molde CBR		Código: 03	
Diámetro (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Altura del Collarín (mm)
152,68	177,49	3246	50,61

Nota : Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

ACCESORIOS DE MOLDE CBR		
MASA DE SOBRECARGA		VASTAGO DE EXPANSIÓN (g)
ABIERTA (g)	CERRADA (g)	
2316,0	2269,0	1061,0

Nota : Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

Molde CBR		Código: 04	
Diámetro (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Altura del Collarín (mm)
152,15	178,49	3245	41,46

Nota : Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

ACCESORIOS DE MOLDE CBR		
MASA DE SOBRECARGA		VASTAGO DE EXPANSIÓN (g)
ABIERTA (g)	CERRADA (g)	
2274,0	2262,0	1068,0

Nota : Se calculó el volumen por el método de medición lineal.



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá 167 F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (51) 340-8642

Cel: (51) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPN: 8971439272 / 8942635342 / 8971439282

RPC: 940037490

Email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 051 - 2021**Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 4 de 4

Molde CBR		Código: 05	
Diámetro (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Altura del Collarín (mm)
152,40	180,56	3294	41,13

Nota : Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

ACCESORIOS DE MOLDE CBR		
MASA DE SOBRECARGA		VASTAGO DE EXPANSIÓN (g)
ABIERTA (g)	CERRADA (g)	
2305,0	2262,0	1018,0

Nota : Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

Molde CBR		Código: 06	
Diámetro (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Altura del Collarín (mm)
152,50	177,31	3239	50,82

Nota : Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

ACCESORIOS DE MOLDE CBR		
MASA DE SOBRECARGA		VASTAGO DE EXPANSIÓN (g)
ABIERTA (g)	CERRADA (g)	
2271,0	2270,0	1051,0

Nota : Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

11. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al molde.
- El rango admisible del volumen del molde es de 3243 ± 34 cm³.
- El rango admisible del diámetro del molde es de $152,4 \pm 0,7$ mm.
- El rango admisible de la altura del molde es de $177,8 \pm 0,5$ mm.



Fin del Documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 092 - 2021**Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 6

1. Expediente	190056
2. Solicitante	TEC&LAB LOGISTICA
3. Dirección	AV. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA.
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 200 °C
Marca	ORION
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Identificación	19016 (*)

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

Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 200 °C	0 °C a 200 °C
División de escala / Resolución	1 °C	1 °C
Tipo	DIGITAL	TERMOMETRO DIGITAL

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2021-07-23

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2021-07-25


 JAIME GUISEPÉ MORALES


Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá 447 P1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf: (511) 340-0042
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: 8971439272 / 8942635342 / 8971 439282
RUC: 940017400

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 092 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 2 de 6

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOP, 2009.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,1 °C	26,5 °C
Humedad Relativa	71 %	70 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 minutos.
El controlador se seteo en 150 °C

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 560 - 2019	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	METROLOGÍA & TÉCNICAS SAC MT - LT - 104 - 2020
Dirección de Metrología INACAL LT - 562 - 2019		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 092 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

11. Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Temperatura del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	max-T _{min}
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	104,3	105,4	106,4	105,3	106,0	112,4	113,3	114,3	115,3	115,5	109,8	11,0
02	110,0	104,3	105,4	106,3	105,3	106,8	112,5	113,3	114,3	115,3	115,2	109,8	10,9
04	110,0	104,3	106,4	106,4	105,4	106,6	112,4	113,3	114,3	115,3	115,3	110,0	11,0
06	110,0	104,3	106,5	106,5	105,5	106,5	112,5	113,2	114,2	115,3	115,5	110,0	11,2
08	111,0	104,8	106,8	106,8	105,8	107,2	112,9	113,5	115,2	115,8	116,4	110,5	11,6
10	112,0	104,8	107,0	107,0	106,2	107,4	113,1	113,5	115,2	115,8	116,5	110,7	11,7
12	111,0	105,0	107,0	107,0	106,3	107,4	113,1	113,5	115,2	116,0	116,4	110,7	11,4
14	112,0	105,3	107,0	107,0	105,7	107,5	113,2	113,5	115,3	116,0	116,3	110,7	11,0
16	111,0	104,8	106,7	106,7	105,7	107,3	112,8	113,2	114,5	115,6	116,1	110,3	11,3
18	111,0	104,5	106,7	106,7	105,6	106,9	112,7	113,2	114,5	115,6	115,9	110,2	11,4
20	110,0	104,3	106,5	106,5	105,4	106,7	112,5	113,2	114,3	115,5	115,6	110,1	11,3
22	110,0	104,2	106,4	106,4	105,3	106,6	112,4	113,3	114,3	115,3	115,4	109,9	11,2
24	110,0	104,2	106,4	106,4	105,4	106,4	112,5	113,4	114,2	115,3	115,3	110,0	11,1
26	110,0	104,2	106,4	106,4	105,3	106,4	112,4	113,2	114,3	115,2	115,2	109,9	11,0
28	110,0	104,3	106,3	106,3	105,3	106,4	112,5	113,3	114,3	115,2	115,2	109,9	10,8
30	110,0	104,3	106,5	106,5	105,5	106,5	112,5	113,2	114,3	115,3	115,5	110,0	11,2
32	111,0	104,8	106,8	106,8	105,8	107,2	112,9	113,5	115,2	115,8	116,4	110,5	11,6
34	112,0	104,8	107,0	107,0	106,2	107,4	113,1	113,5	115,2	115,8	116,5	110,7	11,7
36	111,0	105,0	107,0	107,0	106,3	107,4	113,1	113,5	115,3	116,0	116,4	110,7	11,4
38	112,0	105,3	107,0	107,0	105,7	107,5	113,2	113,5	115,3	116,0	116,3	110,7	11,0
40	111,0	104,8	106,7	106,7	105,7	107,3	112,8	113,2	114,5	115,6	116,1	110,3	11,3
42	111,0	104,5	106,7	106,7	105,6	106,9	112,7	113,2	114,5	115,6	115,9	110,2	11,4
44	110,0	104,3	106,5	106,5	105,4	106,7	112,5	113,2	114,3	115,5	115,6	110,1	11,3
46	110,0	104,2	106,4	106,4	105,3	106,6	112,4	113,3	114,3	115,3	115,4	109,9	11,2
48	110,0	104,2	106,4	106,4	105,4	106,4	112,5	113,4	114,2	115,3	115,3	110,0	11,1
50	110,0	104,3	106,5	106,5	105,5	106,5	112,5	113,2	114,3	115,3	115,5	110,0	11,2
52	111,0	104,8	106,8	106,8	105,8	107,2	112,9	113,5	115,2	115,8	116,4	110,5	11,6
54	112,0	104,8	107,0	107,0	106,2	107,4	113,1	113,5	115,2	115,8	116,5	110,7	11,7
56	111,0	105,0	107,0	107,0	106,3	107,4	113,1	113,5	115,3	116,0	116,4	110,7	11,4
58	112,0	105,3	107,0	107,0	105,7	107,5	113,2	113,5	115,3	116,0	116,3	110,7	11,0
60	111,0	104,8	106,7	106,7	105,7	107,3	112,8	113,2	114,5	115,6	116,1	110,3	11,3
T.PROM	110,7	104,6	106,6	106,6	105,6	106,9	112,7	113,4	114,6	115,6	115,9	110,3	
T.MAX	112,0	105,3	107,0	107,0	106,3	107,5	113,2	113,5	115,2	116,0	116,3	110,7	
T.MIN	110,0	104,2	106,4	106,4	105,3	106,4	112,4	113,2	114,3	115,3	115,3	110,0	
DIY	2,0	1,1	1,6	0,7	1,0	1,1	0,8	0,3	1,3	0,9	1,4		

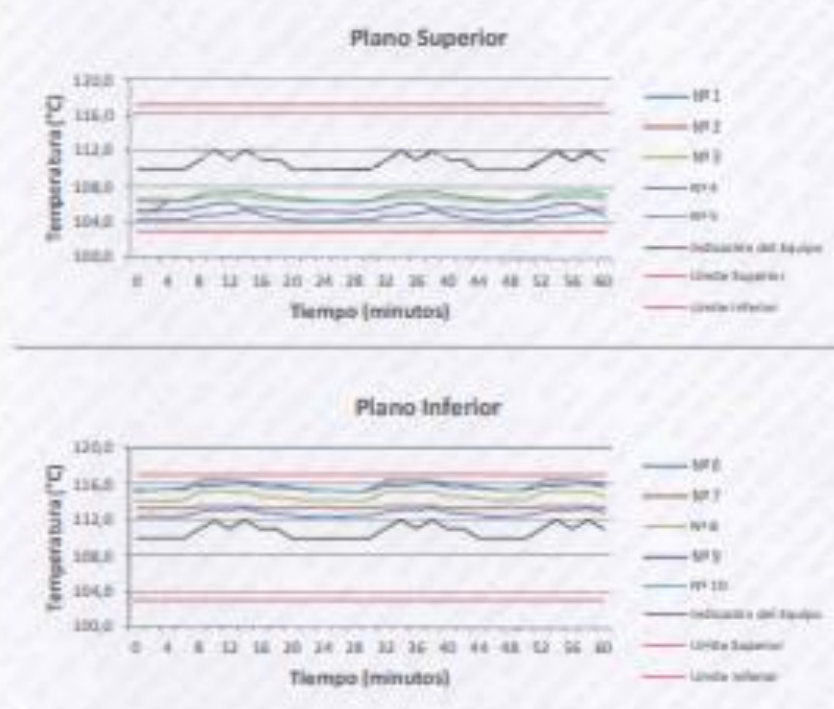


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 092 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 6

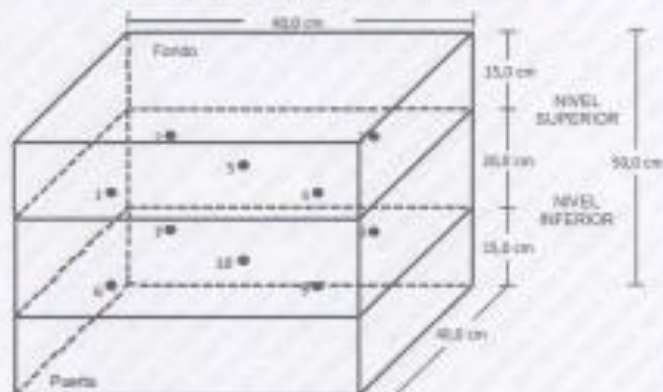
DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 092 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 6 de 8

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES

Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 5 cm de las paredes laterales y a 5 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. 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 $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá 86-F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (51) 540-0642

Cel: (51) 971 489 272 / 942 633 942 / 971 489 282

RPA: 9071419272 / 9942833342 / 9071419282

RUC: 940037400

Email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 094 - 2021**Área de Metrología
Laboratorio de Lima

Página 1 de 4

1. Expediente	190058	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
2. Solicitante	TEC&LAB LOGISTICA	
3. Dirección	Av. Los Héroes 1032 San Juan de Miraflores Lima - LIMA	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.
Capacidad Máxima	30 kg	
División de escala (d)	0,001 kg	
Div. de verificación (e)	0,010 kg	
Clase de exactitud	II	
Marca	PATRICK'S	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	0,020 kg	
Procedencia	CHINA	
Identificación	19011 (*)	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
5. Fecha de Calibración	2021-07-23	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-25


 JUAN CARLOS OSPINA MORALES


Metrología & Técnicas S.A.C.
 Av. San Diego de Alcalá Mo PT Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERU
 Tel: (51) 340-0642
 Cel: (51) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
 RPN: 8071439272 / 8042635342 / 8071439282
 www.metrotec.com

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
 ventas@metrologiatecnicas.com
 WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 094 - 2021**Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOP. Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,0 °C	25,8 °C
Humedad Relativa	67 %	66 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL LM-060-2019	PESAS(Clase de Exactitud E2)	LM-448-2020
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-051-2018 / LM-443-2019	PESAS(Clase de Exactitud M1)	M-1327-2020
PESAS (Clase de exactitud F2)DM-INACAL LM-504-2019.		
PESAS (Clase de exactitud E2) DM-INACAL LM-437-2019	PESAS(Clase de Exactitud M1)	M-0813-2020
PESAS (Clase de exactitud M1) DM-INACAL PE16-C-0412	PESAS(Clase de Exactitud M2)	CM-2495-2020

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá 3b F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERU

Tel: (51) 540-0642

Cel: (51) 971 439 272 / 942 631 342 / 971 439 282

BPM: 8971439272 / 8942633542 / 8971439282

RPC: 94037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

www: www.metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	25,0 °C	26,1 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15,000 kg			Carga L2 = 30,001 kg			
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	
1	15,000	0,5	0,0	30,000	0,6	-1,1	
2	15,000	0,5	0,0	30,000	0,6	-1,1	
3	15,000	0,4	0,1	30,000	0,7	-1,2	
4	15,000	0,5	0,0	30,000	0,7	-1,2	
5	15,000	0,4	0,1	30,000	0,7	-1,2	
6	15,000	0,4	0,1	30,000	0,6	-1,1	
7	15,000	0,4	0,1	30,000	0,6	-1,1	
8	15,000	0,5	0,0	30,000	0,7	-1,2	
9	15,000	0,5	0,0	30,000	0,6	-1,1	
10	15,000	0,4	0,1	30,000	0,6	-1,1	
Diferencia Máxima			0,1	Diferencia Máxima			0,1
Error Máximo Permisible			±20,0	Error Máximo Permisible			±30,0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26,1 °C	26,1 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,010 kg	0,010	0,5	0,0	10,000	10,000	0,1	0,4	0,4
2		0,010	0,5	0,0		9,998	0,0	-1,5	-1,5
3		0,010	0,5	0,0		10,002	0,1	2,4	2,4
4		0,010	0,5	0,0		10,000	0,1	0,4	0,4
5		0,010	0,5	0,0		10,001	0,1	1,4	1,4
Error máximo permisible								±20,0	

* Valor entre 0 y 10e

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá 1671 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (51) 540-0642

Cel: (51) 971 439 272 / 942 831 342 / 971 479 282

RPM: 8071439272 / 8042633342 / 8071439282

RFC: 940057400

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 094 - 2021

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Initial	Final
	25,1 °C	25,8 °C

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. (%) ± g)
	I (kg)	ΔI (g)	E ₁ (g)	E ₂ (g)	I (kg)	ΔI (g)	E ₁ (g)	E ₂ (g)	
0,010	0,010	0,6	-0,1						
0,020	0,020	0,6	-0,1	0,0	0,020	0,8	-0,3	-0,2	10,0
0,100	0,100	0,6	-0,1	0,0	0,100	0,7	-0,2	-0,1	10,0
0,500	0,500	0,5	0,0	0,1	0,500	0,6	-0,1	0,0	10,0
1,000	1,000	0,5	0,0	0,1	1,000	0,5	-0,1	0,0	10,0
5,000	5,000	0,5	0,0	0,1	5,000	0,6	-0,1	0,0	10,0
10,000	10,000	0,4	0,1	0,2	10,000	0,7	-0,2	-0,1	20,0
15,000	15,000	0,4	0,1	0,2	15,000	0,7	-0,2	-0,1	20,0
20,001	20,000	0,4	-0,9	-0,8	20,000	0,7	-1,2	-1,1	30,0
25,001	25,000	0,4	-0,9	-0,8	25,001	0,8	-0,3	-0,2	30,0
30,001	30,001	0,7	-0,2	-0,1	30,001	0,7	-0,2	-0,1	30,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔI: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₂: Error en cero.
E₁: Error corregido



Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,00000541 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0,0000002 \text{ kg}^2 + 0,00000000413 R^2)}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U 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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá 367 P1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERU

Tel: (51) 540-8642

Cel: (51) 971 439 272 / 942 633 342 / 971 439 262

RPM: 8973439272 / 8942633342 / 8973439262

RPC: 940017400

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 074 - 2021

Página 1 de 4

<p>1. Expediente</p> <p>2. Solicitante</p> <p>3. Dirección</p> <p>4. Equipo de medición</p> <p> Capacidad Máxima</p> <p> División de escala (d)</p> <p> Div. de verificación (e)</p> <p> Clase de exactitud</p> <p> Marca</p> <p> Modelo</p> <p> Número de Serie</p> <p> Capacidad mínima</p> <p> Procedencia</p> <p> Identificación</p> <p>5. Fecha de Calibración</p>	<p>190056</p> <p>TEC&LAB LOGÍSTICA</p> <p>Av. Los héroes 1032 San Juan de Miraflores Lima - LIMA.</p> <p>BALANZA ELECTRÓNICA</p> <p>3000 g</p> <p>0,1 g</p> <p>0,1 g</p> <p>II</p> <p>ELECTRONIC SCALE</p> <p>NO INDICA</p> <p>A12608</p> <p>5 g</p> <p>NO INDICA</p> <p>NO INDICA</p> <p>2021-07-23</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
---	--	---

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-25


 JUAN CARLOS MORALES


Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá No. P1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Tel: (51) 540-0642
Cel: (51) 971 419 272 / 942 633 342 / 971 419 282
RPM: 8871438272 / 8942633342 / 8871439282
RUC: 940017480

email: metrologia@metrologiatecnicaz.com
ventas@metrologiatecnicaz.com
 WWW: www.metrologiatecnicaz.com

*Área de Metrología**Laboratorio de Masas***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 074 - 2021**

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27,2 °C	26,9 °C
Humedad Relativa	65 %	64 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) Dirección de Metrología - INACAL LM-080-2019	PESAS (Clase de Exactitud E2)	INACAL LM-448-2020
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-051-2018 / LM-443-2018	PESAS (Clase de Exactitud M1)	METROL M-1327-2020
PESAS (Clase de exactitud F2) DM - INACAL LM-534-2019		

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (011) 340-0642

Cel: (011) 971 439 272 / 942 613 342 / 971 439 282

RPM: 6971439272 / 6942613342 / 6971439282

BPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 074 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final
27,2 °C 28,1 °C

Medición N°	Carga L1 = 1 500,0 g			Carga L2 = 3 000,0 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	1 500,0	0,03	0,02	3 000,2	0,08	0,17	
2	1 500,0	0,03	0,02	3 000,2	0,08	0,17	
3	1 500,0	0,04	0,01	3 000,2	0,08	0,17	
4	1 500,0	0,04	0,01	3 000,2	0,09	0,16	
5	1 500,0	0,03	0,02	3 000,2	0,09	0,16	
6	1 500,0	0,04	0,01	3 000,2	0,08	0,17	
7	1 500,0	0,04	0,01	3 000,2	0,08	0,17	
8	1 500,0	0,03	0,02	3 000,2	0,08	0,17	
9	1 500,0	0,03	0,02	3 000,2	0,09	0,16	
10	1 500,0	0,04	0,01	3 000,2	0,07	0,18	
Diferencia Máxima			0,01	Diferencia Máxima			0,02
Error Máximo Permisible			$\pm 0,20$	Error Máximo Permisible			$\pm 0,30$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

Temperatura Inicial Final
27,2 °C 27,0 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga I (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,0 g	1,0	0,05	0,00	1 000,0	1 000,0	0,06	-0,01	-0,01
2		1,0	0,05	0,00		999,9	0,03	-0,08	-0,08
3		1,0	0,05	0,00		1 000,0	0,07	-0,02	-0,02
4		1,0	0,05	0,00		1 000,1	0,09	0,06	0,06
5		1,0	0,05	0,00		1 000,0	0,04	0,01	0,01
Error máximo permisible								$\pm 0,20$	

* Valor entre 0 y 10e

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá N° 71 Lote 24 Urb. San Diego - IJMA - PERÚ

Tel: (011) 545-8642

Cel: (011) 971 439 272 / 942 615 342 / 971 439 282

RPM: 8071419272 / 8042611342 / 8071419282

RPC: 949917490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 074 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Múscas

Página 4 de 4

ENSAJO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26,9 °C	26,9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				Error máximo permisible (g)
	l (g)	Δl (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	Δl (g)	E (g)	E _c (g)	
1,0	1,0	0,07	-0,02						
5,0	5,0	0,07	-0,02	0,00	5,0	0,05	0,00	0,02	0,10
10,0	10,0	0,06	-0,01	0,01	10,0	0,06	0,00	0,02	0,10
100,0	100,0	0,05	0,00	0,02	100,1	0,07	0,08	0,10	0,10
300,0	300,0	0,05	0,00	0,02	300,1	0,07	0,08	0,10	0,10
500,0	500,0	0,03	0,02	0,04	500,1	0,08	0,07	0,09	0,10
1 000,0	1 000,0	0,03	0,02	0,04	1 000,1	0,08	0,07	0,09	0,20
1 500,0	1 500,1	0,08	0,07	0,09	1 500,1	0,07	0,08	0,10	0,20
2 000,0	2 000,1	0,06	0,09	0,11	2 000,2	0,09	0,16	0,18	0,20
2 500,0	2 500,2	0,09	0,16	0,18	2 500,2	0,07	0,18	0,20	0,30
3 000,0	3 000,2	0,06	0,19	0,21	3 000,2	0,06	0,19	0,21	0,30

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

Δl: Carga adicional
E: Error encontrado

E_g: Error en cero.
E_c: Error corregido



Lectura corregida

$$R_{\text{correctada}} = R + 0,0000592 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0,00224 \text{ g}^2 + 0,0000000080 \text{ R}^2)}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U 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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá No 77 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (011) 540-0642

Cel: (011) 971 439 272 / 942 625 342 / 971 439 282

RPM: 8071439272 / 804263342 / 8071439282

RPC: 948837490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

www@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**MT - LM - 064 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Métros*

Página 1 de 1

1. Expediente	190056	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TEC&LAB LOGÍSTICA	
3. Dirección	AV. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA.	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.
Capacidad Máxima	2000 g	
División de escala (d)	0,01 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	KAMBOR	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	1804254797	
Capacidad mínima	0,5 g	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2021-07-23	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
		Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
		El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-07-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

JUAN P. OLIVERA MORALES

Sello

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá 36-F1 Lote 34 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (51) 340-0642

Cel: (51) 971 429 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: 8971438272 / 8842635342 / 8971439282

RFC: 940387490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**MT - LM - 064 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Métros*

Página 1 de 4

1. Expediente	190056	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TEC&LAB LOGISTICA	
3. Dirección	AV. Los Héroes 1132 San Juan de Miraflores Lima - LIMA	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.
Capacidad Máxima	2000 g	
División de escala (d)	0,01 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	E	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
Marca	KAMBOR	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	1804264797	
Capacidad mínima	0,5 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2021-07-23	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-25


JUAN P. QUISPE MORALES


Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá 86 F1 Lm 24 Urb. San Diego - LIMA - PERU

Tel: (51) 540-0642

Cel: (51) 971 439 272 / 942 633 942 / 971 439 282

BPM: 8971439272 / 8942633942 / 9971439282

EPC: 9403E7400

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,2 °C	26,7 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) Dirección de Metrología - INACAL LM-060-2019	PESAS (Clase de Exactitud E2)	INACAL LM-448-2020
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-051-2018 / LM-443-2018	PESAS (Clase de Exactitud M1)	METROIL M-1327-2020
PESAS (Clase de exactitud F2) DM - INACAL LM-534-2019		

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 064 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Mareas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.2 °C	26.3 °C

Medición N°	Carga L1 = 1 000,00 g			Carga L2 = 2 000,00 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 000,00	8	-3	2 000,00	6	-1
2	999,99	3	-8	2 000,01	9	-6
3	1 000,00	9	-4	2 000,00	5	0
4	1 000,00	9	-4	2 000,00	5	0
5	1 000,00	8	-3	2 000,00	6	-1
6	1 000,00	8	-3	2 000,00	6	-1
7	1 000,00	9	-4	2 000,01	8	7
8	999,99	3	-8	2 000,00	6	-1
9	1 000,00	8	-3	2 000,00	4	1
10	1 000,00	9	-4	2 000,01	9	6
	Diferencia Máxima		5	Diferencia Máxima		8
	Error Máximo Permisible		± 200	Error Máximo Permisible		± 200

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
	1
3	4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26,3 °C	26,3 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	0,10 g	0,10	6	-1	600,00	600,00	5	0	1
2		0,10	6	-1		600,01	9	6	7
3		0,10	6	-1		600,01	8	7	8
4		0,10	6	-1		600,01	7	8	9
5		0,10	6	-1		600,00	3	2	3
					Error máximo permisible				± 200

* Valor entre 0 y 10e

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 064 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 6

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26,5 °C	26,7 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. ** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	7	-2						
0,20	0,20	7	-2	0	0,20	3	2	4	100
1,00	1,00	7	-2	0	1,00	3	2	4	100
10,00	10,00	6	-1	1	10,00	3	2	4	100
50,00	50,00	6	-1	1	50,00	4	1	3	100
200,00	200,00	6	-1	1	200,00	4	1	3	100
500,00	500,00	5	0	2	500,00	4	1	3	100
700,00	700,00	5	0	2	700,01	8	7	9	200
1 000,00	1 000,00	3	2	4	1 000,01	8	7	9	200
1 500,00	1 500,00	3	2	4	1 500,01	8	7	9	200
2 000,02	2 000,01	9	-14	-12	2 000,01	9	-14	-12	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza ΔL: Carga adicional E_a: Error en cero
I: Indicación de la balanza E: Error encontrado E_c: Error corregido



Lectura corregida $R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,00000303 R$

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0,0000319 \text{ g})^2 + (0,0000000032 \text{ R})^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U 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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Anexo 12. Boleta de ensayos de laboratorio

TEC&LAB LOGISTICA PEREZ DAVILA NESTOR LUIS AV. LOS HEROES 1132 MIRAFLORES - LIMA - LIMA		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 10408934813 EB01-1				
Fecha de Vencimiento :						
Fecha de Emisión :	13/10/2021					
Señor(es) :	MILTON JAIR CALERO MULATILLO					
DNI :	77468210					
Tipo de Moneda :	SOLES					
Observación :						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
3.00	UNIDAD	EXCAVACION MANUAL DE TERRENO NATURAL - CALICATAS DE 1.5 M PROFUNDIDAD INCLUYE: MUESTREO Y PERFIL ESTRATIGRAFICO	175.00	0.00	619.50	0.00
1.00	UNIDAD	MOVILIDAD - TRANSPORTE DE PERSONAL Y RECOJO DE MUESTRAS	150.00	0.00	177.00	0.00
4.00	UNIDAD	ANALISIS GRANULOMETRICO INCLUYE: CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACION SUCS	50.00	0.00	236.00	0.00
4.00	UNIDAD	LIMITES DE ATTENBERG	35.00	0.00	165.20	0.00
4.00	UNIDAD	VALOR DE SOPORTE CBR INCLUYE: PROCTOR MODIFICADO Y PESO ESPECIFICO	175.00	0.00	826.00	0.00
Otros Cargos :						S/ 0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/2,023.70
SON: DOS MIL VEINTITRES Y 70/100 SOLES						
(*) Sin impuestos.						
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.						
Op. Gravada :						S/ 1,715.00
Op. Exonerada :						S/ 0.00
Op. Inafecta :						S/ 0.00
ISC :						S/ 0.00
IGV :						S/ 308.70
ICBPER :						S/ 0.00
Otros Cargos :						S/ 0.00
Otros Tributos :						S/ 0.00
Monto de Redondeo :						S/ 0.00
Importe Total :						S/ 2,023.70
<p><i>Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.</i></p>						