



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de suelos en la subrasante con cenizas de hojas de eucaliptos en la avenida Juan Velazco – Carabayllo en Lima, 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA CIVIL

AUTORA:

Tupia Astocondor, Gladys Karla (<https://orcid.org/0000-0002-2446-8578>)

ASESOR:

Dr. Benites Zúñiga, Jose Luis (<https://orcid.org/0000-0003-4459-494X>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

La presente investigación está dedicada a Dios por brindarme las fuerzas para seguir adelante ayudándome a superar cualquier obstáculo que se presentó y se presentará, a mis hermanas Y. Tupia Astocondor y M. Tupia que son mi pilar que me motivan cada día brindándome su apoyo incondicional y alegría. A mis padres que me enseñaron a luchar por lo que uno quiere, a que todo esfuerzo valdrá la pena. A mis amigas C.P.A. que estuvieron para mí, que me alentaron a seguir.

Agradecimiento

Agradezco a las entidades que confiaron en mi brindándome su confianza y las facilidades en esta etapa de formación profesional lo cual consolido mis conocimientos obtenidos junto con la experiencia brindada, a la Universidad César Vallejo por brindar docentes capaces teniendo en cuenta nuestra formación, por su labor y dedicación hacia nosotros. A mis abuelos V. Gamarra y I. Garay que estuvieron conmigo en esta etapa, atendiéndome cada día y preocupándose por mí, gracias por todo.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tabla.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO	5
III. METODOLOGÍA.....	45
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	45
3.2. Variables y operacionalización	46
3.3. Población, muestra y muestreo	47
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	48
3.5. Procedimientos	50
3.6. Método de análisis de datos	54
3.7. Aspectos éticos	55
IV. RESULTADOS	56
V. DISCUSIÓN.....	64
VI. CONCLUSIONES.....	70
VII. RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS.....	72
ANEXOS.....	78

Índice de tablas

Tabla 1. Composición química de la ceniza de hoja de Eucalipto.....	10
Tabla 2. Propiedades físicas del eucalipto	11
Tabla 3. Propiedades mecánicas del eucalipto	11
Tabla 4. Requisitos químicos para las cenizas	12
Tabla 5. Comparación entre métodos para determinar cenizas totales	14
Tabla 6. Categorías de Subrasante.....	16
Tabla 7. Propiedades ingenieriles de los componentes del suelo	17
Tabla 8. Estabilidad Volumétrica dependiendo el tipo de suelo	18
Tabla 9. Resistencias típicas a compresión y ej. de mezclas suelo -cemento	19
Tabla 10. Numero de calicatas para exploración de suelos	22
Tabla 11. Clasificación de suelos	23
Tabla 12. Clasificación de suelos según su tamaño de partículas.....	23
Tabla 13. Características del material usado en la subrasante	23
Tabla 14. Ventajas y Desventajas de la estabilización del suelo	25
Tabla 15. Valores típicos de consistencia del suelo	27
Tabla 16. Clasificación de suelo según Índice de Plasticidad.....	27
Tabla 17. AASHTO - Clasificación de suelos	37
Tabla 18. Tamaños mínimos del material húmedo	39
Tabla 19. Numero de Mr. y CBR	41
Tabla 20. Equivalentes métricos	43
Tabla 21. Capacidad de Carga Mínima.....	43
Tabla 22. Ensayos de laboratorio.....	49
Tabla 23. Clasificación de suelo C-1, C-2 y C-3.....	53
Tabla 24. Análisis de granulométrico Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE .	53
Tabla 25. Índice de Plasticidad del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE.....	59
Tabla 26. OCH y MDS del Patrón (C-2) + 4%, 7%, 11% de CHE	61
Tabla 27. CBR del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE	62
Tabla 28. Resultados de los índices de consistencia, tratamientos con cal.	64
Tabla 29. Limite Plástico e índice de Plasticidad de la Arena Limosa (SM).....	65
Tabla 30. Limite Plástico e índice de Plasticidad de la Arcilla de Alta Plasticidad.	65
Tabla 31. Comparación de resultados de Tesistas - Índice de Plasticidad	66

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Proceso de obtención de la ceniza	10
Figura 2. Partes del eucalipto: corteza, hojas, yemas y frutos	13
Figura 3. Especies forestales con mayores volúmenes en la sierra	14
Figura 4. Comportamiento en la subrasante	16
Figura 5. Correlaciones típicas entre las clasificaciones de suelos y las propiedades de los suelos con el módulo de resiliencia	24
Figura 6. Cuchara de Casagrande	28
Figura 7. Dimensiones de la ranura en la Copa de Casagrande	28
Figura 8. Dispositivo Límite Líquido operado a mano	29
Figura 9. Pruebas de la resiliencia	30
Figura 10. Calibración para altura de caída.....	30
Figura 11. Herramienta de ranura.	31
Figura 12. Altura del medidor de caída	31
Figura 13. Ejemplo de herramienta de ranurado colocada en una plataforma de deslizamiento correctamente ranurada	33
Figura 14. Muestra del suelo – Límite Líquido	34
Figura 15. Prueba de Límite Plástico.....	34
Figura 16. Utensilios empleados en el Proctor Normal.....	37
Figura 17. Determinación del Índice de CBR	40
Figura 18. Aparato para ensayo de relaciones de soporte	44
Figura 19. Recolección de hojas de eucalipto.	50
Figura 20. Hojas de eucalipto secas	50
Figura 21. Cenizas de hojas de eucalipto sin tamizar.....	51
Figura 22. Cenizas de hojas de eucalipto procesadas	51
Figura 23. Excavación de C-1	52
Figura 24. Excavación de C-2	52
Figura 25. Excavación de C-3	52
Figura 26. Extracción de Muestra C-1	52
Figura 27. Extracción de Muestra C-2.....	52
Figura 28. Extracción de Muestra C-3.....	52
Figura 29. Análisis granulométrico Patrón (C-2) + 4%, 7%, 11% de las CHE	54

Figura 30. Mapa político del Perú.....	56
Figura 31. Mapa político del Departamento de Lima	57
Figura 32. Mapa de provincia de Lima	57
Figura 33. Mapa del distrito de Carabayllo	58
Figura 34. Ensayo de Límite Líquido del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE	59
Figura 35. Ensayo de Límite Plástico del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE	59
Figura 36. Índice de Plasticidad del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 7% de las CHE	59
Figura 37. Ensayo de Proctor modificado del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE	60
Figura 38. OCH y MDS del Patrón (C-2) + 4%, 7% Y 11% de las CHE	61
Figura 39. CBR del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE	62
Figura 40. Instrumento de Presión de penetración para el CBR.....	62
Figura 41. CBR del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE	62
Figura 42. Comparación de resultados de Tesistas - Índice de Plasticidad	66
Gráfico 1. Sección Típica de la Infraestructura del camino.....	15
Gráfico 2. Efecto del contenido de cal en la resistencia a la compresión simple de varios tipos de estabilización del suelo durante 7 días.	19
Gráfico 3. Principios de la compactación.....	20
Gráfico 4. Resultados de ensayos a la compresión lateralmente confinada sobre muestras de suelo preparados en el laboratorio. (a) Curvas e-p típicas; (b) las mismas curvas representadas en e-log p.....	21
Gráfico 5. Diagrama A. o de plasticidad para uso en el SUCS	26
Gráfico 6. Curva de flujo	28
Gráfico 7. SUCS	36
Gráfico 8. Curva Humedad – densidad seca	36
Gráfico 9. Proctor modificado	67
Gráfico 10. CBR (Relación Soporte California).....	68

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general demostrar que las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la estabilización de suelos de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021, el cual presento una metodología de tipo aplicada, utilizando el diseño experimental y cuasi experimental con enfoque cuantitativo. La población utilizada fue la trocha carrozable de la Av. Juan Velazco del Distrito de Carabayllo, teniendo como muestra 2.4km con un ancho de 5.38m en el cual se realizaron 3 calicatas de 1.5m de profundidad y los ensayos de laboratorio: Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR.

Finalmente, de acuerdo a los resultados realizados se obtuvo que la clasificación de suelos según AASHTO es de A-4 y según SUCS de CL lo cual es arcilla inorgánica de baja plasticidad, en la obtención de IP de la muestra patrón (C-2) presentó un NP (No plástico), su OCH=15.5% y MDS=1.869gr/cm³, de modo que se adicionaron CHE en porcentajes de 4%, 7% y 11%; respecto al IP al 4%, 7% y 11% presentó como resultado unánime NP (No Plástico), el OCH al 4% es 15.50% y MDS=1.902gr/cm³, al 7% y 11% el OCH=15.70% pero su MDS al 7%=1.952gr/cm³ y al 11% MDS=1.973gr/cm³, por otro lado el CBR al 95% de 4%=13.90%, 7%=24.40% y de 11%=25.80%, a su vez el CBR al 100% de 4%=24.10%, 7%=32.0% y 11%=33.90%. En conclusión, el % más favorable según el MTC siendo comprobada mediante los ensayos realizados es del CBR al 95% de 11% considerándose una subrasante muy buena.

Palabras claves: plástico, ceniza, hojas de eucalipto, estabilización.

Abstract

The present investigation had as general objective to demonstrate that the ashes of eucalyptus leaves influence the stabilization of soils of the Subgrade on Avenida Juan Velasco - Carabayllo in Lima, 2021, which presented an applied type methodology, using the experimental design and quasi-experimental with a quantitative approach. The population used is the carriageway of Av. Juan Velasco of the Carabayllo District, having as a sample 2.4km with a width of 5.38m in which 3 pits of 1.5m depth were made, the laboratory tests were carried out: Limits by Atterberg, Modified Proctor and CBR.

Finally, according to the results, it was obtained that the classification of soils according to AASHTO is A-4 and according to SUCS of CL, which is inorganic clay of low plasticity, in obtaining IP from the standard sample (C-2) presented a NP (Non-plastic), its OCH = 15.5% and MDS = 1.869gr / cm³, so that CHE was added in percentages of 4%, 7% and 11%; Regarding the IP at 4%, 7% and 11% presented as a unanimous result NP (No Plastic), the OCH at 4% is 15.50% and MDS = 1.902gr / cm³, at 7% and 11% the OCH = 15.70% but its MDS at 7% = 1.952gr / cm³ and at 11% MDS = 1.973gr / cm³, on the other hand the CBR at 95% of 4% = 13.90%, 7% = 24.40% and 11% = 25.80%, to turn the CBR to 100% of 4% = 24.10%, 7% = 32.0% and 11% = 33.90%. In conclusion, the most favorable% according to the MTC, being verified by the tests carried out, is the 95% CBR of 11%, which is considered an very good subgrade.

Keywords: plastic, ash, eucalyptus leaves, stabilization.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, el uso de las carreteras ha ido aumentando considerablemente ya que estos ayudan al transporte de mercadería y medio de comunicación entre países, pueblos o regiones, es por ello que es de importancia la conservación de estas mismas. Hasta ahora, la baja resistencia en los suelos se puede percibir en carreteras no pavimentadas, es decir, trocha carrozable. El suelo de esta última puede presentar condiciones desfavorables en épocas de lluvia, tal como suelo lodoso, ocasionando así deslizamiento o accidentes vehiculares. Al mismo tiempo puede ser mejorada llegando a añadir un estabilizador al suelo inadecuado con la finalidad de mejorar está misma, por lo cual se presentó las cenizas de hojas de eucalipto como estabilizante orgánico en la subrasante.

Es por ello que, a nivel internacional, “La estabilización de suelos surgió como una opción a la construcción de carreteras para sustituir los materiales tradicionales utilizados en la superficie del suelo y/o mejorar la subrasante”¹. De tal manera, “Para efectuar un adecuado producto estabilizador se debe partir en base al objetivo que se quiere lograr, ayudando a definir los instrumentos utilizar para la estabilización del suelo”².

Como problemática internacional tenemos al país de Colombia en donde los métodos utilizados para la estabilización de subrasante son de naturaleza experimental. Con este método, el pavimento no debe dañarse si el material cumple con los parámetros de calidad. Considerando a su vez el aumento de la flota de vehículos en el departamento de Tolima respecto al parque automotor, la necesidad de rehabilitar las carreteras, donde ya estaban dañadas, y la necesidad, por lo tanto, con los requisitos más importante de las partes estructurales del pavimento (base, subbase, mejora del terreno)³.

Mientras tanto, a nivel nacional las avenidas ubicadas en la provincia de Huaylas – Pueblo Libre se han visto afectadas por sus propias características, a su vez se

¹ (Stabilization of soils through the use of oily sludge, 2020)

² (Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empleando productos no tradicionales [en línea], 2017)

³ (CLAVERÍA Vásquez, y otros, 2018)

puede decir que los mismos recopiladores influyen en la zona y en la investigación de estas pronunciándose problemas en las vías afirmadas o trochas carrozables⁴.

En la actualidad muchas provincias han sido afectadas por el deterioro de sus carreteras debido a que es el único medio de transporte que utilizan. En la provincia de Lima se puede apreciar distintos problemas a través de las noticias ocasionando que las carreteras lleguen a presentar un congestionamiento, asimismo se han presentado zonas que no se encuentran pavimentadas, es decir, son trochas carrozables, a su vez, estas carreteras no cuentan con las características geométricas estandarizadas en la normativa correspondiente.

Existen varias zonas críticas, entre ellas se encuentra el Distrito de Carabayllo que presenta diversos tipos de fallas u deterioros en las carreteras, esto se puede deber al tipo de suelo que se encuentra en ella, como también el tipo de diseño de las carreteras, ya que en algunas zonas no soportan las cargas de vehículos pesados, dado que cada vía o carretera está diseñada según su tipo. Un ejemplo de ello tenemos a la avenida Juan Velazco en la que se puede apreciar una vía no pavimentada, ya que esta avenida se encuentra en una zona de cultivo, asimismo esta avenida sin pavimentar no genera el crecimiento socio económico.

Por tal motivo en la actual investigación se ha planteó el siguiente problema general: ¿De qué manera las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la estabilización de suelos de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021?, a su vez se plantearon los siguientes problemas específicos: Cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en el índice de plasticidad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco – Carabayllo en Lima, ¿2021? ¿Cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021? ¿Cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la capacidad de resistencia del suelo de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021?

Por consiguiente, se presentó la justificación de la investigación:

⁴ (RAMIREZ Jara, 2018)

Justificación teórica, respecto a la variable independiente Cenizas de hojas de eucaliptos señala que “[...] son el análisis de residuos inorgánicos que permanecen luego de realizarse una ignición u oxidación de una materia [...]”⁵. Por lo cual, al realizar el proceso se obtiene que “El ingrediente inicial es el aceite de eucalipto, que es el sabor fresco de la especia y aumenta la fuerza y la calidad”⁶. Respecto a la variable dependiente sugiere “Cambiar las características de material existente para desempeñar una mejora en base a la tecnología de estabilización de suelos”⁷

Justificación metodológica, esta metodología trata de alcanzar y efectuar los objetivos dados en el estudio de una manera eficaz en base a los instrumentos de medición utilizados en cada variable: Independiente “Cenizas de hojas de eucaliptos” y dependiente “Estabilización de suelos de la Subrasante” dados en la avenida Juan Velazco - Carabayllo, a su vez trata de obtener la validez y confiabilidad de la variable más primordial del proyecto llegando a desempeñar la estructura de la comprobación respecto a las cenizas de hojas de eucaliptos.

Justificación práctica, mediante esta se trata de dar a conocer más a fondo la existencia de nuevas alternativas de estabilización para el mejoramiento de la subrasante.

Justificación ambiental, el uso de las hojas de eucaliptos tiene como propósito crear conciencia que se puede aprovechar el residuo de estas mismas llegando a optar por darle otro uso, a su vez se consideran las normas técnicas dadas en el diseño de carreteras y ensayos de laboratorio.

Por lo tanto, a través de nuestro objetivo general de investigación se buscó: Demostrar que las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la estabilización de suelos de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021; al mismo tiempo obtener los objetivos específicos: Explicar cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en el índice de plasticidad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021; Explicar cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad

⁵ (MARQUEZ, 2016 pág. 7 citado en HOYLE Vega, y otros, 2019)

⁶ (CHINGUEL Delgado, 2020)

⁷ (RICO Rodríguez, y otros, 2005 pág. 493)

de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021; Explicar cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la capacidad de resistencia del suelo de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021. Por esta razón se presenta como Hipótesis general: Las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la estabilización de suelos de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021. En concordancia con las Hipótesis específicas: Las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en el índice de plasticidad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021; Las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021 y Las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la capacidad de resistencia del suelo de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

El uso de la estabilización para mejorar la resistencia del suelo ha sido utilizado desde hace varios años, desarrollándose varias investigaciones de estas para el aditivo a utilizar en el terreno y patrón de suelo que se muestra en cada una de ellas. A continuación, se presentan algunas investigaciones para el desarrollo de la estabilización de suelo.

Como antecedentes internacionales tenemos a Cañar (2017) en donde presentó que el objetivo es evaluar la durabilidad y la resistencia de distintas propiedades debido a la mezcla de cenizas de carbón con el suelo apreciando su capacidad de soporte. La metodología utilizada fue tipo experimental, teniendo una población la Parroquia Santa Rosa ubicada en Ambato, extrayendo como muestra 420.9kg (suelo arenoso fino), 421.7kg (suelo arcilloso). Los resultados de la adición dada al SM con 20%=CBR18.8% aumentando aprox. un 3%, al 23%=CBR 19.1% y al 25% =CBR 19.6% considerado una subrasante de rango bueno, y la resistencia al corte de 0.307kg/cm² con una cohesión de 0.154; CH añadido el 20%=CBR 10.20% aumentando en un 0.53%, al 23%=10.20% aumentando en menos del 1% y al 25%=CBR 11.20%, y la resistencia al corte de 0.250kg/cm² y una cohesión de 0.125. La conclusión, al agregar las cenizas de carbón tiene un efecto positivo al terreno expansivo logrando mejorar su CBR.

Asimismo, Castillo (2017) en relación a la finalidad de realizar la estabilización utilizando una cal que se encuentre en la arcilla teniendo un CRB inferior al 5% y un límite de agua superior al 100%. La población fue dada en el km 3 del tránsito ladero de Macas, en donde tuvo como muestra el suelo de la subrasante, el instrumento utilizado son los equipos de laboratorio para cada ensayo. Obteniendo resultados con el tratamiento de cal al 10% un CBR al 58%, 20% un CBR al 75%, 30% un CBR al 106% y 40% un CBR al 140% alterando progresivamente en base al porcentaje de la cal incorporada, aumentando el terreno aproximadamente a 15.8% por un % superior al 30% del aditivo siendo el CBR superior al 100%. La conclusión, al agregar la cal da como resultado un acortamiento revelador de 3.12% en relación al OCH por cada % de cal añadido.

Por otro lado, Barragán y Cuervo (2019) teniendo como objetivo analizar los factores físicos-mecánicos asociados a la resistencia de un suelo areno arcilloso con el 1% de CCA. La metodología es presentada en tipo aplicativa y diseño experimental. Obteniendo resultados en la resistencia del suelo areno arcilloso se logra incrementar el valor de CBR con la adición de CCA, el aumento en el CBR al 95% de compactación con la adición del 1% de CCA es del 30% respecto a la muestra natural, pasando de 1 a 1,3 y el aumento de CBR al 100% con la adición del 1% de CCA es del 19%, pasando de 1,6 a 1,9. La conclusión, El contenido de 1% de adición de CCA al suelo arcilloso tiene una incidencia en el incremento de su resistencia pero no es suficiente para elevarla significativamente teniendo en cuenta el valor mínimo de CBR.

Como antecedentes nacionales tenemos a Villanueva (2017), que considera indicar cuanto resiste a compresión un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ reemplazando el 15% del concreto por cenizas de eucalipto para un curado de 7, 14 y 28 días. La metodología es de tipo aplicativo teniendo un diseño experimental, optando como población 18 probetas de concreto, del cual se utilizaron 3 muestras del total de probetas para los días de curado. Extrayendo como resultados, al 15% de CE a los 7 días $f'c=153\text{kg/cm}^2$ y un patrón 152.6kg/cm^2 diferenciándose por 0.2%, 14 días $f'c=176.8\text{kg/cm}^2$, patrón 174.2kg/cm^2 con desigualdad de 1.2% y a los 28 días $f'c=215.2\text{kg/cm}^2$, patrón $f'c=212.1\text{kg/cm}^2$ con una diferencia de 1.5%. Teniendo como conclusión, que al utilizar el 15% de las cenizas de eucaliptos éstas presentan una composición química aumentando en un 1.5% la resistencia del concreto a los 28 días del curado.

Por otro lado, tenemos a Hoyle y Rodríguez (2019), teniendo como objetivo estabilizar el terreno de la trocha carrozable con fibras de raquis de musca paradisiaca y cenizas de hojas de eucaliptos. La metodología es de tipo investigación experimental y diseño cuasi experimental. La población fue el suelo de la trocha carrozable en el tramo de Canchas a Colcap (distancia de 3km y un ancho de 4m), la muestra dada fue de 4 calicatas con una profundidad de 1.5m, los instrumentos utilizados fueron los protocolos (ensayos), donde se obtuvo como resultados que su composición química está determinada por el 24.2% de cal para cenizas y 36% de celulosa para el raquis, y el valor de CBR es 6.7% para la muestra

de referencia y 10% para la muestra de raquis, siendo el intercambio del 11.2% de la muestra. Teniendo como conclusión, la opción del 10% más favorable identificada con un valor de CBR del 95% del 11.2% que fue la más favorable.

De igual forma Cubas y Falen, en su trabajo de investigación menciona que el objetivo es evaluar la aplicación de cenizas de carbón (vegetales) para nivelar el terreno con la activación de alcalinos en vías no pavimentadas. El método utilizado es tipo cuantitativa de diseño cuasi experimental en donde la población se considera arenosa y arcilloso en parte de la provincia de Lambayeque (Pimentel y Lambayeque). Obteniendo resultados mostrando que el producto CC-M2-NaOH, produjo lo mejor a 20° C a 30°C durante 7 días con la adición de CC al 21% y NaOH 8 m con 3.20% de OCH, en las muestras de CC-M1-CCM3 al 7% y 14% no se presentó ningún alza en la resistencia del suelo. La conclusión, los productos de carbón utilizados (CC-M2) son los más sensibles a los suelos arenosos y arcillosos debido a su alto contenido de silicio (CaO), promoviendo la estabilidad del suelo.

Con antecedentes en otros idiomas tenemos a Anjani, Kumar, Roop y S. (2017) the objective is to increase the strength of the borrowed clay by reducing costs through the use of abundant agricultural and livestock products. As a result, the country adapts to both soaking and non-soaking conditions, thus estimating the capacity, so that the CBR without soaking increases and decreases with the increase of different types of ash due to the deformation of calcium silicate after the effects of silica from ash and soil calcium. Additionally, the silica did not react with calcium, resulting in a 7.5% reduction in ash content and unfiltered CBR. The highest CBR values were 18.83%, 16.24%, and 13.67% for RHA, SCBA, and CDA, respectively in conclusion, adding different ash to the soil will reduce the plastic content by increasing the ash content from 2.5% to 12.5%. The Number of plastic floors has been reduced from 13 to 24, from 16.8 to 50 and from 13 to 52.4, so that stabilization can be adapted to RHA, SCBA and CDA.

A su vez, Baghabra, Al-Homidy, Maslehuddin y Saleh (2017) they aim to increase the resistance of arc welded sands and marls (EAFD), industrial products not cementitious or lime. The method used was the applicative type and its experimental design. The results are a marl mix containing 0,5,10,20 or 30% - EAFD, which

increases DSM from 1.90 to 2.23kg/cm³, OCH increases from 7.6% to 9.2% and the CBR of wet loam increases dramatically with EAFD. As for the mix of sand cement and EAFD it is from 171 to 750%. The conclusion suggests that cement, marl and sand in parallel with EAFD can be used for a simple and direct method. Soil base has been shown to be sustainable and the low iron content in this compound is still within USEPA tolerance.

De la misma forma Pereira, Emmet, Pereira y Gatto (2017) aimed to study, through geotechnical laboratory tests, the technical potential regarding the wear of hydrated lime in technical properties of forest road terrain. The population was the section of the road in the municipality of Niquelandia, state of Goiás, Brazil. As a result, the soil-lime mixtures made during the hardening time of 28 days increased their CBR, the natural soil from 13.52% to 59.01%, in the modified effort the soil was 8.00% to 60.71% in subgrade, subgrade and subbase reinforcement. The conclusion, the incorporation of lime modified the behavior of the local soil, increasing its resistance and its capacity, on the other hand the compaction force and the hardening time bring different responses of the soil-lime mixture.

Como artículos científicos tenemos a Goñas y Saldaña (2020) que tuvo como propósito evaluar el impacto de los productos de la combustión del carbón (cenizas de carbón) mejorando sus características mecánicas del terreno. El diseño de investigación fue experimental. Población de Chachapoyas, se utilizaron muestras extraídas del suelo de la calle 8 y 9 de Las Lomas, los instrumentos utilizados fueron fichas técnicas de ensayos de laboratorio. Los resultados obtenidos cuando se adiciono el 15%, 20% y 25% de cenizas de carbón los CBR fueron de 2.3% y 2.9% y 3.5% incrementando el CBR para el tipo de suelo CH y para el tipo de suelo OH los resultados obtenidos fueron de 2.6%, 3.0% y 3.7% respecto al CBR. En conclusión, las cenizas de carbón mejoran el CBR para tipos de suelos CH y OH pero no se lograr estabilizar según el manual de carreteras para ser utilizados como subrasante mejorada.

Por consiguiente, a Linares, Aguilar y Rojas sostuvo como objetivo precisar el impacto al fundir las bolsas de polietileno con la arcilla a la altura del suelo. El método de investigación utilizado es el aplicativo y fue experimental, en donde la

población proviene de av. Los Libertadores y Jr. Las Orquídeas del poblado nuevo 16 de octubre. Consiguiendo como resultados que las propiedades físicas para el T1(4%) se reducen de 13.55% a 8.98% (BPF) en relación con IP, y debido a esa propiedad el T3 (12%) se reduce en OCH de 18.23% a 15.46%. Por tanto, es eficaz comparado con MDS aumento de 1.730gr/cm³ a 1.80gr/cm³ y su CBR aumento de 5.6% a 9.9%, Finalmente, se mejoran sus características físicas y mecánicas al incorporar de BPF en la estabilización del suelo.

Por otra parte, Alarcón, Jiménez y Benítez (2020) tiene como objetivo reemplazar los materiales tradicionales utilizados en capas granulares mejorando la subrasante de las estructuras de la vía. Obtenido como resultado que agregar el 6% del lodo aceitoso a la subrasante resulto en un aumento significativo en la plasticidad y la resistencia, un aumento del 4% en el suelo y propiedades curativas en 26 días. La conclusión, el 4% del lodo aceitoso aumenta la resistencia del proceso en un 37%, teniendo un mejor efecto y es menos susceptible a los efectos del agua, aumenta la estabilidad hídrica al estar sometido a saturación.

Como bases teóricas relacionada a la variable independiente: cenizas de hojas de eucaliptos tenemos:

Las cenizas es el sobrante que resulta de la combustión del carbón pulverizado y se descarga de la cámara de combustión mediante los gases de escape⁸. A su vez, los residuos se pueden definir como material derivado de actividades de producción y consumo que no han adquirido valor económico⁹. Por esta razón, la ceniza es un sólido que se obtiene al descomponer el carbón en polvo en una central térmica, y se recoge mediante un filtro junto con el gas de proceso¹⁰.

El eucalipto es principalmente de Australia y del árbol de Murray, tiene una dispersión natural de latitudes que van desde los 7 grados de latitud norte hasta los 43 grados con 39 minutos de latitud sur; el mejor hábitat natural para la mayoría de las especies presentes y el más ampliamente distribuido se encuentra en los

⁸ (GUYER, 2020 pág. 5)

⁹ (NAVARRO, y otros, 1995 pág. 11)

¹⁰ (AENOR, 1988 págs. 58-59)

tropicos del sur de Capricornio¹¹. Es por ello que, el género eucalyptus crece en un espacioso lugar de limites climáticos, dentro de sus hábitats naturales, poseyendo un variado y amplio acervo genético que explican su introducción exitosa en muchos países del mundo, entre ellos, Perú¹². Por consiguiente, las cenizas de eucalipto es el residuo de quemar en un horno o recipiente especial las hojas de Eucaliptus¹³.

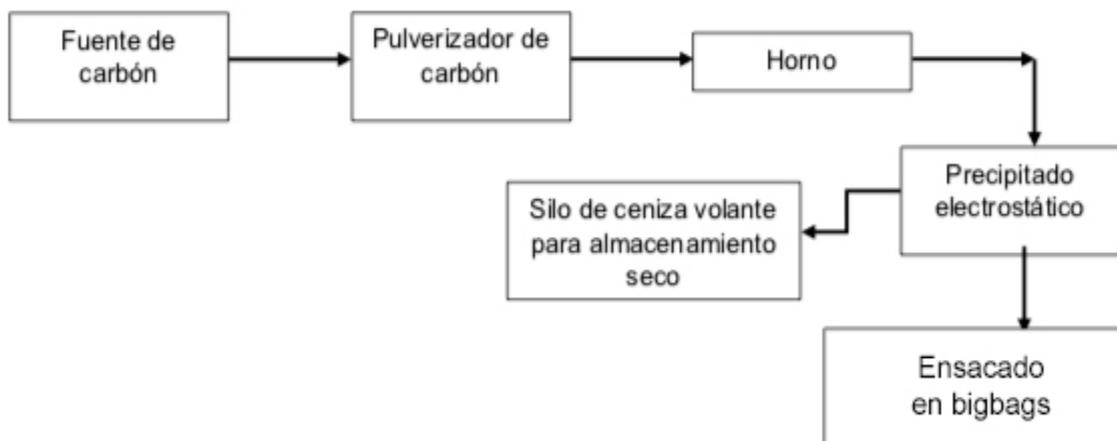


Figura 1. Proceso de obtención de la ceniza

Fuente: Empresa CIMAFE (2021)

Tabla 1. Composición química de la ceniza de hoja de eucalipto

Composición química	Resultado (%)
Óxido de potasio (K ₂ O)	31.26
Óxido de magnesio (MgO)	28.75
Óxido de calcio (CaO)	20.24
Trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	6.53
Dióxido de silicio (SiO ₂)	5.63
Pentóxido de fósforo (P ₂ O ₅)	3.74
Trióxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	2.79
Óxido de manganeso (MnO)	0.36
Trióxido de azufre (SO ₃)	0.25

Continuación de la Tabla 13.

Composición química	Resultado (%)
Cloruro (Cl ⁻)	0.23
Dióxido de titanio (TiO ₂)	0.15
Óxido de zinc (ZnO)	0.04
Dióxido de zirconio (ZrO ₂)	0.03
Bromuro (Br)	0.02

Fuente: Carrillo (2018)

¹¹ (FAO, 1981 pág. 1)

¹² (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2019 pág. 3)

¹³ (SOLANO Campos, 2020 pág. 41)

A su vez las cenizas presentan propiedades de acuerdo a su clase; clase F, poseen propiedades puzolánicas y proceden de la combustión de las antracitas y la clase C, tienen propiedades cementíticas y puzolánicas y proceden de la combustión del lignito, por otro lado, las propiedades físicas de las cenizas se presentan en estado seco siendo una arena muy refinada, sedoso al toque y de una coloración grisácea, más o menos más clara; la tonalidad respeta el contenido de las misma en óxido de hierro (Fe_2O_2) y de su riqueza en carbón sin quemar¹⁴.

Se puede saber que el eucalipto presenta 2 tipos de propiedades, físicas en donde presenta su densidad base, contracción de volumen, relación T/R, contracción secundaria y radial, medida de curvatura, módulo de ruptura en flexión, comprensión paralela y longitudinal, cizallamiento paralelo a las fibras, dinámica de rigidez lateral y tenacidad¹⁵.

Tabla 2. *Propiedades físicas del eucalipto*

DENSIDAD (g/cm ³)	VERDE	SECA AL AIRE	ANHIDRA	BASICA
	1.16	0.73	0.7	55
CONTRACCION NORMAL (%)	TANGENCIAL	RADIAL	VOLUMETRICA	T/R
	10.8	4.4	15.2	2.45
CONTRACCION TOTAL (%)	14.2	6.7	20.9	2.11

Fuente: Internet

Tabla 3. *Propiedades mecánicas del eucalipto*

CONDICION	FLEXION ESTATICA			COMPRESION				
			MOE x 103 (kg/cm ²)	PARALELA		PERPENDICULAR		
	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)		ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)	MOE x 103 (kg/cm ²)	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)
VERDE + 30%	383	702	104	232	288	----	58	----
SECO AL AIRE 12%	509	1068	138	337	470	----	80	----

ELP: Esfuerzo en el límite proporcional

MOR: Módulo de ruptura

MOE: Módulo de elasticidad

Fuente: Internet

¹⁴ (INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO ESPAÑA, 1995 págs. 254-255)

¹⁵ (CONFEDERACIÓN PERUANA DE LA MADERA, 2008 pág. 37)

La ceniza es caracterizada porque no es un material homogéneo debido al orden de las partículas que lo componen dependiendo su composición química, tamaño, tamaño de partícula, textura superficial, entre otros¹⁶. Por otro lado, la característica de las cenizas (composición, contenido en fase, vítrea, etc.) depende del tipo de combustible y de las instalaciones de las instalaciones de la central de donde se originan¹⁷.

Es por ello que, se consideró tres aspectos básicos entre los cuales están propiedades químicas, minerales y físicas: el análisis químico arroja un total de más del 75% de los óxidos principales ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$), el contenido del SO_3 varia y depende de la composición del carbono inicial, pero su valor es inferior al 5%, cuarzo (Q), mullita (M), hematita (H), calcita (C), aluminato cálcico, entre otros y por último una de las características más variables es su distribución de tamaño de partículas, por lo cual, influyen principalmente por el grado de pulverización del carbón primario, el proceso térmico (temperatura alcanzada, contenido no quemado) y el tipo de colector de polvo en la planta¹⁸.

Tabla 4. *Requisitos químicos para las cenizas*

COMPONENTE		CLASE F	CLASE C
($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$)	% Min.	70.0	50.0
SO_3	% Máx.	5.0	5.0
Contenido humedad	% Máx.	3.0	3.0
Pérdida al fuego	% Máx.	12.0	6.0
MgO	% Máx.	5.0	5.0
Alcalis, como Na_2O	% Máx.	1,5	1,5

Fuente: ASTM C-618

A su vez, el árbol de eucalipto durante un tiempo se puede caracterizar y reconocer fácilmente por la corteza que finalmente cae al suelo después de las ráfagas de viento y la nueva franja de corteza de color blanco plateado o azul violeta en las bandas expuestas¹⁹, al mismo tiempo sus hojas se presentan en diferentes tipos según distintos estados de madurez de la planta, fenómeno que es denominado

¹⁶ (AENOR, 1988 pág. 58)

¹⁷ (CRIADO Sanz, y otros, 2006 pág. 11)

¹⁸ (AENOR, 1988 pág. 59)

¹⁹ (VALENCIA Peza, y otros, 2017 pág. 44)

heterofilia, en el desarrollo de las plantas se reconocen cuatro etapas en que presentan hojas diferentes²⁰.

Es por ello que tenemos a las hojas de plántulas, son las primeras hojas que se forman en la planta joven durante el primer año, se desarrollan al otro lado del tallo en crecimiento; las hojas jóvenes son hojas presentes en plantas jóvenes que tienen de 4 a 6 pares de hojas formadas en ellas, formado en la mayoría de los troncos de los árboles de eucaliptos; las hojas intermedias, generalmente son más anchas que en la pubertad o la edad adulta, y por último las hojas maduras, son las hojas que normalmente se producen a partir de la parte intacta de la parte superior de un eucalipto maduro, tienen múltiples pieles, a menudo gruesas, duras, muy cortadas y tienen múltiples escleróticas²¹.

Por otro lado, se tuvo a las flores o yemas florales que componen la inflorescencia pueden ser pedunculadas o seciles, su base corresponde a un receptáculo o seciles llamado hipantio que está coronado por el opérculo proveniente de la fusión de los pétalos o los sépalos o ambos, es por ello que las flores de eucalipto no presentan pétalos típicos y sus colores están dados por los estambres²². Respecto a los frutos de eucalipto, está formado por el desarrollo de una corola adherida y un bulbo inferior adherido. La parte superior de la fruta consta de 4 gajos²³.

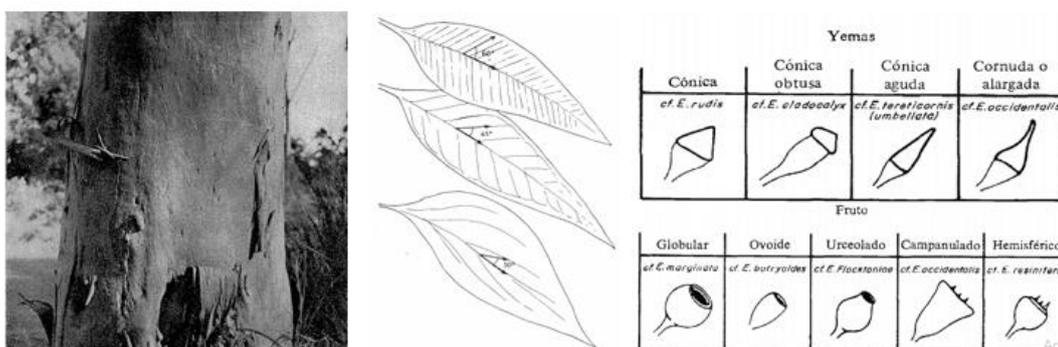


Figura 2. Partes del eucalipto: corteza, hojas, yemas y frutos

Fuente: Elaboración propia

²⁰ (INSTITUTO FORESTAL CHILE, 1989 pág. 5)

²¹ (STANLEY Thatcher, Blake, 1953 citado en FAO, 1981 pág. 43)

²² (INSTITUTO FORESTAL CHILE, 1989 pág. 7)

²³ (FAO, 1981 pág. 49)

Tabla 5. Comparación entre métodos para determinar cenizas totales

Método	Ventaja	Desventaja
Seco	1. Simple	1. Se requiere alta temperatura
	2. No se requiere atención durante la generación de cenizas	2. El equipo es caro
	3. No se requieren reactivos	3. Hay pérdidas por volatilización
	4. Se pueden manejar muchas muestras	4. Hay interacciones entre minerales y recipientes.
	5. Es un método estándar para la determinación de cenizas	5. Hay absorción de elementos traza por recipientes de porcelana o sílice
	6. Se puede determinar cualquier tipo de materia inorgánica	6. Poca utilidad para análisis de Hg, As, P y Se
Húmedo		7. Calentamiento excesivo puede hacer ciertos componentes insolubles.
		8. Hay una dificultad de manejo de cenizas por ser higroscópicas, sensibles a la luz, etc.
	1. Relativamente no se requiere alta temperatura	1. Se requieren altas cantidades de materiales corrosivos.
	2. El dispositivo es simple	2. Se requieren ácidos explosivos
	3. La oxidación es rápida	3. Se requiere estandarizar los reactivos
	4. Se mantiene la disolución acuosa lo cual es bueno para análisis mineral.	4. Las reacciones son fumantes
5. El equipo no es caro	5. Manejar sistemáticamente varias muestras no es sencillo	
6. No hay volatilización de minerales	6. El procedimiento es tedioso y gasta mucho tiempo.	

Fuente: Nollet (1996)

Las 10 especies forestales con mayores volúmenes (m³/ha)



Figura 3. Especies forestales con mayores volúmenes en la sierra

Fuente: SERFOR, 2017

Respecto a nuestra variable dependiente: Estabilización de suelos de la subrasante se describe que, las carreteras están pavimentadas cómo una solución para mejorar la transitabilidad de las personas, bienes y servicios, es por ello que la vía ser divididas en pavimentos flexibles y rígidos con diferentes estructuras debido a la carga transferida por ella misma²⁴. Es por ello, la subrasante es el perfil de la pista acabada y la rasante es el perfil del pavimento de rodaje, que suele ser paralelo a la pista, asentándose sobre ella²⁵. A su vez, esta es la superficie del cuerpo del terraplén, donde se encuentra la subbase, base o terreno de la carretera, para las carreteras sin base o capa superior, esta parte del cuerpo del terraplén es la parte final siendo una superficie de apoyo²⁶.

De modo que, la estabilización del suelo de la subrasante se relaciona con el nivel de la superficie del acabado de la estructura del pavimento, incorporándose después la estructura de esta misma lo cual indica que es parte de la carretera para mejorar las propiedades físicas entre el suelo naturalmente plano y la estructura del pavimento, empleando el uso del aditivo ya sea un producto químico, natural o sintético para mejorar o incrementar sus propiedades físicas, es decir, proporcionar una mayor resistencia al suelo y a su vez una mayor durabilidad²⁷.

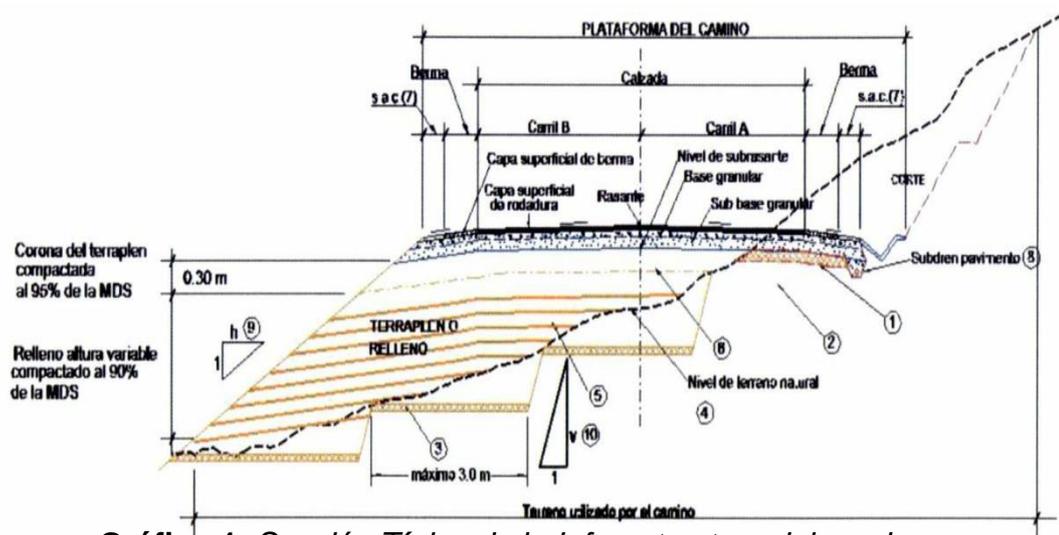


Gráfico 1. Sección Típica de la Infraestructura del camino.

Fuente: MTC (2014)

²⁴ (BECERRA Salas, 2012 pág. 6)

²⁵ (GARCÍA Marquez, 2005 pág. 415)

²⁶ (INSTITUTO MEXICANO DE TRANSPORTES, 2008 pág. 5)

²⁷ (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014 pág. 20; 92)

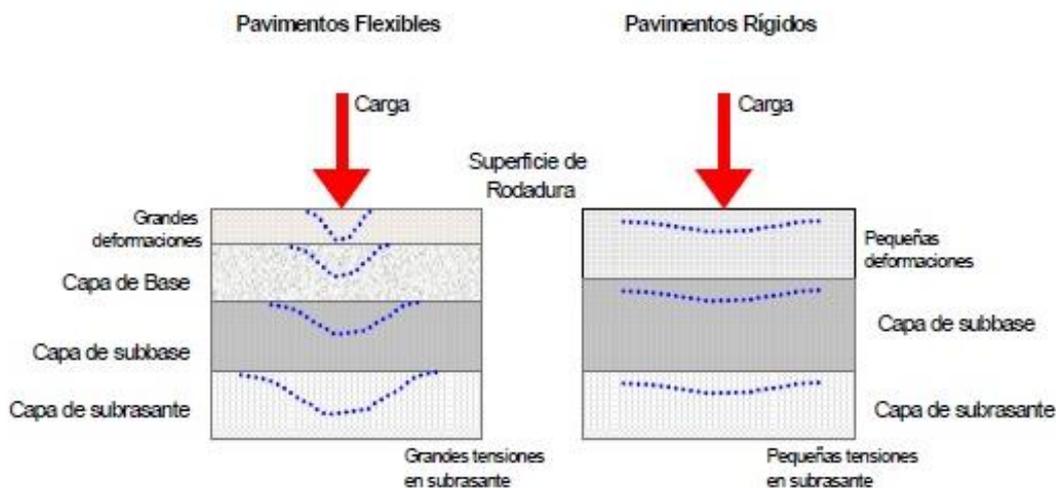


Figura 4. Comportamiento en la subrasante

Fuente: Internet

Tabla 6. Categorías de Subrasante

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

Fuente: MTC (2014)

La estabilización puede residir en distintos procedimientos, entre ellos se encuentran: ampliar la densidad del suelo, añadir productos que produzcan alteraciones químicas y/o físicos en el suelo, disminuir el nivel de agua residuales, trasladar y/o sustituir el suelo deplorable, por lo cual se puede estabilizar de forma mecánica o química, aunque a veces se utilizan medios térmicos y eléctricos, la estabilización química combina o introduce productos químicos (llamado lechada)

en el suelo²⁸. La estabilización mecánica data de la segunda década del siglo, en Estados Unidos, allí fueron las primeras obras en las que se utilizó con plena conciencia de sus propósitos²⁹. Es una estrategia eficaz en términos de combinar múltiples elementos con propiedades integradas cumpliendo con las especificaciones requeridas³⁰. Por lo tanto, cuando se estabiliza el suelo se puede manifestar mediante la resistencia a la compresión o el esfuerzo cortante, o se puede usar alguna medición para expresar resistencia a la humedad y la sequedad se pueden usar para expresar la durabilidad de un suelo estable³¹.

Las propiedades del suelo más comúnmente estudiadas en temas de estabilidad son: estabilidad volumétrica, resistencia, permeabilidad, compresibilidad, durabilidad; usando métodos de tratamiento que mejoren algunas de estas propiedades, pero también se debe prevenir encontrando contradicciones de modo que la mejora de un atributo denote el desperfecto del otro u otros, dándose cuenta que no siempre se puede ver como una solución³².

Tabla 7. Propiedades ingenieriles de los componentes del suelo

Componente →	ARENA	LIMO	MICA	CARBONATO	SULFATO	CAOLINITA	ILLITA	MONTMORILLO NITA	MATERIA ORGÁNICA	ALOFANO
Permeabilidad seco	++	-	M	m	m	-	--	--	++	m
Permeabilidad húmedo	++	+	+	m	m	-	--	--	++	++
Estabilidad volumétrica	++	++	++	++	++	+	-	--	+	m
Plasticidad – cohesión	+-	--	-	-	-	m	-	++	m	++
Resistencia seco	+	+	+	+	+	m	+	++	-	m
Resistencia húmedo	+	--	m	+	m	-	m	--	--	-
Compactación (ω óptima)	+	m	--	++	+	-	m	--	--	++

++ = muy alto + = alto m = moderado - = bajo -- = muy bajo.

Fuente: Internet

²⁸ (BOWLES, 1982 págs. 182-183)

²⁹ (MONTEJO Fonseca, 2002 pág. 107)

³⁰ (BAÑÓN Blázquez, y otros, 2000 pág. 193)

³¹ (MONTEJO Fonseca, y otros, 2018 págs. 14-15)

³² (RICO Rodriguez, y otros, 2005 pág. 493)

Con relación a la estabilización volumétrica; es referida a las dificultades que se presentan en los suelos expansivos por las alteraciones de humedad ya sea en las variaciones estacionales o con las actividades del ingeniero, cuando se estabiliza el suelo, está ofrece como una mascarará de curación o procedimiento para el suelo distinto de las cargas, estratos absorbentes, incorporación de agua, etc. que forman la escala lineal de acción más usual.³³

Tabla 8. Estabilidad Volumétrica dependiendo el tipo de suelo

TIPO DE SUELO	Arcillas Finas	Arcillas Gruesas	Limos finos	Limos Gruesos	Arenas Finas	Arenas Gruesas
Tamaño de partícula (mm)	< 0,0006	0,0006 - 0,002	0,002 - 0,01	0,01 - 0,06	0,06 - 0,4	0,4 - 2,0
Estabilidad volumétrica	Muy pobre	Regular	Regular	Bueno	Muy bueno	Muy bueno
CAL	SI	SI	SI			
CEMENTO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
ASFALTO					SI	SI

Fuente: NTP. CE020

Respecto a la resistencia mencionan que hay una serie de métodos de fortalecimiento que aumentan la fuerza del suelo; promover la resistencia del terreno es la compactación³⁴. Es por ello, que entre mayor sea el contenido de humedad, menor es su resistencia, es por ello que cuando el suelo arcilloso está seco tiene una alta resistencia, incluso cuando tiene una temperatura muy alta presenta mayor resistencia, pero en algunos casos que disminuya el contenido de humedad es perdida de resistencia³⁵. A su vez, puede medirse en forma de cubo con bordes de 40m, sometándose a la acción de una prensa hidráulica hasta su fractura, para piedras muy fuertes se obtendrán valores entre 600 y 2.800kg/cm², pero a partir del 1.700kg/cm² presenta una propiedad de alta calidad, repitiendo una gran cantidad de veces para eliminar las casualidades y obtener un valor creíble³⁶.

³³ (MONTEJO Fonseca, y otros, 2018 pág. 17)

³⁴ (RICO Rodriguez, y otros, 2005 pág. 494)

³⁵ (MONTEJO Fonseca, 2002 pág. 77)

³⁶ (SANZ Llano, 1975 págs. 24-25)

Tabla 9. Resistencias típicas a compresión y ej. de mezclas suelo -cemento

Material	Rango de la resistencia a compresión no confinada	
	lb/pulg ²	(kN/m ²) ^b
<i>Suelo no tratado:</i>		
Arcilla, turba	Menor que 50	Menor que 350
Arcilla arenosa bien compactada	10-40	70-280
Grava, arena y mezclas arcillosas, bien compactadas	40-100	280-700
<i>Suelo-cemento (10% de cemento por peso):</i>		
Arcilla, suelos orgánicos	Menor que 50	Menor que 350
Limos, arcillas limosas, arenas muy mal graduadas, suelos ligeramente orgánicos	50-150	350-1050
Arcillas limosas, arcillas arenosas, arenas muy mal graduadas y gravas	100-250	700-1730
Arenas limosas, arcillas arenosas, arenas y gravas	250-500	1730-3460
Mezclas de arena-arcilla o grava-arena-arcilla bien graduadas y arenas y gravas	500-1500	3460-10,350

Fuente: Mitchell y Freitag (1959)

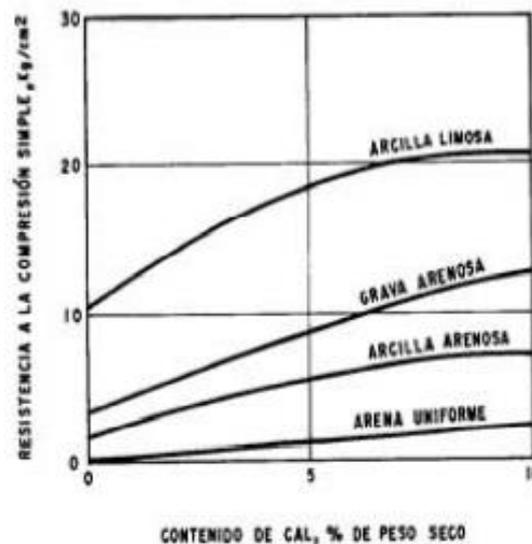


Gráfico 2. Efecto del contenido de cal en la resistencia a la compresión simple de varios tipos de estabilización del suelo durante 7 días.

Fuente: Rico, Del Castillo. (1997)

Al mismo tiempo la permeabilidad, es la propiedad de la piedra, haciendo que el agua sea más o menos fácil de transitar por el interior, se puede decir que depende de los agujeros de la piedra porque estos agujeros forman canales que permiten el paso del agua³⁷. Por lo general, no es difícil cambiar la sustancia a la permeabilidad del estrato del suelo mediante compactación, inyección y otros métodos, es por ello

³⁷ (SANZ Llano, 1975 pág. 22)

que, al utilizar componentes en los suelos arcillosos, entre ellos, el uso de floculantes (como polifosfatos), también puede aminorar de manera relevante la porosidad, al utilizar floculantes (generalmente hidróxido de calcio o yeso) aumentara el valor de absorción en consecuencia³⁸. En otras palabras, en el suelo, la permeabilidad se debe a dos dificultades concurrentes en la evaporación la presión de poro y la secreción de H₂O respecto al terreno³⁹.

La compactación trata de la compactación ya que es una manera común de estabilización que puede cambiar en gran medida la compactibilidad del suelo, sin embargo, esté método no es el único para llegar la estabilización del suelo⁴⁰. Inclusive es la densificación del suelo mediante fuerza automática, también puede involucrarse para modificar la capacidad de humedecimiento y el grado de la superficie, llegando a tener como propósito el mejoramiento de las propiedades del suelo⁴¹. Esto nos quiere decir que al realizar la compactación aumenta las propiedades de resistencia del suelo, incrementando su capacidad de carga a lo que se ejerce sobre la estructura de el mismo, reduciendo el asentamiento imparale de la estructura e incrementando la estabilidad⁴².

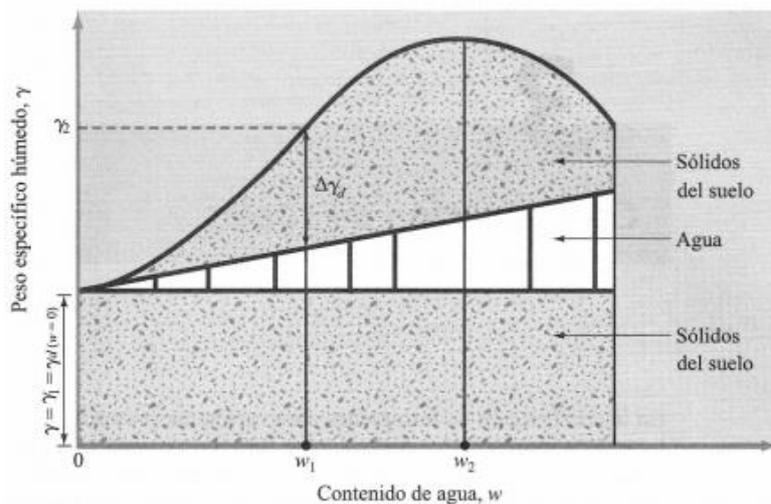


Gráfico 3. Principios de la compactación

Fuente: Braja M. Das (2001)

³⁸ (MONTEJO Fonseca, y otros, 2018 pág. 18)

³⁹ (MONTEJO Fonseca, 2002 pág. 79)

⁴⁰ (RICO Rodriguez, y otros, 2005 pág. 495)

⁴¹ (BOWLES, 1982 pág. 185)

⁴² (BRAJA M., 2001 pág. 51)

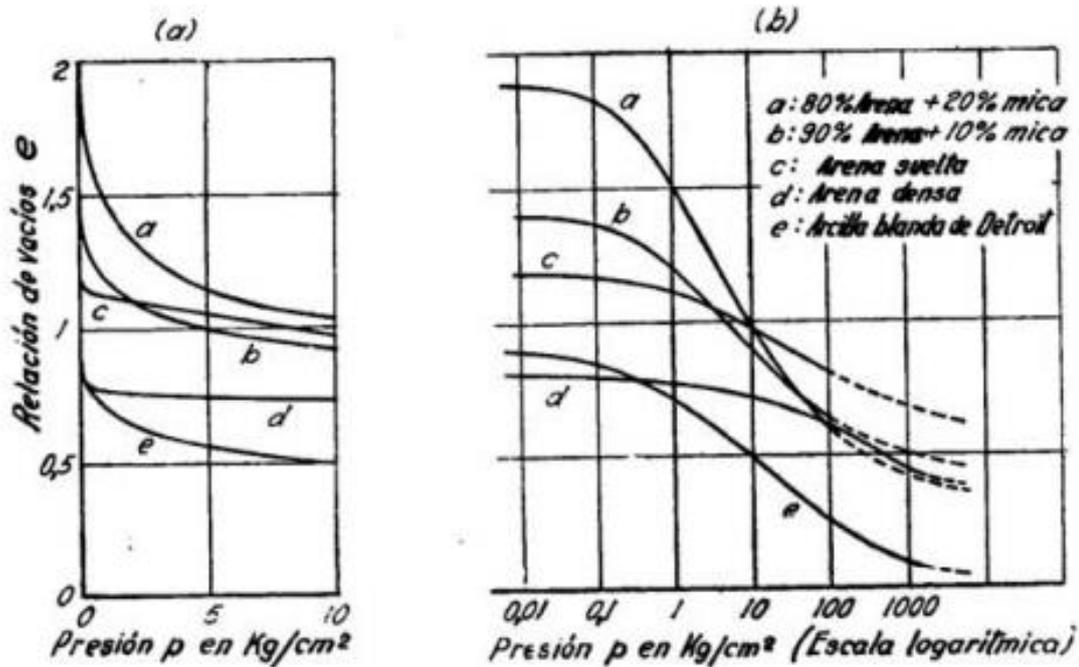


Gráfico 4. Resultados de ensayos a la compresión lateralmente confinada sobre muestras de suelo preparados en el laboratorio. (a) Curvas e-p típicas; (b) las mismas curvas representadas en e-log p.

Fuente: Terzaghi y Peck (1978)

La propiedad de la durabilidad es la capacidad del hormigón para soportar la influencia del medio ambiente, el empuje químico la abrasión y para mantener su rendimiento a lo largo del tiempo, proponiendo utilizar una mezcla con aire acondicionado inferior a 0.5 (o valor equivalente de $f'c=280\text{kg/cm}^2$)⁴³. Este concepto involucra aquellos factores relacionados con la resistencia a la intemperie, erosión o abrasión, por lo tanto, la durabilidad de la carretera suele estar estrechamente relacionada con el suelo relativamente cerca de la superficie de conducción⁴⁴.

En cualquier obra de infraestructura, a lo largo del tiempo se debe preservar una capa de características físicas y mecánicas lo cual es crucial porque puede garantizar la funcionalidad durante todo el proyecto⁴⁵. Los suelos se pueden identificar a través de sus características físicas (contenido de partículas de un tamaño dado) y sus características químicas (naturaleza de los componentes y

⁴³ (BECERRA Salas, 2012 pág. 92)

⁴⁴ (MONTEJO Fonseca, 2002 pág. 77)

⁴⁵ (BAÑÓN Blázquez, y otros, 2000 pág. 22)

contenido en elementos de naturaleza diferente)⁴⁶. Es por ello que, el análisis del tamaño de partículas significa determinar los porcentajes de los diferentes tamaños de partículas que componen el suelo⁴⁷. Los suelos designados, por otro lado, son un grupo de prefijos y sufijos, que son nombrados de acuerdo a las iniciales del tipo de suelos en inglés, en donde el sufijo indica subdivisión en este grupo.⁴⁸

Del mismo modo, los levantamientos se realizan la exploración de pozos o tajos con una profundidad mínima de 1.5m y aumentando el número de calicatas por km para determinar las características físicas y el funcionamiento del terreno⁴⁹.

Tabla 10. *Numero de calicatas para exploración de suelos*

TIPO DE VÍA	NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m ²)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Notas:

- a) Cuando no existan los proyectos de lotización y trazado y solamente se ejecutara el proyecto de habilitación urbana, se requiere de 1 punto de investigación por hectárea, con un mínimo de 4.
- b) Cuando no existan los proyectos de lotización y trazado y se ejecute el proyecto de habilitación urbana y la construcción simultanea de viviendas, se requiere de un punto de investigación adicional por hectárea. a los requeridos en la Tabla N° 6 de la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

Fuente: Norma 010 (2010)

⁴⁶ (SANZ Llano, 1975 pág. 29)

⁴⁷ (CRESPO Villalaz, 2004 pág. 46)

⁴⁸ (CRESPO Villalaz, 2004 pág. 88)

⁴⁹ (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014 pág. 26)

Tabla 11. Clasificación de suelos

Tipo de Suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	Bien gradada	W
Arena	S	Pobremente gradada	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

Fuente: Internet

Tabla 12. Clasificación de suelos según su tamaño de 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)

Tabla 13. Características del material usado en la subrasante

Característica	Valor
Tamaño máximo; mm	76
Límite líquido; %, máximo	40
Índice plástico; %, máximo	12
Valor Soporte de California (CBR) ^[1] ; %, mínimo	20
Expansión máxima; %	2
Grado de compactación ^[2] ; %	100 ± 2

[1] En especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación indicado en esta Tabla, con un contenido de agua igual al del material en el banco a 1,5 m de profundidad.

[2] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Estándar, del material compactado con el contenido de agua óptimo de la prueba, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

Fuente: Gruber y Brito (internet)

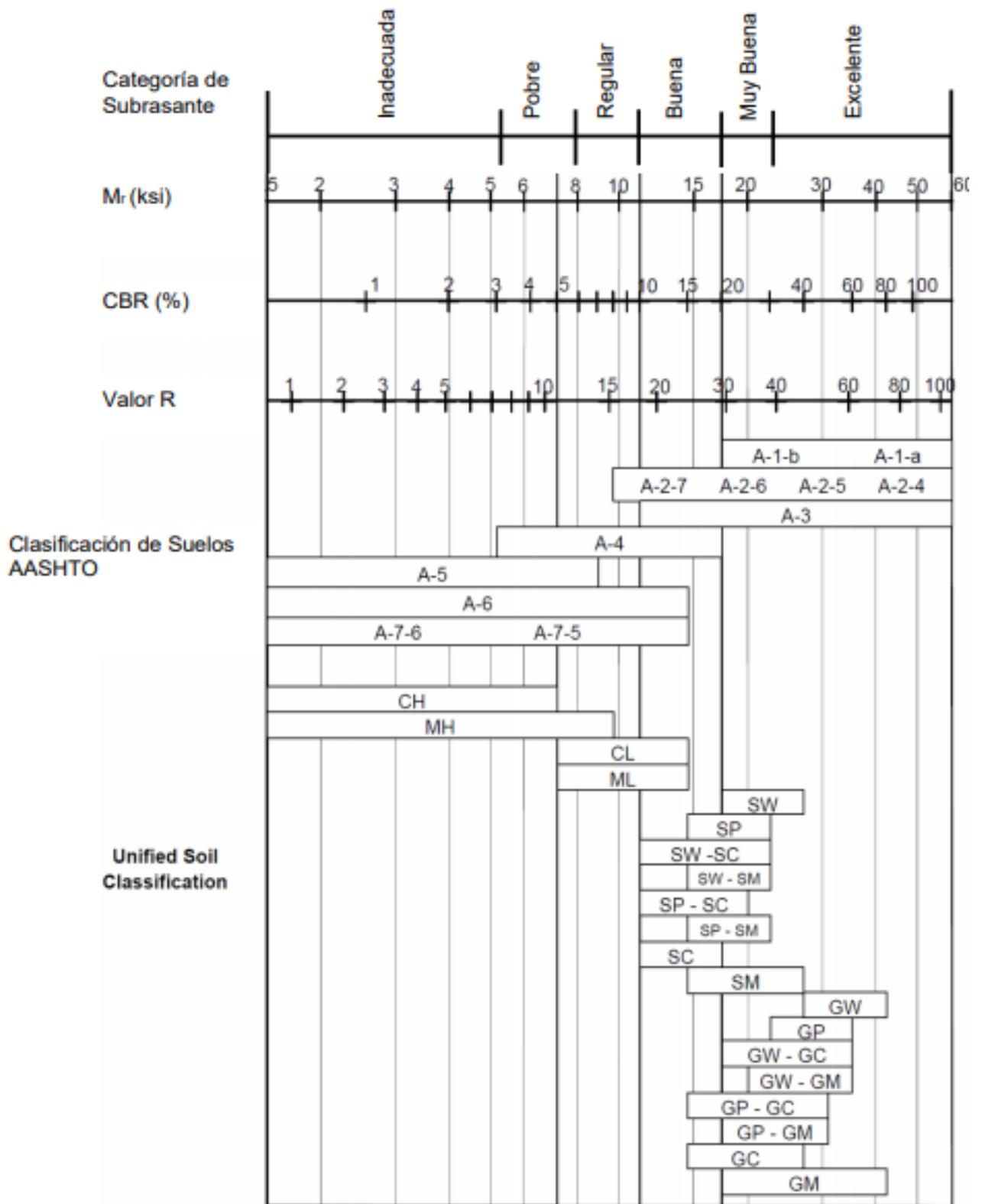


Figura 5. Correlaciones típicas entre las clasificaciones de suelos y las propiedades de los suelos con el módulo de resiliencia

Fuente: NAPA (1994)

El suelo estable puede presentar diferentes ventajas en donde incluyen permitir el uso de trazas de suelo para mejorar sus propiedades al nivel requerido, brindar una alta capacidad de carga para la llanura aumentando su vida útil, no ser sensible al agua ni a las heladas y, por tanto, garantizan la estabilidad, reducen la tracción en cada capa de la carretera prolongando la vida útil de esta misma, utilizar grandes cantidades de suelo y otras sustancias con propiedades iniciales insuficientes, obtención de una cimentación de pavimento con mayor capacidad de carga puede salvar la construcción e implementación de la capa de pavimento⁵⁰.

Tabla 14. *Ventajas y Desventajas de la estabilización del suelo*

Ventajas	Desventajas
<p>Reduce la capacidad de reutilizar la tierra disponible en la carretera, lo que reduce la necesidad de préstamos y vertederos.</p> <p>La reducción en el tiempo de ejecución también está determinada por la velocidad de reacción del suelo y la cal y la eficiencia de secado resultante.</p> <p>Los aditivos pueden aumentar la capacidad de carga del terreno y CBR.</p>	<p>Reduce la porosidad y capilaridad al mismo.</p> <p>Dependiendo del aditivo a utilizar puede aumentar el costo.</p> <p>Necesidad de excavar el suelo.</p> <p>Aumento de costos para los equipos.</p>

Fuente: Elaboración propia

Como bases teóricas para la dimensión 1: Índice de Plasticidad de la variable dependiente indican que:

La plasticidad es una propiedad que, cuando se comprime en condiciones de humedad constante, debe formarse y conservar su nueva forma sin perder volumen ni colapsar, llegando a cambiar de un estado líquido a un estado sólido respecto al suelo, primero semilíquido, plástico y semisólido (estado intermedio), es por ello que cada uno de los cinco estados está definido por un parámetro llamado límite de Atterberg⁵¹. Atterberg es el primer escritor en relacionar la plasticidad del suelo con la humedad, manifestándolo en términos del peso seco de la muestra, la atracción

⁵⁰ (ANCADE; ANTER; IECA, 2009 pág. 9)

⁵¹ (BECERRA Salas, 2012 pág. 61)

se centra en cómo se excreta el suelo, es decir, el rango de humedad en el que funciona el suelo⁵². El plástico puede describirse como un material que puede resistir rápidamente la deformación sin volver a la elasticidad, aceptando diferencias de volumen y sin colapsar ni agrietarse, ya que, depende de su humedad en el proceso de descenso, la condición del plástico puede encontrarse en uno de los siguientes niveles: el límite líquido con cualidades y forma de suspensión; el límite plástico donde el suelo se comporta como si estuviera hecho de plástico⁵³. El Índice de Plasticidad, es el rango del contenido de agua en el que el material es dúctil, en otras palabras, se puede moldear sin grietas ni fragilidad; matemáticamente el índice plástico es igual a⁵⁴:

$$IP = LL - LP$$

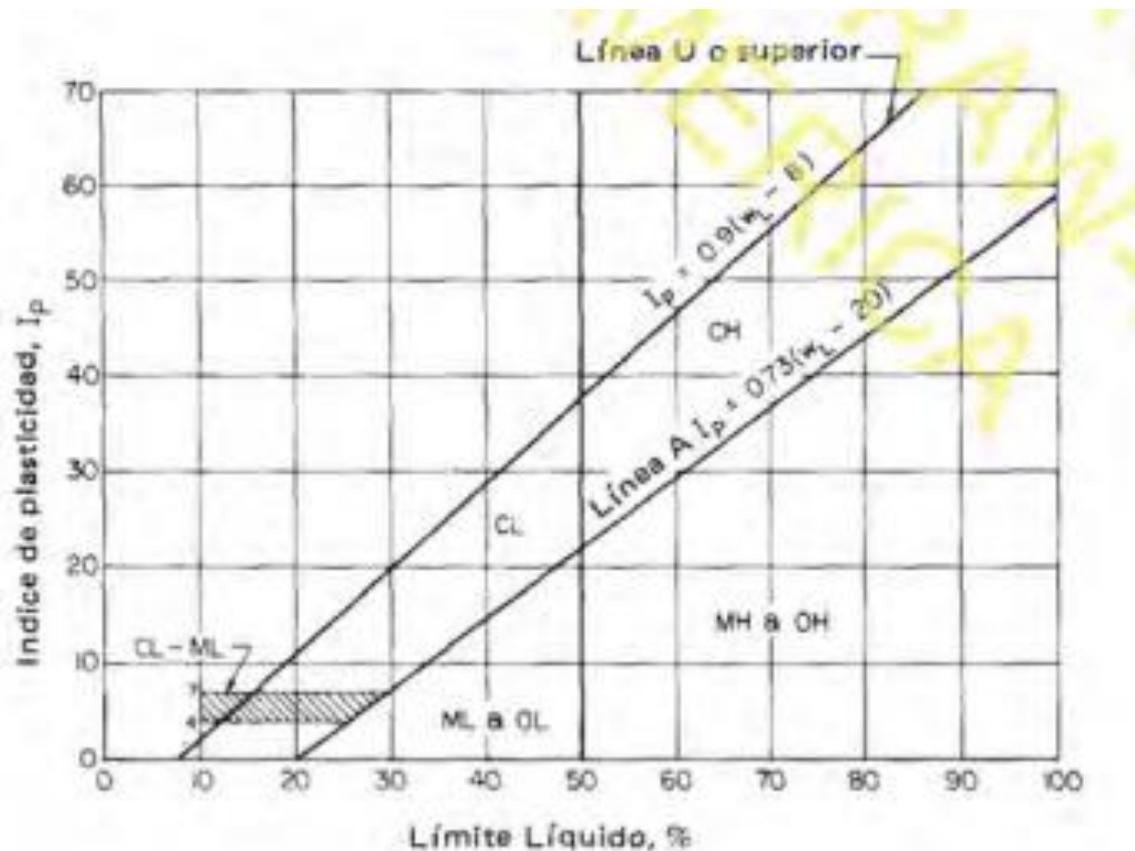


Gráfico 5. Diagrama A. o de plasticidad para uso en el SUCS

Fuente: Bowles (1982)

⁵² (BAÑÓN Blázquez, y otros, 2000 pág. 16)

⁵³ (JUÁREZ Badillo, y otros, 2005 pág. 127)

⁵⁴ (CASTELETTI, 2018 pág. 82)

Tabla 15. Valores típicos de consistencia del suelo

PARÁMETRO		TIPO DE SUELO		
		Arena	Limo	Arcilla
LL	Límite líquido	15 - 20	30 - 40	40 - 150
LP	Límite plástico	15 - 20	20 - 25	25 - 50
LR	Límite de retracción	12 - 18	14 - 25	8 - 35
IP	Índice de plasticidad	0 - 3	10 - 15	10 - 100

Fuente: Bañon y Bevia (2000)

Tabla 16. Clasificación de suelo según 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)

Se menciona como indicadores de la dimensión 1 los siguientes: Límite Líquido y Plástico:

El Límite Líquido se refiere a la capacidad mínima de humedecimiento necesario para aminorar la calidad del terreno a un estado semilíquido con una cohesión despreciable, de esta manera el contenido de humedad es considerado como límite de saturación⁵⁵. Por otro lado, se halla por el método de la cuchara Casagrande, que se basa en determinar la cantidad mínima de agua que puede contener 0.40g de masa de tierra seca pasada por el tamiz⁵⁶.

⁵⁵ (MINISTERIO DE OBRAS HIDRAULICAS, 2018 pág. 357)

⁵⁶ (BAÑON Blázquez, y otros, 2000 pág. 16)

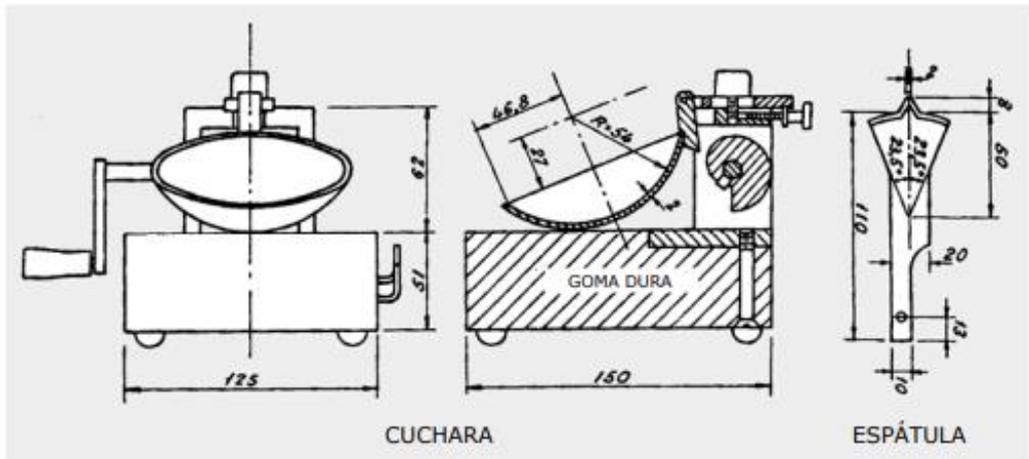


Figura 6. Cuchara de Casagrande

Fuente: Bañon y Bevia (2000)

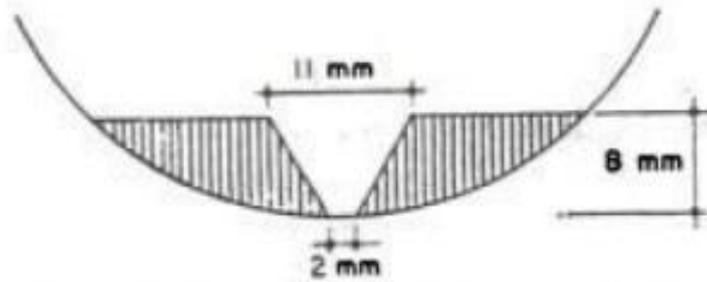


Figura 7. Dimensiones de la ranura en la Copa de Casagrande

Fuente: Juárez y Rico (2005)

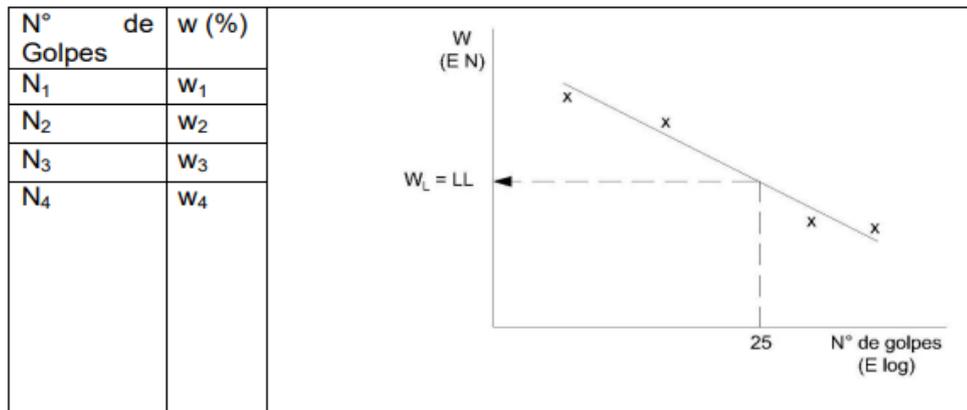


Fig.IV.3. Curva de flujo.

Ecuación de la curva de flujo: $w = Fw \log N + C$

Dónde:

Fw = Pendiente de la curva, denominado índice de flujo

C = Ordenada para N = 1 golpe

Gráfico 6. Curva de flujo

Fuente: Casteletti (2018)

Los instrumentos a utilizar para la obtención del límite líquido en el laboratorio son: el dispositivo de límite líquido que es una copa de latón suspendida en un pasador, base de goma dura de 80 a 90 donde tiene de 77% a 90% de resiliencia, pies de goma para el apoyo de la base, copa de latón de 185 a 215 de peso, leva para la elevación de la copa a 180° de rotación, pasador que ajuste la caída de la copa de 10mm(0.394pulg.), unidad de motor (opcional) con el fin de encender la leva, instrumento de ranurado plano flexible o metálico no corrosivo, calibre de bloque metálico utilizado para adaptar el nivel de descenso de la copa, recipiente para el almacenamiento de agua con recubrimiento de adaptación, balanza de clase GP1 (de 0.01g: unión y acumulación de contenedor para la mezcla de la muestra del terreno) y almacenamiento del material preparado⁵⁷.

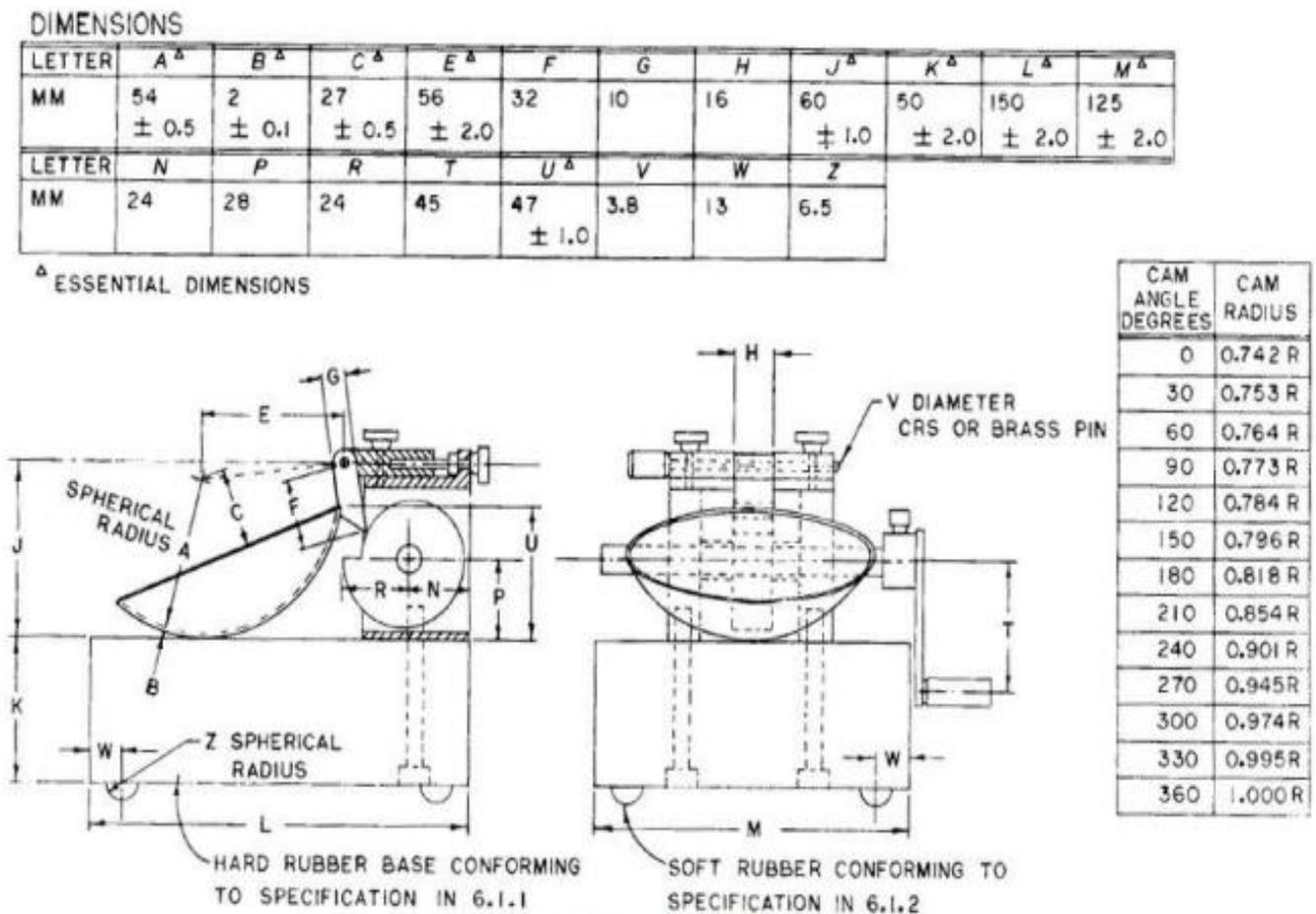


Figura 8. Dispositivo Limite Liquido operado a mano

Fuente: ASTM D - 4318

⁵⁷ (ASTMD INTERNACIONAL - 4318, 2000 págs. 8-9)

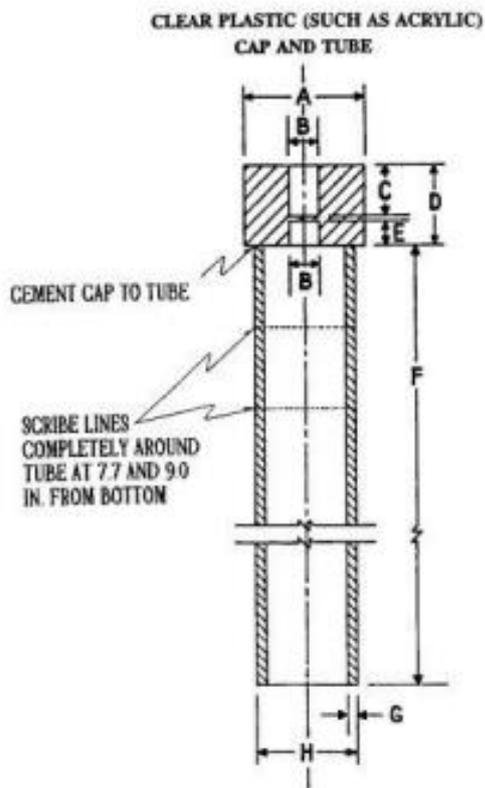


TABLE OF MEASUREMENTS

DIMENSION	DESCRIPTION	ENGLISH, in.	METRIC, mm
A	DIAM. OF CAP	1 1/2	38.10
B	DIAM. OF HOLE	3/8	9.52
C	DEPTH OF HOLE	10/16	15.88
D	HEIGHT OF CAP	1	25.40
E	DEPTH OF HOLE	5/16	7.94
F	LENGTH OF TUBE	10	254.00
G	WALL THICKNESS	1/8	3.18
H	O.D. OF TUBE	1 1/4	31.75

Figura 9. Pruebas de la resiliencia

Fuente: ASTM D - 4318

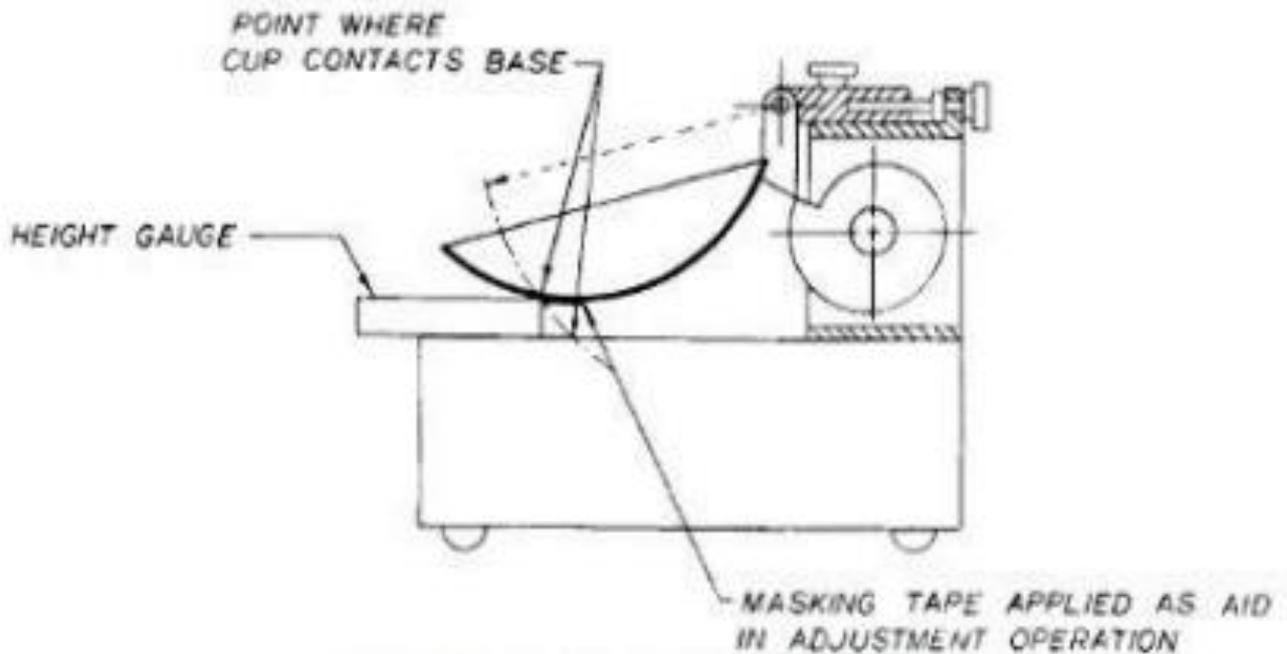


Figura 10. Calibración para altura de caída

Fuente: ASTM D - 4318

DIMENSIONS

LETTER	A ^Δ	B ^Δ	C ^Δ	D ^Δ	E ^Δ	F ^Δ
MM	2 ± 0.1	11 ± 0.2	40 ± 0.5	8 ± 0.1	50 ± 0.5	2 ± 0.1
LETTER	G	H	J	K ^Δ	L ^Δ	N
MM	10 MINIMUM	13	60	10 ± 0.05	60 DEG ± 1 DEG	20

^Δ ESSENTIAL DIMENSIONS

□ BACK AT LEAST 15 MM FROM TIP

NOTE : DIMENSION A SHOULD BE 1.9-2.0 AND DIMENSION D SHOULD BE 8.0-8.1 WHEN NEW TO ALLOW FOR ADEQUATE SERVICE LIFE

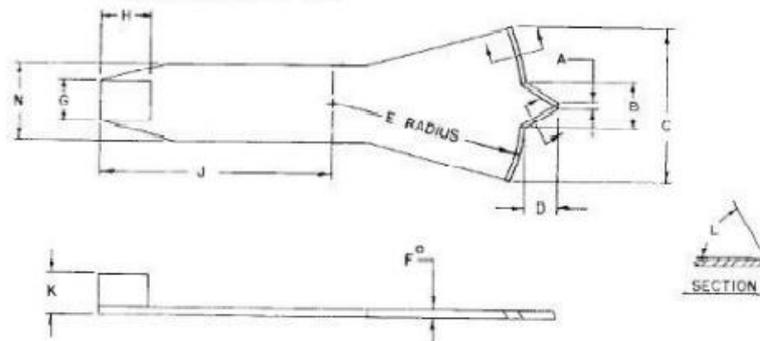
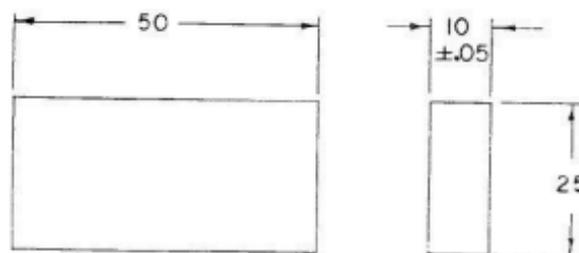


Figura 11. Herramienta de ranura.

Fuente: ASTM D – 4318



DIMENSIONS IN MILLIMETRES

Figura 12. Altura del medidor de caída

Fuente: ASTM D – 4318

Para la obtención de la muestra que se utilizara en el ensayo se continuara con el siguiente procedimiento se obtendrá una proporción específica para que la muestra pasante por el tamiz 425 μm (N.º 40) sea de 150g a 200g, para la reducción de las muestras utilizara el método de cuarteo o división de las mismas, si el material a utilizar es cohesivo se deberá mezclar completamente con el apoyo de una espátula y utilizará un fragmento propio de la mezcla sacando 2 veces con la cuchara⁵⁸.

⁵⁸ (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2016 pág. 68)

Además, en la elaboración del ensayo del Limite Líquido en el laboratorio se llevará a cabo el siguiente procedimiento:

- Colocar un poco de la tierra preparada en el fondo de la copa de límite líquido donde reposa sobre la base y empújelo a un fondo con un acercamiento a 10mm en el punto más bajo de la copa, moldeando una zona casi tumbada, siendo meticuloso para que la masa no burbujee utilizando una espátula tanto como sea posible, por otra parte, guardar la tierra no utilizada en el plato para mezclar cubriendo con un trapo mojado (o similar) para conservar el humedecimiento que contiene la muestra.
- Así mismo, con el acanalador separar las muestras en la copa y hacer una ranura en el suelo a lo largo de la línea que conecta los puntos más elevados y más pequeños de la orilla de la copa, en adelante, al cortar la ranura se coloca en oposición al espacio de la misma, dibujando una curvatura que mantiene el curso recto a la zona de la copa durante el completo desplazamiento, siendo cortada varias veces a través del acanalador donde la ranura no se puede completar sin romperse el suelo, alternativamente, la ranura se puede cortar a un tamaño requerido con una espátula y un acanalador para el tamaño final de la ranura, es necesario comprobar que no haya restos de tierra, luego se alza la copa, para después soltarla llegando a girar el mango a una rapidez de 1.9 a 2.1 veces por segundo hasta que las dos mitades de la muestra toquen una longitud de 13mm(1/2pulg) en la parte inferior de la ranura, siendo medida con una regla graduada para su verificación.
- Por otro lado, confirmar si la ranura no fue cerrada prematuramente debido a las burbujas de aire y observar si los dos lados de la misma se mueven juntos aproximadamente en la misma manera, es necesario que la ranura se cierre prematuramente si realizan burbujas de aire, remoldar la tierra en la copa y agregar una diminuta parte de la misma para resarcir lo que se perdió al realizar el ranurado y realizar nuevamente con una cavidad más alta.
- De la misma forma, se registrará la cantidad de impactos necesarios para que la ranura este cerrada, luego tomar una parte de la tierra aproximadamente de la misma anchura de la espátula y extenderla en un extremo de la torta de tierra

al otro de manera seguida a la ranura, incluida la sección donde se desliza la muestra, colocar en un recipiente en donde se conozca su peso y cubrir, al mismo tiempo se colocará el resto de la tierra de la copa en el plato de mezcla para limpiar y secarla con el acanalador, luego volver a fijarla a su base para continuar con el ensayo posterior.

- Por consiguiente, combinar agregando liquido volatizado para incrementar la humedad y reducir la cantidad de impactos para el cierre del anulador, a su vez, colocar nuevamente todas las muestras de suelo en el plato, de la misma forma se repetirá nuevamente en dos pruebas añadidas, donde produzcan un menor número para el cierre de la misma requiriendo de 25 a 35 golpes, 20 y 30 golpes y por ultima un ensayo que contengan cierres de 15 a 25 golpes.
- Finalmente, calcular el contenido de humedad (W_n) de la muestra del terreno en cada estudio con el método de prueba NTP 339.127, el peso inicial debe determinarse inmediatamente después de que se complete la prueba, asimismo, si la prueba se interrumpe 15 minutos, la muestra ya obtenida debe pesarse en el momento de la interrupción⁵⁹.

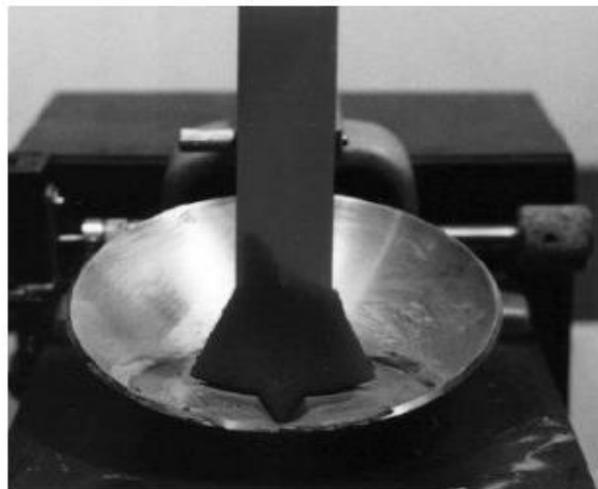


Figura 13. Ejemplo de herramienta de ranurado colocada en una plataforma de deslizamiento correctamente ranurada

Fuente: ASTM D – 4318

⁵⁹ (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2016)

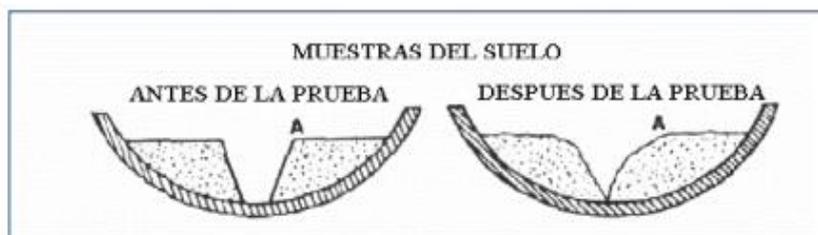


Figura 14. Muestra del suelo – Limite Liquido

Fuente: MTC (2016)

Por su parte, el Limite Plástico, es el almacenamiento de agua que tiene el terreno en el cual están lubricadas y se moldean en una mezcla flexible en donde un poco de agua convertirá al terreno en semisólido y quebradizo siendo sus características de grano muy obvias a medida que disminuye la cohesión del suelo, por otro lado, más agua hace que el suelo sea más plástico, es decir, es la capacidad mínima de agua para que el terreno mantenga las propiedades plásticas⁶⁰. Asimismo, es determinada de una manera más extraña: ya que se detalla como el mínimo de humedecimiento del terreno que se puede ejecutar con un cilindro de 3mm sin que se rompan, realizando dos mediciones y hallando el valor promedio⁶¹. Por otra parte, se puntualiza como el porcentaje de volumen de agua cuando está se envuelve en un rollo de 3.2 mm de espesor, siendo su margen mínima la fase moldeable de la muestra, teniendo una comprobación sencilla ya que se lleva a haciendo rodar frecuentemente el suelo elipsoidal sobre una lámina de vidrio⁶².

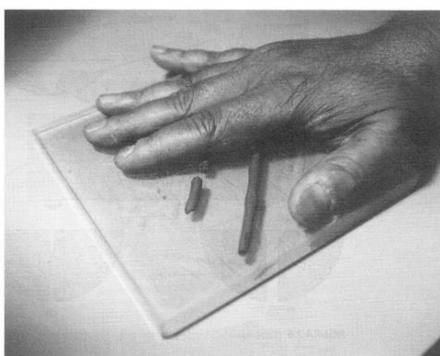


Figura 15. Prueba de Limite Plástico

Fuente: Braja M. Das (2001)

⁶⁰ (MINISTERIO DE OBRAS HIDRAULICAS, 2018 pág. 357)

⁶¹ (BAÑON Blázquez, y otros, 2000 págs. 15-16)

⁶² (BRAJA M., 2001 pág. 29)

Entre los instrumentos a utilizar para el ensayo del Límite Plástico están: espátula, de hoja plástica con una longitud es de 75 a 100mm (3" – 4") y una anchura de 20 mm (3/4"), recipiente, balanza, horno, tamiz (N.º 40), agua destilada, vidrios de reloj y superficie de rodadura, asimismo, para la obtención del límite Plástico, se tomará alrededor de 20 g del espécimen que haya pasado por el tamiz de N.º 40, utilizado en la prueba de límite líquido, en donde se aprieta con agua destilada hasta que la mezcla forme bolas fácilmente. Tomar de 1,5 g a 2,0 g de esas esferas como muestra para la prueba⁶³.

Al realizar el ensayo del Límite Plástico en el laboratorio se llevará a cabo el siguiente procedimiento, se moldeara una parte de la muestra partida en dos del elipsoide, rodando con los extremos de la mano sobre un área recta, presionando para la formación de cilindros, sin embargo, si al llegar a la formación de cilindros de 3,2 mm (1/8") no se ha roto, se realiza nuevamente el proceso hasta obtener una rotura aproximada al diámetro, por el contrario, al tener suelos muy flexibles el desmoronamiento del tubo es en pequeñas partes de 6mm de largo, pero en suelos flexibles son longitudes más pequeñas, con respecto a la parte conseguida es colocada en vidrios de reloj, continuando con el procedimiento hasta tener 6g de terreno se determina la humedad respecto a la norma MTC E108, así mismo, se reitera el proceso con la otra mitad⁶⁴.

Como bases teóricas para la segunda dimensión en donde se refiere a la Máxima densidad seca y optimo contenido de humedad de la variable dependiente tenemos:

Los suelos blandos son más porosos que los suelos densos debido al mayor volumen de poros, es por ello que, la comprensión reduce el volumen de vacíos, reduciendo su volumen total y aumentando su densidad, sin embargo, si la cantidad de agua aumenta demasiado, el vacío causado por las fuerzas dejará de comprimirse y las partículas tenderán a separarse, por lo tanto, hay una humedad optima en el suelo, donde la densidad seca es máxima⁶⁵. Así mismo, la densidad puede tener el suelo con un determinado método de compactación dependiendo de su contenido de humedad, y el contenido que da el mejor peso unitario seco

⁶³ (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2016 pág. 72)

⁶⁴ (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2016 pág. 73)

⁶⁵ (BECERRA Salas, 2012 pág. 71)

(densidad) se denomina máximo contenido de humedad, normalmente, este contenido disminuye cuando la compresión tiene lugar por debajo del límite plástico⁶⁶.

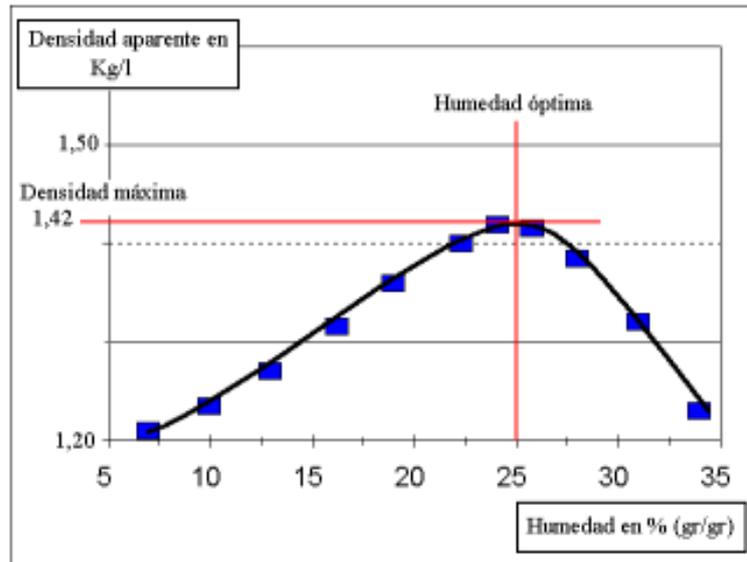


Gráfico 7. SUCS

Fuente: Becerra (2012)

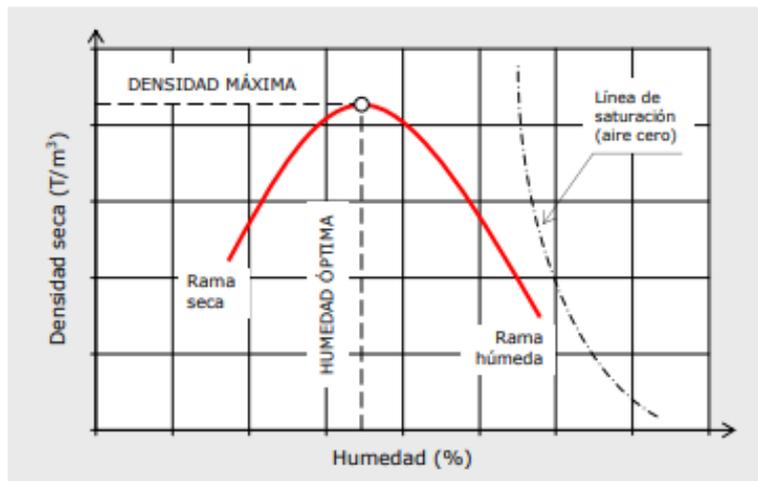


Gráfico 8. Curva Humedad – densidad seca

Fuente: Bañón y Bevía (2000)

Se menciona como indicador de la segunda dimensión el Proctor Modificado.

⁶⁶ (ZAMBRANO Zambrano, 2015 pág. 41)

Hay varias formas de hallar el OCH y su máxima condensación desecada, que pueden ser estáticas y dinámicas, los métodos más utilizados son las pruebas dinámicas o Proctor Estándar (AASHTO T-99) y modificación (AASHTO T-180)⁶⁷.

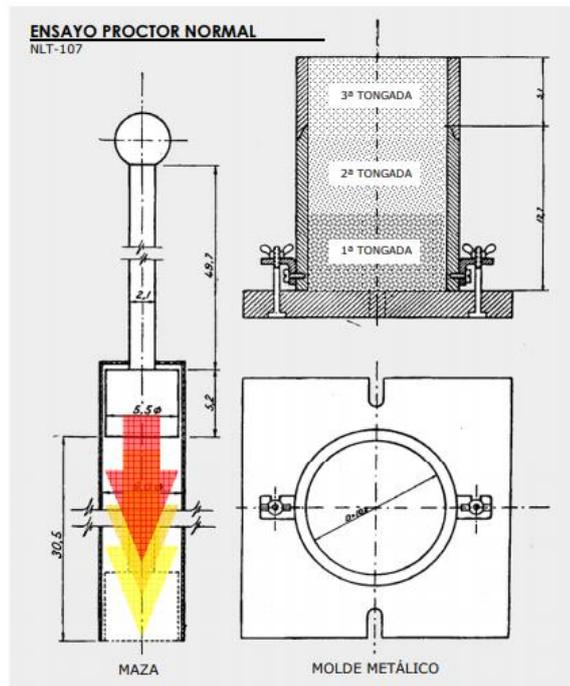


Figura 16. Utensilios empleados en el Proctor Normal

Fuente: Bañón y Bevía (2000)

Este propósito de esta prueba es definir la densidad máxima y el óptimo contenido de humedad que el suelo puede alcanzar cuando se compacta a una energía determinada por unidad⁶⁸.

Tabla 17. AASHTO - Clasificación de suelos

Ensayo Proctor	Estándar	Modificado
Norma ASTM	T - 99	T - 180
Peso del martillo (kg)	2.5	4.5
Altura de caída (cm)	30.5	45.7
N° de golpes por capa	25	25
	56	56
N° de capas	3	5

Fuente: Becerra (2012)

⁶⁷ (BECERRA Salas, 2012 pág. 72)

⁶⁸ (MINISTERIO DE OBRAS HIDRAULICAS, 2018 pág. 360)

Los instrumentos a utilizar para la prueba de Contenido de humedad son: el horno de secado, balanzas, recipientes, desecador (opcional) del tamaño adecuado que contenga gel de sílice o fosfato de cálcico anhidro, utensilitos para manipular recipientes, cuchillos cucharas espátulas, láminas impermeables para dividir muestras, entre otros, a su vez, se debe tener en cuenta que la muestra se almacena y envía de acuerdo con la norma ASTM D 4220-89 9 (Prácticas y almacenamiento y transporte para muestras de suelo), los grupos B, C o D se almacenan lejos de la luz solar directa a una temperatura de aproximadamente 3-30°C en contenedores sellados no corrosivos almacenador antes de la prueba, por otro lado, la muestra modificada se almacena en un solo recipiente para evita o minimizar la condensación de humedad en el recipiente, pero se realiza una medición de humedad inmediatamente después del muestreo especialmente si se utiliza un recipiente corrosivo: por ejemplo, una tubería de acero de pared delgada, entre otros o una bolsa de plástico⁶⁹.

Al realizar el ensayo del OCH en el laboratorio se llevará a cabo el siguiente procedimiento establecido para la prueba de especímenes:

Determinar el contenido de humedecimiento, si es proporcionado la muestra se deberá usar, pero dependerá de la cantidad de humedad de la muestra para utilizar este método, entonces será de acorde a los tamaños mínimos permitidos, a su vez, su masa mínima para que represente a la muestra completa deberá ser seleccionada de la misma manera, la masa de muestra debe tener un contenido de agua cercano al 0.1%, a su vez se puede aumentar para obtener una cifra significativa requerida para la masa de agua, por otro lado, se requiere evaluación para usar muestras de prueba más pequeñas que las indicadas, pero en algunos casos esto es suficiente, al mismo tiempo se debe anotar en el reporte de resultados los especímenes que no cumplan con los requerimientos en los resultados, cuando se trabaja con muestras más pequeñas (menos a 200g) que contienen partículas de grava relativamente grandes que no están contenida, las muestras de prueba se informan de la misma manera que lo mencionado líneas arriba, si la muestra consta de roca tal como está su peso mínimo de muestra es de 500g, la muestra es dividida

⁶⁹ (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2016 pág. 49)

en una porción representativa de partículas más pequeñas como 200g y si el número de características tiene solo dos dígitos significativos es aceptable⁷⁰.

Tabla 18. *Tamaños mínimos del material húmedo*

Tamaño máximo de partículas (100% pasando)	Tamaño malla estándar	Masa mínima recomendada para especímenes húmedos de prueba para contenido de humedad reportado al \pm 0.1%	Masa mínima recomendada para especímenes húmedos de prueba para contenido de agua reportado al \pm 1%
2 mm o menos	# 10	20 g	20 g*
4.75 mm	# 4	100 g	20 g*
9.5 mm	3/8 pulg	500 g	50 g
19.0 mm	3/4 pulg	2.5 kg	250 g
37.5 mm	1 1/2 pulg	10 kg	1 kg
75.0 mm	3 pulg	50 kg	5 kg

* - Para que sea representativo no se debe usar menos de 20 g.

Fuente: ASTM D 2216-98

Es conveniente realizar el siguiente método para la precisión del óptimo contenido de humedad: Se selecciona una muestra de prueba representativa en el que se determina y registra la mezcla de un recipiente de muestra lavada y seco, a su vez, se coloca la muestra de prueba humedecida en el contenedor y se determina la mezcla del recipiente y el elemento húmedo en la balanza, en adelante, se escala para seleccionar el material por la masa de la muestra registrando el valor, alternativamente, mantener el horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y colocar el recipiente con los ingredientes húmedos en el horno, finalmente se retira del horno el material secado a masa constante, procediendo a esperar que el material se enfríe hasta que pueda ser manipulado, a partir de ahora, el peso del recipiente y el material seco se determina utilizando la misma balanza y las tapas a presión, en el que debe usarse si la muestra parece secarse en el aire antes de determinar el peso seco⁷¹.

Como bases teóricas para la tercera dimensión respecto a la capacidad de resistencia del suelo de la variable dependiente tenemos:

Se puede señalar que los ingenieros tienen problemas con la estabilidad del suelo en lo que respecta al espacio de carga, porque la capacidad de corte de la masa del terreno es la fuerza interior por unidad del territorio que la mezcla del suelo proporciona para romperse y deslizar desplazando los planos dentro de él, es por ello que las características de resistencia al corte deben entenderse para el

⁷⁰ (ASTMD INTERNACIONAL - 2216, 2000 pág. 5)

⁷¹ (ASTMD INTERNACIONAL - 2216, 2000 págs. 7-8)

análisis⁷². De manera similar, la retención del suelo se puede definir como una carga que puede soportar sin un hundimiento excesivo⁷³.

Se menciona como indicador de la tercera dimensión: CBR (California Bearing Ratio), en donde se refiere a la medida de resistencia de corte del terreno bajo requisitos de densidad y el humedecimiento⁷⁴. Se encuentra definida como la relación de presión solicitada para que un pistón ingrese en el suelo hasta una cierta profundidad, por lo cual los requisitos para lograr la penetración son similares a los de las muestras estándar de grava molida⁷⁵.

El módulo resiliente (Mr.) se puede modelar de modo que un neumático rueda sobre un pavimento tenga una deflexión definida y tenga un efecto dinámico en todas las capas del pavimento, incluida la base⁷⁶. Por tanto, es una medición de sus propiedades elásticas respecto al terreno reconociendo determinadas propiedades no lineales y se utiliza directamente en el proyecto carreteras pavimentadas flexibles, además, para el diseño de pavimentos rígidos, es necesario convertir al coeficiente de fuerza de reacción de la subrasante (valor k)⁷⁷.

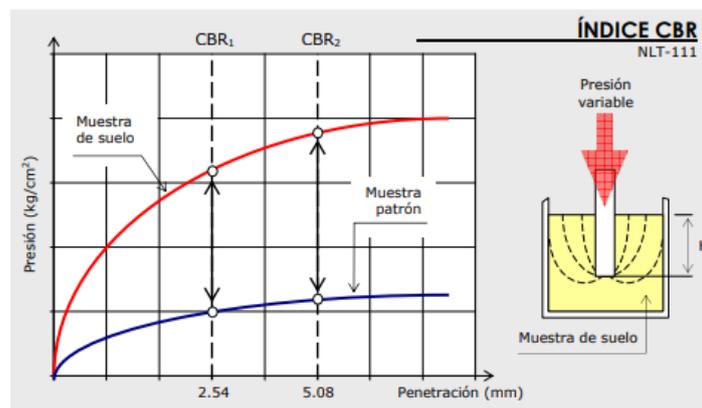


Figura 17. Determinación del Índice de CBR

Fuente: Bañón y Bevia (2000)

$$CBR = \frac{\text{Presión en muestra problema}}{\text{Presión en muestra patrón}} \times 100$$

⁷² (BRAJA M., 2001 pág. 207)

⁷³ (BAÑÓN Blázquez, y otros, 2000 pág. 16)

⁷⁴ (BECERRA Salas, 2012 pág. 73)

⁷⁵ (BAÑÓN Blázquez, y otros, 2000 pág. 17)

⁷⁶ (BECERRA Salas, 2012 pág. 75)

⁷⁷ (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014 pág. 37)

$$CBR = \frac{(22 - \text{Indice de Grupo}) \times \frac{\text{Densidad seca}}{1.45}}{1 + \frac{LLiquido \times LPlastico}{750}} \quad CBR = \frac{4250}{LL \times IPlasticidad}$$

Tabla 19. Numero de Mr. y CBR

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> 1 Mr cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR (*)
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

(*): La necesidad de efectuar los ensayo de modulos de resiliencia, será determinado en los respectivos términos de referencia, previa evaluación de la zona de estudio y la importancia de la obra.

Fuente: MTC (2014)

Los materiales a emplear para obtener del CBR son: prensa similar a la prueba de compresión, molde cilíndrico con collar metálico de 50,8mm (2") de elevación y lamina de apoyo pasante de 9,53mm (3/8") de espesor, disco de metal redondo de compresión cilíndrico de 150,8mm de diámetro exterior y 61,37 de espesor, piso de compactación, placa metálica agujerada con un diámetro de 149,2mm (5 7/8") por matriz incluyendo una punta triangular y con orificios que no excedan de 1,6mm (1/16") de diámetro, tener uno o dos añillos de peso de metal con una masa total de 4,54 ± 0,02kg, a su vez, que cada ranura debe tener un peso de 2,27 ± 0,02 kg, pistón perforador, 2 diales con una carrera mínima de 25 mm (1") y una lectura de división de 0,025 mm (0,001"), tanque, estufa de 110±5°C, 1 balanza con cabida de 20kg y la otra de 1000g con una sensibilidad de 1g y la muestra de 0.1g, tamiz N°4, 3/4", 2" y misceláneos, finalmente la muestra debe ser elaborada, por su parte los

especímenes se deberán preparar en base a los procedimientos de ensayo de compresión del NTP 339.141/142 para compactar un molde de 152,4mm (6")⁷⁸.

En adelante, se realiza el siguiente procedimiento a la obtención del CBR:

- Se incrementa la carga en la muestra provocando que se tenga un cargamento parecido a la que será expuesto el material de la base en el que se considera una carga de 454kg de masa si no es indicado, por otro lado, si el material fue remojado el sobrepeso debe ser igual al que se utilizó en ese periodo, a su vez se instala una pesa anular de 2.27kg en el área del terreno antes de colocar el pistón de inserción para prever el abandono del terreno con la abertura de carga sobre el excedente.
- Al fijar el pistón no se debe exceder a la capacidad mínima ni a 44N, a su vez se establece las mediciones del esfuerzo y las inclusiones nulas, por otro lado, la base del pistón necesita ser asegurada respecto a la capacidad inicial llegando a considerar la relación carga – penetración como cero, es necesario que la velocidad de inclusión de la carga aplicada sobre el pistón sea de 1.27mm/min (0.05pulg), en adelante se registra la siguientes penetraciones: 0.26mm (0.025pulg), 1.27mm (0.050pulg), 1.91 (0.075pulg), 2.54mm (0.100pulg), 3.18mm (0.125pulg), 3.81mm (0.150pulg), 4.45mm (0.175pulg), 5.08mm (0.200pulg), 7.62mm (0.300 pulg), 7,62mm(0.300pulg), 10.16mm(0.400pulg) y 12.70mm(0.500pulg).
- Si son operados manualmente las tomas de lectura pueden ser tomados por los instrumentos de cargamento, en el que contralan la velocidad de penetración, por otro lado, se mide la profundidad de la penetración del pistón en el suelo, para colocar la regla al momento de dentar y medir la diferencia de la parte superior del suelo hacia el fondo de la hendidura, a modo que, si la profundidad no se iguala exactamente a la profundidad de la calibración de penetración, determine la causa y pruebe una nueva muestra.
- Finalmente retire la muestra del molde y confirme su contenido de humedad de la capa superior siendo 25,4mm (1pulg), es conveniente, si se requiere un

⁷⁸ (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2016 págs. 248-250)

contenido promedio, tome una muestra del contenido de humedad, por otra parte, el peso de cada muestra de grano fino no debe ser inferior a 100g y el peso del suelo granular no debe ser inferior a 500g, si se ha alcanzado la capacidad de prueba de la máquina, se pueden omitir las lecturas de carga con una fuerza superior a 7,6 (0.300pulg)⁷⁹.

Tabla 20. Equivalentes métricos

Unidades Pulgada-Libra, pulg.	Equivalente métrico, mm.	Unidades Pulgada-Libra, pulg.	Equivalente métrico, mm.	Unidades Pulgada-Libra, pulg.	Equivalente métrico, mm.
0.003	0.076	19/32	15,08	3 ½	88,90
0.005	0.127	5/8	15,88	3 ¾	95,25
0.135	3.43	¾	19,10	4 ¼	108,0
0.201	5.11	15/16	23,81	4 ½	114,3
0.4375	11.11	1	25,40	4 ¾	120,7
0.4378	11.12	1 1/8	28,58	5 7/8	149,2
0.510	12.95	1 ¼	31,8	5 15/16	150,8
0.633	16.08	1 3/8	34,9	6	152,0
1.370	34.60	1 ½	38,10	6 7/32	158,0
1.375	34.93	1 ¾	44,5	6 ¼	165,1
1.954	49.63	1 13/16	46,04	7	177,8
2.416	61.37	1 15/16	49,21	7 ½	190,1
1/16	1.59	2	50,80	8 3/8	212,7
7/32	5.56	2 1/8	53,98	8 ½	215,9
1/4	6.35	2 1/5	55,9	9 3/8	238,1
3/8	9.53	2 ¼	57,2	14 ¼	362,0
7/16	11.11	2 ½	63,50	18	457,2
15/32	11.91	2 ¾	69,85	32 ¼	719,2
1/2	12.70	2 31/32	75,41	36 5/8	930,3
17/32	13.49	3	76,20	39	990,6
Unidades Pulgada-Libra, lb.	Equivalente métrico, kg.	Unidades Pulgada-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: NTP 399.145 (1999)

Tabla 21. Capacidad de Carga Mínima

Máxima medición de CBR	Capacidad de Carga Mínima	
	(lbf)	(kN)
20	2500	11,2
50	5000	22,3
>50	10 000	44,5

Fuente: NTP 399.145 (1999)

⁷⁹ (NTP, 1999 págs. 12-14)

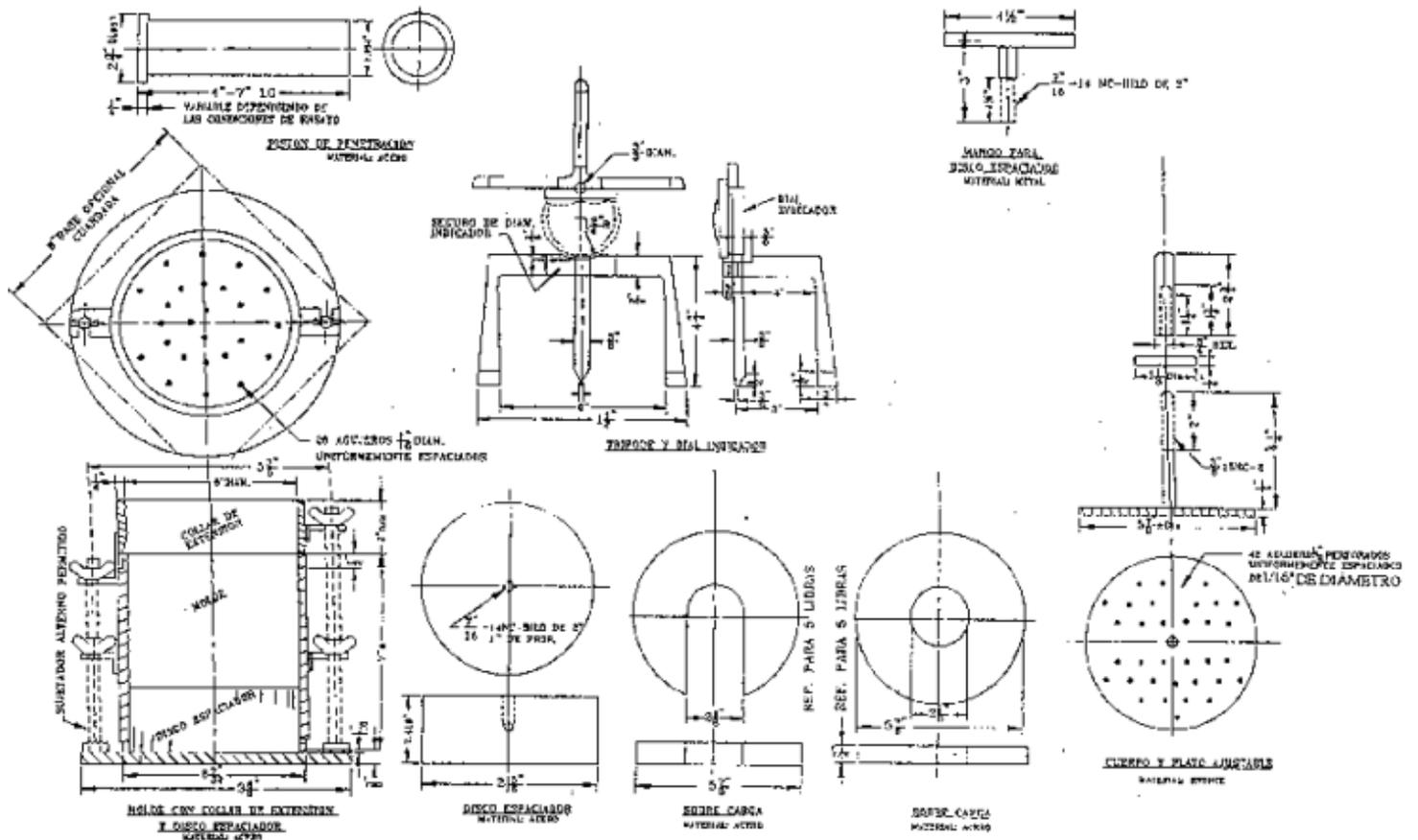


Figura 18. Aparato para ensayo de relaciones de soporte

Fuente: NTP 399.145 (1999)

III. METODOLOGÍA

La metodología de investigación cuantitativa recopila información de mediciones numéricas para que los resultados sean objetivos y comprensibles para una audiencia diversa, a su vez, establece conceptos y establece relaciones entre las variables, en la cual sus representaciones son numéricas⁸⁰.

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación aplicada trata de aquella que insiste en colaborar con los resultados de la investigación pura para utilizarlos en beneficio de la sociedad⁸¹. Esta investigación es de tipo **Aplicada**, debido a que mediante esta se podrá aplicar y resolver los problemas planteados aumentando el conocimiento sobre la estabilidad del suelo de la subrasante respondiendo preguntas específicas.

Enfoque de investigación

El enfoque cuantitativo es la manipulación y el control objetivo de las variables.⁸² En la presente investigación se utilizó el **enfoque cuantitativo**, ya que se utilizan ensayos establecidos en el MTC, siendo de conocimiento en el transcurso de la carrera como los son los ensayos de Límite Líquido y Plástico, ensayo de Proctor Modificado y el ensayo de CBR para la estabilización de suelo de la subrasante llegando a obtener resultados que puedan ser analizados uno respecto a otro.

Diseño de investigación

A su vez, el diseño experimental concierne al estudio de las cantidades de variables independientes en donde se maniobran intencionalmente para estudiar los resultados de la utilización de una o varias variables dependientes en una posición de observación realizada por el investigador⁸³. Por lo tanto, el diseño cuasi experimental plantea problemas prácticos e interesantes en una variedad de

⁸⁰ (TORO Jaramillo, y otros, 2006 pág. 19;28;30)

⁸¹ (ELIZONDO López, 2002 pág. 22)

⁸² (GIRALDO Huertas, 2006 pág. 56)

⁸³ (GÓMEZ, 2006 pág. 87)

aplicaciones⁸⁴. El diseño que se aplicó en esta investigación es **experimental**, ya que se realizó cambios de valores en ambas variables actuando la variable independiente sobre la dependiente llegando a ser el diseño experimental la que más se adapte a la presente investigación, a su vez se tuvo un tipo **cuasiexperimental**, debido a que las variables que se utiliza en esta investigación estarán sometidas a distintos cambios o evoluciones para comprobar la estabilización del suelo de la subrasante.

Nivel de investigación

Cuando se refiere al nivel de investigación **explicativo**, se habla de la explicación que concierne al comportamiento de las variables de investigación por acción de la otra variable, dando un estudio de causa-efecto que es controlado por el investigador a lo largo de la misma⁸⁵. Para la presente investigación se utilizó este nivel de investigación debido a que presenta dos variables para el estudio a realizar, en donde las cenizas de hojas de eucalipto actuarán sobre la estabilización del suelo de la subrasante adquiriendo nuevos resultados.

3.2. Variables y operacionalización

Cuando se habla de operacionalización se señala que es realizar que el concepto sea manejable, esto quiere decir que la metodología de investigación es facilitar la administración de ciertos elementos de la investigación y obtener las respuestas que el investigador desea, a su vez la variable es el universo presentado en diferentes valores y la diferencia de estos valores pueden interferir con la resolución de preguntas durante el proceso de revisión, por otro lado, se pueden relacionar entre independiente en donde quiere decir que la variable no necesita relacionarse y la dependiente en donde requiere de otra para relacionarse⁸⁶. De tal manera se presentó nuestras variables de operacionalización: variable independiente: Cenizas de hojas de eucalipto, variable dependiente: Estabilización de suelos de la subrasante.

⁸⁴ (BALLUERKA Lasa, y otros, 2002 pág. 19)

⁸⁵ (SUPO, 2014 pág. 2)

⁸⁶ (OSPINO Rodriguez, 2004 págs. 145-146)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Es un grupo de individuos, organizaciones, documentos, entre otros, seleccionados como una unidad de análisis para estudiar el comportamiento, el comportamiento o la influencia de la variable a estudiar⁸⁷. Para la presente investigación se consideró como población la trocha carrozable del cruce de la av. Carretera a canta con la avenida Juan Velazco hasta el cruce con la avenida Federico Villareal teniendo 3.2 kilómetros de longitud y un ancho de 5.38m, es decir, 17 216m² de área total.

Muestra

La muestra forma parte de la población que ha sido estudiada y seleccionada para mostrar características distintivas⁸⁸. Es por ello que la muestra es la cantidad específica de objetos o materia que es estudiada sin necesidad de que sea utilizada toda la población, finalmente, con fines de investigación se tomó como muestra 2.4 kilómetros iniciando en la avenida Juan Velazco cruce con la avenida del Carmen hasta el cruce con la avenida Federico Villareal en donde se realizaron 3 calicatas teniendo 3600m² de área entre cada una de ellas y respetando la profundidad de 1.50m respecto al nivel de la subrasante.

Muestreo

El muestreo es una diferencia fundamental entre el procedimiento utilizado para seleccionar una muestra y la probabilidad de elegir que constituye la muestra⁸⁹. Las muestras no probabilísticas contienen un proceso de selección informal, en donde la elección de la unidad de medida depende de la decisión del investigador al diseñar el trabajo, no de la probabilidad elegida⁹⁰. En esta investigación se utilizó el muestreo no probabilístico debido a que las muestras en investigación serán

⁸⁷ (MORENO Bayardo, 2007 pág. 8)

⁸⁸ (MORENO Bayardo, 2007 pág. 9)

⁸⁹ (VIVANCO, 2005 pág. 27)

⁹⁰ (GÓMEZ, 2006 pág. 52)

seleccionadas considerando la información obtenida y a criterio de las normativas establecidas.

Unidad de análisis:

La unidad de análisis para la presente investigación fue el suelo de la trocha carrozable.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Trata de elegir la tecnología adecuada para sus objetivos de investigación, es decir, es un proceso de toma de decisiones guardando relación con la naturaleza del objeto del estudio, con la teoría empleada para construirla y la lógica del investigador⁹¹. Es por ello que para el método de recopilación de información se utilizó la observación para poder brindar algunas posibles soluciones a las problemáticas dadas, así como también probar las hipótesis dadas. Por otro lado, las fuentes de información como bases teóricas para cada variable llegando a utilizar las fichas bibliográficas, finalmente se tiene la técnica de la experimentación. Al mismo tiempo se utilizó las normativas del establecidas por el Ministerio de transportes: MTC E-107, MTC E-110/E-111, MTC E-115, MTC E-132, MTC E-118.

Instrumentos de recolección de datos

Una medida adecuada es aquella que registra datos observables que son verdaderamente representativos del concepto, en segundo lugar, el equipo que mide o recopila datos debe cumplir dos requisitos importantes: confiabilidad y validez⁹². De tal manera que para dicha investigación se realizaron ensayos para la obtención de los resultados, por lo cual se menciona lo siguiente:

- Observación
- Fichas de laboratorio (Ver anexo)
- Ensayos

⁹¹ (YUNI, y otros, 2006 pág. 27)

⁹² (GÓMEZ, 2006 pág. 122)

Tabla 22. *Ensayos de laboratorio*

	Ensayo	Instrumento
Ensayos	Perfil estratigráfico	Estratigrafía
	Ensayo de análisis granulométrico	Tamizado
	Ensayo Límites de Consistencia	Copa de Casagrande
	Ensayo Proctor Modificado	Molde Cilíndrico
	Ensayo de CBR	Prensa Hidráulica

Fuente: Elaboración propia

Validez

Es la congruencia de un instrumento de medición para medir lo que se necesita medir, indicando la precisión con la que la herramienta de medición mide, es decir, la eficiencia del equipo para representarlo, describiendo o prediciendo el atributo de la herramienta de interés para el investigador⁹³. Es por ello que los instrumentos a utilizados son sometidos a una validación de expertos o especialistas en el ámbito de construcción o carreteras en el cual se encargan de revisar y aprobar el contenido del instrumento a utilizar en esta investigación.

Confiabilidad de los instrumentos

La confiabilidad del instrumento se refiere al grado en que el mismo objetivo o la aplicación repetida conducen al mismo resultado⁹⁴. Al hablar de la confiabilidad se refiere a la aplicación repetida o consecuente de un objeto que será estudiado, lo cual al ser estudiado continuamente deberá arrojar resultados iguales o similares entre ellos, brindando la confianza de los resultados obtenidos y de los instrumentos que serán utilizados en el trayecto del ensayo, a su vez se brindó certificados de calibración del instrumento a utilizar en los ensayos.

⁹³ (ÑAUPAS Paitán, y otros, 2014 pág. 144)

⁹⁴ (GÓMEZ, 2006 pág. 122)

3.5. Procedimientos

Al inicio de la presente investigación se buscó un problema que aqueje a la población y en el que se pueda brindar una posible solución, es por ello que se fue a la zona de estudio en el que se pudo apreciar el estado en el que se encuentra la carretera no pavimentada, es decir la trocha carrozable de la avenida Juan Velazco del distrito de Carabayllo, a su vez de acuerdo a la investigación realizada se pudo conocer que existe abundancia de eucalipto en distintas zonas.

Por lo cual se desarrolló la parte teórica del estudio, así como el planteamiento de las problemáticas, objetivos e hipótesis de investigación. Siendo planteada como estabilizante a utilizar para la subrasante las cenizas de hojas de eucalipto.

Para continuar con el desarrollo de la presente investigación dando respuesta a los objetivos específicos planteados y así cumplir con el objetivo general se procedió con la realización de los estudios respectivos en el laboratorio. De modo que para la obtención de las cenizas de hojas de eucalipto se procedió a realizar la obtención de hojas de eucalipto, lo cual se realizó en el transcurso de 2 días debido a que se requería en abundancia. (Ver Figura 23 y 24).



*Figura 19.*Recolección de hojas de eucalipto.



Figura 20. Hojas de eucalipto secas

Una vez obtenido las hojas de eucalipto se procedió a realizar la incineración de las hojas de eucalipto para la obtención de las cenizas.



Figura 21. Cenizas de hojas de eucalipto sin tamizar



Figura 22. Cenizas de hojas de eucalipto procesadas

A su vez el tramo a utilizado como muestra es de 2.4km y un ancho de 5.38m teniendo un total de 3 calicatas de 1.50 de profundidad como es recomendado por la Normativa de pavimentos urbanos 010, para ello se solicitó el permiso correspondiente para realizar la obtención de la muestra a través de las calicatas, una vez obtenido el permiso se realizó la excavación de 03 calicatas teniendo como nombre C-1, C-2 y C-3 teniendo como lugar en la Av., Juan Velazco, iniciando en el cruce con Av. del Carmen con la misma.



Figura 23. Excavación de C-1



Figura 24. Excavación de C-2



Figura 25. Excavación de C-3



Figura 26. Extracción de Muestra C-1



Figura 27. Extracción de Muestra C-2



Figura 28. Extracción de Muestra C-3

Una vez obtenido los materiales a utilizar se procedió a llevarlos al laboratorio y así iniciar con la etapa de los ensayos especificados en el MTC E-107, MTC E-110, MTC E-111, MTC E-115, MTC E-118 y MTC E-132, a su vez las cenizas de hojas de eucalipto serán incorporadas a la muestra del suelo obtenida.

Finalmente, aplicados los ensayos indicados líneas arriba, se procedió a realizar el procesamiento de datos en las fichas de instrumentos para así conocer los resultados y dar respuesta a las problemáticas, objetivos e hipótesis dadas.

Clasificación de suelo C-1, C-2 y C-3

Una vez obtenido la extracción de la muestra de cada calicata se obtuvo en el laboratorio el tipo de suelo que contiene, a su vez, se pudo observar en la extracción de campo que las 03 calicatas presentaban un suelo arenoso.

Tabla 23. *Clasificación de suelo C-1, C-2 y C-3*

Muestra	Clasificación del suelo	
	AASHTO	SUCS
C-1	--	--
	Arcilla inorgánica de baja plasticidad	
C-2	A-4	CL
	Arcilla inorgánica de baja plasticidad	
C-3	--	--
	Arcilla inorgánica de baja plasticidad	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Análisis de granulométrico Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE

Muestra	Grava	Arena	Finos
Patrón (C-2)	8.43 %	69.84 %	21.73 %
Patrón (C-2) + 4% CHE	9.00 %	78.44 %	12.56 %
Patrón (C-2) + 7% CHE	7.19 %	81.57 %	11.23 %
Patrón (C-2) + 11% CHE	7.19 %	85.32 %	7.49 %
CHE: Cenizas de hojas de eucalipto			

Fuente: Elaboración propia

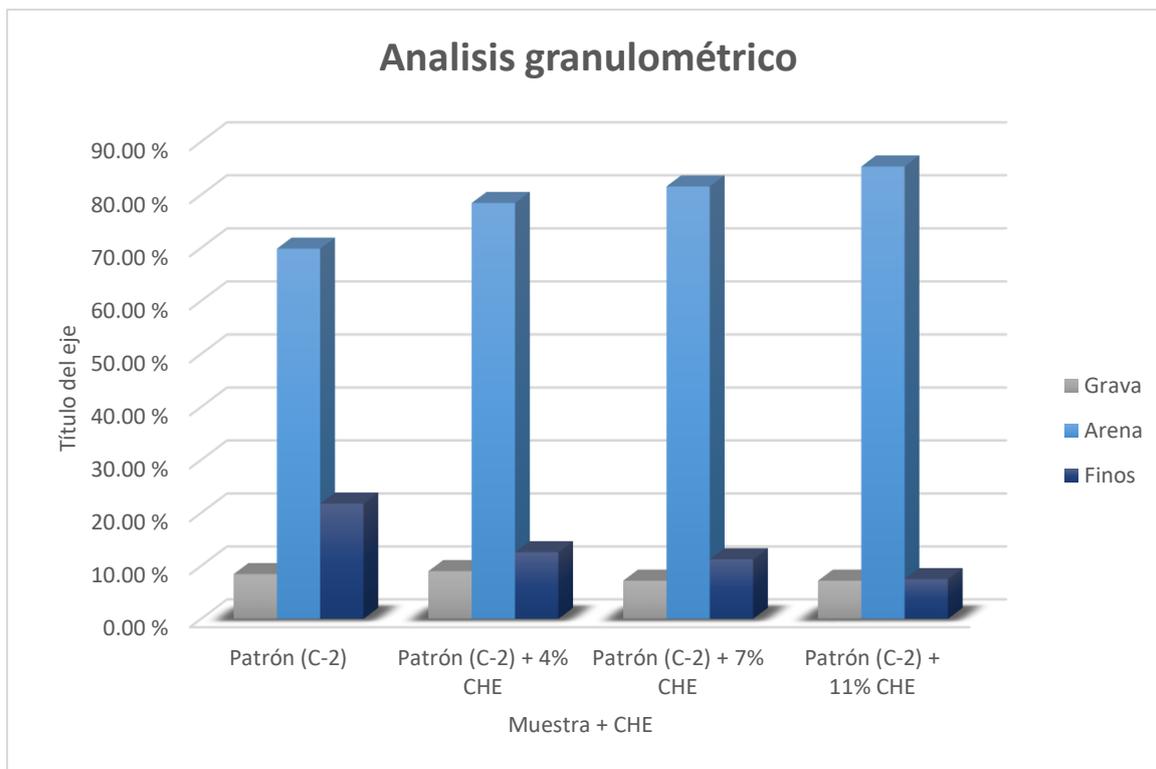


Figura 29. Análisis granulométrico Patrón (C-2) + 4%, 7%, 11% de las CHE

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Esta presente investigación se realizó en la trocha carrozable de la avenida Juan Velazco hasta el cruce con la avenida Federico Villareal en donde nuestra área de investigación será la subrasante de la misma en un laboratorio de suelos.

Por lo cual se consideró las siguientes evaluaciones: realizar el ensayo de granulometría y así determinar el tipo de suelo que presenta, a su vez se consideró un patrón en el cual se adicionó las cenizas de hojas de eucalipto al 4%, 7% y 11% para realizar los siguientes ensayos: Limite Líquido, Limite Plástico, Proctor Modificado y CBR, por consiguiente se realizó la toma de recolección de datos de los resultados obtenidos en cada ensayos para la verificación y comparación entre si, finalmente se expresó o dio repuestas a las hipótesis brindadas indicando de qué manera influye en la estabilización de la misma.

3.7. Aspectos éticos

En base a esta investigación a presentar se menciona que las fuentes utilizadas para el desarrollo de la misma fueron confiables, en lo cual se consideró las normativas y guías de información, de igual manera al recolectar la información se respetó la autoría de cada autor y las referencias brindadas por ellos mismos en lo cual serán mencionados en las referencias bibliográficas, a su vez está investigación se encontrará sujeto a prueba de legibilidad.

La presente investigación fue presentada con el fin de que los futuros investigadores presenten interés respecto al tema planteado y a su vez conocer otro tipo de estabilizadores para el suelo, brindando a cada sujeto a su vez un mayor conocimiento acerca del tema tanto en la parte de la investigación como en la parte del presupuesto.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis

Estabilización de suelos en la Subrasante con cenizas de hojas de eucaliptos en la avenida Juan Velazco – Carabaylo en Lima, 2021.

Ubicación política

La presente investigación tuvo lugar en el Distrito de Carabaylo en la avenida Juan Velazco, provincia de Lima, en el departamento de Lima.



Figura 30. Mapa político del Perú

Fuente: Internet



Figura 31. Mapa político del Departamento de Lima

Fuente: Internet

Ubicación del proyecto



Figura 32. Mapa de provincia de Lima

Fuente: Internet



Figura 33. Mapa del distrito de Carabayllo

Fuente: Internet

Limites

Norte: Con el Distrito de Ancón y la Provincia de Canta

Sur: Con el Distrito de Comas y San Juan de Lurigancho

Este: Con la Provincia de Huarochirí

Oeste: Con el distrito de Puente Piedra

Ubicación geográfica

En el distrito de Carabayllo se encuentra localizado geográficamente por las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur $11^{\circ} 51' 06''$ y Longitud oeste $77^{\circ} 02' 11''$. Carabayllo es el distrito más grande de Lima Metropolitana con una extensión de 346.88km^2 (34 688 hectáreas), cuyo carácter era fundamentalmente agrícola. El distrito está ubicado físicamente en la cuenca baja y media del Río Chillón, entre los 200 msnm, (en los límites con Puente Piedra) y los 530 msnm (en los límites con Canta).

Clima

El clima del distrito es templado-cálido, oscilando su temperatura entre la mínima y máxima ($14^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$) con un promedio anual $19^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ de temperatura. Su temperatura mínima se debe a las nubes estratos que se localizan entre los 300 y 900msnm. El clima a veces suele ser inestable pero no tan frío.

Objetivo específico 1: Explicar cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en el Índice de plasticidad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021.



Figura 34. Ensayo de Límite Líquido del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE



Figura 35. Ensayo de Límite Plástico del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE

Tabla 25. Índice de Plasticidad del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE

Muestra	Límites de atterberg		
	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Patrón (C-2)	NP	NP	NP
Patrón (C-2) + 4% CHE	NP	NP	NP
Patrón (C-2) + 7% CHE	NP	NP	NP
Patrón (C-2) + 11% CHE	NP	NP	NP

CHE: Cenizas de hojas de eucalipto

Fuente: Elaboración propia

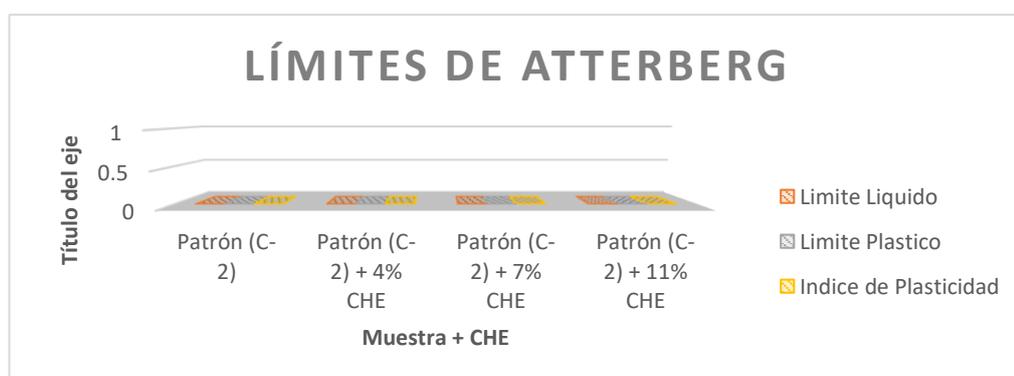


Figura 36. Índice de Plasticidad del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 7% de las CHE

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Para el ensayo de límites de Atterberg se pudo apreciar que la muestra patrón fue la C-2 debido a que según la norma AASHTO se debe evaluar la muestra más crítica, es así como siendo el tipo de suelo igual en las 03 calicatas, se eligió a criterio del investigador en este caso mi persona. En la Tabla 25 y Figura 36 se puede visualizar que el ensayo realizado en laboratorio indico que NP (No presenta) Limite Liquido, Limite Plástico y Índice de Plasticidad y para la adición de CHE al 4%, 7% y 11% de igual manera. Muchas veces esto se puede deber al tipo de zona que escoges para tu estudio, cabe mencionar que al añadir las CHE como presenta la misma textura no realiza ninguna variación.

Objetivo específico 2: Explicar cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021.



Figura 37. Ensayo de Proctor modificado del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE

Tabla 26. OCH y MDS del Patrón (C-2) + 4%, 7%, 11% de CHE

Muestra	O.C.H.	D.M.S.
Patrón (C-2)	15.50 %	1.869 gr/cm ³
Patrón (C-2) + 4% CHE	15.60 %	1.902 gr/cm ³
Patrón (C-2) + 7% CHE	15.70 %	1.952 gr/cm ³
Patrón (C-2) + 11% CHE	15.70 %	1.973 gr/cm ³

CHE: Cenizas de hojas de eucalipto

Fuente: Elaboración propia

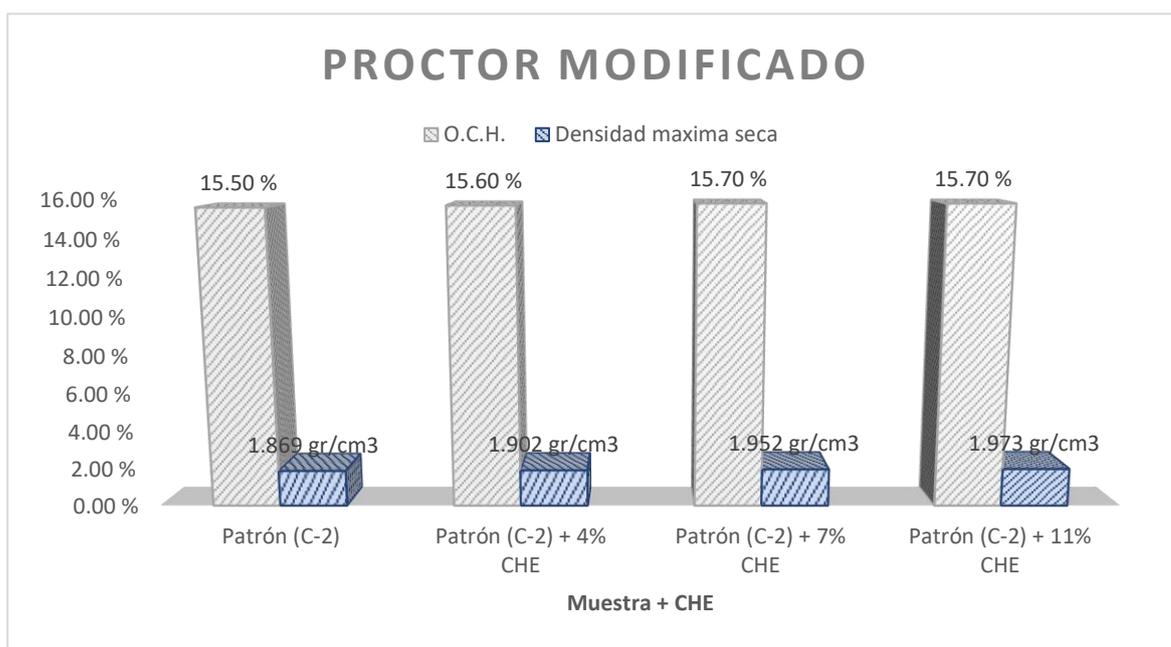


Figura 38. OCH y MDS del Patrón (C-2) + 4%, 7% Y 11% de las CHE

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Este ensayo fue introducido los resultados en la Tabla 26 y Figura 38 en la que se pudo apreciar que la muestra patrón (C-2) presenta una humedad optima de 15.50% y su máxima densidad seca en 1.869gr/cm³, para la adición de las CHE al 4% la humedad optima aumenta en un 15.60% y su máxima densidad seca aumenta en 1.902gr/cm³ siendo este aumento mínimo, en cuanto al 7% de adición de las CHE incremento a un 15.70% presentando una densidad máxima seca de 1.952gr/cm³, en la última adición de CHE al 11% se pudo apreciar que su humedad optima se mantiene pero hay un crecimiento mínimo en su máxima densidad seca al 1.973gr/cm³.

Objetivo específico 3: Explicar cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la capacidad de resistencia del suelo de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021.



Figura 39. CBR del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE



Figura 40. Instrumento de Presión de penetración para el CBR

Tabla 27. CBR del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE

Muestra	CBR al 95% MDS	CBR al 100% MDS
Patrón (C-2)	9.50 %	11.60 %
Patrón (C-2) + 4% CHE	13.90 %	24.10 %
Patrón (C-2) + 7% CHE	24.40 %	32.00 %
Patrón (C-2) + 11% CHE	25.80 %	33.90 %

CHE: Cenizas de hojas de eucalipto

Fuente: Elaboración propia

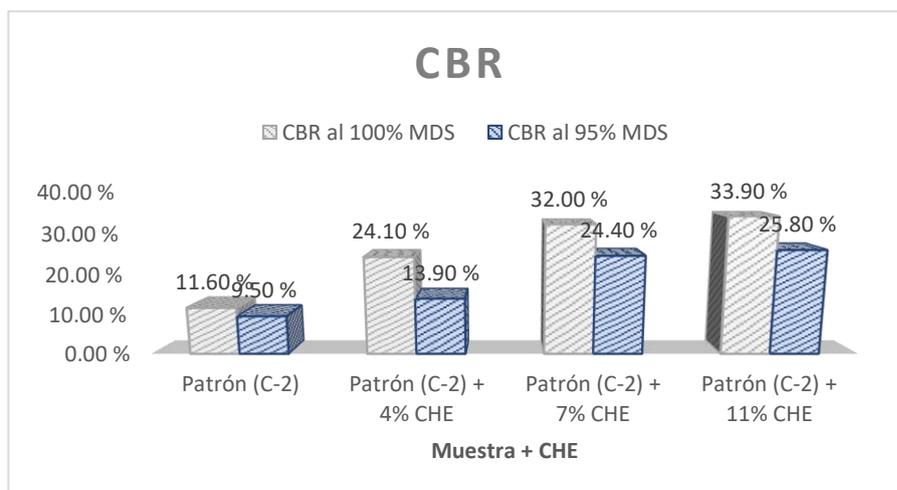


Figura 41. CBR del Patrón (C-2) + 4%, 7% y 11% de las CHE

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Mediante este ensayo se pudo observar en la Tabla 27 y Figura 41 que la muestra patrón (C-2) cuenta con un valor de CBR de 9.50% al 95% teniendo una clasificación de subrasante regular y el CBR al 100% una clasificación de subrasante buena siendo de 11.60%, al adicionar las CHE al 4% se puede observar que el CBR al 95% no ayuda mucho a la estabilización del suelo, pero en el caso del CBR al 100% presenta un CBR de 24.10% considerándose una subrasante muy buena. Como se puede observar en las adiciones del 7% y 11% se puede apreciar que el % más favorable es del 11% teniendo un valor de CBR de 25.80% al 95% siendo clasificada según el MTC como una subrasante muy buena.

V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1:

Explicar cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en el índice de plasticidad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021.

De acuerdo al trabajo de investigación realizada por Castillo (2017) indica que en el desarrollo de las pruebas de laboratorio se observó que muestras de suelo que fueron sometidas a procedo de secado, no tenían un comportamiento igual a la muestra que no fueron sometidos a procesos de secado. Los ensayos se realizaron añadiendo cal a muestras húmedas de suelo, es así que al añadir el porcentaje de muestra de cal al suelo húmedo en un 10% se obtiene un IP=19.6%, al 20% un IP=8%, al 30% un IP=7.4% y al 40% un IP=3.6%. (Ver Tabla 28)

Tabla 28. Resultados de los índices de consistencia, tratamientos con cal.

Muestra (% cal)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
10	163.4	143.8	19.6
20	153.9	145.9	8.0
30	152.3	144.9	7.4
40	147.4	143.8	3.6

LL=Límite líquido LP=Límite plástico IP=Índice plástico

Tabla 3.8. Resultados de los índices de consistencia, tratamientos con cal.

Fuente: Castillo (2017)

Es así que en este trabajo de investigación se concuerda con el antecedente mencionado; al realizar la adición del aditivo a la muestra húmeda del suelo, de modo que se determinó el IP sin la adición de las CHE presentando un NP (No Plástico) de igual forma al añadir el 4% un IP=NP, al 7% IP=NP y al 11% IP=NP. Muchas veces cuando se presenta un NP en la muestra realizada se debe al tipo de suelo, en este caso se presentó un tipo de suelo A-4 (suelo de arcilla inorgánica de baja plasticidad), caso contrario en la investigación realizada por Castillo (2017) presentó un tipo de suelo A-7-5 (suelos arcillosos con presencia de materia orgánica y pueden ser elásticos y expansivos), de modo idéntico en la investigación realizado por Cañar (2017) en donde presenta en la Tabla 20 un tipo de suelo Arena Limosa (SM) un IP=2.75% y en la Tabla 22 un suelo de Arcilla de alta plasticidad un IP=

19.87% estos datos son dados sin la adición del aditivo a utilizar por el autor. (Ver Tabla 29 y 30)

Tabla 29. Limite Plástico e índice de Plasticidad de la Arena Limosa (SM)

Tabla 20: Límite Plástico e índice de Plasticidad de la Arena Limosa (SM)

TIPO SUELO 1						
1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%						
Recipiente número		8	9	18	21	29
Peso húmedo + recipiente	Wm+rec	7,6	7,5	7,9	7,4	7,7
Peso seco + recipiente	Ws+rec	7,3	7,3	7,6	7,2	7,4
Peso recipiente	rec	5,9	5,9	6,2	6	6,1
Peso del agua	Ww	0,30	0,20	0,30	0,20	0,30
Peso de los sólidos	Ws	1,40	1,40	1,40	1,20	1,30
Contenido de humedad	w%	21,43	14,29	21,43	16,67	23,08
Contenido de humedad promedio	w%	19,38				
LIMITE LIQUIDO LI%		22,13				
LIMITE PLASTICO Lp%		19,38				
INDICE DE PLASTICIDAD Ip%		2,75				

Fuente: Cañar (2017)

Tabla 30. Limite Plástico e índice de Plasticidad de la Arcilla de Alta Plasticidad

Tabla 22: Límite Plástico e índice de Plasticidad de la Arcilla de Alta Plasticidad

TIPO SUELO 2						
1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%						
Recipiente número		8	9	18	21	29
Peso húmedo + recipiente	Wm+rec	7,4	7,4	8	7,3	7,2
Peso seco + recipiente	Ws+rec	6,8	6,8	7,4	6,8	6,8
Peso recipiente	rec	5,9	5,9	6,2	6	6,1
Peso del agua	Ww	0,60	0,60	0,60	0,50	0,40
Peso de los sólidos	Ws	0,90	0,90	1,20	0,80	0,70
Contenido de humedad	w%	66,67	66,67	50,00	62,50	57,14
Contenido de humedad promedio	w%	65,28				
LIMITE LIQUIDO LI%		85,13				
LIMITE PLASTICO Lp%		65,28				
INDICE DE PLASTICIDAD Ip%		19,87				

Fuente: Cañar (2017)

Tabla 31. Comparación de resultados de Tesistas - Índice de Plasticidad

Tipo de suelo	Índice de Plasticidad		
	Ing. Castillo (2017)	Ing. Cañar (2017)	Tesista Gladys Tupia
	Muestra patrón + 40% de cal	Muestra patrón	Muestra patrón + 4%. 7% y 11%
Suelos arcillosos con presencia de materia orgánica y pueden ser elásticos y expansivos	3.60%	--	--
Suelo de Arena Limosa (SM)	--	2.75%	--
Suelos de arcilla de Alta Plasticidad	--	19.87%	--
Suelo de arcilla inorgánica de baja plasticidad	--	--	N. P

Nota: En base al Ing. Cañar (2017) solo realizo la adición respectiva al ensayo de Proctor Modificado y ensayo de CBR
N.P: No plástico

Fuente: Elaboración propia

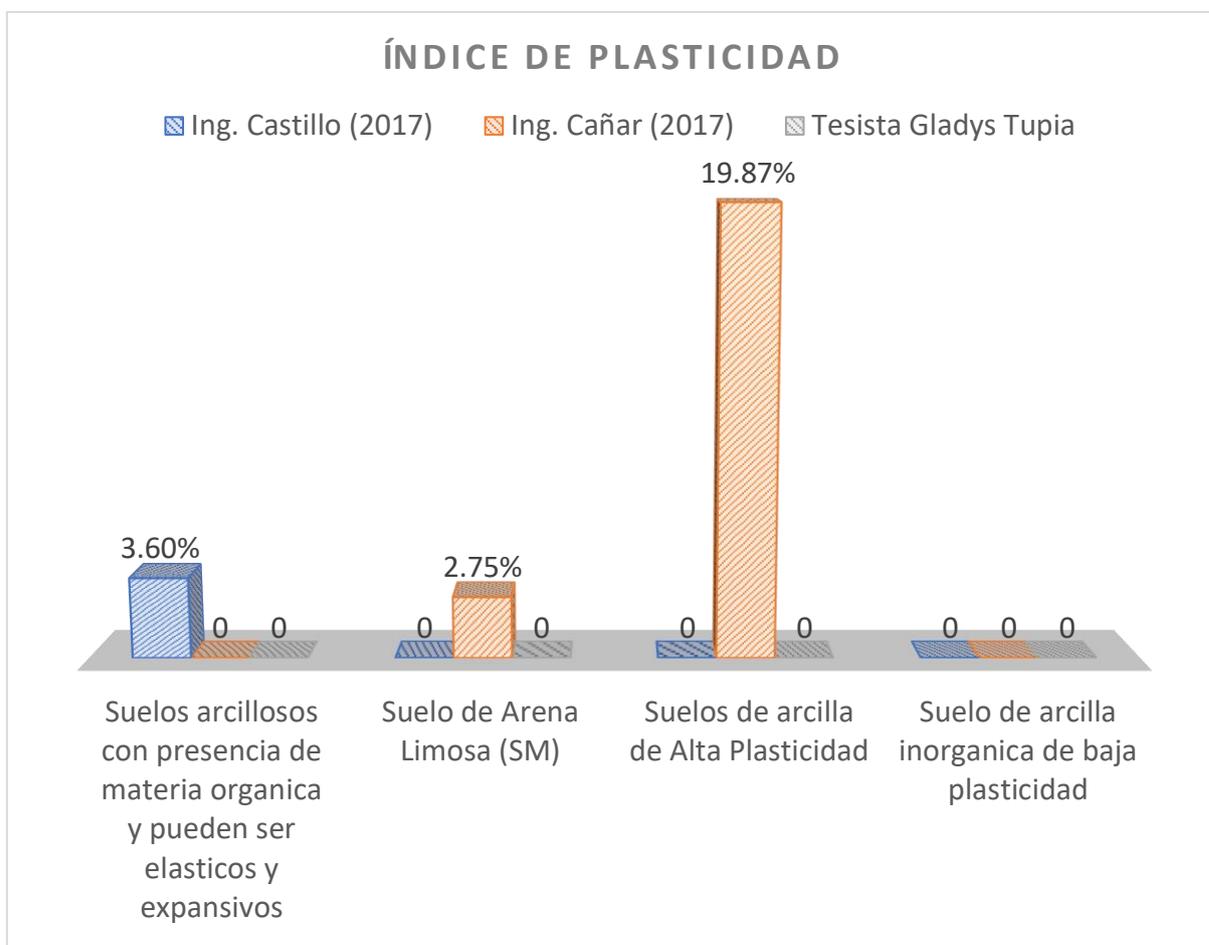


Figura 42. Comparación de resultados de Tesistas - Índice de Plasticidad

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 2:

Explicar cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021.

En el trabajo de investigación realizado por Hoyle y Rodríguez (2019) se evaluó como muestra patrón la calicata N°1 siendo la más desfavorable el cual tuvo una humedad óptima de 8.8% y para la adición de ceniza de hoja de eucalipto y fibras al 5% la humedad óptima aumento en un 9.4% siendo este un aumento mínimo, en cuanto al 10% de adición de ceniza y fibras la humedad aumento a 10.9% y su densidad máxima seca a un 2.00gr/cm³, para lo que es el 15% aprecio un decrecimiento en la humedad óptima como densidad.

GRÁFICO N° 6

Proctor modificado

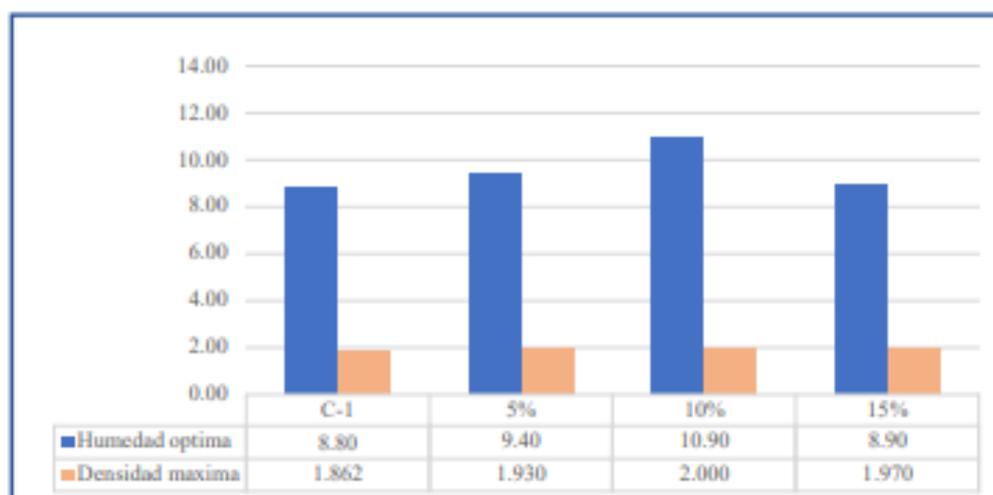


Gráfico 9. Proctor modificado

Fuente: Hoyle y Rodríguez (2019)

Al mismo tiempo en la presente investigación se concuerda con el antecedente mencionado debido a que si aumenta su máxima densidad seca y su óptimo contenido de humedad, aunque es mínimo debido a que se evaluó solo con la adición de las cenizas de hojas de eucalipto, la muestra patrón evaluado es la calicata 02 el cual se obtuvo un óptimo contenido de humedad de 15.50% y la máxima densidad seca de 1.869gr/cm³. Por otro lado, en base a la adición de las

cenizas de hojas de eucalipto el % del 11% es la más favorable debido a que presenta un aumento de acuerdo a que la MDS que presenta es en un 1.973gr/cm³, a su vez, el óptimo contenido de humedad que manifiesta este porcentaje es en un 15.70%, está misma concuerda con él % al 7% ya que se mantiene.

Objetivo específico 3:

Explicar cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la capacidad de resistencia del suelo de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021.

Mediante el trabajo de investigación efectuada por Hoyle y Rodríguez (2019) señala que se pudo observar que el suelo patrón cuenta con un valor de CBR de 6.76% al 95% el cual tuvo una clasificación de subrasante regular, a su vez, con respecto a las adiciones de cenizas de hojas de eucalipto y fibras de musa paradisiaca al 5% determino que este % de adición no ayuda mucho a la estabilización de suelos, mientras que, en las adiciones 10% y 15% el % de adición más favorable es el de 10% teniendo un valor de CBR de 11.24% clasificándose según el MTC como una subrasante buena.

GRÁFICO N° 7

CBR (Relación Soporte California)

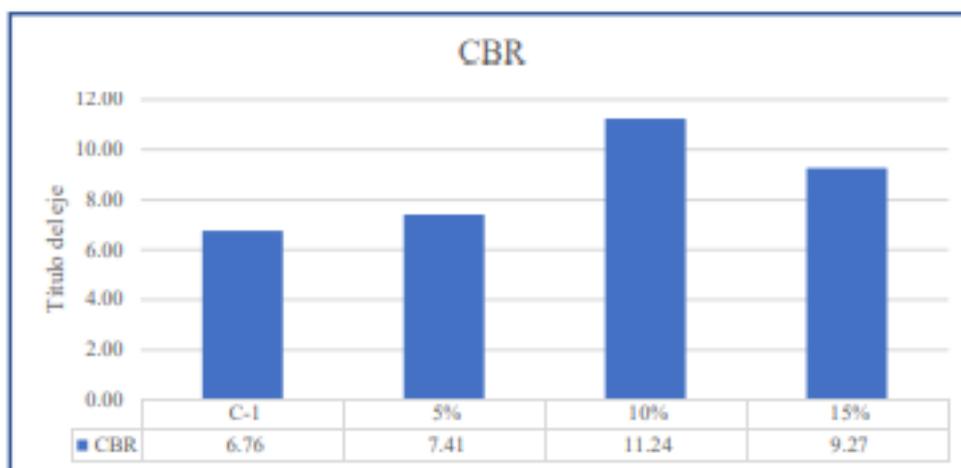


Gráfico 10. CBR (Relación Soporte California)

Fuente: Hoyle y Rodríguez (2019)

En base a los resultados para la presente investigación se concuerda con el autor indicado líneas arriba ya que con los porcentajes planteados de cenizas de hojas de eucaliptos, fueron muy favorables ya que aumentan considerablemente, y en este caso aumentan más debido a que solo fue mezclado con cenizas de hojas de eucalipto, como se puede apreciar en la Tabla N°27 y/o Figura 41, en el cual muestra un resumen de los porcentajes añadidos a la muestra patrón en donde al adicionar en un 11% de CHE se obtuvo un CBR de 25.80% al 95% clasificándose según el MTC como una subrasante muy buena y un CBR de 33.9% al 100% clasificado con subrasante excelente.

VI. CONCLUSIONES

Se realizó la estabilización de suelos de subrasante utilizando los porcentajes de 4%, 7% y 11% de cenizas de hojas de eucaliptos, estos porcentajes de CHE fueron evaluados junto con la muestra patrón de suelo obtenida realizando ensayos en sus propiedades físicas tales como el LL, LP e IP, a su vez el Proctor modificado y por último el CBR, de modo que se puede indicar que los resultados obtenidos fueron de positivos.

1. Se concluyo, que muchas veces el tipo de suelo que se presenta en el estudio puede interferir en los resultados a obtener, como se puede presenciar en está presente investigación el cual se obtuvo un suelo A-4 según AASHTO y CL según SUCS (arcilla inorgánica de baja plasticidad), expresándose en el ensayo de Limites de Atterberg como un suelo NP (No Plástico), por otro lado al añadir los % de CHE no hubo ninguna variación en la misma debido a que las propiedades físicas que presenta son parecidas al suelo utilizado, obteniendo el mismo resultado dado.
2. En definitiva, la adición de cenizas de hojas de eucaliptos realiza un aumento mínimo en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de modo que el porcentaje más favorable de los porcentajes adicionados es el 11% ya que presenta un OCH de 15.70% llegando a aumentar en un 0.2% de OCH inicial y una MDS de 1.973gr/cm³ aumentando en 0.104gr/cm³.
3. Por último, en los resultados respectivos del CBR se pudo determinar en base al MTC el cual presenta como sub rasante buena al $CBR \geq 20\%$ a $CBR < 30\%$ y como sub rasante excelente $CBR \geq 30\%$, de modo que, en los resultados mostrados en la Tabla 27 y Figura 41 se obtiene que al % de 11% se obtiene un CBR excelente y/o buena ya que presenta al 95%=25.80% y al 100%=33.90%.

VII.RECOMENDACIONES

1. Si se desea mejorar las propiedades físicas del suelo, es recomendable utilizar las cenizas de hojas de eucalipto, debido a que está aumenta disminuye o aumenta sus propiedades, a su vez al adicionar las CHE a la muestra de suelo para que presente una variación en la adición está deberá presentar un suelo tipo arcilla u otra, como el presentado en Castillo (2017) y/o Cañar (2017).
2. Al utilizar las hojas de Eucalipto está como aditivo es recomendable que se presente como fuente dentro de la zona del proyecto a realizar u lugar cercano a ello, debido a que se deberá considerar el costo de transporte y/o producción del aditivo.
3. Se recomienda la utilización de las cenizas de hojas de eucalipto ya que aumenta considerablemente la capacidad de resistencia del suelo, a su vez está ayuda a la reutilización de las hojas de eucalipto ayudando así a la mejora ambiental.
4. Es recomendable que el laboratorio a utilizar cuente con equipos calibrados, así como también especialistas de laboratorio, lo cual ayudará a la obtención de resultados más confiables y precisos.

REFERENCIAS

- AENOR. 1988. *NORMA UNE 83-415: Adiciones al hormigón. Cenizas volantes: Definición, especificaciones, transporte y almacenamiento de las cenizas volantes utilizadas como adición a los hormigones y morteros de cemento Portland*. Madrid : Asociación Española para la normalización, 1988.
- ANCADE; ANTER; IECA. 2009. *Manual de estabilización de suelos con cemento o cal*. [ed.] José Abascal. España : Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA), 2009. Vol. 2. 978-84-89702-23-3.
- ASTMD INTERNACIONAL - 2216. 2000. *Metodo de Prueba estandar para la determinación en Laboratorio de contenido de agua (Humedad) de suelos y rocas por masa*. Pensilvania : s.n., 2000. Vol. 2.
- ASTMD INTERNACIONAL - 4318. 2000. *Límite Líquido, Límite de plástico, y el índice de plasticidad de los suelos* . Pensilvania : s.n., 2000. Vol. 2.
- BALLUERKA Lasa, Nekane y VERGARA Ireta, Ana Isabel. 2002. *Diseño de Investigación Experimental en Psicología*. [ed.] Juan Luis Posadas. Madrid : Pearson Educación, 2002. 84-205-3447-1.
- BAÑON Blázquez, Luis y BEVÍA García, José F. 2000. *Manual de carreteras. Construcción y Mantenimiento*. [ed.] Contratista de Obras Ortiz e Hijos. 2000. Vol. 2. 84-607-0123-9.
- BARRAGÁN Garzón, Camilo Andrés y CUERVO Camacho, Harold Alexander. 2019. *Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno-arcilloso [Tesis de Pregrado]*. Cundinamarca, Universidad Piloto de Colombia Sección Alto Magdalena. Girardot : s.n., 2019.
- BECERRA Salas, Mario. 2012. *Temas de Pavimentos de Concreto, Diseño, Construcción y Supervisión*. Lima : Fujo Libre, 2012. Vol. 1.
- BOWLES, Joseph E. 1982. *Propiedades Geofísicas del suelo*. [ed.] Lerner Lida. 1. Bogotá : MCGRAW.HILL LATINOAMERICANA, 1982. 968-451-118-3.
- BRAJA M., Das. 2001. *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. [ed.] Pedro de la Garza Rosales. 1. Polanco : Thomson Learning, 2001. 0-534-37114-5.
- CAÑAR Tiviano, Edwin Santiago. 2017. *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con*

- cenizas de carbón [Tesis de Pregrado]*. Universidad Técnica de Ambato. Ambato : s.n., 2017.
- CASTELETTI, José Isidro. 2018. *Nociones de Mecánica de suelos*. [ed.] Johannes Briceño, Carmen Pérez y Luz Vielma. 2. Merida : Universidad de Los Andes, 2018.
- CASTILLO Parrra, 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 Pregrado]*. Universidad de Cuenca. Cuenca : s.n., 2017.
- CHINGUEL Delgado, Rossynny Lennoh Romero. 2020. *“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III, utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019 [Tesis de Pregrado]*. Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2020.
- CLAVERÍA Vásquez, Pía Andrea, TRIANA Mendoza, Daniel Fernando y VARON Ospina, Yenny Alejandra. 2018. *Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante [Tesis]*. Universidad Cooperativa de Colombia. Ibagué : s.n., 2018.
- CONFEDERACIÓN PERUANA DE LA MADERA. 2008. *Compendio de Información técnica de 32 especies forestales*. [ed.] Ing. Nancy Cáceres. 2. Lima : CITE MADERA, 2008.
- CRESPO Villalaz, Carlos. 2004. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5. Mexico : Limusa Noriega, 2004. 968-18-6489-1.
- CRIADO Sanz, María, PALOMO Sánchez, Ángel y FERNANDEZ Jiménez, Ana. 2006. *Nuevos materiales cementantes basados en cenizas volantes. Influencia de los aditivos en las propiedades reológicas*. Madrid : CSIC, 2006. 978-84-00-08508-7.
- CUBAS Benavides, Kevin y FALÉN Chávez Arroyo, José Carlos. 2016. *Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas [Tesis de Pregrado]*. Universidad de Señor de Sipán. Pimentel : s.n., 2016.
- ELIZONDO López, Arturo. 2002. *Metodología de la investigación contable*. 3. Buenos Aires : International Thomson, 2002. 970-686-243-9.

- LINARES Chávez, Roiser Rene, AGUILAR Rojas, Manuel Eduardo y ROJAS de la Puente, Edward Enrique. 2020. *Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido*. 2, Chachapoyas : s.n., 10 de agosto de 2020, Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería [en línea], Vol. 3. 2414-8822 / 2520-0356.
- GOÑAS Labajos, Olger y SALDAÑA Nuñez, Jhon Hilmer. 2020. *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada*. 1, Chachapoyas : s.n., 19 de febrero de 2020, Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería [en línea], Vol. 3. 2414-8822 / 2520-0356.
- ULATE Castillo, Alonso. 2017. *Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empleando productos no tradicionales [en línea]*. 2, Costa Rica : PITRA-Lanammeucr - Universidad de Costa Rica, Mayo de 2017, Vol. 8.
- FAO. 1981. *El eucalipto en la Repoblación Forestal*. [ed.] André Métro. 11. Roma : Colección FAO Montes, 1981. 92-5-300570-X.
- GARCÍA Marquez, Fernando. 2005. *El topógrafo descalzo: Manual de Topografía aplicada*. 1. México : Pax México, Librería Carlos Cesarman, 2005. 968-860-793-2.
- GÓMEZ, Marcelo M. 2006. *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica*. 1. Córdoba : Brujas, 2006. 987-591-026-0.
- GUYER, J. Paul. 2020. *Una introducción a Cenizas volantes en Pavimento de Hormigón*. California : The Clubhouse Press, 2020.
- HOYLE Vega, Priscila Maria y RODRIGUEZ Lopez, Carlos Alberto. 2019. *Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y*. Universidad César Vallejo. Chimbote : s.n., 2019.
- INSTITUTO FORESTAL CHILE. 1989. *Eucalyptus: Principio de Silvicultura y Manejo*. [ed.] Jose Antonio Prado y Santiago Barros. Santiago de Chile : Infor: Corfo, 1989.
- INSTITUTO MEXICANO DE TRANSPORTES. 2008. *Ingeniería de caminos rurales: Guía de Campo para las mejores Practicas de Administración de Caminos Rurales*. [ed.] Gordon Keller y James Sherar. Mexico : US Agency for International Development, 2008.

- INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO ESPAÑA. 1995. *Manual de reutilización de residuos de la industria minera, siderometalúrgica y termoelectrónica*. 1. Madrid : s.n., 1995. 84-7840-206-3.
- JUÁREZ Badillo, Eulalio y RICO Rodríguez, Alfonso. 2005. *Mecánica de Suelos 1: Fundamentos de la Mecánica de suelos*. [ed.] Grupo Noriega. Mexico : Editores Limusa, 2005. 968-18-0069-9.
- BAGHABRA Al-Amoudi, Omar S., y otros. 2017. *Method and Mechanisms of Soil Stabilization Using Electric Arc Furnace Dust*. 46676, Arabia Saudita : Springer Nature Limited, 28 de abril de 2017, Scientific Reports [en línea], Vol. 7. 2045-2322.
- MINISTERIO DE OBRAS HIDRAULICAS. 2018. *Manual de Carreteras: Procedimientos de estudios viales*. Chile : Dirección de Viabilidad, 2018. Vol. 2.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2014. *Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; Sección: Suelos y Pavimentos*. Lima : s.n., 2014. Vol. 10.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2016. *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*. [ed.] Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Lima : Viceministro de Transportes, 2016. Vol. 18.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2019. *Línea de Base de especies forestales (Pinus sp y Eucalyptus sp.) con fines de biodiversidad*. Lima : s.n., 2019.
- MONTEJO Fonseca, Alfonso, MONTEJO Piratova, Alejandro y MONTEJO Piratova, Alberto. 2018. *Estabilización de suelos*. [ed.] Adriana Gutiérrez M. 1. Bogotá : Ediciones de la U, 2018. 978-958-762-878-4.
- MONTEJO Fonseca, Alonso. 2002. *Ingeniería de Pavimentos para carreteras*. 2. Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2002. 958-96036-2-9.
- MORENO Bayardo, María Guadalupe. 2007. *Introducción a la metodología de la Investigación Educativa II*. Mexico : Progreso S.A., 2007. 968-436-868-2.
- NAVARRO, Pedreño, y otros. 1995. *Residuos Orgánicos y Agricultura*. [ed.] S.L. Murcia. España : Espagrafic, 1995. 84-7908-194-5.
- NTP. 1999. *Comisión de Reglamentos Técnicos y comerciales*. Lima : s.n., 1999.

- ÑAUPAS Paitán, Humberto, y otros. 2014. *Metodología de la investigación: Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. 4. Bogotá : Ediciones de la U, 2014. 978-958-762-188-4.
- OSPINO Rodriguez, Jairo Alfonso. 2004. *Metodología de la investigación en ciencias de la salud*. Medellín : Editorial Universidad Cooperativa de Colombia, 2004. 978-958-820-550-2.
- RAMIREZ Jara, Israel Edu. 2018. *Estabilización de suelos de la avenida 2 del caserío de Pueblo Libre Nuevo, adicionando 3% y 5% de la ceniza de schinus molle de horno artesanal, Distrito de Pueblo Libre – Huaylas – Ancash [Tesis de Pregado]*. Universidad San Pedro. Caraz : s.n., 2018.
- RICO Rodriguez, Alfonso y DEL CASTILLO, Hermilio. 2005. *La ingeniería de suelos en las vías terrestres. Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas*. D.F. : Editorial Limusa, 2005. Vol. 2. 978-968-18-0079-6.
- SANZ Llano, Juan Jose. 1975. *Mecánica de Suelos, Reunión de Ingenieros*. 1. Barcelona : Tecnicos Asociados, 1975. 84-7146-165-X.
- PEREIRA, Reginanldo Sérgio, y otros. 2018. *Soil Stabilization with Lime for the Construction of Forest Roads*. 2, Brasília : Floresta e Ambiente, 19 de february de 2018, Scielo [en línea], Vol. 25. 2179-8087.
- SOLANO Campos, Juan Emerson. 2020. *Influencia de la ceniza de hoja de eucalipto en las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portante [Tesis de Pregado]*. Universidad Peruana los Andes. Huancayo : s.n., 2020.
- ANJANI Kumar, Yadav, y otros. 2017. *Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads*. [ed.] Elseiver BV. 3, Bihar : SciencieDirect, mayo de 2017, International Journal of Pavement Research and Technology [en línea], Vol. 10. 1996-6814.
- ALARCON, J, JIMÉNEZ, M y BENITÉZ, R. 2020. *Stabilization of soils through the use of oily sludge*.1, Tunja: Colombia : Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, abril de 2020, Revista Ingeniería de Construcción RIC [en línea], Vol. 35. 0718-5073.

- SUPO, Jose. 2014. *Seminarios de Investigación científica: Metodología de la investigación para la ciencia de la salud*. [ed.] Bioestadístico EIRL. 2. s.l. : CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014. 150-334-985-3.
- TORO Jaramillo, Iván Darío y PARRA Ramirez, Rubén Darío. 2006. *Método y conocimiento: Metodología de la Investigación*. Medellín : Universidad EAFIT, 2006. 958-8281-11-3.
- VALENCIA Peza, Jackeline Dayana y SANCHÉZ Quispe, Brayan. 2017. *Evaluación comparativa de los efectos que produce el aceite requemado automotriz y cola sintética blanca en las prop. físico mecánicas de la madera eucalipto Globulus con contenido de Humedad Seco procedente de la Zona de Paucartambo [Tesis de Pregado]*. Lima, Universidad Andina del Cusco. Cusco : s.n., 2017.
- VILLANUEVA Manrique, Janel Edwin. 2017. *Resistencia de concreto $f'c = 210$ kg/cm² con sustitución de 15% de cemento por cenizas de eucalipto de hornos artesanales [Tesis de Pregado]*. Universidad San Pedro. Huaraz : s.n., 2017.
- VIVANCO, Manuel. 2005. *Muestreo estadístico: Diseño y Aplicaciones*. 1. Santiago de Chile : Universitario, 2005. 956-11-1803-3.
- XAVIER, Elias. 2012. *Reciclaje de residuos industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora*. 2. Madrid : Diaz de Santos, 2012. 978-84-9969-366-8/978-84-7978-835-3.
- YUNI, José Alberto y URBANO, Claudio Ariel. 2006. *Técnicas para investigar: recursos metodológicos para preparación de proyectos de investigación*. Córdoba : Brujas, 2006. Vol. 2. 987-591-020-1.
- ZAMBRANO Zambrano, Wilmer Eduardo. 2015. *Diseño estructural de Pavimentos*. [ed.] Jorge Maza Córdova. 1. Ecuador : UTMACH, 2015. pág. 41. 978-9978-316-31-3.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Título: Estabilización de suelos en la Subrasante con cenizas de hojas de eucaliptos en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021.

Autor: Gladys Karla Tupia Astocondor

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	INDEPENDIENTE	Cenizas de hojas de eucaliptos	Porcentaje de cenizas de hojas de eucaliptos	4%	Balanza
¿De qué manera las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la estabilización de suelos de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021?	Demostrar que las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la estabilización de suelos de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021	Las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la estabilización de suelos de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021				7.0%	
						11.0%	
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	DEPENDIENTE	Estabilización de suelos de la Subrasante	Índice de Plasticidad	Limite Líquido Limite Plástico	MTC E-110 MTC E-111 ASTM D-4318
¿Cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en el índice de plasticidad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021?	Explicar cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en el índice de plasticidad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021	Las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en el índice de plasticidad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021.					
¿Cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021?	Explicar cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021.	Las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo Lima, 2021.					
¿Cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la capacidad de resistencia del suelo de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo Lima, 2021?	Explicar cómo las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la capacidad de resistencia del suelo de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021.	Las cenizas de hojas de eucaliptos influyen en la capacidad de resistencia del suelo de la Subrasante en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021.					
					Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad	Proctor modificado	MTC E 108 MTC E 115 ASTM D-1557 ASTM D-2216
					Capacidad de resistencia del suelo	CBR	MTC E-132 AASHTO T-274 ASTM D-1883

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

Título: Estabilización de suelos en la Subrasante con cenizas de hojas de eucaliptos en la avenida Juan Velazco - Carabayllo en Lima, 2021.

Autor: Gladys Karla Tupia Astocondor

VARIABLES DE ESTUDIOS	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Cenizas de hojas de eucalipto	Se refiere a una gran cantidad de residuos de centrales térmicas que consumen diferentes tipos de carbón respecto a las materias primas utilizadas (XAVIER, 2012 pág. 395). La mayoría de hojas de eucalipto a veces tienen formas diferentes (FAO, 1981 pág. 40).	Las cenizas de hojas de eucalipto serán medidas a través de sus propiedades de modo que se determinará la acción de la variable dependiente, así como los ensayos que se realizarán para cada dimensión de la misma, en lo cual se presentará en variaciones de peso que sustituirán el suelo de la subrasante.	Porcentaje de cenizas de hojas de eucaliptos	4.0%	Razón
				7.0%	
				11.0%	
Estabilización de suelos	La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. (MTC, 2014 pág. 92)	La estabilización de suelos de la subrasante será medida en base a las propiedades de suelo, las cuales se encontrarán en su estado húmedo como su estado seco.	Índice de Plasticidad	Limite Líquido Limite Plástico	Razón
			Máxima densidad seca y contenido de humedad	Proctor modificado	Razón
			Capacidad de resistencia del suelo	CBR	Razón

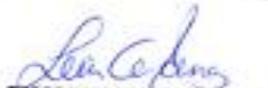
Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

ENSAJO DE ANALISIS GRANULOMETRICO					
MTC E-107 / NTP 339.128 / ASTM D 422					
PROYECTO	:				
UBICACIÓN	:				
TAMIZADO	:		MECANICO	:	MANUAL
N° DE CAUCATA	:		PROFUNDIDAD	:	
FECHA	:				
CANTERA	:				
MUESTRA	:				
PESO INICIAL SECO	(gr)				
PESO INICIAL SECO	(gr)				
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N°4	4.750				
N°10	2.000				
N°20	1.000				
N°40	0.425				
N°100	0.150				
N°200	0.075				
< N°200	-				

Curva Granulométrica

MATERIAL TIPO	MATERIAL					GRANULOSIDAD
	FINA	MEDIA	GRUESA			
	N° 20	N° 40	N° 60	N° 100	N° 200	


ORDÓÑEZ GARCÍA RULI EVOMAR
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 218406


LUIS ENRIQUE CARDENAS CARDENAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP-N° 168118


Wilber Cárdena Cabrera
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP-N° 168118

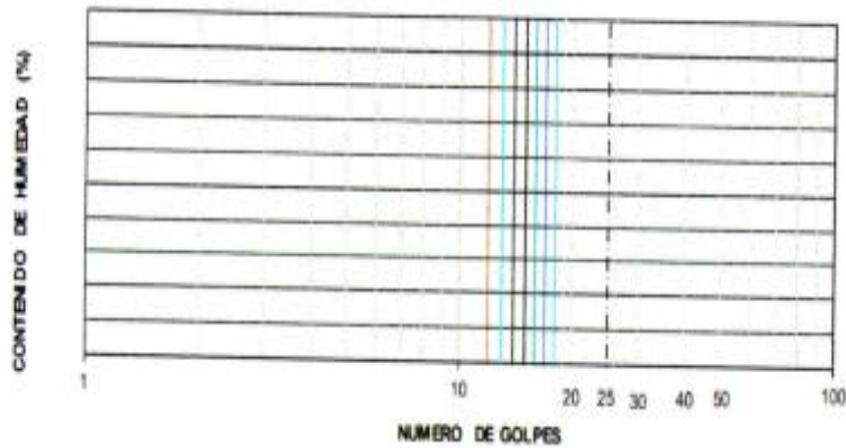
ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

NTP 339.129 / ASTM D 4318

PROYECTO : _____
 UBICACIÓN : _____
 N° DE CALICATA : _____ PROFUNDIDAD : _____
 FECHA : _____
 CANTERA : _____
 MUESTRA : _____

Procedimiento		Limite Liquido			Limite Plastico	CONSISTENCIA
		TARA N°01	TARA N°02	TARA N°03	TARA N°04	
01	N° de golpes	N°				
02	Peso de la Tara	(gr)				LL=
03	Peso tara + Suelo Humedo	(gr)				
04	Peso tara + Suelo Seco	(gr)				LP=
05	Peso del agua	(gr)				
06	Peso suelo seco	(gr)				
07	Contenido de Humedad	(%)				IP=

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



[Handwritten Signature]
P. GARCIA RULI EUDOMAR
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 219406

[Handwritten Signature]
LUIS ENRIQUE CARDENAS CARDENAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 168118

[Handwritten Signature]
Walter Calderon Cabrera
 INGENIERO CIVIL
 N° 110 046 7000

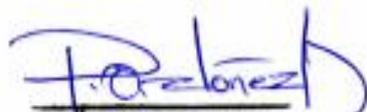
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO					
NTP 339.141 / ASTM D 1556					
PROYECTO :					
UBICACIÓN :					
N° DE CALICATA :		PROFUNDIDAD :	N° DE GOLPES :		
FECHA :		TIPO DE MOLDE :			
CANTERA :		TEMP. SECADO (°C) :			
MUESTRA :		MÉTODO :			
PUNTO N°		I	II	III	IV
MOLDE N°		1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm ³)				
2	Peso del molde (gr)				
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)				
4	Peso de la muestra húmeda (gr)				
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm ³)				
CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA					
6	Peso de la tara (gr)				
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)				
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)				
9	Peso del agua (gr)				
10	Peso del suelo seco (gr)				
11	Contenido de humedad (%)				
12	Densidad seca de la muestras (gr/cm ³)				
Maxima Densidad seca					
Contenido de humedad					
Densidad Seca (gr/cm ³)					
Contenido de humedad (%)					


ORDÓÑEZ GARCÍA EUDOMAR
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 218406


LUIS ENRIQUE CARDENAS CARDENAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 168118

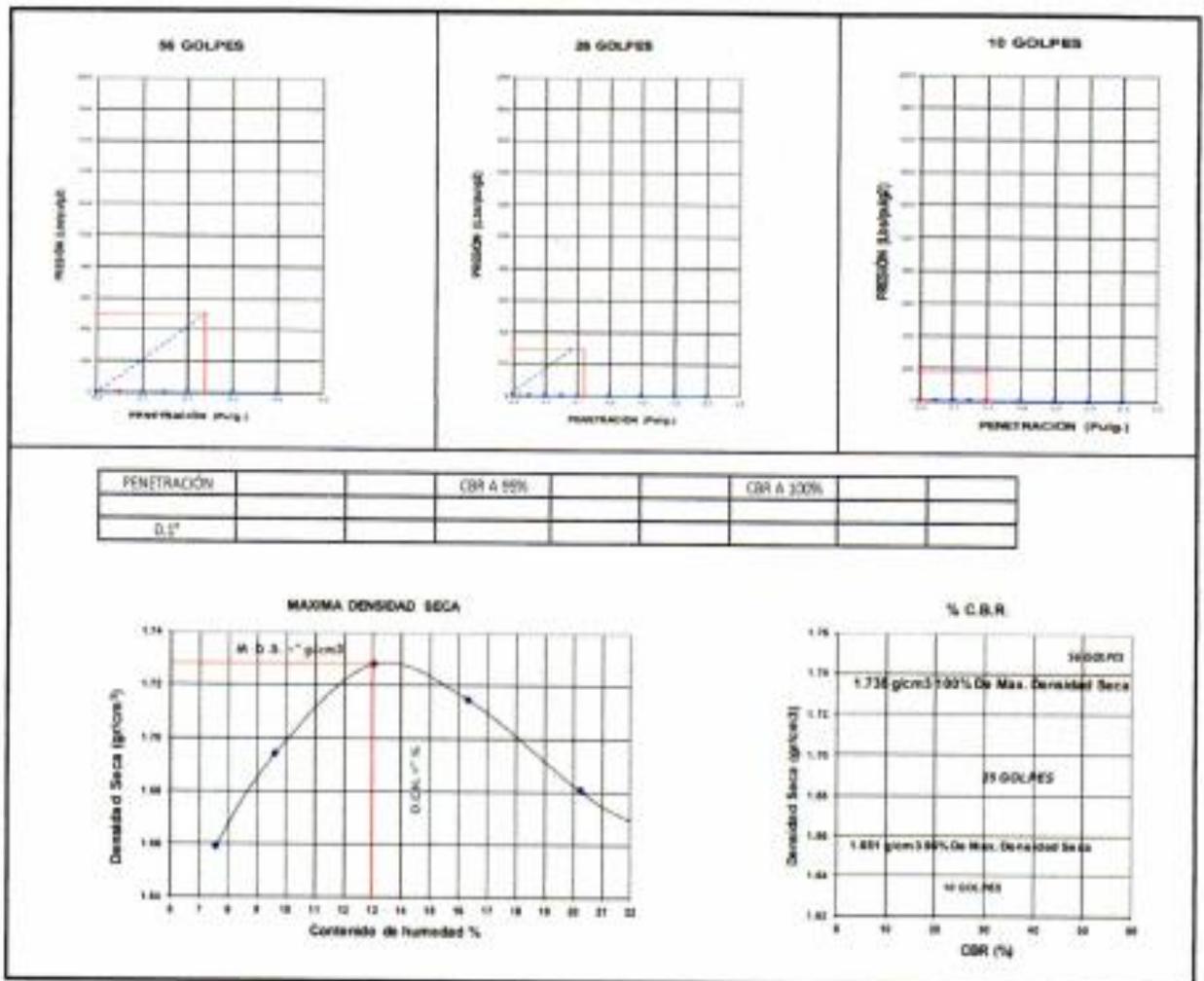

Wilmar Calderón Cabrera
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 2400

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)												
MTP 399.145 / ASTM D 1583												
PROYECTO :												
UBICACIÓN :												
N° DE CALICATA :												
FECHA :												
CANTERA :												
MUESTRA :												
MOLDE N° :												
N° DE CAPAS :												
N° DE GOLPES POR CAPA :												
MUESTRA												
SATURADA SIN SATURAR SATURADA SIN SATURAR SATURADA SIN SATURAR												
VOLUMEN DE MOLDE												
PESO DEL MOLDE												
PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO												
PESO DEL SUELO HUMEDO												
DENSIDAD HUMEDA												
RECIPIENTE N°												
PESO DEL RECIPIENTE												
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO												
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO												
PESO DE AGUA												
PESO DE SUELO SECO												
CONTENIDO DE HUMEDAD												
DENSIDAD SECA												
EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO	56 GOLPES				25 GOLPES				10 GOLPES	
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%	
PENETRACIÓN												
PENETRACIÓN (pulg.)	PATRÓN (lb/pulg.)	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES				
		DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA		
0.025												
0.050												
0.075												
0.100	1000											
0.150												
0.200	1500											
0.250												
0.300												
0.400												
0.500												


ORDÓÑEZ GARCÍA RUI EUDOMAR
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 218406


LUIS ENRIQUE CARDENAS CARDENAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 168118


Walter Calderón Cabrera
 INGENIERO CIVIL
 REGISTRO C.I.P. 13400




ORDÓÑEZ GARCÍA RUI EUDOMAR
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 218406


LUIS ENRIQUE CARDENAS CARDENAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 168118


Walter Carderón Cabrera
 INGENIERO CIVIL
 REGISTRO C.A.P. 75465

Anexo 4. Análisis granulométrico

MTC E 107

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

1.0 OBJETO

1.1 Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (Nº 200).

2.2 Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

4.1.1 Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (Nº 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

4.1.2 Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C.

4.2 MATERIALES

4.2.2 Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
1/2"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes tamices de malla cuadrada:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 1/2"	38,100
3/4"	19,000
1/2"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 8	2,360
Nº 16	1,100
Nº 30	0,500
Nº 50	0,297
Nº 100	0,149
Nº 200	0,075

4.2.3 Envases. Adecuados para el manejo y secado de las muestras.

4.2.4 Cepillo y brocha. Para limpiar las mallas de los tamices.

5.0 MUESTRA

5.1 Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.

5.2 Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E 106), la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.

5.3 El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:

5.3.1 Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla 1:

Tabla 1

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

5.3.2 El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,760 mm (Nº 4) será aproximadamente de 115 g para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.

5.4 En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), pueden calcularse de acuerdo con el numeral [4.1.1](#).

5.4.1 Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 4,760 mm (Nº 4).

6.1.1 Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
½"	9,500
Nº 4	4,760

O los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya.

- 6.1.2 En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuando no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apesadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz.

Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente, el resultado se puede verificar usando el método manual.

- 6.1.3 Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0,1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1 %.

6.2 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FRACCION FINA

- 6.2.1 El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), se hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida.

- 6.2.2 Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.

- 6.2.3 Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.

- 6.2.4 Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver Modo Operativo MTC E 109-2009.

- 6.2.5 Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera.

- 6.2.6 La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

- 6.2.7 Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

- 6.2.8 Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0,01 g.

- 6.2.9 Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C. Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.

- 6.2.10 Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.

- 6.2.11 Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.

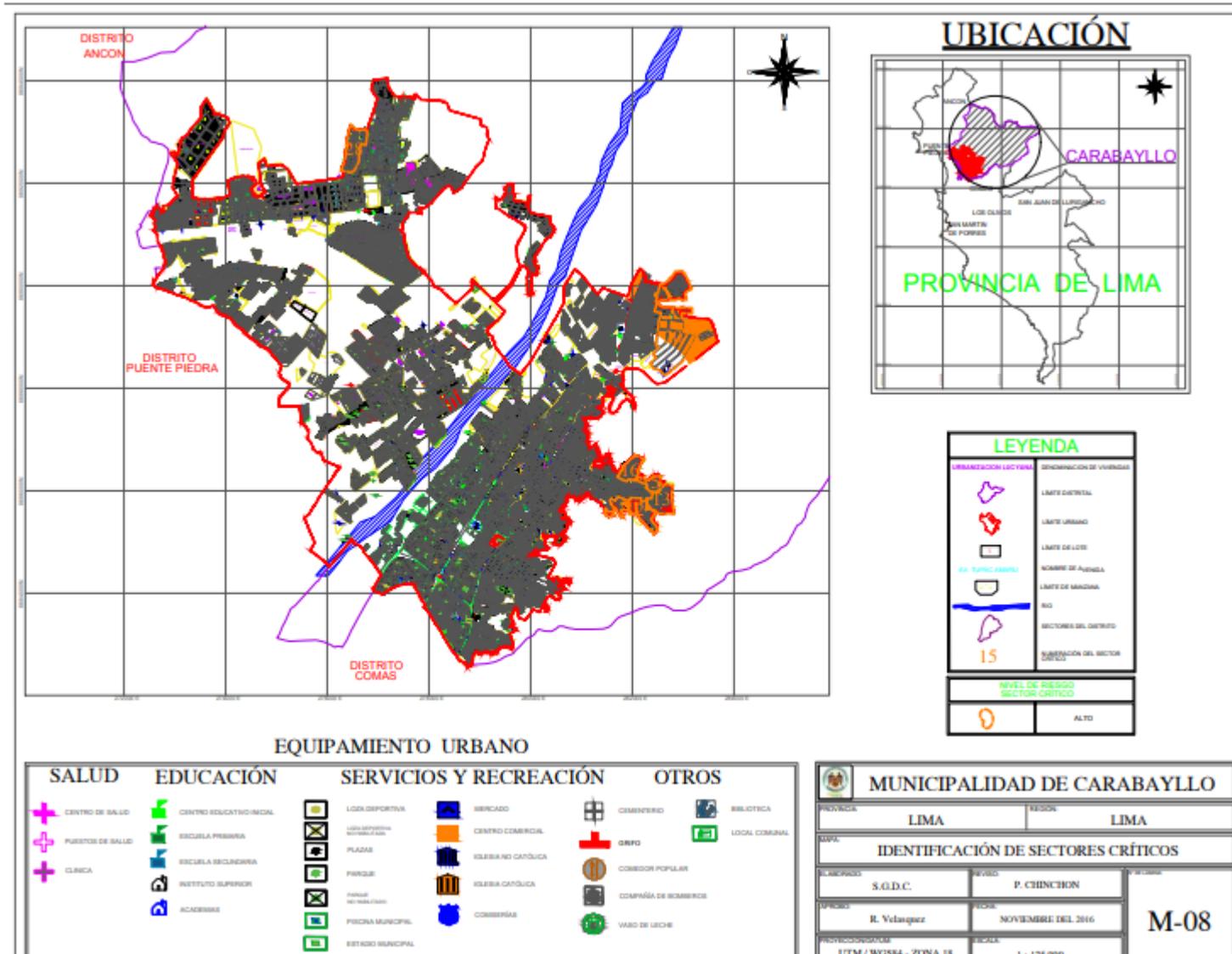
- 6.2.12 Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C y se pesa.

- 6.2.13 Se tamiza en seco siguiendo el procedimiento indicado en las secciones [6.1.2](#) y [6.1.3](#).

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)
MTC	MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
NORMA 010	NORMA DE PAVIMENTOS URBANOS

Anexo 6. Mapas y Planos



Anexo 7. Panel fotográfico



Imagen 1. Recolección de hojas de eucaliptos en las zonas de Canta para la obtención de las cenizas de hojas de eucalipto.



Imagen 2. Incineración de hojas de eucalipto en cilindro



Imagen 3. Cenizas de hojas de eucaliptos sin tratar



Imagen 4. CHE tratada para llevar a laboratorio



Imagen 5. Extracción de la muestra de C-1 de la Av. Juan Velazco



Imagen 6. Paredes de calicata 01



Imagen 7. Recolección de muestra de C-2 en la Av. Juan Velazco



Imagen 8. Extracción de la muestra de C-2 de la Av. Juan Velazco



Imagen 9. Recolección de muestra de C-3 en la Av. Juan Velazco



Imagen 10. Cuarteto de muestra de suelo



Imagen 11. Tamizado de muestra de suelo en malla N°200



Imagen 12. Tamizado de muestra para Limites de Atterberg



Imagen 13. Preparación de muestra patrón para ensayo de Limite Liquido



Imagen 14. Elaboración de muestra patrón para ensayo Limite Plástico



Imagen 15. Ensayo de Limite Plástico



Imagen 16. Ensayo de Proctor Modificado (secado al horno de muestra patrón)



Imagen 17. Preparación de muestra patrón - Ensayo de Proctor modificado (Ing. especialista de laboratorio)



Imagen 18. Elaboración de Proctor Modificado muestra patrón (Ing. especialista de laboratorio)



Imagen 19. Ensayo de CBR



Imagen 20. Ensayo de CBR (Ing. especialista de laboratorio)

Anexo 8. Certificado de laboratorio de los ensayos

PERFIL ESTRATIGRAFICO DE C-1, C-2 Y C-3

 REGISTRO DE EXCAVACION - PERFIL ESTRATIGRAFICO													
SERVICIO : ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS						TESISTA : GLADYS TUPIA							
UBICACION : AVENIDA JUAN VELASCO - CARABAYLLO						REALIZADO POR : J. LLONTOP							
CALICATA : C - 1						REVISADO POR : N. PEREZ							
MUESTRA :						FECHA : 28/09/2021							
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" - N° 4	N° 4 - N° 200	LL	LP	IP	
0.00				RELLENO NO CONTROLADO	---	---	---	---	---	---	---	---	
0.05													
0.10	0.00 - 0.20												
0.15													
0.20													
0.25				ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON	---	---	---	---	---	---	---		
0.30													
0.35													
0.40													
0.45													
0.50													
0.55													
0.60													
0.65													
0.70													
0.75													
0.80													
0.85	0.20 - 1.50												
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													


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 :	GLADYS TUPIA
UBICACION :	AVENIDA JUAN VELASCO - CARABAYLLO	REALIZADO POR :	J. LLONTOP
CALICATA :	C - 2	REVISADO POR :	N. PEREZ
MUESTRA :	M - 1	FECHA :	28/09/2021

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" - N° 4	N° - N° 200	LL	LP	P	
0.00	0.00 - 0.20	0.00 - 0.20		RELLENO NO CONTROLADO	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0.05													
0.10													
0.15													
0.20													
0.25													
0.30	0.20 - 1.50	0.20 - 1.50		ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, DE COLOR MARRON	A-4	CL	8.43	78.27	NP	NP	NP	7.1	
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													
1.30													
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 :	GLADYS TUPIA
UBICACION :	AVENIDA JUAN VELASCO - CARABAYLLO	REALIZADO POR :	J. LLONTOP
CALICATA :	C-3	REVISADO POR :	N. PEREZ
MUESTRA :		FECHA :	28/09/2021

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 - 0.50			RELLENO NO CONTROLADO	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0.02													
0.04													
0.06													
0.08													
0.10													
0.12													
0.14													
0.16													
0.18													
0.50	0.50 - 1.50		ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0.52													
0.54													
0.56													
0.58													
0.60													
0.62													
0.64													
0.66													
0.68													
0.70													
0.72													
0.74													
0.76													
0.78													
0.80													
0.82													
0.84													
0.86													
0.88													
0.90													
0.92													
0.94													
0.96													
0.98													
1.00													
1.02													
1.04													
1.06													
1.08													
1.10													
1.12													
1.14													
1.16													
1.18													
1.20													
1.22													
1.24													
1.26													
1.28													
1.30													
1.32													
1.34													
1.36													
1.38													
1.40													
1.42													
1.44													
1.46													
1.48													
1.50													

NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

ING. HUGO E. GARCIA CALVO
 Reg. CIP N° 178214
 INGENIERO CIVIL

ENSAYOS DE MUESTRA PATRÓN (C-2)

	REGISTRO	CV-OFT-CAL-ITR-016
	CONTROL DE CALIDAD	
	LIMITES DE ATTERBERG MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	REVISION: 01
SERVICIO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	CALICATA/MUESTRA: C - 2
SOLICITANTE:	GLADYS TUPIA	FECHA: 30/09/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO	REALIZADO POR: N. PEREZ
		TIPO DE MUESTRA: SUELO

LIMITE LIQUIDO				
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				

LIMITE 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	%			

Número de Golpes, N				
29	20	25	30	40
28				
27				
26				
25				
24				
23				
22				
21				
20				
19				

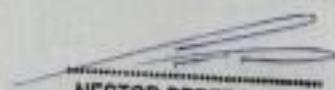
EETT Tierra Armada	N/N	ACEPTACIÓN
Limite Liquido:	N/N	N/N
Índice de Plasticidad:	< 4	PASA

Descripción del Material:
 ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD

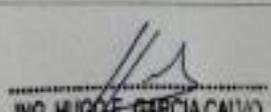
TEMPERATURA DE SECADO
 Preparación de Muestra: EN SECO
 Temperatura de Secado: 110°C
 Agua Utilizada: AGUA POTABLE
 Muestra retenida en N° 40: SI

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:
 $LL^p = W^p (N/25)^{0.121} = k \cdot W^p$
 Donde:
 LL^p = Un punto de limite líquido, %
 N = Número de golpes
 W^p = Contenido de humedad, %
 k = Factor para limite líquido



NESTOR PEREZ DAVILA
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO



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



REGISTRO
CONTROL DE CALIDAD
HUMEDAD DE SUELO Y ROCAS EN EL LABORATORIO
 (ASTM D 2216)

CV-OFT-CAL-ITR-014

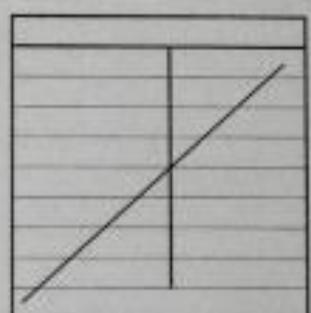
 REVISION: 01

SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS **CALICATA/MUESTRA:** C - 2
PROCEDENCIA: GLADYS TUPIA **FECHA:** 29/09/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA: AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO **TIPO DE MUESTRA:** SUELO

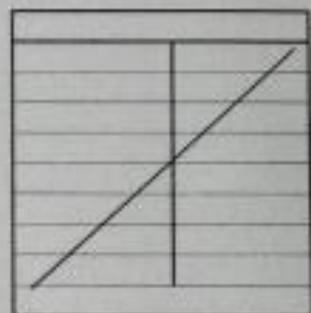
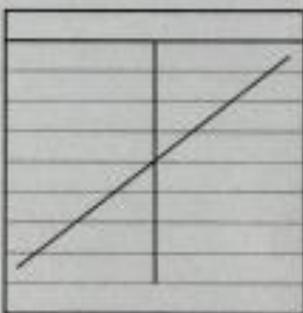
Condiciones de Secado: Horno Eléctrico digital con Termostato	Clasificación de Suelos - ASTM D 2487
Temperatura de Secado: 110 °C	CL
Fórmula de Cálculo: $w = [(M_{oms} - M_{c\delta s}) / (M_{c\delta s} - M_c)] \times 100$	Descripción de material: ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD

Condición de la muestra	
Nº de Prueba	Nº
Recipiente	Nº
Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{omh}	g
Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), $M_{om\delta}$	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
-	
1050.0	
980.2	
0.0	
69.8	
980.2	
7.1	



Condición de la muestra	
Nº de Prueba	Nº
Recipiente	Nº
Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{omh}	g
Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), $M_{om\delta}$	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	
Nº de Prueba	Nº
Recipiente	Nº
Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{omh}	g
Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), $M_{om\delta}$	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 PATRÓN
 PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m

NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

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



REGISTRO

CONTROL DE LA CALIDAD

CV-OFT-CAL-ITR-020

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D1557)

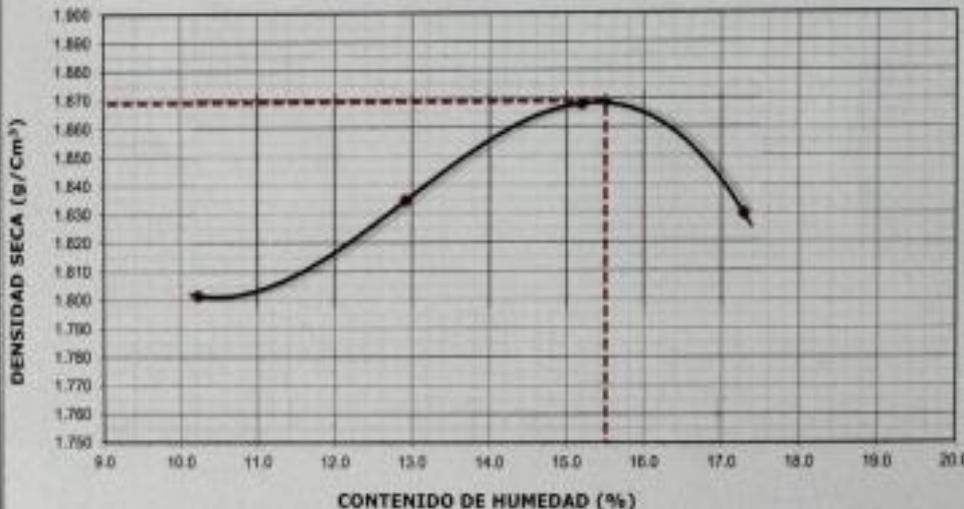
REVISIÓN: 01

NOMBRE DEL PROYECTO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	COD. MUESTRA:	C - 2
PROCEDENCIA:	GLADYS TUPIA	FECHA:	30/09/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO	TIPO DE MUESTRA:	SUELO

Preparación de la Muestra:	Equipo de Compactación:	Pisón	N° de Capas:	5
Clasificación del suelo ASTM D2487 :	Volumen del Molde:	2127	N° de Golpes:	56
CL	Peso de Molde:	6269	Método Usado :	"C"

Peso Especifico (ASTM C127):						
2.689 g/cm ³						
Determinación (Puntos)	N°	1	2	3	4	
Peso de Suelo + Molde	g	10493	10675	10846	10834	
Peso de Molde	g	6269	6269	6269	6269	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g	4224	4406	4577	4565	
Volumen del Molde	cm ³	2127	2127	2127	2127	
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.986	2.071	2.152	2.146	
Tara (Recipiente)	N°					
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g	518.2	467.8	499.7	504.1	
Peso del Suelo Seco + Tara	g	470.1	414.3	433.8	429.8	
Peso de Tara (Recipiente)	g	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de Agua	g	48.1	53.5	65.9	74.3	
Peso del Suelo Seco	g	470.1	414.3	433.8	429.8	
Contenido de Agua	%	10.2	12.9	15.2	17.3	
Peso Volumétrico Seco	g/cm ³	1.802	1.835	1.868	1.830	

CURVA DE COMPACTACIÓN



DATOS OBTENIDOS

DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³)	1.869
HUMEDAD ÓPTIMA %	15.5
CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³)	---
HUMEDAD ÓPTIMA %	---

DATOS DE LA GRANULOMETRÍA

Material > N° 4 :	8.4
Material Fino < N° 4 :	91.6

OBSERVACIONES: CALICATA #2 PATRON
PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m

(Signature)
NESTOR PEREZ DAVILA
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

(Signature)
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

NOMBRE DEL PROYECTO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	COD. MUESTRA:	C - 2
PROCEDENCIA:	GLADYS TUPIA	FECHA:	4/10/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO	TIPO DE MUESTRA:	SUELO

COMPACTACION

	6		7		8	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	9		7		8	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12730.00	12911.00	12606.00	12768.00	12470.00	12660.00
Peso de molde (g)	8170.00	8170.00	8186.00	8186.00	8336.00	8336.00
Peso del suelo húmedo (g)	4560.00	4741.00	4420.00	4580.00	4134.00	4324.00
Volumen del molde (cm ³)	2123.00	2123.00	2149.00	2149.00	2135.00	2135.00
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.148	2.233	2.057	2.131	1.936	2.025
Tara (Nº)	-	-	-	-	-	-
Peso suelo húmedo + tara (g)	531.20	544.10	509.40	514.90	498.60	495.50
Peso suelo seco + tara (g)	459.70	463.10	440.70	438.10	431.70	421.80
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	71.50	81.00	68.70	76.80	66.90	73.70
Peso de suelo seco (g)	459.70	463.10	440.70	438.10	431.70	421.80
Contenido de humedad (%)	15.55	17.49	15.59	17.53	15.50	17.47
Densidad seca (g/cm ³)	1.859	1.901	1.779	1.813	1.676	1.724

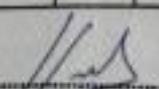
EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
30/09/2021	11:40	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
01/10/2021	11:46	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
01/10/2021	11:52	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
01/10/2021	11:58	72	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

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		76	76.0			74	74.0			31	31.0		
1.270		156	156.0			136	136.0			77	77.0		
1.905		201	201.0			173	173.0			107	107.0		
2.540	70.5	238	238.0	168.5	11.6	205	205.0	144.8	10.0	125	126.0	80.9	6.8
3.810		284	284.0			246	246.0			152	152.0		
5.080	105.7	331	331.0	285.6	13.1	282	282.0	245.2	11.2	171	171.0	148.4	8.8
6.350		422	422.0			342	342.0			201	201.0		
7.620		477	477.0			391	391.0			229	229.0		
10.160		537	537.0			450	450.0			245	248.0		
12.700													


NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO


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

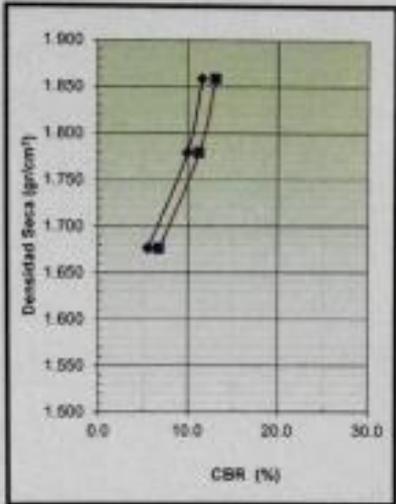


REGISTRO
CONTROL DE CALIDAD
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

CV-OFT-CAL-ITR-022
REVISION: 01
PAGINA 2 de 2

NOMBRE DEL PROYECTO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS
PROCEDENCIA: GLADYS TUPIA
UBICACIÓN / PROGRESIVA: AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO

COD. MUESTRA: C - 2
FECHA: 4/10/2021
TIPO DE MUESTRA: SUELO



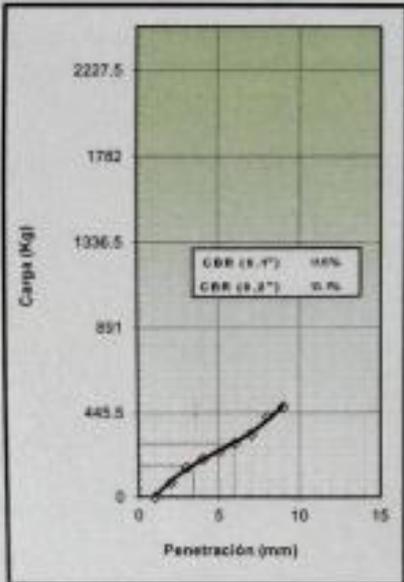
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.859
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 15.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.766

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	11.6	0.2"	13.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	9.5	0.2"	10.8

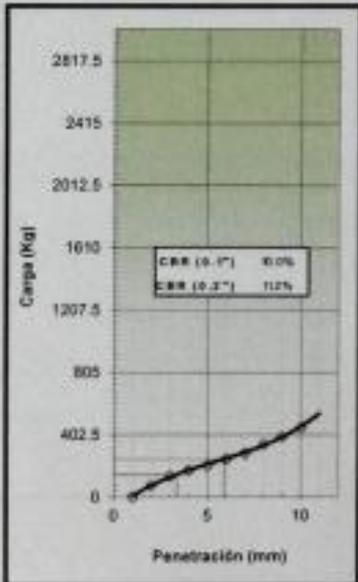
RESULTADOS:
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **11.6 (%)**
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **9.5 (%)**

OBSERVACIONES:
- CALICATA #2 PATRON
PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m

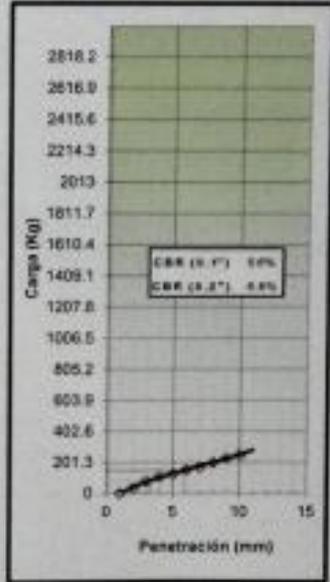
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

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

ENSAYOS DE MUESTRA PATRÓN (C-2) + 4% DE CENIZAS DE HOJAS DE EUCALIPTO

REGISTRO		CV-OFT-CAL-ITR-013																																																																																																																								
CONTROL DE CALIDAD		REVISIÓN: 01																																																																																																																								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)																																																																																																																										
SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS		CALICATA/MUESTRA: C-2																																																																																																																								
SOLICITANTE: GLADYS TUPIA		FECHA: 29/09/2023																																																																																																																								
UBICACIÓN / PROGRESIVA: AV. JUAN VELASCO - CARANAYLLO		REALIZADO POR: R. PEREZ																																																																																																																								
TIPO DE MUESTRA: SUELO																																																																																																																										
Peso total inicial	500.0 g	Peso de Balanza:	0.0 g																																																																																																																							
Peso de la fracción fina	500.0 g	Peso de Grasa:	45.0 g																																																																																																																							
Peso de la fracción fina lavada	433.0 g	Peso de Arena+Fino:	455.0 g																																																																																																																							
Norma ASTM D 422		Norma ASTM D 2487																																																																																																																								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO																																																																																																																										
CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)																																																																																																																										
CL																																																																																																																										
ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD																																																																																																																										
Norma AASHTO M-145																																																																																																																										
CLASIFICACIÓN (AASHTO)																																																																																																																										
A-4																																																																																																																										
Medio																																																																																																																										
% BOLSONERIA		0.00																																																																																																																								
% GRAVA		9.00																																																																																																																								
D ₁₀ (mm)		25.54																																																																																																																								
D ₃₀ (mm)		44.51																																																																																																																								
D ₆₀ (mm)		75.14																																																																																																																								
C _u		0.96																																																																																																																								
C _c		3.88																																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MALLA (pulg.)</th> <th>MALLA (mm)</th> <th>PESO RETENIDO (g)</th> <th>% RETENIDO</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> <th>RETT Gráficos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5"</td><td>125.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4"</td><td>100.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3"</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>50.000</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>1/8"</td><td>3.350</td><td></td><td></td><td></td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 20#</td><td>0.850</td><td>45.0</td><td>9.00</td><td>9.00</td><td>91.00</td><td></td></tr> <tr><td>N° 60#</td><td>0.250</td><td>94.0</td><td>17.11</td><td>26.11</td><td>73.89</td><td></td></tr> <tr><td>N° 100</td><td>0.150</td><td>231.2</td><td>27.48</td><td>53.59</td><td>46.41</td><td></td></tr> <tr><td>N° 200</td><td>0.075</td><td>186.0</td><td>33.85</td><td>87.44</td><td>12.56</td><td></td></tr> <tr><td>Fino</td><td></td><td>69</td><td>13.56</td><td>100.00</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				MALLA (pulg.)	MALLA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RETT Gráficos	5"	125.000						4"	100.000						3"	75.000						2 1/2"	63.500						2"	50.000						1 1/2"	38.100						1"	25.400						3/4"	19.000						1/2"	12.500						1/8"	3.350				100.00		1/4"	6.350						N° 20#	0.850	45.0	9.00	9.00	91.00		N° 60#	0.250	94.0	17.11	26.11	73.89		N° 100	0.150	231.2	27.48	53.59	46.41		N° 200	0.075	186.0	33.85	87.44	12.56		Fino		69	13.56	100.00		
MALLA (pulg.)	MALLA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RETT Gráficos																																																																																																																				
5"	125.000																																																																																																																									
4"	100.000																																																																																																																									
3"	75.000																																																																																																																									
2 1/2"	63.500																																																																																																																									
2"	50.000																																																																																																																									
1 1/2"	38.100																																																																																																																									
1"	25.400																																																																																																																									
3/4"	19.000																																																																																																																									
1/2"	12.500																																																																																																																									
1/8"	3.350				100.00																																																																																																																					
1/4"	6.350																																																																																																																									
N° 20#	0.850	45.0	9.00	9.00	91.00																																																																																																																					
N° 60#	0.250	94.0	17.11	26.11	73.89																																																																																																																					
N° 100	0.150	231.2	27.48	53.59	46.41																																																																																																																					
N° 200	0.075	186.0	33.85	87.44	12.56																																																																																																																					
Fino		69	13.56	100.00																																																																																																																						
% GRAVA + BOLSONERIA		9.00																																																																																																																								
% ARENA		78.44																																																																																																																								
% FINOS		12.56																																																																																																																								
Gruesa		0.00																																																																																																																								
Fina		9.00																																																																																																																								
Gruesa		17.11																																																																																																																								
Medía		27.48																																																																																																																								
Fina		33.85																																																																																																																								
OBSERVACIONES: CALICATA #2 PATRON + 4% CENIZA DE EUCALIPTO PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m																																																																																																																										
CURVA GRANULOMÉTRICA																																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Lim. y Arz. (mm)</th> <th>Grasa</th> <th>Arena</th> <th>Grava</th> <th>Total</th> <th>Grava</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>Medía</th> <th>Gruesa</th> <th></th> <th>Gruesa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.075 N° 200</td> <td>0.425 N° 40</td> <td>2.00 N° 10</td> <td>4.75 N° 4</td> <td>19.8 N° 10</td> <td>15.0 N° 10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> </tr> </tbody> </table>				Lim. y Arz. (mm)	Grasa	Arena	Grava	Total	Grava			Medía	Gruesa		Gruesa	0.075 N° 200	0.425 N° 40	2.00 N° 10	4.75 N° 4	19.8 N° 10	15.0 N° 10					100.00	100.00																																																																																															
Lim. y Arz. (mm)	Grasa	Arena	Grava	Total	Grava																																																																																																																					
		Medía	Gruesa		Gruesa																																																																																																																					
0.075 N° 200	0.425 N° 40	2.00 N° 10	4.75 N° 4	19.8 N° 10	15.0 N° 10																																																																																																																					
				100.00	100.00																																																																																																																					
 NESTOR PEREZ DAVILA JEFE DE LABORATORIO SUELOS-CONCRETO-ASFALTO		 ING. HUGO E. GARCIA CALVO Reg. CIP N° 179214 INGENIERO CIVIL																																																																																																																								



REGISTRO
CONTROL DE CALIDAD
LIMITES DE ATTERBERG
 MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

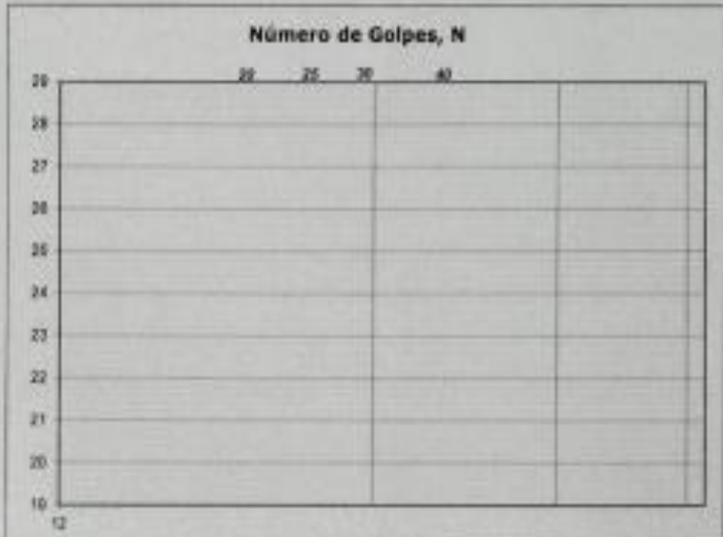
CV-OPT-CAL-ITR-016

 REVISION: 01

SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS **CALICATA/MUESTRA:** C - 2
SOLICITANTE: GLADYS TUPIA **FECHA:** 30/09/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA: AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO **REALIZADO POR:** N. PEREZ **TIPO DE MUESTRA:** SUELO

LIMITE LIQUIDO				
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				

LIMITE 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	%			



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

Descripción del Material:
 ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD

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:
 $LL^* = W^* (N/25)^{0.221} = k * W^*$
 Dónde:
 LL* = Ln punto de límite líquido, %
 N = Número de golpes
 W* = Contenido de humedad, %
 k = Factor para límite líquido

RESULTADOS OBTENIDOS		
LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO
LÍQUIDO	PLÁSTICO	
NP	NP	NP

OBSERVACIONES: CALICATA #2 PATRON + 4% CENIZA DE EUCALIPTO
 PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m

NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASPALTO

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



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	CALICATA/MUESTRA:	C - 2
PROCEDENCIA:	GLADYS TUPIA	FECHA:	29/09/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO	TIPO DE MUESTRA:	SUELO

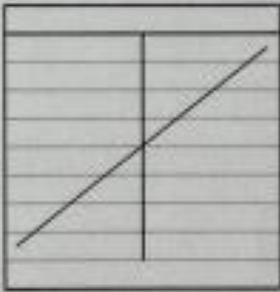
Condiciones de Secado: Horno Eléctrico digital con Termostato	Clasificación de Suelos - ASTM D 2487
Temperatura de Secado: 110 °C	CL
Fórmula de Cálculo: $w = [(M_{cms} - M_{cds}) / (M_{cds} - M_c)] \times 100$	Descripción de material: ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD

Condición de la muestra	
Nº de Prueba	Nº
Recipiente	Nº
Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cmh}	g
Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cms}	g
Peso del recipiente, M_c	g
Peso del agua, M_a	g
Peso del suelo seco en horno, M_s	g
Humedad o contenido de agua, w	%
Promedio de humedad	%

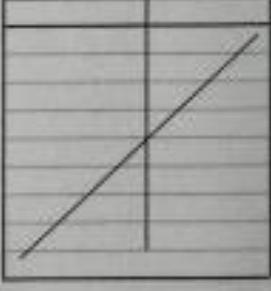
Humedad Global	
1	2
-	/
1051.0	
981.2	
0.0	
69.8	
981.2	
7.1	



Condición de la muestra	
Nº de Prueba	Nº
Recipiente	Nº
Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cmh}	g
Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cms}	g
Peso del recipiente, M_c	g
Peso del agua, M_a	g
Peso del suelo seco en horno, M_s	g
Humedad o contenido de agua, w	%
Promedio de humedad	%



Condición de la muestra	
Nº de Prueba	Nº
Recipiente	Nº
Peso: Recipiente + Suelo húmedo, M_{cmh}	g
Peso: Recipiente + Suelo seco (horno), M_{cms}	g
Peso del recipiente, M_c	g
Peso del agua, M_a	g
Peso del suelo seco en horno, M_s	g
Humedad o contenido de agua, w	%
Promedio de humedad	%



OBSERVACIONES : CALICATA #2 PATRON + 4% CENIZA DE EUCALIPTO
 PROFUNDIDAD: 0.20m - 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-020		
	CONTROL DE LA CALIDAD				
	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D1557)		REVISION: 01		
NOMBRE DEL PROYECTO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	COD. MUESTRA:	C - 2		
PROCEDENCIA:	GLADYS TUPIA	FECHA:	30/09/2021		
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO	TIPO DE MUESTRA:	SUELO		
Preparación de la Muestra:	Equipo de Compactación:	Pisón	N° de Capas:	5	
Clasificación del suelo ASTM D2487 :	Volumen del Molde:	2127	N° de Golpes:	56	
	CL	Peso de Molde:	6269	Método Usado :	"C"
Peso Especifico (ASTM C127):	2.689 g/cm ³				
Determinación (Puntos):	N°	1	2	3	4
Peso de Suelo + Molde	g	10493	10732	10947	10871
Peso de Molde	g	6269	6269	6269	6269
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g	4224	4463	4678	4602
Volumen del Molde	cm ³	2127	2127	2127	2127
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.986	2.098	2.199	2.164
Tara (Recipiente)	N°				
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g	518.4	467.6	499.5	504.3
Peso del Suelo Seco + Tara	g	470.9	413.3	431.8	429.0
Peso de Tara (Recipiente)	g	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Agua	g	47.5	54.3	67.7	75.3
Peso del Suelo Seco	g	470.9	413.3	431.8	429.0
Contenido de Agua	%	10.1	13.1	15.7	17.6
Peso Volumétrico Seco	g/cm ³	1.804	1.855	1.901	1.841

CURVA DE COMPACTACIÓN



DENSIDAD SECA (g/cm³)

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

DATOS OBTENIDOS

DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³)

1.902

HUMEDAD ÓPTIMA %

15.6

CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³)

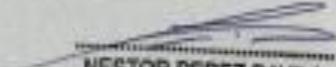
HUMEDAD ÓPTIMA %

DATOS DE LA GRANULOMETRÍA

Material = N° 4 : 9.0

Material Fino = N° 4 : 91.0

OBSERVACIONES: CALICATA #2 PATRON + 4% CENIZA DE EUCALIPTO
 PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m


NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO


ING. HUGO E. GARCIA CALVO
 Reg. CIP N° 179214
 INGENERO 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

NOMBRE DEL PROYECTO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS

COD. MUESTRA: C - 2

PROCEDENCIA: GLADYS TUPIA

FECHA: 3/16/2021

UBICACIÓN / PROGRESIVA: AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO

TIPO DE MUESTRA: SUELO

COMPACTACION

Molde N°	6		7		8	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12830.00	12973.00	12686.00	12818.00	12570.00	12692.00
Peso de molde (g)	8170.00	8170.00	8186.00	8186.00	8336.00	8336.00
Peso del suelo húmedo (g)	4660.00	4803.00	4500.00	4632.00	4234.00	4356.00
Volumen del molde (cm ³)	2123.00	2123.00	2149.00	2149.00	2135.00	2135.00
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.195	2.262	2.094	2.155	1.983	2.046
Tara (N°)	-	-	-	-	-	-
Peso suelo húmedo + tara (g)	531.20	544.10	509.40	514.90	498.60	495.50
Peso suelo seco + tara (g)	459.70	463.10	440.70	438.10	431.70	421.80
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	71.50	81.00	68.70	76.80	66.90	73.70
Peso de suelo seco (g)	459.70	463.10	440.70	438.10	431.70	421.80
Contenido de humedad (%)	15.55	17.49	15.59	17.53	15.50	17.47
Densidad seca (g/cm ³)	1.900	1.928	1.812	1.834	1.717	1.737

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
3/16/21	11:40	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
3/16/21	11:46	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
3/16/21	11:52	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
3/16/21	11:58	72	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	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		
0.835		276	276.0			174	174.0			131	131.0		
1.270		356	356.0			236	236.0			177	177.0		
1.905		401	401.0			273	273.0			207	207.0		
2.540	70.5	438	438.0	351.2	24.2	305	305.0	210.3	14.5	228	228.0	153.5	10.6
3.810		584	584.0			446	446.0			352	352.0		
5.080	105.7	631	631.0	537.1	24.6	582	582.0	427.8	19.8	371	371.0	261.1	12.9
6.350		722	722.0			642	642.0			401	401.0		
7.620		777	777.0			691	691.0			429	429.0		
10.160		837	837.0			750	750.0			548	548.0		
12.700													

NESTOR PEREZ DAVILA
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

ING. HUBO 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 2 de 2

NOMBRE DEL PROYECTO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS

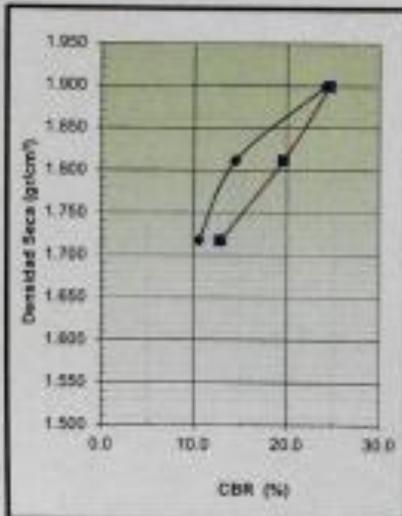
COD. MUESTRA: C - 2

PROCEDENCIA: GLADYS TUPIA

FECHA: 3/10/2021

UBICACIÓN / PROGRESIVA: AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO

TIPO DE MUESTRA: SUELO

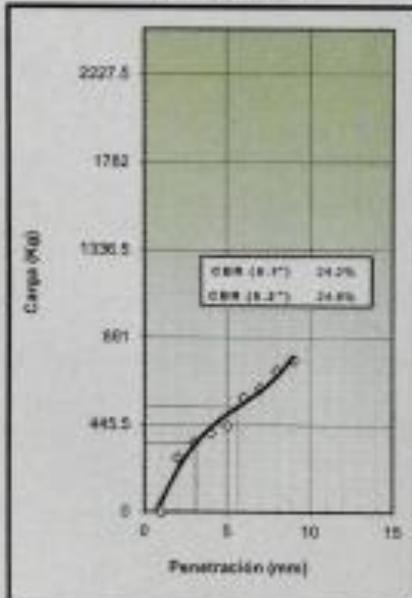


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.900
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 15.6
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.805

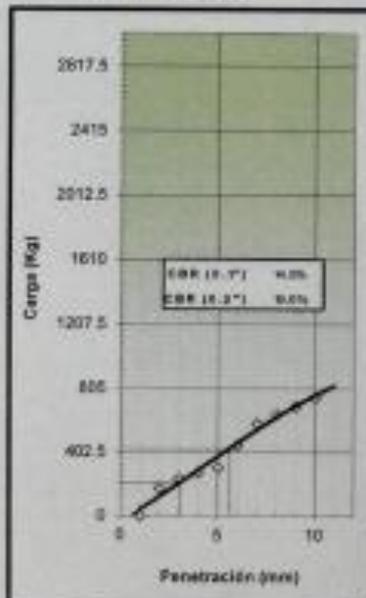
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	24.1	0.2"	24.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	13.9	0.2"	19.1

RESULTADOS:Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **24.1** (%)Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **13.9** (%)**OBSERVACIONES:**CALICATA #2 PATRON + 4% CENIZA DE EUCALIPTO
 PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m

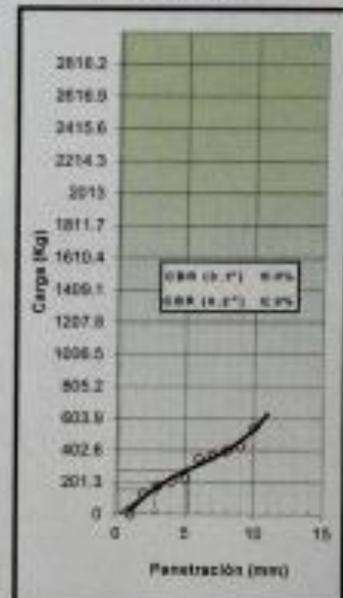
EC = 50 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

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

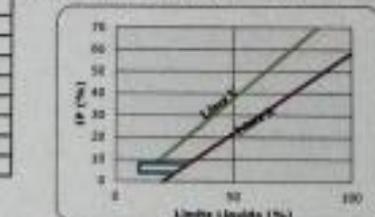
ENSAYOS DE MUESTRA PATRÓN (C-2) + 7% DE CENIZAS DE HOJAS DE EUCALIPTO

	REGISTRO	CV-OFT-CAL-ITR-013
	CONTROL DE CALIDAD	
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)	REVISIÓN: 01
SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	CALICATA/MUESTRA: C-2	
SOLICITANTE: GLADYS TUPIA	FECHA: 4/10/2021	
UBICACIÓN / PROGRESIVA: AV. JUAN VELASCO - CARABAYILLO	REALIZADO POR: N. PEREZ	TIPO DE MUESTRA: SUELO
Peso Total Inicial: <u>570.0</u> gr. Peso de la fracción fina: <u>570.0</u> gr. Peso de la fracción fina lavada: <u>561.0</u> gr.	Peso de Bolsonería: <u>0.0</u> gr. Peso de Grava: <u>41.0</u> gr. Peso de Arena+Finos: <u>529.0</u> gr.	EETT PASA / NO PASA ---

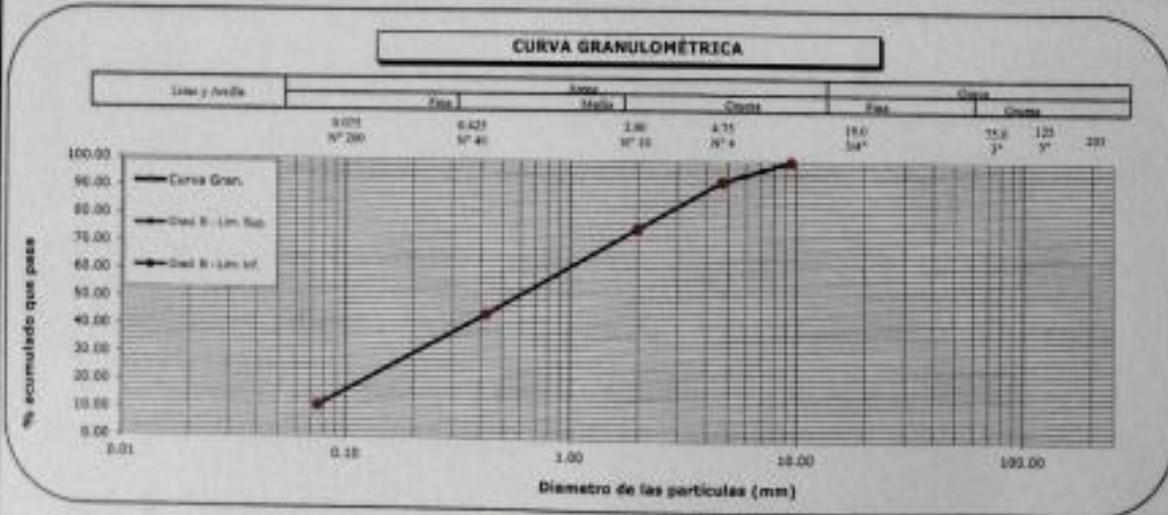
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						Norma ASTM D 2487	
						CLASIFICACIÓN (S.U.C.A.)	
						CL	
						ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD	
MALLA (Pulg.)	MALLA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	EETT Gradación	
3"	125.000						
4"	101.600						
3"	75.000						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.00		
1/4"	6.350						
Nº 200	0.850	41.0	7.19	7.19	92.81		
Nº 100	0.150	294.0	51.58	58.77	41.42		
Nº 60	0.250	281.0	49.30	55.22	44.78		
Nº 40	0.425	236.0	41.40	55.22	44.78		
Nº 20	0.850	206.0	36.14	55.22	44.78		
Nº 10	1.750	206.0	36.14	55.22	44.78		
Fondo		69	12.23	100.00			

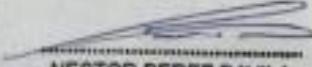
% GRAVA + BOLONERÍA	7.19	Groesa	0.00
		Fina	7.19
% ARENA	81.57	Groesa	16.93
		Medio	31.10
		Fina	33.54
% FINOS	11.23		

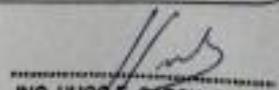
Norma AASHTO M-145			
CLASIFICACIÓN (AASHTO)			
A-4			
Medio			
% BOLONERÍA	0.00	% GRAVA	7.19



OBSERVACIONES: CALCATA #2 PATRÓN + 7% CENIZA DE EUCALIPTO
PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m




NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO


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



REGISTRO
CONTROL DE CALIDAD
LIMITES DE ATTERBERG
 MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

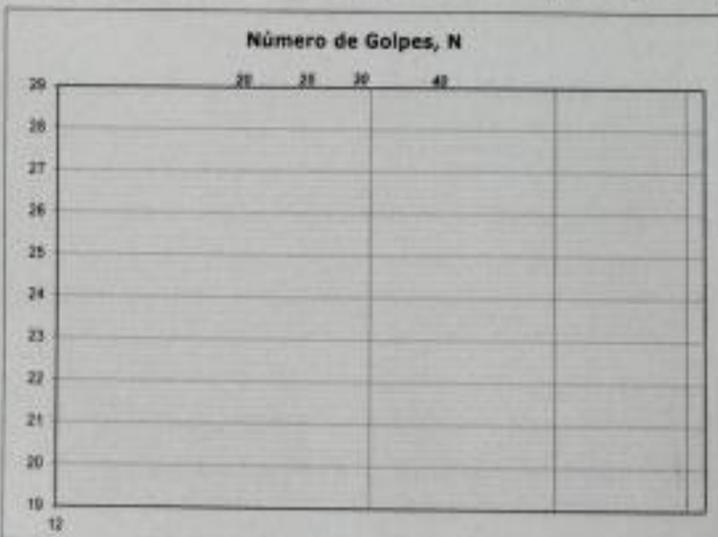
CV-OFT-CAL-ITR-016

 REVISION: 01

SERVICIO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS **CALICATA/MUESTRA:** C - 2
SOLICITANTE: GLADYS TUPIA **FECHA:** 5/10/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA: AV. JUAN VELASCO - CARAB **REALIZADO POR:** N. PEREZ **TIPO DE MUESTRA:** SUELO

LIMITE LIQUIDO				
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				

LIMITE 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:
 ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD

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:
 $LL^* = W^* (N/25)^{0.121} = k * W^*$
 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
LIQUIDO	PLÁSTICO	
NP	NP	NP

OBSERVACIONES: CALICATA #2 PATRON + 7% CENIZA DE EUCALIPTO
 PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m

NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

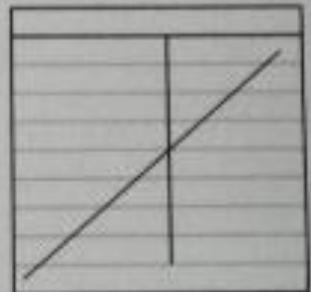
ING. HUGO GARCIA CALVO
 Reg. CIP Nº 179214
 INGENIERO CIVIL

	REGISTRO	CV-077-CAL-ETR-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 - 2	
PROCEDENCIA: GLADYS TUPIA	FECHA: 4/10/2021	
UBICACIÓN / PROGRESIVA: AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO	TIPO DE MUESTRA: SUELO	

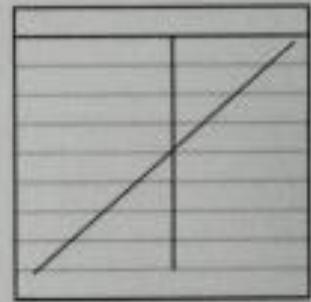
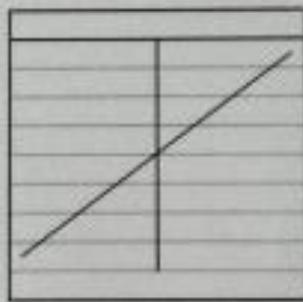
Condiciones de Secado: Horno Eléctrico digital con Termostato Temperatura de Secado: 110 °C Fórmula de Cálculo: $w = [(M_{cms} - M_{cds}) / (M_{cds} - M_c)] \times 100$	Clasificación de Suelos - ASTM D 2487 CL Descripción de material: ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Condición de la muestra	
Nº de Prueba	Nº
Recipiente	Nº
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	%

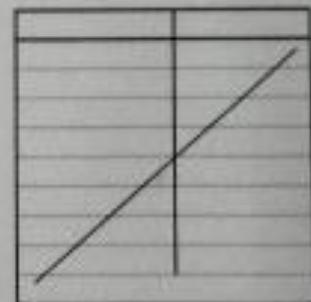
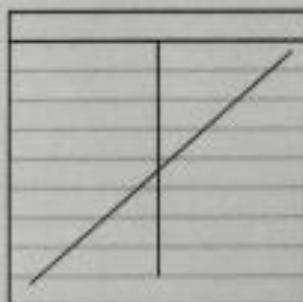
Humedad Global	
1	2
-	
1049.0	
982.0	
0.0	
67.0	
982.0	
6.8	



Condición de la muestra	
Nº de Prueba	Nº
Recipiente	Nº
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	
Nº de Prueba	Nº
Recipiente	Nº
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 #2 PATRON + 7% CENIZA DE EUCALIPTO
 PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m


NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO


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

	REGISTRO		CV-OFT-CAL-ITR-020		
	CONTROL DE LA CALIDAD				
	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D1557)		REVISIÓN: 01		
NOMBRE DEL PROYECTO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS		COD. MUESTRA: C - 2			
PROCEDENCIA: GLADYS TUPIA		FECHA: 5/10/2021			
UBICACIÓN / PROGRESIVA: AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO		TIPO DE MUESTRA: SUELO			
Preparación de la Muestra:		Equipo de Compactación: Pisón	N° de Capas: 5		
Clasificación del suelo ASTM D2487 :		Volumen del Molde: 2127	N° de Golpes: 56		
CL		Peso de Molde: 6269	Método Usado : °C		
Peso Específico (ASTM C127):					
2.689 g/cm ³					
Determinación (Puntos)	N°	1	2	3	4
Peso de Suelo + Molde	g	10595	10852	11069	11021
Peso de Molde	g	6269	6269	6269	6269
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g	4326	4583	4800	4752
Volumen del Molde	cm ³	2127	2127	2127	2127
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.034	2.155	2.257	2.234
Tara (Recipiente)	N°				
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g	518.4	467.6	499.5	504.3
Peso del Suelo Seco + Tara	g	470.9	413.3	431.8	429.0
Peso de Tara (Recipiente)	g	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Agua	g	47.5	54.3	67.7	75.3
Peso del Suelo Seco	g	470.9	413.3	431.8	429.0
Contenido de Agua	%	10.1	13.1	15.7	17.6
Peso Volumétrico Seco	g/cm ³	1.847	1.904	1.951	1.901

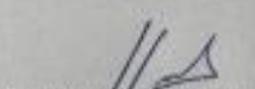
CURVA DE COMPACTACIÓN	DATOS OBTENIDOS
	DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³)
	1.952
	HUMEDAD ÓPTIMA %
	15.7
	CORREGIDA DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³)

	HUMEDAD ÓPTIMA %

	DATOS DE LA GRANULOMETRÍA
	Material > N° 4 : 7.2
	Material Fino < N° 4 : 92.8

OBSERVACIONES: CALICATA #2 PATRON + 7% CENIZA DE EUCALIPTO
 PROFUNDIDAD: 0.20m - 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

NOMBRE DEL PROYECTO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	COD. MUESTRA:	C - 2
PROCEDENCIA:	GLADYS TUPIA	FECHA:	8/10/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO	TIPO DE MUESTRA:	SUELO

COMPACTACION

Molde Nº	9		7		8	
	5		5		5	
Capas Nº	56		25		12	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12958.00	13123.00	12736.00	12888.00	12672.00	12820.00
Peso de molde (g)	8170.00	8170.00	8186.00	8186.00	8336.00	8336.00
Peso del suelo húmedo (g)	4788.00	4953.00	4550.00	4702.00	4336.00	4484.00
Volumen del molde (cm ³)	2123.00	2123.00	2149.00	2149.00	2135.00	2135.00
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.255	2.353	2.117	2.188	2.031	2.100
Tara (Nº)	-	-	-	-	-	-
Peso suelo húmedo + tara (g)	531.30	544.30	509.50	514.70	498.80	496.70
Peso suelo seco + tara (g)	459.30	463.10	440.30	438.10	431.20	421.60
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	72.00	81.20	69.20	76.60	67.60	74.10
Peso de suelo seco (g)	459.30	463.10	440.30	438.10	431.20	421.60
Contenido de humedad (%)	15.68	17.53	15.72	17.48	15.68	17.58
Densidad seca (g/cm ³)	1.950	1.985	1.830	1.862	1.756	1.786

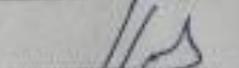
EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
8/10/2021	11:40	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
8/10/2021	11:46	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
8/10/2021	11:52	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
8/10/2021	11:58	72	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

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		367	367.0			247	247.0			191	181.0		
1.270		465	465.0			363	363.0			277	277.0		
1.905		510	510.0			473	473.0			370	370.0		
2.540	70.5	653	653.0	490.3	33.7	550	550.0	397.7	27.4	462	462.0	265.1	18.2
3.810		748	748.0			664	664.0			525	525.0		
5.080	105.7	813	813.0	712.2	32.7	728	728.0	643.7	29.5	617	617.0	488.2	22.4
6.350		822	822.0			824	824.0			710	710.0		
7.620		1077	1077.0			919	919.0			802	892.0		
10.160		1173	1173.0			1005	1005.0			984	984.0		
12.700													


NESTOR PÉREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO


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

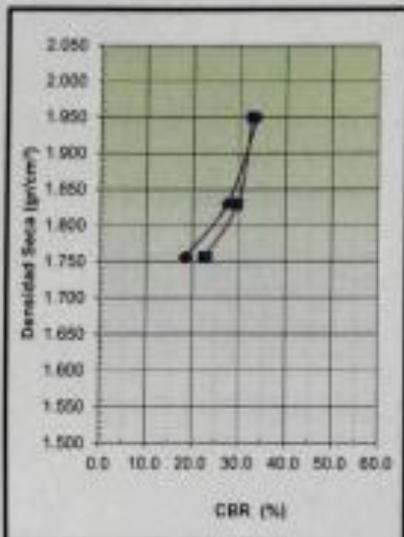


REGISTRO
CONTROL DE CALIDAD
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

CV-OFT-CAL-ITR-022
REVISION: 01
PAGINA 2 de 2

NOMBRE DEL PROYECTO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS
PROCEDENCIA: GLADYS TUPIA
UBICACION / PROGRESIVA: AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO

COD. MUESTRA: C - 2
FECHA: 8/10/2021
TIPO DE MUESTRA: SUELO



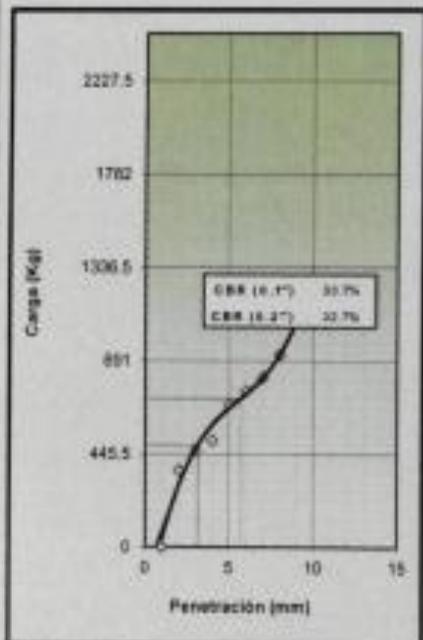
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.950
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 15.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.852

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	32.0	0.2"	29.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	24.4	0.2"	25.3

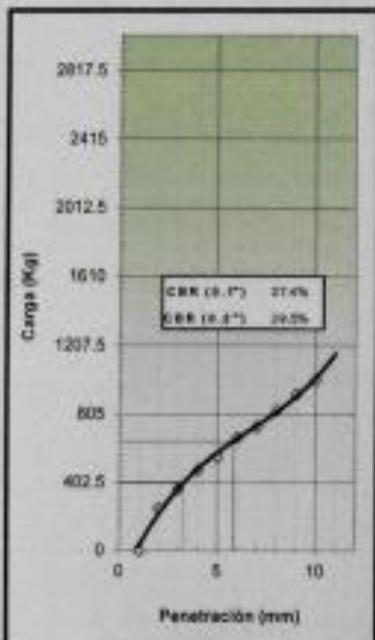
RESULTADOS:
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **32.0** (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **24.4** (%)

OBSERVACIONES:
CALICATA #2 PATRON + 7% CENIZA DE EUCALIPTO
PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m

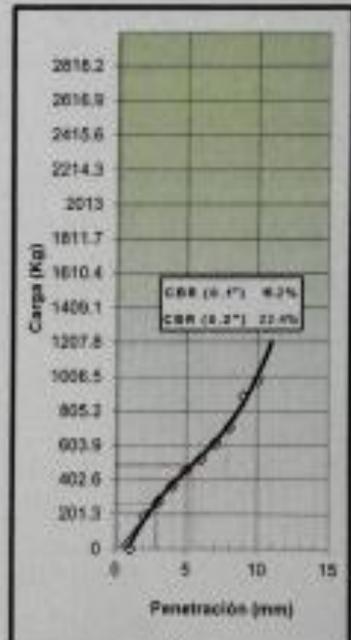
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



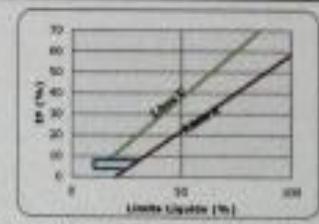
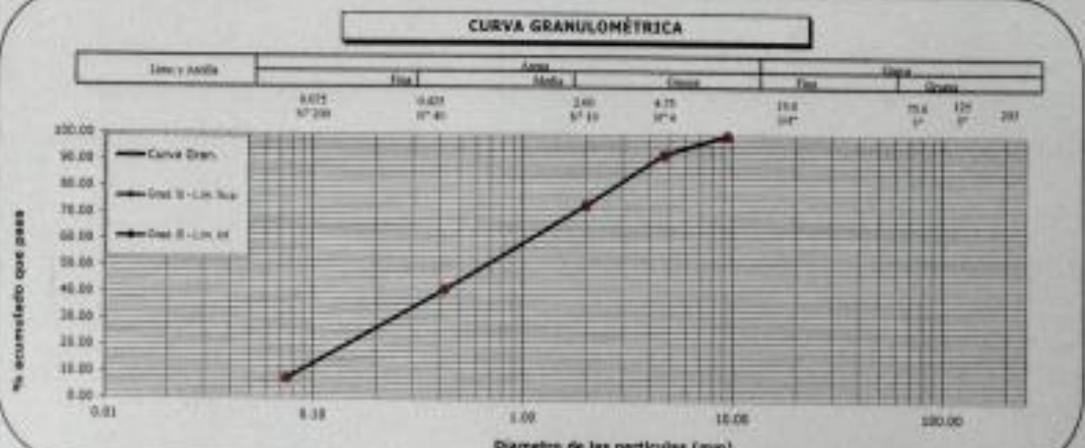
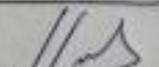
EC = 12 GOLPES



NESTOR PEREZ DAVILA
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

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

ENSAYOS DE MUESTRA PATRÓN (C-2) + 7% DE CENIZAS DE HOJAS DE EUCALIPTO

REGISTRO		CY-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-3																																				
SOLICITANTE: GLADYS TUPIA		FECHA: 4/10/2021																																				
UBICACIÓN / PROGRESIVA: AV. EMM VELASCO - CARABAYLLO		REALIZADO POR: N. PEREZ																																				
TIPO DE MUESTRA: SUELO		BETT PASA / NO PASA																																				
Peso Total Inicial	570.0 gr.	Peso de Bolsonería	0.0 gr.																																			
Peso de la Fracción fina	570.0 gr.	Peso de Grava	41.0 gr.																																			
Peso de la fracción fina lavada	524.0 gr.	Peso de Arena-finos	570.0 gr.																																			
Norma ASTM D 422		Norma ASTM D 2487																																				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		CLASIFICACIÓN (S.U.C.B.)																																				
		CL																																				
		ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD																																				
MAILLA (mm)	MAILLA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO																																			
5"	125.000																																					
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																																					
NP 004	4.750	41.0	7.18																																			
NP 005	2.800	118.0	20.71																																			
NP 020	0.840																																					
NP 040	0.420	187.0	32.80																																			
NP 060	0.250																																					
NP 100	0.150																																					
NP 200	0.075	229.0	40.18																																			
Finos	48	7.49	130.00																																			
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Medio</td> </tr> <tr> <td>% BOLSONERÍA</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>% GRAVA</td> <td style="text-align: right;">7.18</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>D₁₀(mm)</td> <td>D₃₀(mm)</td> <td>D₆₀(mm)</td> <td>C_u</td> <td>C_s</td> </tr> <tr> <td>93.67</td> <td>38.01</td> <td>24.74</td> <td>0.34</td> <td>0.82</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>		Medio		% BOLSONERÍA	0.00	% GRAVA	7.18	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>D₁₀(mm)</td> <td>D₃₀(mm)</td> <td>D₆₀(mm)</td> <td>C_u</td> <td>C_s</td> </tr> <tr> <td>93.67</td> <td>38.01</td> <td>24.74</td> <td>0.34</td> <td>0.82</td> </tr> </table>		D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _s	93.67	38.01	24.74	0.34	0.82																	
Medio																																						
% BOLSONERÍA	0.00																																					
% GRAVA	7.18																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>D₁₀(mm)</td> <td>D₃₀(mm)</td> <td>D₆₀(mm)</td> <td>C_u</td> <td>C_s</td> </tr> <tr> <td>93.67</td> <td>38.01</td> <td>24.74</td> <td>0.34</td> <td>0.82</td> </tr> </table>		D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _s	93.67	38.01	24.74	0.34	0.82																											
D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _s																																		
93.67	38.01	24.74	0.34	0.82																																		
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>% GRAVA + BOLSONERÍA</td> <td style="text-align: right;">7.18</td> <td>Gruesa</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Fina</td> <td style="text-align: right;">7.18</td> </tr> <tr> <td>% ARENA</td> <td style="text-align: right;">85.32</td> <td>Gruesa</td> <td style="text-align: right;">18.21</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Medio</td> <td style="text-align: right;">32.08</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Fina</td> <td style="text-align: right;">34.03</td> </tr> <tr> <td>% FINOS</td> <td style="text-align: right;">7.49</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		% GRAVA + BOLSONERÍA	7.18	Gruesa	0.00			Fina	7.18	% ARENA	85.32	Gruesa	18.21			Medio	32.08			Fina	34.03	% FINOS	7.49													
% GRAVA + BOLSONERÍA	7.18	Gruesa	0.00																																			
		Fina	7.18																																			
% ARENA	85.32	Gruesa	18.21																																			
		Medio	32.08																																			
		Fina	34.03																																			
% FINOS	7.49																																					
OBSERVACIONES: CALICATA #3 - PATRON + 11% CENIZA DE EUCALIPTO PROFUNDIDAD: 0.70m - 1.50m																																						
																																						
<h3 style="margin: 0;">CURVA GRANULOMÉTRICA</h3> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 0 auto;"> <tr> <th>Clase y Anillo</th> <th>Gruesa</th> <th>Medio</th> <th>Fina</th> <th>Gruesa</th> <th>Fina</th> <th>Gruesa</th> </tr> <tr> <td></td> <td>0.075</td> <td>0.075</td> <td>0.075</td> <td>0.425</td> <td>0.075</td> <td>0.075</td> </tr> <tr> <td></td> <td>NP 200</td> <td>NP 40</td> <td>NP 40</td> <td>NP 10</td> <td>NP 4</td> <td>NP 4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>15.0</td> <td>75.0</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.4</td> <td>0.4</td> <td>200</td> </tr> </table> 				Clase y Anillo	Gruesa	Medio	Fina	Gruesa	Fina	Gruesa		0.075	0.075	0.075	0.425	0.075	0.075		NP 200	NP 40	NP 40	NP 10	NP 4	NP 4					15.0	75.0	125					0.4	0.4	200
Clase y Anillo	Gruesa	Medio	Fina	Gruesa	Fina	Gruesa																																
	0.075	0.075	0.075	0.425	0.075	0.075																																
	NP 200	NP 40	NP 40	NP 10	NP 4	NP 4																																
				15.0	75.0	125																																
				0.4	0.4	200																																
 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-016
	CONTROL DE CALIDAD	
	LÍMITES DE ATTERBERG MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	REVISIÓN: 01

SERVICIO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS	CALICATA/MUESTRA:	C - 2
SOLICITANTE:	GLADYS TUPIA	FECHA:	5/10/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	AV. JUAN VELASCO - CARRANZA	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				

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

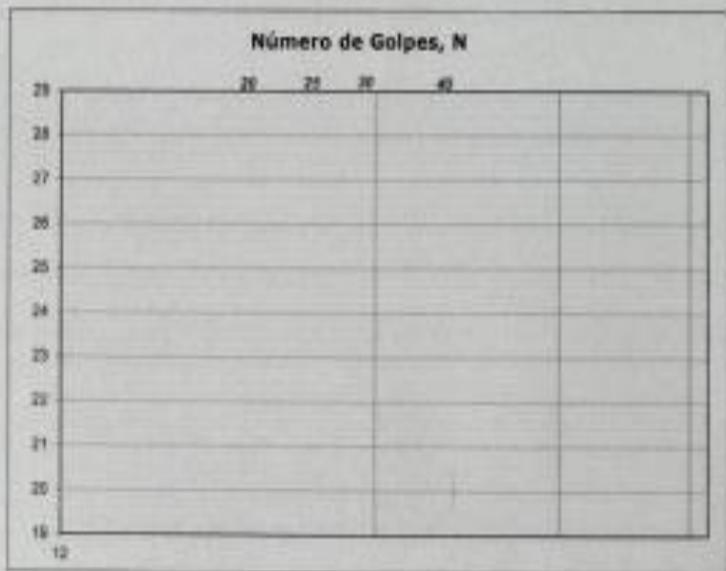
Descripción del Material:

ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD

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

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	%			

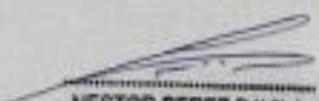
N	K
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022



Ecuación de cálculo:
 $LL^* = W^* (N/25)^{0.221} = k * W^*$
 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	
NP	NP	NP

OBSERVACIONES: CALICATA #2 PATRON + 11% CENIZA DE EUCALIPTO
 PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m


NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO


ING. HUGO E. GARCIA CALVO
 Reg. CIP Nº 170214
 INGENIERO CIVIL



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
PROCEDENCIA: GLADYS TUPIA
UBICACIÓN / PROGRESIVA: AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO

CALICATA/MUESTRA: C - 2
FECHA: 4/10/2021
TIPO DE MUESTRA: SUELO

Condiciones de Secado: Horno Eléctrico digital con Termostato
Temperatura de Secado: 110 °C
Fórmula de Cálculo: $w = \frac{(M_{cms} - M_{cds})}{(M_{cds} - M_c)} \times 100$

Clasificación de Suelos - ASTM D 2487

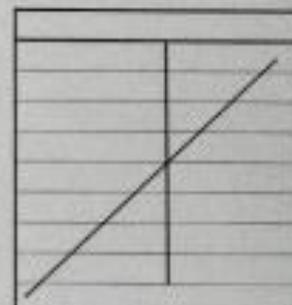
CL

Descripción de material:

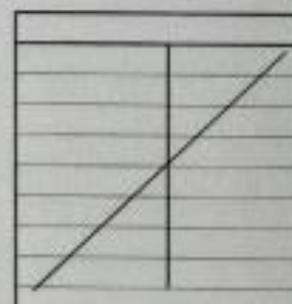
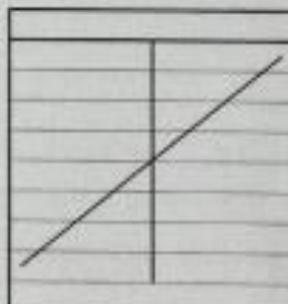
ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD

Condición de la muestra	
Nº de Prueba	Nº
Recipiente	Nº
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	%

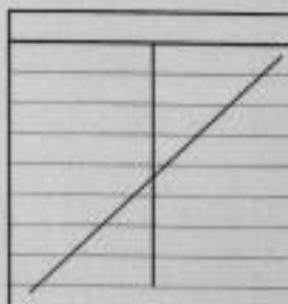
Humedad Global	
1	2
-	-
1052.0	
987.0	
0.0	
65.0	
987.0	
6.6	



Condición de la muestra	
Nº de Prueba	Nº
Recipiente	Nº
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	
Nº de Prueba	Nº
Recipiente	Nº
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: CALSCATA #2 PATRON + 11% CENIZA DE EUCALIPTO
PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m

NESTOR PEREZ DAVILA
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

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



REGISTRO
CONTROL DE LA CALIDAD
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO - PRÓCTOR
MODIFICADO (ASTM D1557)

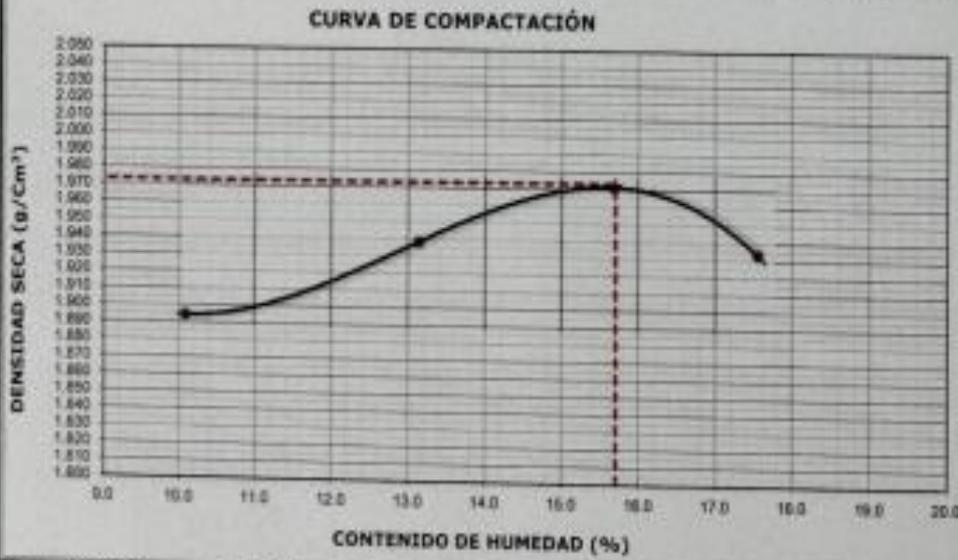
CV-OFT-CAL-ITR-020

REVISION: 01

NOMBRE DEL PROYECTO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS **COD. MUESTRA:** C - 2
PROCEDENCIA: GLADYS TUPIA **FECHA:** 5/10/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA: AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO **TIPO DE MUESTRA:** SUELO

Preparación de la Muestra: **Equipo de Compactación:** Pisón **N° de Capas:** 5
Clasificación del suelo ASTM D2487: **Volumen del Molde:** 2127 **N° de Golpes:** 56
 CL **Peso de Molde:** 6269 **Método Usado:** "C"
Peso Especifico (ASTM C127):
 2.689 g/cm³

Determinación (Puntos)	Nº	1	2	3	4
Peso de Suelo + Molde	g	10705	10934	11119	11103
Peso de Molde	g	6269	6269	6269	6269
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g	4436	4665	4850	4834
Volumen del Molde	cm ³	2127	2127	2127	2127
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.086	2.193	2.280	2.273
Tara (Recipiente)	Nº				
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g	518.4	467.6	499.5	504.3
Peso del Suelo Seco + Tara	g	470.9	413.3	431.8	429.0
Peso de Tara (Recipiente)	g	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Agua	g	47.5	54.3	67.7	75.3
Peso del Suelo Seco	g	470.9	413.3	431.8	429.0
Contenido de Agua	%	10.1	13.1	15.7	17.6
Peso Volumétrico Seco	g/cm ³	1.894	1.939	1.971	1.933



DATOS OBTENIDOS

DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³)	1.973
HUMEDAD ÓPTIMA %	15.7
CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³)	---
HUMEDAD ÓPTIMA %	---
DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > 75 µm	7.2
Material Fino < 75 µm	92.8

OBSERVACIONES: CALICATA #2 PATRON + 11% CENIZA DE EUCALIPTO
 PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m

NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

ING. HUGO GARCIA CALVO
 Reg. CIP Nº 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

NOMBRE DEL PROYECTO:	ENSAYOS DE MATERIALES - TESTS	COD. MUESTRA:	C - 2
PROCEDENCIA:	GLADYS TUPIA	FECHA:	8/10/2021
UBICACIÓN / PROGRESIVA:	AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO	TIPO DE MUESTRA:	SUELO

COMPACTACION

	9		7		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº						
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13010.00	13183.00	12898.00	13058.00	12772.00	12920.00
Peso de molde (g)	8170.00	8170.00	8186.00	8186.00	8336.00	8336.00
Peso del suelo húmedo (g)	4840.00	5013.00	4712.00	4870.00	4436.00	4584.00
Volúmen del molde (cm ³)	2123.00	2123.00	2149.00	2149.00	2135.00	2135.00
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.280	2.361	2.193	2.266	2.078	2.147
Tara (Nº)	-	-	-	-	-	-
Peso suelo húmedo + tara (g)	531.50	544.50	509.70	514.90	499.00	495.50
Peso suelo seco + tara (g)	459.30	463.00	440.30	436.00	431.20	421.60
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	72.20	81.50	69.40	76.90	67.80	73.90
Peso de suelo seco (g)	459.30	463.00	440.30	438.00	431.20	421.60
Contenido de humedad (%)	15.72	17.60	15.76	17.58	15.72	17.53
Densidad seca (g/cm ³)	1.970	2.008	1.894	1.928	1.795	1.827

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
8/10/2021	11:40	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
8/10/2021	11:46	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
8/10/2021	11:52	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
8/10/2021	11:58	72	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

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		397	397.0			267	267.0			201	201.0		
1.270		495	495.0			383	383.0			267	267.0		
1.905		540	540.0			493	493.0			380	380.0		
2.540	70.5	713	713.0	521.0	35.8	670	670.0	415.5	28.6	472	472.0	269.3	18.5
3.810		778	778.0			684	684.0			535	535.0		
5.080	105.7	843	843.0	739.6	33.9	748	748.0	663.3	30.4	627	627.0	495.0	22.7
6.350		952	952.0			844	844.0			720	720.0		
7.620		1127	1127.0			939	939.0			802	802.0		
10.160		1203	1203.0			1026	1026.0			1004	1004.0		
12.700													

NESTOR PEREZ DAVILA
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

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



REGISTRO
CONTROL DE CALIDAD

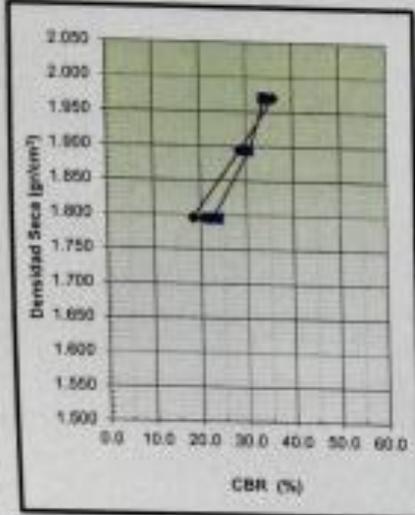
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

CV-OFT-CAL-ITR-022

REVISION: 01
PAGINA 2 de 2

NOMBRE DEL PROYECTO: ENSAYOS DE MATERIALES - TESIS
PROCEDENCIA: GLADYS TUPIA
UBICACIÓN / PROGRESIVA: AV. JUAN VELASCO - CARABAYLLO

COD. MUESTRA: C - 2
FECHA: 8/10/2021
TIPO DE MUESTRA: SUELO



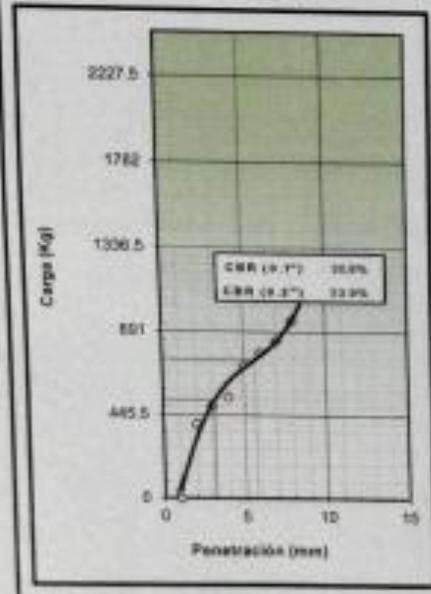
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.970
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 15.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.872

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	33.9	0.2"	30.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	25.8	0.2"	26.0

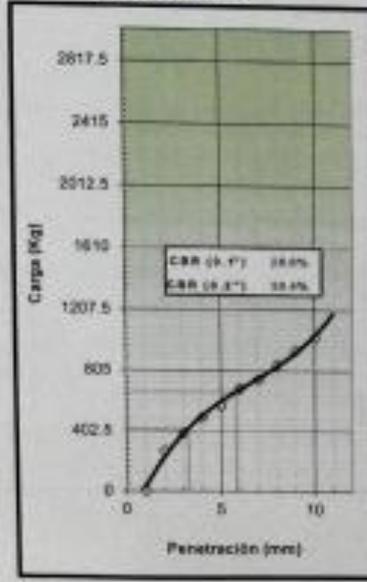
RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **33.9** (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **25.8** (%)

OBSERVACIONES:
 CALICATA #2 PATRON + 11% CENIZA DE EUCALIPTO
 PROFUNDIDAD: 0.20m - 1.50m

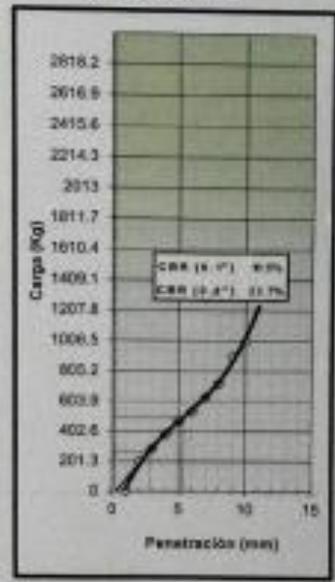
EC = 56 GOLPES



EC = 35 GOLPES



EC = 12 GOLPES



NESTOR PEREZ DAVILA
JEFE DE LABORATORIO
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

ING. HUGO E. GARCIA CALVO
Reg. CIP N° 170214
INGENIERO CIVIL

Anexo 9. Certificado de calibración de equipos

 METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. <small>Servicio de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>		
Área de Metrología <i>Laboratorio de Longitud</i>		INFORME DE VERIFICACIÓN MT - IV - 017 - 2021
		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	No. 4 4,75 mm	
Marca	FORNEY	
Número de serie	4858F499253	
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	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2021-07-25		
Metrología & Técnicas S.A.C. Av. San Diego de Alcalá 16-PT Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ Telf: (011) 340-0042 Cel: (011) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282 RPM: 9971 439272 / 894263342 / 9971 439282 RFC: 940037490		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

**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)	Resultado 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



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

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 μ m		
Marca	FORNEY		
Número de serie	40BS8F555077	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	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


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 Típica (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



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

Área de Metrología

Laboratorio de Logística

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	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 calificación aquí declarados.	
Número de serie	Z00858F559738		
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 sellado carece de validez.	

Fecha de Emisión

2021-07-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello


JUAN C. QUISPE 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

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.



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



**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-295-2019	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0,1 mm	INACAL DM LLA-052-2020
Magnificador óptico con retícula de medición. INACAL DMLLA-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) 348-8842

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

RPS: 8971438272 / 8042635542 / 8971439282

RUC: 940017498

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	<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>
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	
Número de Serie	NO INDICA	
Identificación	19013 (*)	
Procedencia	NO INDICA	
Ubicación	Ubicación	
5. Indicador	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Número de Serie	HW0201	
División de Escala / Resolución	0,1 kgf	
6. Fecha de Calibración	2021-07-23	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-25


JUAN C. QUIJPE MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá N° 171 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERU

Tel: (51) 340-0642

Cel: (51) 971 439 272 / 942 033 342 / 971 439 282

RPM: 8971439272 / 8942033342 / 8971439282

RPC: 948037499

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

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) 971 439 272 / 942 633 342 / 971 439 282

RPM: 9971439272 / 9942633342 / 9971439282

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) (%)
%	F_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	3571.6	-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 (μ_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

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C

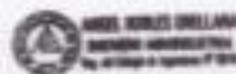
EQUIPOS DE LABORATORIO

Moide	152,4 mm d. i x 177,8 mm a. (6"x7")
Collarín	50,8 mm (2")
Base	Perforada con agujeros de 1.58 mm de diam.
serie	812 AL 814

El molde para compactación CBR ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D- 188

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en este hecho el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse el contenido como una garantía o garantía de ningún tipo por favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento(s) seguirá(n) manteniendo el mismo porcentaje (%). De exactitud e eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron 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 sufridos por todas las partes del fabricante, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub-especificación estándar de dicho instrumento (s) que se consideren y que seguirá siendo la única responsabilidad del usuario, propietario y / o fabricante del equipo.

Ing. Angel Robles Orfiana



CERTIFICADO DE FABRICACION
JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA

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

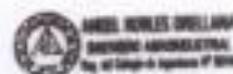
Abierta y cerrada peso	2,27kg (5 libras) olt
Diámetro interno	53,98 mm
Diámetro externo	149,23 a 150,81 mm
serie	1637 AL 1639

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 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, deudas o pérdidas sufridas por todas las partes. Del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub-ajecación 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 112 - San Diego - Lima 31, Urb. San Diego.
Telf.: 540-2790 Anexo 131
RPC: 954312900
E-mail: ventas@tecnicascpsa.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	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.
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	

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) 548-0942

Cel: (51) 971 439 272 / 942 605 342 / 971 439 282

RPM: 8071439272 / 8042615342 / 8071439282

RPC: 940817450

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

www@metrologiatecnicas.com

WCE: www.metrologiatecnicas.com

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

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

Página 2 de 4

7. Método de Verificación

La verificación se realizó por el método lineal con patrones trazables al SNM/INDECOP, 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	3257	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 Uch. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (51) 340-0642

Cel: (51) 971 439 272 / 942 833 342 / 971 439 282

RPA: 8977428272 / 8942033542 / 8971439282

RUC: 940017480

Email: metrologia@metrologiasatic.com

ventas@metrologiasatic.com

WEB: www.metrologiasatic.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)
152,59	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)	
2315,0	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	1069,0

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



**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

JHANE GUSPE MORALES

Sello



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-INDECOPI, 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	113,2	114,3	115,2	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	115,3	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	106,9	107,4	113,1	113,5	115,3	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	107,2	112,8	113,3	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	115,3	115,3	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	115,3	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	106,9	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	107,2	112,8	113,3	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	115,3	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	106,9	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	107,2	112,8	113,3	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	106,9	107,5	113,2	113,5	115,2	116,0	116,3		
T.MIN	110,0	104,2	106,4	106,3	105,3	106,4	112,4	113,2	114,3	115,3	115,3		
DIY	2,0	1,1	1,0	0,7	1,0	1,1	0,8	0,3	1,3	0,9	1,4		

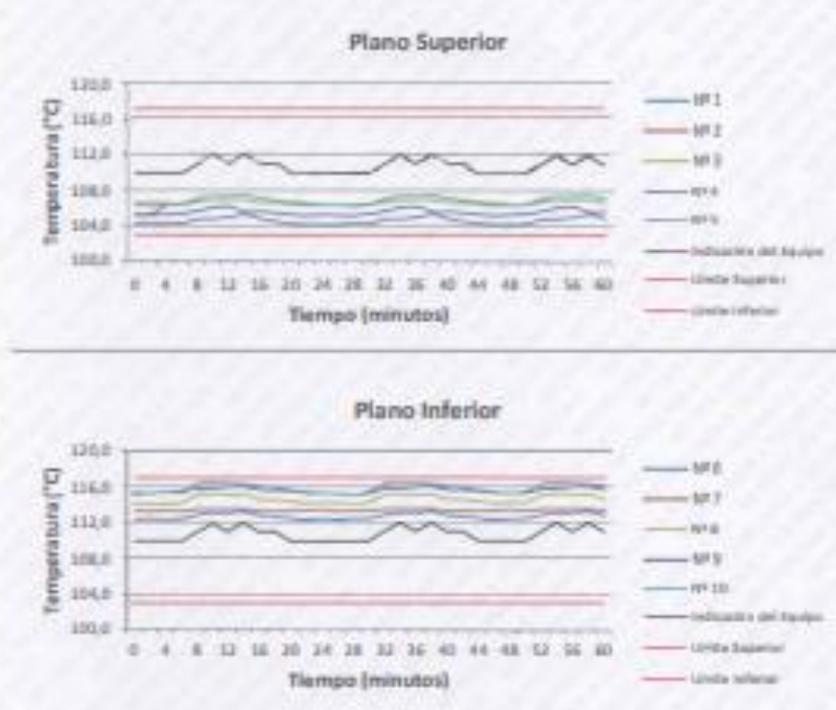


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 092 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 6

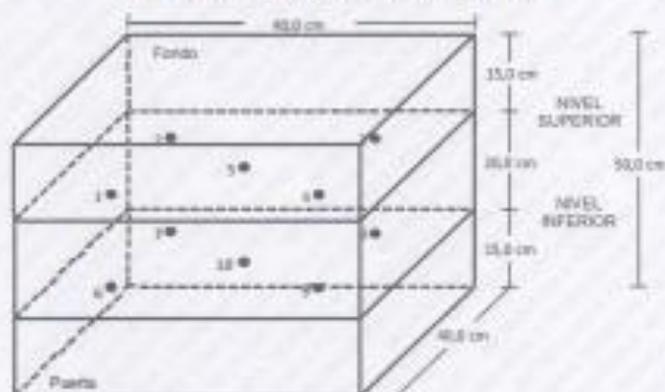
DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



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

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Figura 6 de 6

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

**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 C. OSPINA MORALES

**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-534-2019.		
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 Mz. F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (011) 540-0642

Cel: (011) 971 439 272 / 942 631 342 / 971 439 282

BPM: 8971439272 / 8942633542 / 8971439282

RUC: 940317490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

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

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

RPM: 9071439272 / 9942633342 / 9071439282

RFC: 940057400

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 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

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

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. (%) ± g)
	l (kg)	ΔL (g)	E _l (g)	E _c (g)	l (kg)	ΔL (g)	E _l (g)	E _c (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	0,6	-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
l: Indicación de la balanzaΔL: Carga adicional
E: Error encontradoE_z: Error en cero
E_c: Error corregido

Lectura corregida

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

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0,0000002 \text{ kg}^2 + 0,0000000413 R^2)}$$

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 - PERÚ

Tel: (51) 540-8642

Cel: (51) 971 439 272 / 942 633 342 / 971 439 282

RPM: 897343272 / 8642633342 / 897343282

RPC: 040017430

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

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 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	3000 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	ELECTRONIC SCALE	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	A12608	
Capacidad mínima	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 C. CÁRSPE MORALES

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá N° 71 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: 940017490

Email: metrologia@metrologiatecnicaz.com

ventas@metrologiatecnicaz.com

WEB: www.metrologiatecnicaz.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	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-580-2019	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.



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 - PERU

Tel: (011) 545-8642

Cel: (011) 971 439 272 / 942 633 342 / 971 439 282

RPM: 8071439272 / 8042633342 / 8071439282

RFC: 949917490

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 4 de 4

ENSAYO 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)	Ec (g)	l (g)	Δl (g)	E (g)	Ec (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

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

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 - PERU

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	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.
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	1804254797	
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	
5. Fecha de Calibración	2021-07-23	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-07-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

JUAN P. GUSPE MORALES

Sello

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

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

Tel: (51) 340-0642

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

RPM: 8971428272 / 8842635342 / 8971429282

RUC: 940387490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

contacto@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	B	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puede 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. CÉSPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.

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

Tel: (51) 540-0642

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

BPM: 8971439272 / 8942633942 / 971439282

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 Metas

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

Temperatura Inicial Final
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	6
1	
3	4

Posición
de las
cargas

Temperatura Inicial Final
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 E₀: Error en cero
I: Indicación de la balanza E: Error encontrado E_D: Error corregido



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

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 10.Hoja de cálculos

Perfil estratigráfico

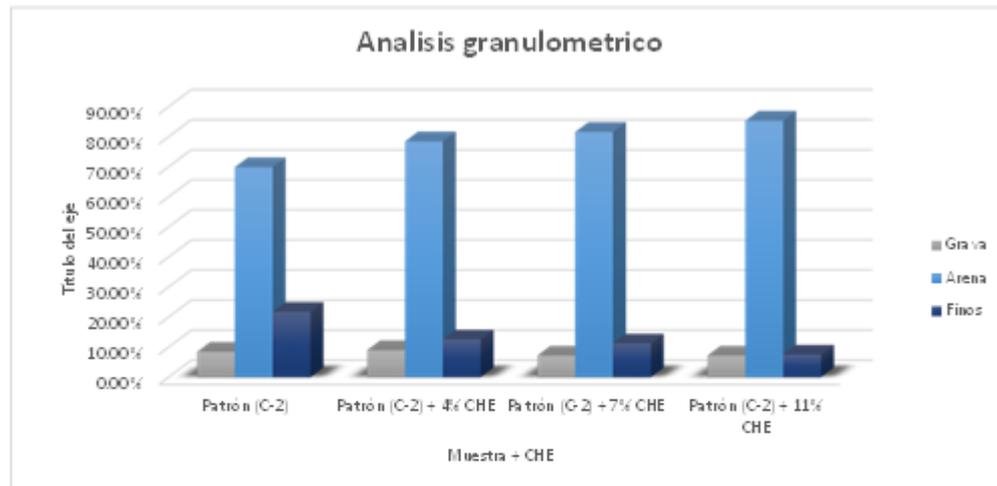
Muestra	Clasificación del suelo	
	AASHTO	SUCS
C-1	–	–
	Arcilla inorganica de baja plasticidad	
C-2	A-4	CL
	Arcilla inorganica de baja plasticidad	
C-3	–	–
	Arcilla inorganica de baja plasticidad	

Muestra por calicata	25		Cantidad de Cenizas de hojas de eucalipto por
% de aditivo	4%	=	1.00 kg.
	7%	=	1.75 kg.
	11%	=	2.75 kg.
			5.50 kg.

Análisis granulométrico

Muestra	Grava	Arena	Finos
Patrón (C-2)	8.43 %	69.84 %	21.73 %
Patrón (C-2) + 4% CHE	9.00 %	78.44 %	12.56 %
Patrón (C-2) + 7% CHE	7.19 %	81.57 %	11.23 %
Patrón (C-2) + 11% CHE	7.19 %	85.32 %	7.49 %

CHE: Cenizas de hojas de eucalipto



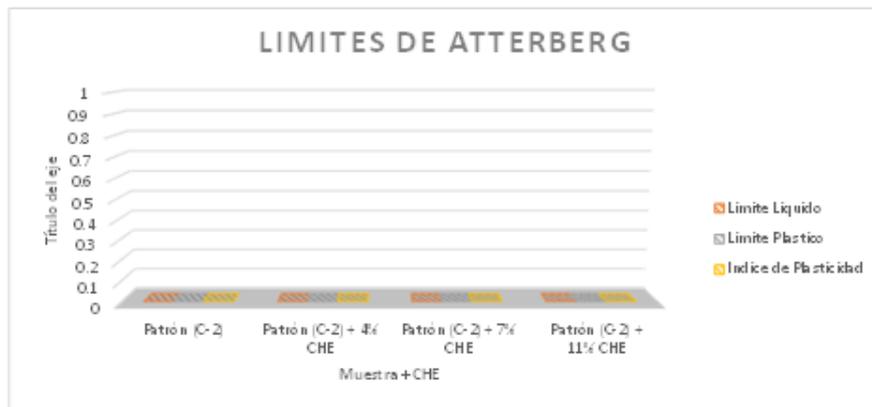
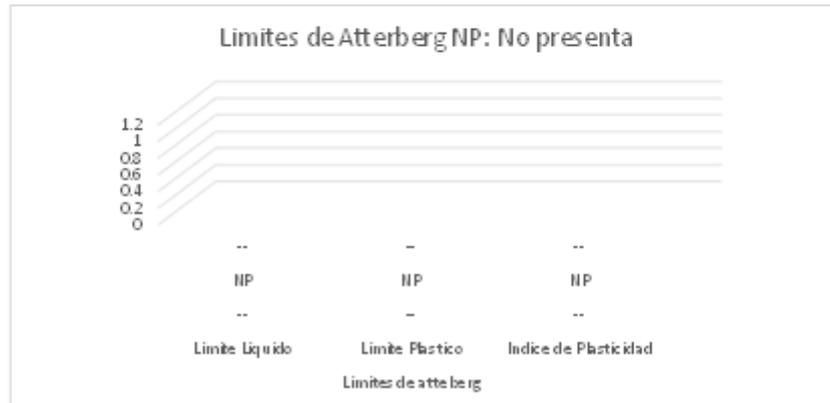
Límites de Atterberg

Muestra	Límites de atterberg		
	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
C-1	–	–	--
C-2	NP	NP	NP
C-3	–	–	--

NP: No presenta

Muestra	Límites de Atterberg		
	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Patrón (C-2)	NP	NP	NP
Patrón (C-2) + 4% CHE	NP	NP	NP
Patrón (C-2) + 7% CHE	NP	NP	NP
Patrón (C-2) + 11% CHE	NP	NP	NP

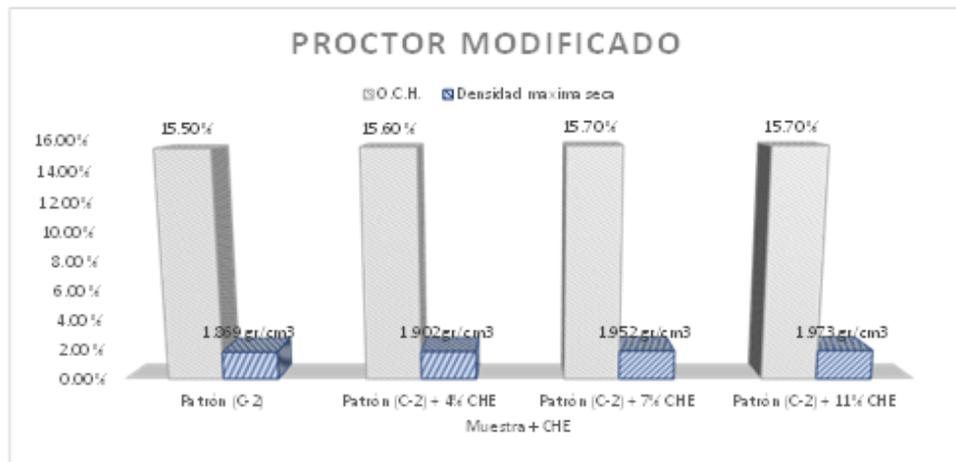
CHE: Cenizas de hojas de eucalipto



Proctor Modificado

Muestra	O.C.H.	aumento en OCH	Densidad máxima seca	aumento de D.M.S
Patrón (C-2)	15.50 %	100 %	1.860 gr/cm ³	100 gr/cm³
Patrón (C-2) + 4% CHE	15.60 %	100.65 %	1.902 gr/cm ³	101.77 gr/cm³
Patrón (C-2) + 7% CHE	15.70 %	101.29 %	1.952 gr/cm ³	104.44 gr/cm³
Patrón (C-2) + 11% CHE	15.70 %	101.29 %	1.973 gr/cm ³	105.56 gr/cm³

CHE: Cenizas de hojas de eucalipto



Muestra	O.C.H.	Densidad máxima seca
Patrón (C-2)	15.50 %	1.869 gr/cm ³
Patrón (C-2) + 4% CHE	15.60 %	1.902 gr/cm ³
Patrón (C-2) + 7% CHE	15.70 %	1.952 gr/cm ³
Patrón (C-2) + 11% CHE	15.70 %	1.973 gr/cm ³

CHE: Cenizas de hojas de eucalipto

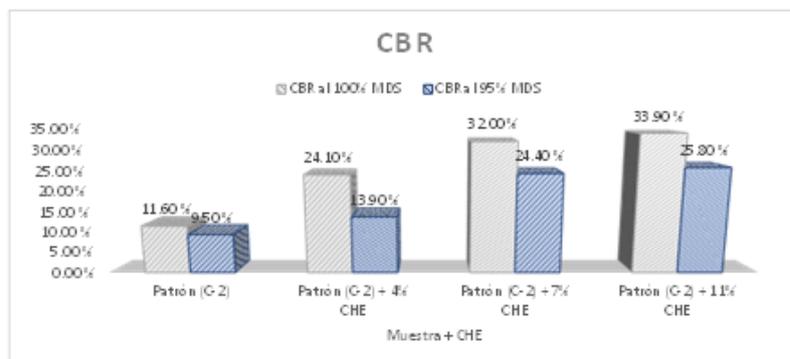
CBR

Muestra	CBR al 100% MDS	aumento del CBR al 100%	CBR al 95% MDS	aumento del CBR al 95%
Patrón (C-2)	11.60 %	100 %	9.50 %	100.00 %
Patrón (C-2) + 4% CHE	24.10 %	207.76 %	13.90 %	146.32 %
Patrón (C-2) + 7% CHE	32.00 %	275.86 %	24.40 %	256.84 %
Patrón (C-2) + 11% CHE	33.90 %	292.24 %	25.80 %	271.58 %

CHE: Cenizas de hojas de eucalipto

Muestra	CBR al 100% MDS	CBR al 95% MDS
Patrón (C-2)	11.60 %	9.50 %
Patrón (C-2) + 4% CHE	24.10 %	13.90 %
Patrón (C-2) + 7% CHE	32.00 %	24.40 %
Patrón (C-2) + 11% CHE	33.90 %	25.80 %

CHE: Cenizas de hojas de eucalipto



Anexo 11. Boleta de ensayos de laboratorio

CONTRATO DE PRESTACION DE SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Conste por el presente contrato que celebra GLADYS KARLA TUPIA ASTOCONDOR, identificado con DNI: 77922701, domiciliado en la calle Los cedros #237, con nombre de proyecto "Estabilización de suelos en la subrasante con cenizas de hojas de eucaliptos en la avenida Juan Velazco - Carabaylo en Lima, 2021" De la Universidad César Vallejo, que para efecto se hace el contrato con la empresa TEC&LAB LOGISTICA, identificado con Ruc: 10408934813, ubicada en Av. Héroes 1132 San Juan de Miraflores, se ha celebrado el siguiente contrato de prestación de servicios ensayos de laboratorio que se regirá por las siguientes cláusulas:

PRIMERA: OBJETO

Los **Ingenieros** se obligan para con la **CONTRATANTE** a prestar los servicios ensayos de laboratorio. Los términos descritos solo podrán modificarse mediante convenio escrito celebrado entre el **INGENIERO** y el **CONTRATANTE**.

SEGUNDA: PLAZO PARA LA ENTREGA DE RESULTADOS DE LABORATORIO

EL **INGENIERO** se compromete a realizar el trabajo de ENSAYOS DE LABORATORIO, en un plazo no mayor de 30 días calendario, contados a partir de la fecha de la firma del presente contrato. Asimismo, también incluye el levantamiento de observaciones o correcciones que pudieran surgir en el centro de laboratorio y/o campo en la toma de muestra.

TERCERA: VALOR Y FORMA DE PAGO.

El valor del presente contrato de prestación de servicios de asesoría es de MIL NOVECIENTOS SESENTA Y CUATRO CON SETENTA CENTIMOS

Esta suma se pagará de la siguiente manera:

CRONOGRAMA DE PAGOS	
PLAZO	IMPORTE
Excavación manual de terreno Natural – 3 Calicatas de 1.5m profundidad. Incluye: muestreo y perfil estratigráfico	S/ 525.00
Movilidad – Transporte de personal y recojo de muestras	S/ 150.00
Análisis granulométrico. Incluye: Contenido de humedad y clasificación SUCS (3 unid)	S/ 150.00
Limites de Attenberg (4 unid)	S/ 140.00
Valor de soporte de CBR, incluye Proctor modificado y peso específico (4unid)	S/ 700.00
IGV 18%	S/ 299.70

CUARTA: OBLIGACION DEL INGENIERO

Son obligación del ingeniero:

- 1) Poner al servicio del **CONTRATANTE** todo su conocimiento para cumplir a cabalidad con el servicio de ensayos de laboratorio.
- 2) Cumplir con los plazos fijados en este contrato
- 3) Presentar al **CONTRATANTE** el borrador de los resultados de manera virtual
- 4) No divulgar, entregar o suministrar total o parcialmente, el resultado de los estudios que son materia de este contrato sin el consentimiento escrito de la **CONTRATANTE**.

QUINTA: OBLIGACIONES DEL CONTRATANTE

- 1) Suministrar la información veraz y oportuna requerida por el **INGENIERO**
- 2) Realizar las actividades acordadas con el **INGENIERO** dentro de los plazos programados

SEXTA: PROPIEDAD Y RESERVA DEL TRABAJO

Los resultados obtenidos en esta investigación serán de propiedad del Universitario **GLADYS KARLA TUPIA ASTOCONDOR**.

SÉPTIMA: INCUMPLIMIENTO DEL CONTRATO

En el caso de incumplimiento por cualquiera de las partes será motivo para someter a conciliación el presente Contrato.

Para constancia se firma en LIMA, día 24 de septiembre del 2021


.....
TEC&LAB LOGISTICA
Ruc: 10408934813


.....
Gladys Karla Tupia Astocondor
DNI: 77922701