



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Uso de virutas de acero y aluminio para mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera
Lampa – Palca, Puno.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Armejo Llanos, Jhon Wilfredo (ORCID: 0000-0002-8930-7919)

ASESOR:

Mg. Cubas Armas, Marlon Robert (ORCID: 0000-0001-9750-1247)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

CHICLAYO – PERÚ

2022

Dedicatoria

Esta tesis es dedicada a mi madre Josefina por siempre estar a mi lado brindándome su apoyo incondicional, a mis hermanas Lourdes y Yorka por la constante motivación para lograr mis objetivos, a mi tío Eduardo por los consejos de vida que me brinda, a mi compañera de vida Orializ y mi hijo Alejandro por ser mi motivación para seguir luchando por cumplir mis metas.

Agradecimiento

Agradecer a Dios nuestro creador por ser el que nos escucha y guía cada uno de nuestros pasos. Agradezco a mi familia, amistades y docentes que a lo largo de mi carrera profesional me demostraron confianza, seguridad y esperanza para ser un ingeniero civil. También agradecer a mi asesor Mg. Cubas Armas, Marlon Robert quien gracias a su paciencia, tiempo y sabiduría me encamino a la culminación del trabajo de investigación. Agradezco a la universidad cesar vallejo por haberme acogido dentro de su familia universitaria y haberme posibilitado lograr la culminación de mi investigación.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de la investigación	22
3.2. Variables y operacionalización.....	23
3.3. Población y muestra	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
3.5. Procedimientos.....	26
3.6. Método de análisis de datos	27
3.7. Aspectos éticos	27
IV. RESULTADOS	28
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS	49

Índice de tablas

Tabla 1. Características físicas de las virutas de acero	10
Tabla 2. Composición química de las virutas de acero.....	10
Tabla 3. Composición química de las virutas de aluminio	11
Tabla 4. Categorías de la subrasante	12
Tabla 5. Numero de calicatas para exploración de suelos	13
Tabla 6. Clasificación de suelos (SUCS).....	14
Tabla 7. Clasificación de suelos (AASHTO).....	15
Tabla 8. Categorías que presentan las Subrasantes.....	21
Tabla 9. Propiedades físicas de las virutas de acero	28
Tabla 10. Propiedades físicas del aluminio	29
Tabla 11. Distribución granulométrica de las muestras de suelo	30
Tabla 12. Resultados del ensayo de Proctor modificado del suelo natural	31
Tabla 13. Resultados del ensayo de Proctor modificado del suelo modificado.....	34
Tabla 14. Límites de Atterberg del suelo modificado por adición.....	35

Índice de figuras

Figura 1. Capas de la Infraestructura vial	11
Figura 2. Curva de distribución granulométrica de un suelo grueso obtenida del análisis de mallas.....	16
Figura 3. Límites de Atterberg.....	17
Figura 4. Carta de plasticidad del SUCS	18
Figura 5. Equipamiento necesario para el ensayo de Proctor	19
Figura 6. Curva Proctor	20
Figura 7. Diseño de investigación	22
Figura 8. Aspectos éticos tomados en cuenta para la investigación.....	27
Figura 9. Secuencia del desarrollo del tratamiento de las virutas de acero	28
Figura 10. Secuencia del desarrollo del tratamiento de las virutas de aluminio	29
Figura 11: Propiedades físicas de las muestras de suelo.....	31
Figura 12. Propiedades mecánicas: Proctor modificado del suelo natural.....	32
Figura 13. Propiedades mecánicas: CBR del suelo natural.....	32
Figura 14. Propiedades físicas: Límites de Atterberg del suelo modificado	33
Figura 15. Propiedades mecánicas: Proctor modificado suelo + VA y VL.	34
Figura 16. Propiedades mecánicas: ensayo de CBR suelo modificado	34

Resumen

En el presente proyecto de investigación se planteó como objetivo general Usar virutas de acero y aluminio para mejoramiento de propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno. En donde se definió los ensayos de laboratorio a efectuar análisis granulométrico, límites de atterberg, Proctor modificado y finalmente CBR. Dicha investigación tuvo un diseño experimental, de tipo explicativo y de enfoque cuantitativo. Los resultados de acuerdo a los objetivos específicos planteados se determinaron que la inclusión de virutas de aluminio en los porcentajes 8%VA+4%VL, 12%VA+6VL y 16%VA+8VL incrementaron los valores de la subrasante, la inclusión de 16%VA+8VL de virutas de acero y aluminio obtuvieron los mejores resultados como un índice de plasticidad de 3.79%, óptimo contenido de humedad 10.21% y una máxima densidad seca de 1.93 g/cm^3 y finalmente un CBR al 100% de la MDS el valor de 12.22, concluyendo que dichos porcentajes de adición de VA y VL al suelo natural se pudo observar en las propiedades físicas: índice de plasticidad un valor decreciente a medida que se iba añadiendo cada porcentaje. De igual forma se vio disminuir en algunos valores en las propiedades mecánicas como el Proctor modificado se pudo observar que el contenido óptimo de humedad disminuye paulatinamente a medida que se añade las mezclas de VA y VL, por otro lado, su máxima densidad seca se incrementa llegando a obtener el valor de 1.93 gr/cm^3 , con respecto a la capacidad de soporte CBR se evidencio un crecimiento considerable con respecto a la muestra patrón cumpliendo completamente con lo establecido por las especificaciones técnicas generales para la ejecución de vías en la posición de subrasantes.

Palabras clave: virutas de acero y aluminio, propiedades físico – mecánicas, subrasante, CBR, estabilización

Abstract

In this research project, the general objective was to use steel and aluminum shavings to improve the physical-mechanical properties of the subgrade on the Lampa - Palca highway, Puno. Where the laboratory tests to carry out granulometric analysis, atterberg limits, modified Proctor and finally CBR were defined. This research had an experimental design, explanatory type and quantitative approach. The results according to the specific objectives set were determined that the inclusion of aluminum chips in the percentages 8%VA+4%VL, 12%VA+6VL and 16%VA+8VL increased the values of the subgrade, the inclusion of 16%VA+8VL of steel and aluminum chips obtained the best results as a plasticity index of 3.79%, optimum moisture content of 10.21% and a maximum dry density of 1.93 g/cm³ and finally a CBR at 100% of the MDS value of 12.22% , concluding that these percentages of addition of VA and VL to the natural soil could be observed in the physical properties: plasticity index a decreasing value as each percentage was added. In the same way, it was seen to decrease in some values in the mechanical properties such as the modified Proctor, it was possible to observe that the optimum moisture content decreases gradually as the mixtures of VA and VL are added, on the other hand, its maximum dry density increases. reaching the value of 1.93 gr/cm³, with respect to the CBR support capacity, a considerable growth was evidenced with respect to the standard sample, fully complying with the provisions of the general technical specifications for the execution of roads in the subgrade position.

Keywords: steel and aluminum chips, physical-mechanical properties, subgrade, CBR, stabilization

I. INTRODUCCIÓN

A medida que pasa el tiempo el interés a extenso plazo las estructuras de las carreteras se ven significativamente afectado por la inestabilidad de los suelos subyacente. Las subrasantes in – situ a menudo no brindan el soporte requerido para lograr un desempeño aceptable bajo la carga del tráfico y las demandas ambientales (Dallas, et al., 2009 p. 1). Según el informe de desarrollo de la industria de recuperación de recursos renovables de China. La cantidad total de desechos de acero alcanzo los 220 millones de toneladas. Más del 50% de los residuos de acero se depositan en vertederos, (Kai, et al., 2021 p. 2).

El aluminio es un desecho solido altamente peligroso que ha causado serios desafíos ambientales y de salud pública. Los desechos de aluminio generan grandes impactos negativos con respecto al medio ambiente a sus tamaños de grano muy fino que se encuentren en el exterior conteniendo componentes multifásicas con sustancias nocivas. A nivel mundial, el aluminio es uno de los metales más utilizados (Delgado, et al., 2020 p. 3).. La producción mundial de aluminio fue aproximadamente 63.4 millones de toneladas en el 2017 y se estima que el consumo global de este metal supere los 100 millones de toneladas en el 2025 (Mahinroosta, et al., 2018 p. 453).

El mejoramiento de las subrasantes que contienen depreciación en sus propiedades físico – mecánicas es ajuste con diversas tecnologías, en donde se puede encontrar tratamientos físicos, químicos y/o mecánicos (Basante, et al., 2021 p. 62), según (Ospina, y otros, 2020 pág. 186), el comportamiento al alterar un suelos arcilloso con la aplicación de escorias de acero, se incrementan sus propiedades físico – mecánicas, debido a que este tipo de material reduce el índice de plasticidad hasta un 0%, y por otro lado lo vuelve más rígido al suelo haciendo que esta incremente satisfactoriamente la capacidad de soporte.

Como sabemos el suelo como un mecanismo portante, tiene un rol fundamental en las cimentaciones, sus propiedades físico – mecánicas dependen en gran magnitud la estabilidad de la estructura vial (Jing, y otros, 2020 pág. 1). Por lo que se han desarrollado materiales alternativos para que el suelo gane resistencia, entre ellos esta los metales como el acero y aluminio, además, dando

solución a la contaminación que se viene generando (Rivera, y otros, 2020 pág. 203)

Diseñar o construir los cimientos de las estructuras viales en un suelo con características precarias con respecto a su resistencia, con capacidad de soporte mínima al 6% de CBR (MTC, 2018 pág. 18), es arriesgado, como también costoso por la cantidad de material que se requiere para poder reemplazarlo, (Sunil, et al., 2021 p. 305). Los investigadores sugirieron que el nano óxido de aluminio pueden incrementar particularmente las propiedades geotécnicas del suelo en una subrasante altamente cohesiva (Huan, et al., 2016 p. 84)

El alto costo de reemplazo de materiales para poder estabilizar la subrasante ha hecho que las agencias de carreteras evalúen métodos alternativos de construcción de carreteras y un enfoque en aplicar materias como virutas de acero y aluminio, con la finalidad de incrementar la resistencia de la subrasante contra las fuerzas destructivas del clima aumentando la fuerza y la cohesión, dicha aplicación reduce el movimiento de la humedad en el suelo e impartiendo características de impermeabilización, (Ahmed, et al., 2014 p. 2).

1.1. Problema de la investigación

¿Con el uso de virutas de acero y aluminio se podrá mejorar las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno?

1.2. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Usar virutas de acero y aluminio para mejoramiento de propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno.

Objetivo específico

DESCRIBIR el tratamiento y las características físicas de las virutas de acero y aluminio para mejorar las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca.

CARACTERIZAR las propiedades físicas (granulometría, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) y mecánicas (máxima densidad seca y CBR) de la subrasante de la carretera Lampa – Palca, Puno

ANALIZAR las propiedades físicas (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) y mecánicas (máxima densidad seca y CBR) de la subrasante con la inclusión de virutas de acero y aluminio en los porcentajes de 8%VA+4%VL, 12%VA¹+6%VL² y 16%VA+8%VL de la carretera Lampa – Palca, Puno.

EVALUAR el porcentaje óptimo de adición de virutas de acero y aluminio para mejorar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la carretera Lampa – Palca, Puno.

1.3. Hipótesis de la investigación

Si se usa virutas de acero y aluminio es posible mejorar las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno.

Justificación académica, la demostración de la incorporación de nuevos materiales o componentes como virutas de acero y aluminio en la subrasante, cumpliendo con las normas señaladas por el manual de carreteras, quedando la presente investigación como antecedente para futuras investigación y/o investigadores enfocados en el incremento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante.

Justificación técnica, debido a la necesidad de reforzar las propiedades físicas – mecánicas de la subrasante, se brinda una nueva alternativa de incrementar las propiedades físico – mecánicas de la subrasante de la carretera con la incorporación de virutas de acero y aluminio. Por consiguientes se dará a conocer nuevas técnicas y procedimientos para el diseño y proceso constructivo de futuras obras viales.

¹ VA: Virutas de acero

² VL: Virutas de aluminio

Justificación ambiental, la presente investigación se justifica ambientalmente debido a que se pretende utilizar materiales reciclados como el acero y aluminio que hoy en día son los metales más producidos a nivel mundial, dando un segundo uso incorporándolo en la subrasante y mitigando la contaminación por dichos metales.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales: de acuerdo a Ospina, Chaves y Jiménez (2020), en su artículo científico denominado: Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero, realizado para la Universidad Militar de Nueva Granada, Cajicá – Colombia, tuvo como Objetivo determinar su comportamiento mecánico de las subrasantes de tipo de arcilloso (caolín) con la incorporación de escoria de acero, dicha investigación fue de carácter experimental – cuantitativo. Donde hallaron los resultados para el suelo patrón: $I_p=15.50\%$, $M_{ds}^3=1.56 \text{ gr/cm}^3$, $Och^4=16.5\%$ y un CBR de a $0.1''=7.97\%$, $0.2''=10\%$, modificando su suelo patrón con la inclusión de escoria de acero en los porcentajes 25%, 50% y 75% obtuvieron los resultados $I_p=11.60\%$, 5.8% y 0%, $M_{ds}=1.64 \text{ gr/cm}^3$, 1.68 gr/cm^3 , 1.55 gr/cm^3 , $Och=20.5\%$, 14.30% y 10.80%, CBR= 9.13%, 18.57% y 30.20%, los autores concluyeron que la incorporación de escorias de acero incrementa notablemente las propiedades físico – mecánicas de la subrasante con cualidades arcillosas de tipo álcali, recomendando la adición del 25% de escorias de acero.

Mahasneh (2016), denominado: Uso de residuos de aluminio y pavimentos de asfalto reciclado, realizado en la Universidad de Mutah, Jordán, tuvo como objetivo mejorar el coeficiente de consolidación y el potencial de expansión de los suelos arcillosos limosos. Dicha investigación fue de tipo experimental – cuantitativo. Resultados: suelo patrón, $I_p^5=15.58\%$, $Och=22.22\%$ y $M_{ds}=1.58 \text{ gr/cm}^3$, con la incorporación de residuos de aluminio en los porcentajes 2%, 6% y 10% se obtuvo los resultados: $I_p=16.14\%$, 13.68% y 13.98%, $M_{ds}=1.58 \text{ gr/cm}^3$, 1.61 gr/cm^3 y 1.93 gr/cm^3 . Donde se concluyeron los investigadores que los residuos de aluminio afectan directamente las propiedades del suelo, por otro lado, recomendaron el uso del 6% de residuos de aluminio.

³ Mds: Máxima densidad seca

⁴ Och: Optimo contenido de humedad

⁵ Ip: Indice de plasticidad

Asha y Patra (2016), en su artículo de investigación nombrado: Comportamiento de suelos expansivos tratados con escorias de acero, ceniza de cascara de arroz y lima, realizado para el departamento de Ingeniería Civil (ASCE), donde tuvieron como objetivo en mejorar la resistencia general del material cementicio/estabilizado empleado en el pavimento de la subrasante, dicha investigación fue de tipo experimental – cuantitativo. Resultados: CBR, la aplicación del 5% de escorias de aluminio y 10% de cenizas de cascara de arroz incrementaron un 97.5% con respecto al suelo patrón, el I_p y M_{ds} se vio un incremento del 58% y un 78%. Los investigadores concluyeron que con el óptimo porcentaje de adición como 5% de escorias de aluminio y 10% de cenizas de cascara de arroz incrementan las propiedades físico-mecánicas del suelo.

Busari [et al] (2018), en su artículo de investigación nombrado: Efecto estabilizador de la escoria de aluminio en suelos lateríticos tropicales, fue realizado para la universidad Covenant University – Nigeria, objetivo de la investigación: demanda de sostenibilidad en la construcción de carreteras está ganando interés debido a la escasez y al incremento de costos del agregado, el diseño de investigación fue de carácter experimental, población: suelo laterítico, muestra: KM 10+000 carretera Idiroko Ota, resultados: suelo patrón resistencia a compresión = 106.08 Kn/m, M_{ds} = 1.73 gr/cm³, Och=15%, CBR⁶=51.22%, con la incorporación de escorias de aluminio en 4%, 8% y 12% se obtuvo: 4% LI=33.1%, LI=45%, M_{ds} = 1.7 gr/cm³, Och=17.9%, CBR=55.87%, 8% L_p =36.7%, LI=51.2%, M_{ds} =1.79 gr/cm³, Och=18.2%, CBR=56.97%, 12% L_p =38.2%, LI=52.5%, M_{ds} =1.85 gr/cm³, Och=19.2% y CBR=58.71%, los investigadores concluyeron que la aplicación del 12% de escorias de aluminio incrementa las propiedades físico-mecánicas de la subrasante.

Payne (2017), en su trabajo de investigación nombrado: Estabilización de la subrasante de carreteras empleando escorias de acería, efectuado para la universidad de Holguín – Cuba, objetivo: evaluar la posibilidad de inclusión de la

⁶ CBR: Californian Bearing Ratio

escoria blanca procedente de la planta de aceros inoxidables ACINOX Las Tunas, para emplearlas como material granular fino en la estabilización de subrasantes de carreteras, el diseño de investigación fue de carácter experimental, población: subrasantes, muestra húmeda: carretera Holguinera Km 100+000. Resultados: suelo-escoria Cbr=58% y Cbr=77%, peso específico=17.40 Kn/m³, muestra seca, Cbr=54% y Cbr=75% y un peso específico de 16.99 Kn/m³, los autores concluyeron que la incorporación experimental de escorias de acería si estabiliza la subrasante, y recomiendan usar un grupo de control (porcentajes) para futuras investigaciones.

Antecedentes nacionales: en su investigación de pregrado de Ocupa y Troyes (2021), denominado: Adición de escorias de acero para estabilizar la subrasante en la carretera tramo Puente Blanco – Chunchuquillo, Colasay – Jaén – Cajamarca – 2021, realizado en la Universidad Cesar Vallejo, Lima. Objetivo: identificar los materiales de escorias de acero para la inclusión en suelos tipo arcilla, dicha investigación fue de carácter experimental – cuantitativo. Resultados: muestra patrón Ip = 9.15%, Mds=2.127 gr/cm³, Och=9.68%, Cbr= 35.76% al 100% de CBR a 0.1”, con la incorporación de los porcentajes 3%, 6% y 12%, con el porcentaje de 3% Mds=2.164 gr/cm³, Och=9.06%, CBR al 100% a 0.1” de 49.43%, con el porcentaje de 6% Mds=2.218 gr/cm³, Och=8.38%, CBR al 100% a 0.1” de 88.66%, con el porcentaje de 12% Mds=2.240 gr/cm³, Och=8.28%, CBR al 100% a 0.1” de 90.58%, los autores concluyeron que la inclusión del 12% es la más óptima para estabilizar la subrasante.

Torres (2019), en su tesis denominada: Estabilización de suelos cohesivos utilizando escoria de cobre para su uso como subrasante mejorada, realizada en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, objetivo: obtener el porcentaje óptimo de escorias de cobre para estabilizar un suelo cohesivo arcilloso para su uso como capa de subrasante de un pavimento. Dicha investigación fue de tipo experimental – cuantitativo, resultados: muestra patrón Ip=12.3%, Mds=1.758 gr/cm³ y Och= 15.9%, CBR=6.30%, muestra patrón con la incorporación de escoria de cobre en los porcentajes de 10%, 20%, 30% y 40%, al porcentaje de 10% de escorias de cobre Och=14.7% y Mds=1.826 gr/cm³ y CBR=7.70%, al porcentaje de 20% Och =14.4% y Mds=1.931 gr/cm³ y CBR=11.40%, al porcentaje de 30% Och=12.9% y Mds=2.043 gr/cm³ y CBR=14.30%, al porcentaje de 40% Och=11.5% y Mds=2.147

gr/cm³ y CBR=17.10%, donde concluyeron que el porcentaje de 40% de escorias de cobre es la más óptima para mejorar la subrasante

León y Peña (2017), en sus tesis denominado: Estabilización de la subrasante mediante el uso de escorias de hornos eléctricos en la pavimentación del JR. Bolognesi del PP. JJ dos de Mayo – Chimbote, realizado en la Universidad Nacional del Santa, Chimbote, objetivo: obtener el contenido óptimo de escoria de horno eléctrico para estabilizar la subrasante del Jirón Bolognesi en Chimbote, dicha investigación es de tipo experimental – cuantitativo. Resultados: la incorporación de 10%, 20% y 30% de escorias de hornos eléctricos incremento de la capacidad de soporte (CBR), gracias a esta resistencia ganada se puede disminuir el espesor del pavimento, por otro lado, la inclusión de escorias de horno incrementaron la resistencia al corte directo, todo ello se llevó a cabo a las definiciones y limitaciones por el método AASHTO⁷, concluyeron que la aplicación del 30% de escorias de hornos eléctricos mejoran la subrasante, disminuyendo 15” de espesor la estructura vial.

Andrade, Veliz y Medina (2019), en su artículo científico denominado: Análisis de la dureza y resistencia a la tracción de un compuesto de matriz metálica Al-SiO₂, utilizando latas de aluminio y cascara de arroz como materia prima, elaborado para la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa UNSA – Perú, objetivo: el estudio de las propiedades mecánicas de un MCMM de aluminio reforzada con partículas de sílice amorfa, diseño experimental. Los resultados: de resistencia a la tracción máxima tensión=181.5 MPa, 5% de ceniza de cascarilla de arroz al aluminio, 2.5% de ceniza de cascarilla de arroz al aluminio=175.6 MPa, muestra patrón=167.8 MPa. Los investigadores concluyeron que la dosificación del 5% fue la más eficiente brindando resistencia a la tracción.

Cruz y Yauri (2020), en su proyecto de investigación denominado : Propiedades mecánicas de una base granular incorporando escoria de acero mediante el ensayo CBR – Cantera Yauri, Chicama-2019”, elaborado para la

⁷ AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

Universidad Cesar Vallejo – Perú, objetivo: determinar las propiedades mecánicas de una base granular de cantera incorporando escoria de acero, diseño de investigación experimental-cuantitativo, población: material base granular proveniente de la cantera Yauri de Chicama, resultados: base granular, $Mds = 2.028 \text{ gr/cm}^3$, $CBR = 108.53\%$, con la inclusión de escoria 5%, 10%, 15%, 20% y 25%, $Mds = 2.031 \text{ gr/cm}^3$, 2.072 gr/cm^3 , 2.105 gr/cm^3 , 2.170 gr/cm^3 , 2.196 gr/cm^3 , $CBR = 109.40\%$, 111.90% , 114.86% , 116.02% y 123.68% , donde concluyeron que la adición del 25% de escorias de acero a la base granular incrementa satisfactoriamente.

Teorías conceptuales que enmarcan la presente investigación, con el propósito de conocer la viabilidad del empleo de las virutas de acero y aluminio como una alternativa estabilizante de la subrasante, debemos profundizar las definiciones, características como también las propiedades de dichos metales y en donde se aplicara.

El **acero** de alto carbono y de baja aleación es empleado por las industrias para la fabricación de distintos equipos, materiales y otros. El proceso de fabricación y recaudación del material comúnmente se efectúa a partir de la chatarra refundida en hornos eléctricos de arco (Perez, y otros, 2017 pág. 25)

Virutas de Acero, derivados de materiales residuales fragmentados, donde tienen una forma curvada, se asemeja a una espiral, dicho material se extrae a través de cepillos entre otras herramientas que tengan la capacidad de producir las virutas de acero (Hofmann, y otros, 2021 pág. 22)

Propiedades de las virutas de acero, es un metal inoxidable austenítico el cual se considera como un material con dificultados al corte, a causa de una alta conductividad, endurecimiento por deformación y una mínima conductividad térmica. Dichas propiedades originan elevadas temperaturas de corte (Mesa, y otros, 2007 pág. 2)

Tabla 1. *Características físicas de las virutas de acero*

Características físicas	Valor
Coeficiente de uniformidad	9.0
Coeficiente de curvatura	1.78
Gravedad específica (gr/cm ³)	3.205
Angularidad (%)	58
Absorción (%)	4.5
Límite líquido (%)	NP

Fuente. Adaptado y traducido de Aldeeky y Hattmaleh (2018 pág. 3)

Tabla 2. *Composición química de las virutas de acero*

Características químicas	Fe	Mn	Si	Cr	C
Valor (%)	97.49	1.44	0.51	0.21	0.30

Fuente. Adaptado y traducido de Norambuena *et al.* (2018 pág. 7)

El aluminio, es uno de los elementos más exuberante que se puede encontrar en el mundo, dicho material se encuentra en un 8% de la corteza terrestre, esta se puede encontrar en diferentes formas químicas en gran parte rocas y suelos, este elemento esta siempre presente en suelos de arcilla por lo cual su uso ha sido desde las más antiguas civilizaciones (Torres, y otros, 2021 pág. 66)

Virutas de aluminio, se obtiene a través de los procesos mecanizados de las grandes industrias, el cual se considera como residuos industriales, estas comúnmente llevan impregnada una variedad de aceites o emulsiones por lo que esta provoca difícil la recuperación del metal mencionado, (Perez, y otros, 2019 pág. 466)

Propiedades del aluminio, es un metal que contiene una baja densidad, es de color blando, y este metal tiende a ser impermeable, por otro lado, es conductor eléctrico, los que le hace apto para formas parte de los cables. Sus propiedades pueden ser alteradas o modificadas con otros metales (Trejo, y otros, 2021 pág. 83)

Tabla 3. Composición química de las virutas de aluminio

Óxidos	Valor (%)
SiO₂	2.77
Al₂O₃	87.57
TiO₂	0.13
Fe₂O₃	0.25
CaO	0.85
MgO	4.20
MnO	0.11
Na₂O	1.86
K₂O	0.26

Fuente. Adaptado de Ewais et al. (2009 pág. 3383)

Subrasante, cumple una importante función a causa de sus características y su estado del suelo de fundación, esta parte de la estructura soporta las cargas superiores como la base, subbase y pavimento rígido o flexible, por tal motivo se debe asegurar que la capacidad portante de la subrasante tiene que satisfacer los requerimientos del proyecto (Odar, y otros, 2019 pág. 4).

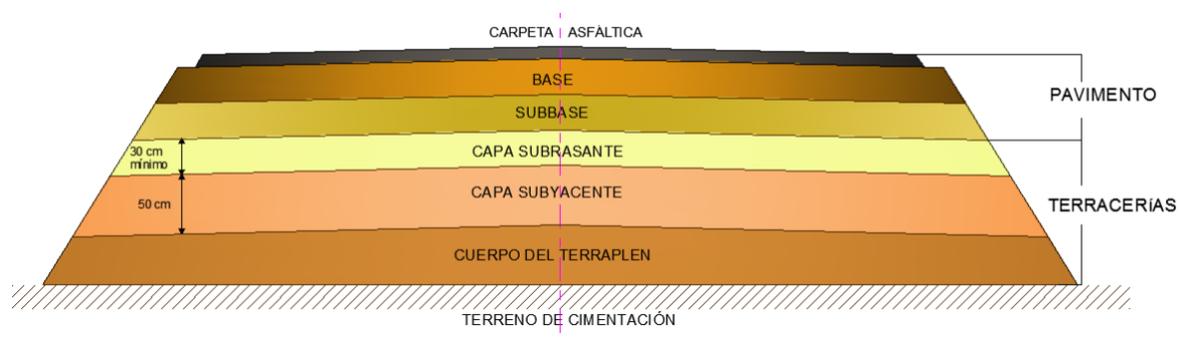


Figura 1. Capas de la Infraestructura vial

Fuente. Imagen extraída de (Sarmiento, y otros, 2018 pág. 27)

Tabla 4. Categorías de la subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S_0 : Subrasante Inadecuada	$CBR > 3\%$
S_1 : Subrasante Pobre	<i>de</i> $CBR \geq 3\%$ <i>a</i> $CBR < 6\%$
S_2 : Subrasante Regular	<i>de</i> $CBR \geq 6\%$ <i>a</i> $CBR < 10\%$
S_3 : Subrasante Buena	<i>de</i> $CBR \geq 10\%$ <i>a</i> $CBR < 20\%$
S_4 : Subrasante Muy Bueno	<i>de</i> $CBR \geq 20\%$ <i>a</i> $CBR < 30\%$
S_5 : Subrasante Excelente	$CBR \geq 30\%$

Fuente. Tabla extraída de (MTC, 2013 pág. 40)

Mejoramiento de suelos, dirigido al incremento de las físico – mecánicas de un suelo mediante distintas alternativas mecánicas y la aplicación de distintos productos químicos, naturales y/o sintéticos entre otros, (Junco, y otros, 2016), según a lo establecido por el Manual de Carreteras: Suelos y pavimentos (MTC, 2013 pág. 18), nos dice que se realiza el mejoramiento de suelos que cuenten con un $CBR \geq 6\%$, se puede decir también a los suelos blandos o suelos que puedan ser muy compresibles, suelos que cuenten con presencia orgánica como también los suelos pobre e inadecuados con un CBR menor al 3%.

suelos con materia orgánica y suelos pobres e inadecuados.

Mejoramiento físico, el mejoramiento físico en un suelo, consiste en formar un incremento o mejorar el suelo haciendo que esta tenga alteraciones físicas como: mezcla de suelos, geotextiles y consolidación (Gallardo, y otros, 2020 pág. 8)

Mejoramiento mecánico, dicho mejoramiento implica ciertos métodos que mejoran las propiedades de la subrasante sin la inclusión de ciertos aditivos o aditivos que tengan la capacidad de unir las partículas (Rondon , y otros, 2017 pág. 57), por otro lado, el Manual de carreteras (MTC, 2013 pág. 113), nos dice que la estabilización mecánica tiene la finalidad de mejorar el suelo patrón, sin alterar la estructura o componentes básicos del dicho suelo, para poder realizar este mejoramiento consta de la compactación.

Ensayos de laboratorio, tiene como propósito definir o estandarizar procedimientos y métodos para una adecuada utilización de los ensayos en laboratorio e in-situ para poder conocer o determinar la calidad de los materiales que se van a emplear en proyectos de infraestructura vial, esto se basa con el principal objetivo de brindar seguridad y garantía de los comportamientos de dicha infraestructura vial Manual de Ensayos (MTC, 2016 pág. 7)

Calicatas, se elaboran con la principal finalidad de extraer muestras del suelo que en un futuro contendrá una infraestructura vial o intervención, dicho proceso se efectúa para conocer sus propiedades físico – mecánicas de los suelos, en este caso subrasante, la calicata o pozo exploratorio deberá tener una profundidad mínima de 1.5 m a nivel de la cota final de la rasante y se deberá excavar a ciertos kilometro según su estudio de tráfico como se puede apreciar en la figura 3.

Tabla 5. Numero de calicatas para exploración de suelos

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

Fuente. Tabla extraída de (MTC, 2013 pág. 31)

Clasificación de suelos, es una técnica el cual agrupa los suelos con características que tienen similitud, su finalidad de dicho sistema o técnica es determinar de la forma más eficiente las propiedades que alberga un suelo en cotejo con suelos semejantes donde el cual ya se conoce sus características (Castro, y otros, 2017 pág. 138)

SUCS⁸, este sistema de clasificación de suelos está asentado de acuerdo al análisis granulométrico como también, de los límites de consistencia, en donde las dimensiones de las partículas determinan la naturaleza de las fuerzas que rigen el comportamiento de los suelos (Guerrero, y otros, 2018 pág. 380) .

Tabla 6. Clasificación de suelos (SUCS)

Criterios para asignar símbolos y nombres de grupo utilizando pruebas de laboratorio ^a				Clasificación del suelo	
				Símbolo de grupo	Nombre de grupo ^b
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en la malla no. 200	Gravas Más de 50% de la fracción gruesa retenida en la malla no. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos ^c	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^e$	GW	Grava bien graduada ^f
			$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^e$	GP	Grava mal graduada ^f
		Gravas con finos Más de 12% finos ^c	Los finos se clasifican como ML o MH	GM	Grava limosa ^{f, g, h}
			Los finos se clasifican como CL o CH	GC	Grava arcillosa ^{f, g, h}
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla no. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos ^d	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^e$	SW	Arena bien graduada ^f
			$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^e$	SP	Arena mal graduada ^f
Arenas con finos Más de 12% finos ^d		Los finos se clasifican como ML o MH	SM	Arena limosa ^{f, g, h}	
		Los finos se clasifican como CL o CH	SC	Arena arcillosa ^{f, g, h}	
Suelos de grano fino 50% o más pasa la malla no. 200	Limos y arcillas Límite menor que 50%	Inorgánicos	IP > 7 y se encuentra en o arriba de la línea "A" ^j	CL	Arcilla de baja compresibilidad ^{k, l, m}
			IP < 4 y se encuentra debajo de la línea "A" ^j	ML	Limos de baja compresibilidad ^{k, l, m}
		Orgánicos	$\frac{\text{límite líquido} - \text{límite líquido nosecado}}{\text{límite líquido nosecado}} < 0.75$	OL	Arcilla orgánica
	Limos y arcillas Límite 50% o mayor	Inorgánicos	IP se encuentra en o arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta compresibilidad ^{k, l, m, n}
			IP se encuentra debajo de la línea "A"	MH	Limos de alta compresibilidad ^{k, l, m, n}
		Orgánicos	$\frac{\text{límite líquido} - \text{límite líquido nosecado}}{\text{límite líquido nosecado}} < 0.75$	OH	Arcilla orgánica ^{k, l, m, p} Limo orgánico ^{k, l, m}
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica, de color oscuro y olor orgánico		PT	Turba	

Fuente. Tabla extraída de (MTC, 2013 pág. 35)

AASHTO, esta técnica o procedimiento es uno de los principales en la clasificación de suelos que fue creado e impulsado por Terzaghi y Hogentogler en

⁸ SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

1928, este sistema es frecuentemente deslucido en la construcción de carreteras como: subrasantes, sub bases y bases y terraplenes. Dicho sistema fracciona los suelos inorgánicos como se puede apreciar en la figura 5, este sistema de clasificación de suelos se determina a base de los siguientes pasos:

- ✓ Tamaño de las partículas (% pasa en las mallas: 10 #, 40 #, 200 #)
- ✓ Límites de atterberg (LL, LP y IP)

Tabla 7. Clasificación de suelos (AASHTO)

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0.08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.08 mm				
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
Grupo Simbolo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Análisis granulométrico												
% que pasa por el tamiz de:												
2 mm	máx. 50	máx. 50	mín. 50	máx. 35	Máx.35	máx. 35	máx. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35
0.5 mm	máx. 30	máx. 25	máx. 10									
0.08 mm	máx. 15	máx. 15										
Límites Atterberg												
límite de líquido				máx. 40	mín. 40	máx. 40	mín.40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	mín. 40	mín. 40
índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 10	máx. 10	mín. 10	mín. 10	máx. 10	máx. 10	mín. 10	mín. 10	mín. 10
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Fuente. Tabla extraída de (MTC, 2013 pág. 43)

Granulometría, tiene por finalidad el análisis granulométrico del suelo para lograr decretar la proporción de sus distintos elementos integrantes, las cuales son clasificados de acuerdo al tamaño que posean sus partículas, por el cual se definirán como grava, arena y material fino como es el limo y arcilla. (Chacon, y otros, 2016 pág. 13).

Las gravas poseen una gran consistencia en relación a otros materiales, debido a que proviene de materiales duraderos que tienen la capacidad de resistencia y sólidos, a su vez son partículas de roca que pasan el tamiz de 3" (75 mm) y quedan retenidas en el tamiz N° 4 (4.75 mm). (Acevedo, 2021 pág. 30)

Las arenas son un agregado fino de origen natural, donde su tamaño puede variar entre 1/16 y 2 mm, así mismo su composición varía acorde a las condiciones y recursos existentes en cada lugar. Además, las arenas se pueden clasificar de acuerdo con su tamaño o granulometría; son arenas gruesas cuando se pasan primero por un tamiz de 5mm y luego a un segundo de 2mm); son arenas medias cuando pasan primero por un tamiz de 2mm y posteriormente por el de 0,5mm y finalmente son arenas finas las arenas medias que pasan la malla de 0,02mm. (Gonzales, 2021 pág. 16)

Los suelos limosos que contienen granos finos o no poseen ninguna característica de plasticidad, se puede decir que es limo inorgánico que constantemente se puede apreciar en las canteras, por otro lado el limo orgánico se encuentra en lechos de ríos este tipo de suelo padece de ausencia de plasticidad, con respecto a la permeabilidad de los suelos limosos orgánicos es relativamente baja y su compresibilidad tiende a ser mejorada debido a que las dimensiones de las partículas del limo son de 0.005 mm a 0.05 mm (Briones, 2015 pág. 28)

Las arcillas son partículas sólidas en donde su masa tiene la capacidad de transformarse en plástica al más mínimo contacto con la humedad. La distribución de estos materiales es generalmente cristalina y complicada, y sus átomos están distribuidos en forma laminar. García Flores y Medina (2016 pág. 2)

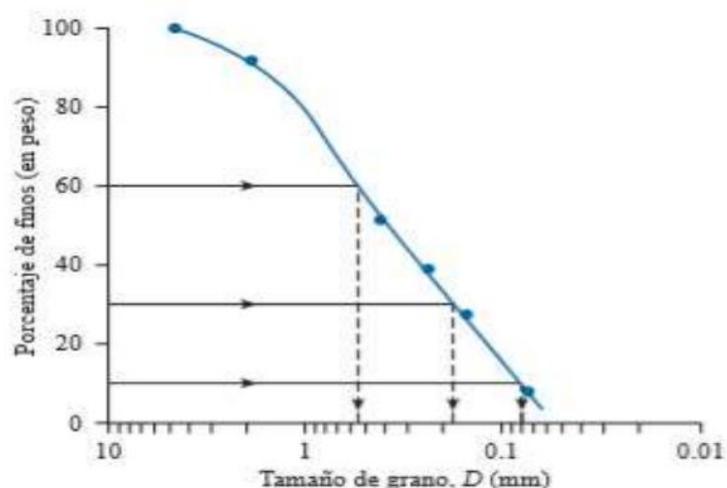


Figura 2. Curva de distribución granulométrica de un suelo grueso obtenida del análisis de mallas

Fuente. Imagen extraída de (Coronel, 2019 pág. 19)

Límites de consistencia, también conocidos como límites de Atterberg se usan generalmente para la caracterización de suelos, algunos otros índices también se usan para clasificar suelos. Deng, Y, Liu, Q. y Cuy, Y. (2018 pág. 2).

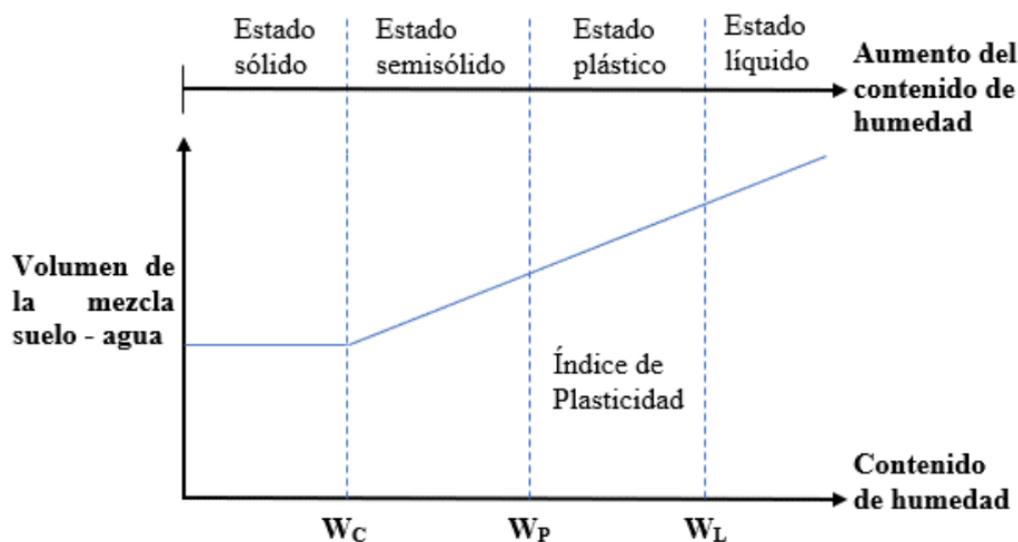


Figura 3. Límites de Atterberg

Fuente. Imagen extraída de (Ramirez, 2021 pág. 8)

- Límite plástico

Se define el límite plástico (LP) a un suelo el cual se le somete líquido para que este pase de ser un estado frágil a plástico, es decir, que se le transforma a un estado límite entre el sólido y plástico, o como también, se define como el contenido de humedad adecuado para que se encuentre entre el estado semi solido del suelo a plástico (Duarte, y otros, 2017 pág. 46)

- Límite líquido

El límite líquido (LL) es referido al contenido de agua, indicando el porcentaje de acuerdo al peso del suelo seco, que limita el cambio entre el estado líquido y plástico del suelo. Chavarry, Figueroa y Reynaga, (2020 pág. 2).

- Índice de plasticidad

El parámetro que determina a la plasticidad de un suelo es el IP, el cual se adquiere a través de la resta aritmética del límite líquido y el límite plástico. El índice

de plasticidad este sujeto comúnmente de la proporción de arcilla que contenga el suelo. Es por ello que los suelos que se presencien arena no se puede obtener valores de índice de plasticidad por lo que es nulo o es complejo determinarlo con exactitud (Pilatasig, 2021 pág. 22)

Para poder determinar el índice de plasticidad es necesario conocer el límite líquido y limite plástico aplicando la siguiente ecuación.

$$IP = W_L - W_p$$

I_p = Índice de Plasticidad

L_L = Límite Líquido

L_p = Límite Plástico

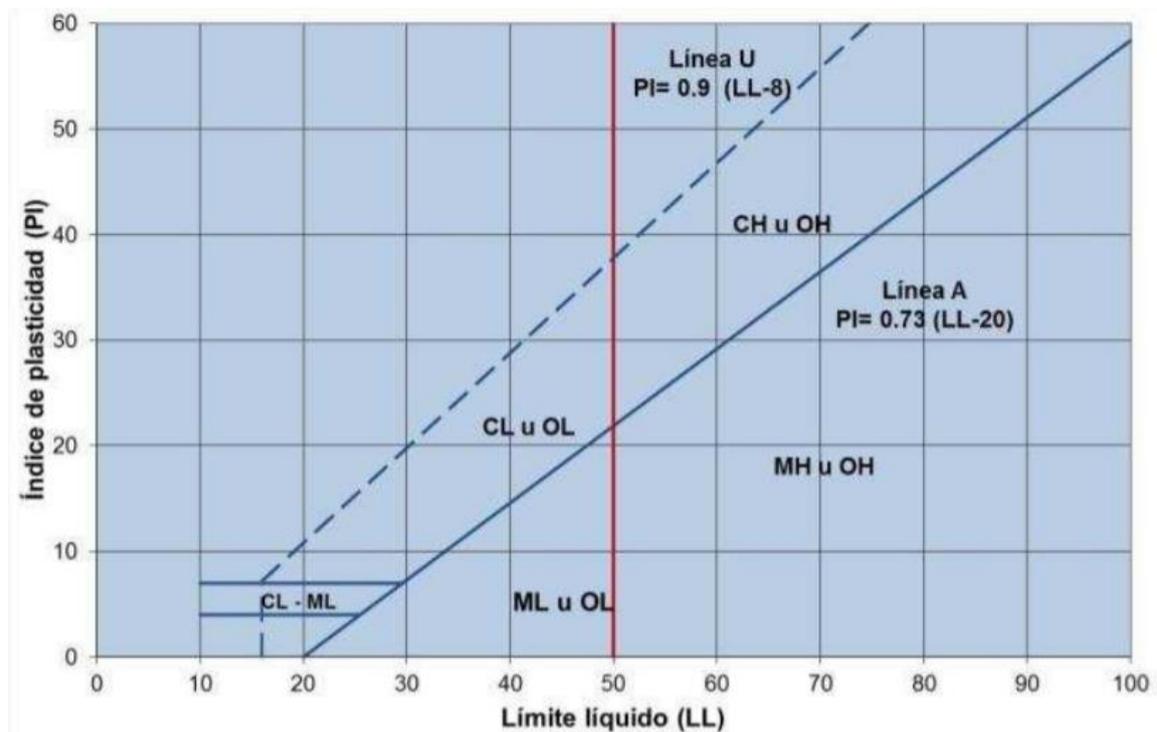


Figura 4. Carta de plasticidad del SUCS

Fuente. Imagen extraída de (Ramirez, 2021 pág. 55)

Proctor modificado, este ensayo nos permite establecer el vínculo o relación que hay en el contenido de humedad y la densidad por medio de la compactación de los materiales sometidos, el cual este procedimiento nos permite estandarizar o

determinar la calidad de la resistencia en la que se encuentra la infraestructura vial de una obra en ejecución. El procedimiento consta en la compactación del suelo sometido en un molde de dimensiones 152.34 mm de diámetro, pisón de 10 lbf, el cual se le deja en caída libre de una altura definida de 457 mm. Dicho ensayo de laboratorio se somete particularmente al material que contengan un 30% o menos al peso de partículas retenidas en el tamiz de 19 mm o 3/4" (Lopez, 2020 pág. 7)



Figura 5. Equipamiento necesario para el ensayo de Proctor

Fuente. Imagen extraída de (Lopez, 2020 pág. 8)

La humedad en el ensayo de P. modificado se clasifica como el valor máximo de agua que se debe encontrar dentro de una determinada proporción de masa (suelos), la cual alcanzara un valor máximo de densidad. (Avendaño, y otros, 2021 pág. 22)

La densidad seca tiende a incrementarse cuando varía el contenido de líquido hasta determinar la humedad optima llegue al vértice de la curva el cual muestra el ensayo de masa máxima, posteriormente de dicha humedad optima, se disminuye ciertos defectos. (Leon, 2021 pág. 30)

La rama seca es la que pertenece al suelo bajo de humedad, donde el frote y la cohesión dificultan su densificación. (Leon, 2021 pág. 29)

La rama húmeda es el paraje en el que la curva de compactación del suelo se enaltece por encima del contenido de humedad optima y comienza a disminuir. En

condiciones de suelo húmedo, la curva Proctor abordea a disminuir para conseguir la humedad óptima. (Leon, 2021 pág. 30)

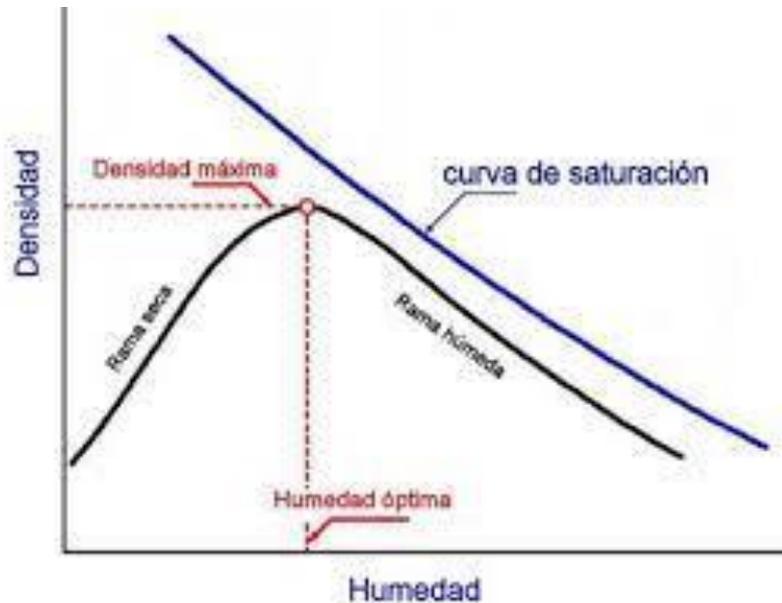


Figura 6. Curva Proctor

Fuente. Imagen extraída de (Lopez, 2020 pág. 8)

Capacidad de soporte, o también denominado como el valor de soporte que posee un material (suelo), el cual se determina tras emplear ensayos de laboratorio. (Gutierrez, 2021 pág. 30)

De acuerdo con (Vargas, 2017), se especifica que el CBR viene siendo la resistencia del terreno la cual se obtiene bajo condiciones controladas, es decir cuantificar la humedad óptima para alcanzar la densidad deseada, con el fin relacionarlas hacia el % de CBR, este dato mayormente es caracterizado en las capas estructurales que cuenta un pavimento es decir la subrasante o también conocida como terreno de fundación, sub base granular o también denominada como la capa drenante y la base granular. (p. 54)

La expresión que define al C.B.R., es la siguiente:

$$\text{C.B.R.} = (\text{carga unitaria del ensayo} / \text{carga unitaria patrón}) * 100 (\%)$$

Cuando se define la capacidad de soporte de suelos CBR para el diseño, con sectores de características similares y homogéneas, se clasificará a la muestra en

alguna categoría de subrasante al que el pertenecerá el subtramo o sector.
(Gutierrez, 2021)

Tabla 8. Categorías que presentan las Subrasantes

Categorías de Subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR \geq 3 % A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR \geq 6 % A CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR \geq 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR \geq 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR \geq 30%

Fuente. Tabla extraída de (MTC, 2013 pág. 40)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación:

Según Lozada (2015) los estudios de tipo aplicada poseen por finalidad dar solución a ciertos problemas o problemáticas específicas, centrándose en la búsqueda y fortalecimiento del conocimiento de bases teóricas para su uso y por lo tanto aportar al desarrollo intelectual, científico y económico. El presente proyecto de investigación es de tipo aplicada.

Diseño de investigación:

De acuerdo con Otzen (2017 pág. 1031) el diseño de investigación se enfoca de acuerdo a la importancia con la que se plantea un fenómeno o evento de estudio, el diseño se aplica para estudiar y saber las características, propiedades, rasgos y cualidades de un fenómeno o hecho en la realidad según el tiempo del suceso. Los estudios con diseño cuasi experimental al igual que los diseños experimentales se contrastan las hipótesis planteadas. En este proyecto de investigación el diseño empleado es experimental, y un sub – diseño de tipo cuasi – experimental el cual cuenta con grupo de control

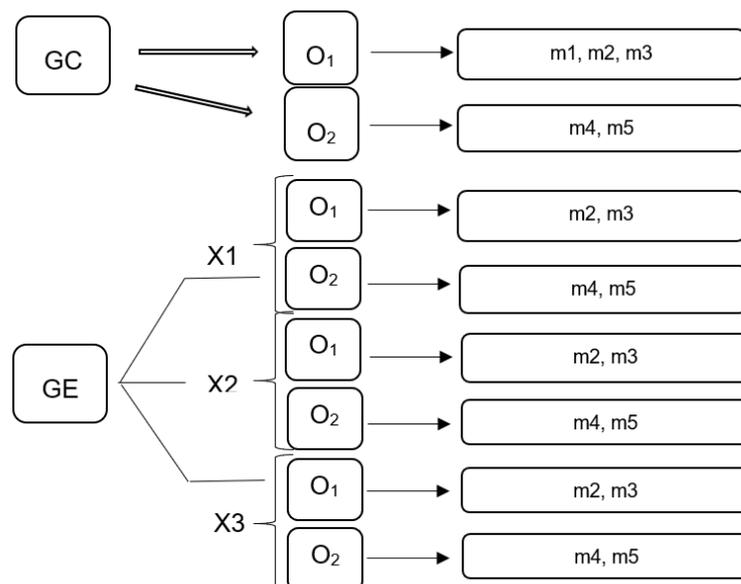


Figura 7. Diseño de investigación

Fuente. (2017 pág. 1031)

GC: Grupo de control subrasante (m1: clasificación de suelos, m2: granulometría, m3: Límites de Atterberg, m4: Proctor modificado, m5: CBR)

GE: Grupo de experimentación con la inclusión de virutas de acero y aluminio

O₁: Propiedades físicas

O₂: Propiedades mecánicas

X₁: adición de 8%VA+4%VL

X₂: adición de 12%VA+6%VL

X₃: adición de 16%VA+8%VL

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: virutas de acero y aluminio

Definición conceptual: Las virutas de acero se considera una aleación entre el hierro y un porcentaje de carbono el cual varía entre el 0.03% y 1.075%, estos componentes se encuentran en la naturaleza y se pueden reciclar sin perder sus propiedades (Palomares, y otros, 2018), las virutas de aluminio es un material que se extrae de los residuos de grandes industrias o como también de los residuos, proviene de la naturaleza el cual parte de la bauxita para luego convertirse en aluminio (Briceño, y otros, 2012).

Definición operacional: Las virutas de acero y aluminio se pueden obtener de dos formas: comprar o reciclar, estas son de forma ondulada o rizada de dimensiones pequeñas en milímetros, estas virutas se aplicarán los porcentajes 8%VA+4%VL, 12% VA+6%VL y 16%VA+8%VL a la subrasante, para determinar si estas mejoran las propiedades físico-mecánicas de la subrasante se someterá a distintos ensayos de laboratorio: análisis granulométrico, límites de consistencia, Proctor modificado y ensayo de CBR, como también se ara el uso de fichas de recolección de datos.

Indicadores: Virutas de acero 8%, 12% y 16%, Virutas de aluminio 4%, 6% y 8%

Escala de medición: Razón

Variable independiente: mejoramiento de las propiedades de la subrasante

Definición conceptual: La subrasante es la capa del terreno el cual se forma debido al movimiento de tierras donde se impondrá una estructura vial o también se conceptualiza por la capa superior del terraplén donde se asentará el pavimento y estará conformada por distintos suelos o capas con características físico-mecánicas óptimas para hacer frente al tránsito y el clima (Andaluz, 2022).

Definición operacional: La subrasante es la capa ultima profunda de la infraestructura vial por lo que esta debe de contener características a condición, como las propiedades físico-mecánicas optimas, para ello se realiza una cadena de ensayos: clasificación de suelos, granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado y ensayo de CBR, una vez obtenido los resultados se conocerá si dicho suelos requerirá o no un mejoramiento.

Indicadores: 8%VA+4%VL, 12%VA+6%VL y 16%VA+8%VL, Clasificación de suelos, Granulometría, Límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR

Escala de medición: Razón

3.3. Población y muestra

Población: de acuerdo con Arias, Villasis y Miranda (2016) se define como población al área total de un caso de estudio, se pueden considerar personal, espacio o cosas, de aquí surge la toma de muestras.

En esta investigación la población quedo conformada por la carretera Lampa – Palca, Puno.

Muestra: según Manterola (2017) la muestra se entiende como un subconjunto de la población que se encuentra conformado por unidades de análisis, con la intención de recolectar datos de toda la población.

La muestra que se empleó para la presente investigación está conformada por las progresivas del Km 0+000 – Km 4+000.

Muestreo: define Pino (2018) al muestreo como el procedimiento por el cual se selecciona las unidades de análisis a estudiar, con la finalidad de describir

ciertas características de la población en base a una cantidad de muestra sacada de ella, estas pueden ser probabilísticas y no probabilísticas.

En la investigación se aplicó un muestro no probabilístico, por conveniencia del investigador.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Useche Cristina [et al] (2019), las técnicas para la recopilación de datos se distinguen en dos: la primera observación directa la cual permite analizar un entorno de acuerdo al estado en el cual se encuentra, la segunda medición con la cual se recopila información de una manera métrica (p. 30).

De este modo, las técnicas que se emplearan para el desarrollo del proyecto se ven dadas por la observación directa debido a que primero se analizara el estado del tramo donde se realizara la estabilización, así mismo se esto se verá reflejado dentro de la etapa de laboratorio donde se evaluara la influencia de las virutas de acero y aluminio dentro de las propiedades de la subrasante.

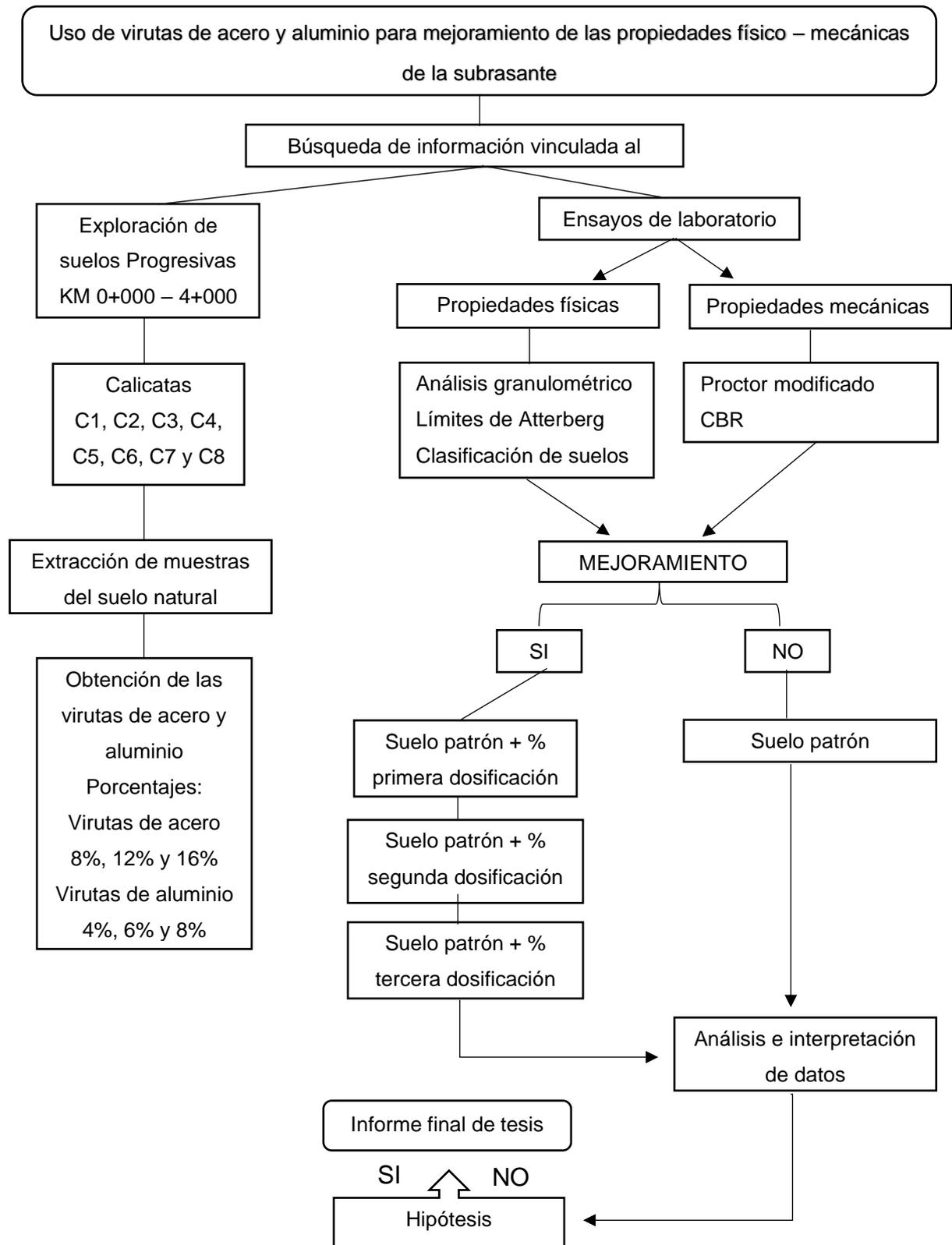
Instrumentos de recolección datos

Arias (2020), Las técnicas de recolección de datos van de la mano con los instrumentos, ya que estos se definen como fuentes de acopio de información, siendo estos las fichas de recopilaciones información, formatos de encuestas, cotejos, entre otros, estos mayormente son empleados tanto en las investigaciones cualitativas, cuantitativas o mixtas (p. 9).

De este modo, los instrumente para la recopilación de datos que se emplearán en el proyecto se verán desenvueltos por fichas de ensayos de laboratorio, por lo que se mencionan los siguientes:

- Observación
- Fichas de Recolección de Datos (Indicadores de la V. Independiente)
- Fichas de Resultados de Laboratorio (Ensayos)
- Ensayos

3.5. Procedimientos



3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos del presente estudio será el inferencial debido a que se usaran datos del grupo patrón y grupos experimentales, para determinar si existe una variación de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, para lo cual se hará una prueba de normalidad para establecer si posee una distribución normal, si este cumple este criterio se realizará la prueba paramétrica ANOVA (Análisis de Varianza) debido a que se posee variables cuantitativas y se tienen más de dos grupos (1 grupo control y 3 grupos experimentales), el análisis estadístico se realizará mediante el software SPSS versión 21.

3.7. Aspectos éticos

Los criterios éticos aplicados son de acuerdo a lo establecido dentro de la resolución N° 0126-2017/UCV, donde señala diferentes aspectos o criterios que debería cumplir un informe de investigación, de acuerdo al ámbito de los beneficiarios, el informe redactado generara un aporte al ámbito social, de acuerdo al ámbito económico, el informe redactado cumplirá con las expectativas económicas a nivel del sector social y a nivel de los autores del informe, a nivel del porcentaje anti plagio, el informe redactado cumplirá con el % de plagio máximo del 20%, de acuerdo al ámbito del compromiso de los autores y así mismo la responsabilidad, el informe redactado se presentara en los lapsos de tiempo establecido de acuerdo al cronograma planteado dentro de los aspectos administrativos.

Beneficencia	No maleficencia	Autonomía	Justicia
<ul style="list-style-type: none">• La presente investigación estará a vigila del beneficio social, económico y también por el medio ambiente, así como se mostró en las justificaciones.	<ul style="list-style-type: none">• La elaboración de esta investigación no perjudica a la sociedad, ya que el objetivo de esta es aportar conocimiento para estabilizar el suelo.	<ul style="list-style-type: none">• El autor de esta investigación señalara sus propias opiniones y criterio para realizar la interpretación de los datos que se obtendrán, tomando como base los antecedentes mencionados en el marco teórico	<ul style="list-style-type: none">• La elección de las muestras fueron seleccionadas con criterios que no atentan contra la justicia, donde se reconoció la contribución de opiniones por parte de expertos, en estudios del ámbito de infraestructura vial

Figura 8. Aspectos éticos tomados en cuenta para la investigación

Fuente. Elaboración propia

IV. RESULTADOS

Resultados para el OE1: Descripción del tratamiento y las características físicas de las virutas de acero y aluminio

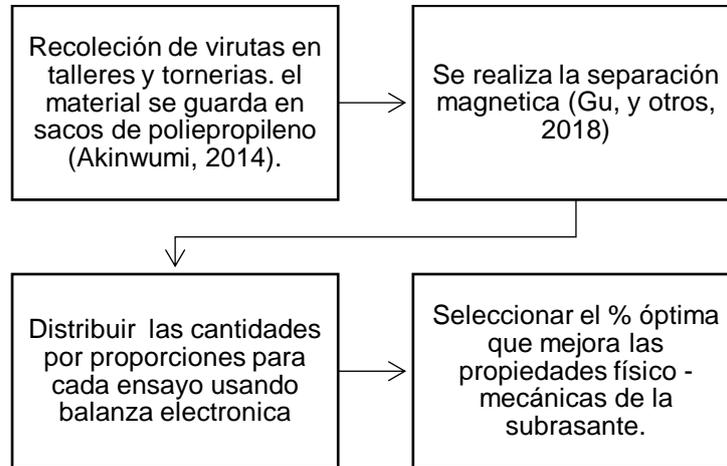


Figura 9. Secuencia del desarrollo del tratamiento de las virutas de acero

Fuente. (Akinwumi, 2014) y (Gu, y otros, 2018)

De acuerdo con la revisión documentaria realizada, el tratamiento de las virutas de acero comienza desde la recolección en industrias mecanizadas donde no exista material contaminante ajeno al acero, asimismo autores como (Akinwumi, 2014) indica que se debe realizar el extendido de las virutas de acero por un periodo de 6 meses para reducir las cantidades de óxido de calcio y magnesio. Para la separación de las virutas de materiales ajenos se realiza el proceso de separación magnética circulante (Gu, y otros, 2018).

Tabla 9. Propiedades físicas de las virutas de acero

Propiedades físicas	Valor	Valores propios
Grosor (mm)	3.5 – 5.7	
Densidad (g/cm ³)	7.65 - 7.86	7.83
Calor específico (J(kg*K))	460	
Conductividad (S/m)	4.032x10 ⁶	
Diámetro equivalente (mm)	4.1	
Tamaño máximo		4.76
LL, LP e IP		NP
Clasificación SUCS		SP

Fuente. La tabla fue desarrollada, traducida y adaptada a partir de los resultados obtenidos por (Guo, y otros, 2018), (Liu, y otros, 2019) y (Pang, y otros, 2020).

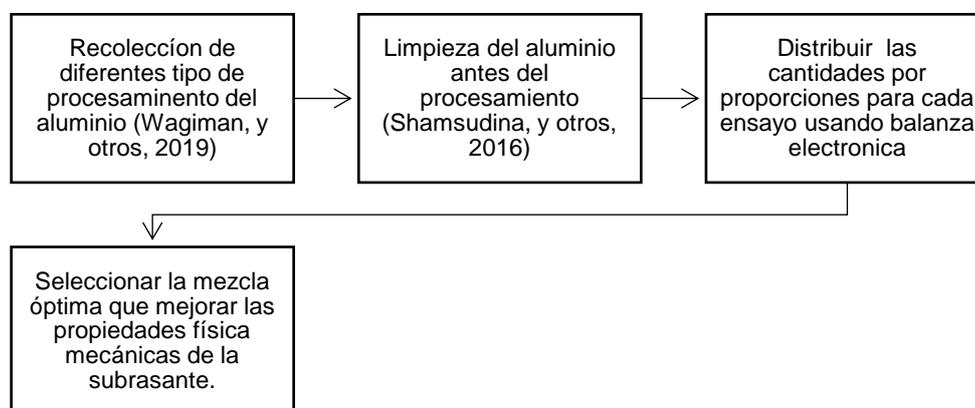


Figura 10. Secuencia del desarrollo del tratamiento de las virutas de aluminio

Fuente. (Wagiman, y otros, 2019) y (Shamsudina, y otros, 2016)

Según a la revisión documentaria el tratamiento de las virutas comienza desde la recolección de diferentes procesos de fabricación como el fresado, torneado, aserrado y estampado (Wagiman, y otros, 2019), Asimismo una de las condiciones principales tratamientos que se debe garantizar para el tratamiento de las virutas de aluminio es la limpieza de las mismas (Shamsudina, y otros, 2016).

Tabla 10. *Propiedades físicas del aluminio*

Propiedades físicas	Valor	Valores propios
Grosor (mm)	0.8 – 1.2	
Densidad (g/cm ³)	2.7	2.62
Contracción (%)	1.8	
Elongación (%)	9	
Coefficiente de uniformidad	2.08	
Coefficiente de curvatura	0.85	
Gravedad específica (g/cm ³)	3.39	
Tamaño máximo (mm)		6.35
LL, LP e IP		NP
Clasificación SUCS		SP

Fuente. La tabla fue traducida, adaptada y elaborada a partir de la revisión bibliográfica tomada de autores como (Cabalar, y otros, 2020) (Elinwa, y otros, 2011) y (Arimanwa, y otros, 2012)

Resultados para el OE2: Caracterización de las propiedades físicas (granulometría, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) y mecánicas (máxima densidad seca y CBR)

Propiedades físicas

Tabla 11. *Distribución granulométrica de las muestras de suelo*

Calicata	Composición	%	Clasificación SUCS
C-1	Gravas	14.9	CL-ML
	Arenas	23.6	
	Finos	61.5	
C-2	Gravas	11.1	CL-ML
	Arenas	37.7	
	Finos	51.3	
C-3	Gravas	8.2	CL-ML
	Arenas	39	
	Finos	52.8	
C-4	Gravas	8.8	CL-ML
	Arenas	40	
	Finos	51.2	
C-5	Gravas	11.5	CL-ML
	Arenas	30.2	
	Finos	58.4	
C-6	Gravas	13.7	CL-ML
	Arenas	22.1	
	Finos	64.2	
C-7	Gravas	11.5	CL-ML
	Arenas	23.6	
	Finos	64.9	
C-8	Gravas	9.5	CL-ML
	Arenas	39.2	
	Finos	51.3	

Fuente. La tabla fue desarrollada a partir de los datos obtenidos del ensayo de granulometría

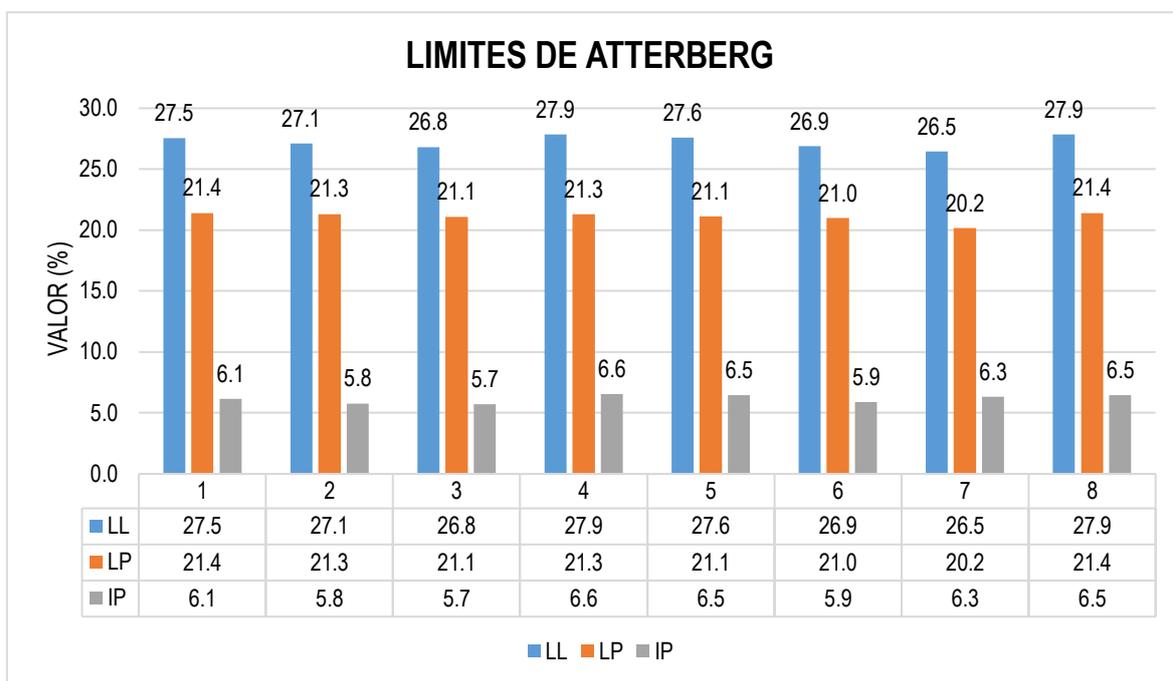


Figura 11: Propiedades físicas de las muestras de suelo

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con las propiedades físicas presentadas en las tablas 6 y Figura 15, el suelo de subrasante es clasificado de acuerdo a SUCS como CL-ML, asimismo el valor promedio de índice de plasticidad (6.15%) de acuerdo al Manual de carreteras (2013) es caracterizado como un suelo de baja plasticidad.

Propiedades mecánicas

Tabla 12. Resultados del ensayo de Proctor modificado del suelo natural

Descripción	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8
Máxima densidad seca (MDS gr/cm ³)	1.86	1.80	1.81	1.79	1.78	1.79	1.81	1.78
Optimo contenido de humedad (OCH %)	12.6	11.7	11.9	12.1	12.1	12.4	11.9	12.5

Fuente: La tabla fue desarrollada a partir de los datos obtenidos del ensayo de Proctor modificado

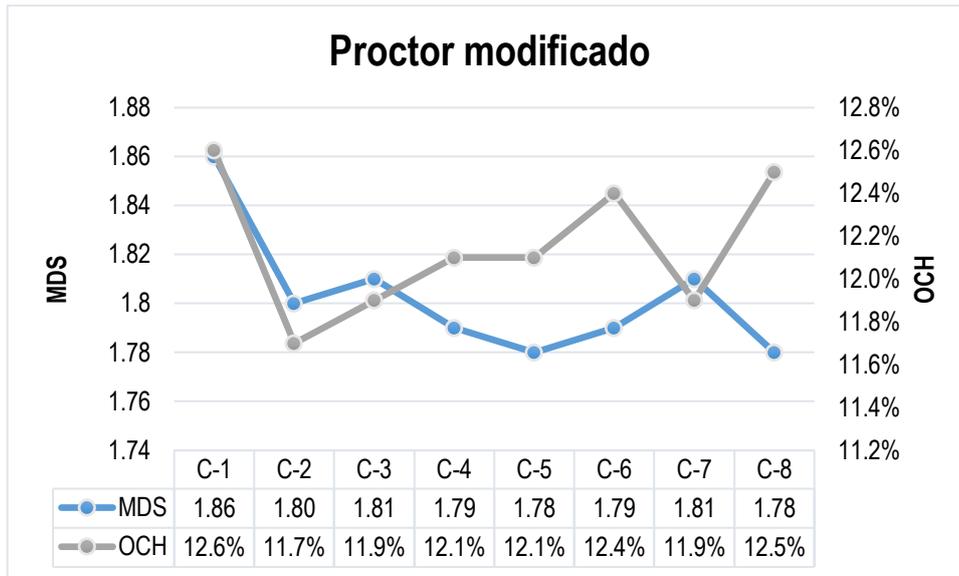


Figura 12. Propiedades mecánicas: Proctor modificado del suelo natural.

Fuente. Elaboración propia

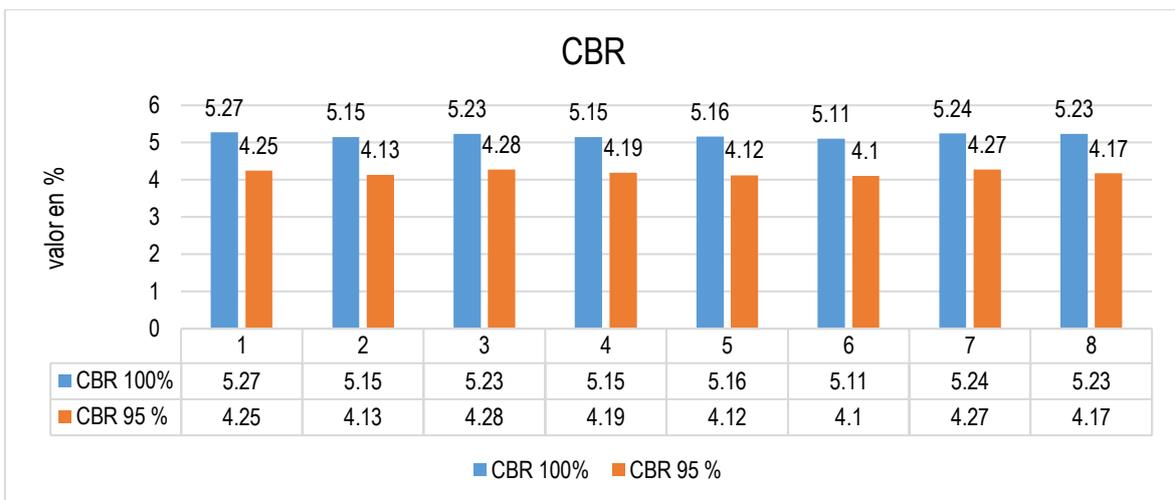


Figura 13. Propiedades mecánicas: CBR del suelo natural.

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla 8, el suelo de subrasante posee un valor promedio de capacidad de soporte al 95% de la máxima densidad seca el valor promedio de 4.20%, que de acuerdo a lo establecido por el Manual de carreteras (2013) es categorizada como una subrasante “pobre”.

Resultados para el OE3: determinación de las propiedades físicas (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) y mecánicas (máxima densidad seca y CBR) de la subrasante con la inclusión de virutas de acero y aluminio

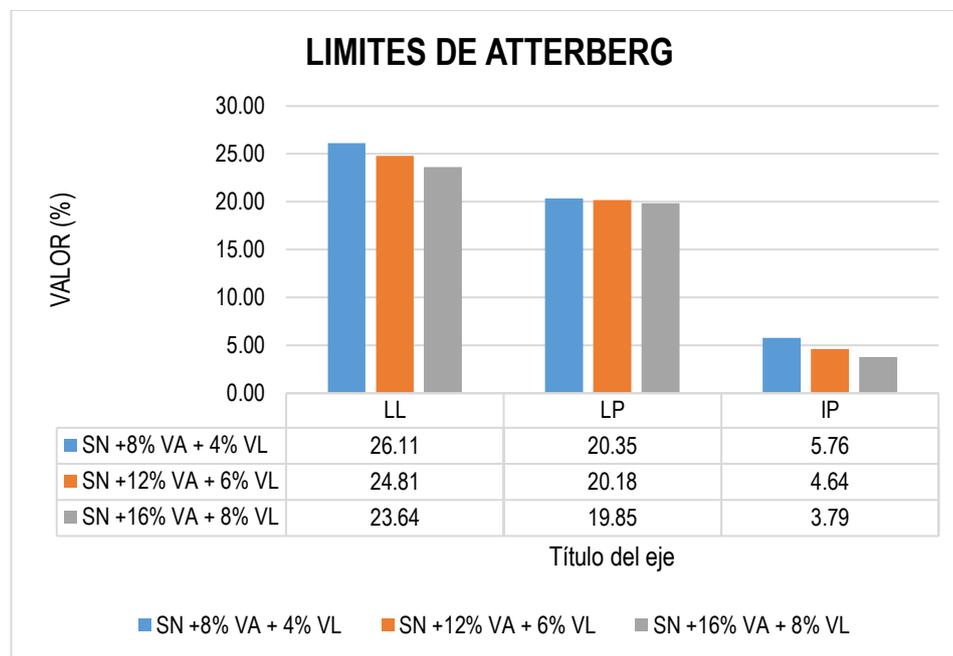


Figura 14. Propiedades físicas: Límites de Atterberg del suelo modificado

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con la tabla 9 y figura 18 se puede identificar que el efecto que otorga las virutas de acero y aluminio en las propiedades físicas (Límites de Atterberg: límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) del terreno natural, es de manera positiva ya que al incorporar el 8% VA + 4% A al suelo natural se caracterizaron los siguientes valores: LL 26.11%, LP: 20.35% e IP: 5.76 identificando un terreno de baja plasticidad de acuerdo Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotécnica y Pavimentos R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14. En tanto al aplicar la cantidad del 12% VA + 6% A en el suelo natural se vio reflejado que los valores de los límites de Atterberg tienden a disminuir, siendo estos: LL: 24.81%, LP: 20.18% e IP: 4.64%, representando un terreno de baja plasticidad y finalmente al incorporar el 16% VA + 8%VL A al suelo natural, los valores del LL, LP e IP tienden a decrecer a un más sus valores siendo estos: LL: 23.64%, LP: 19.85% e IP: 3.79%, concluyendo que tras incorporar los diferentes porcentajes de los aditivos estabilizadores se lograr cambios positivos en la consistencia del terreno.

Propiedades mecánicas

Tabla 13. Resultados del ensayo de Proctor modificado del suelo modificado

Descripción	SN +8% VA	SN +12% VA	SN +16% VA
	+ 4% VL	+ 6% VL	+ 8% VL
Máxima densidad seca (MDS gr/cm ³)	1.86	1.80	1.81
Óptimo contenido de humedad (OCH %)	12.6	11.7	11.9

Fuente: La tabla fue desarrollada a partir de los datos obtenidos del ensayo de Proctor modificado

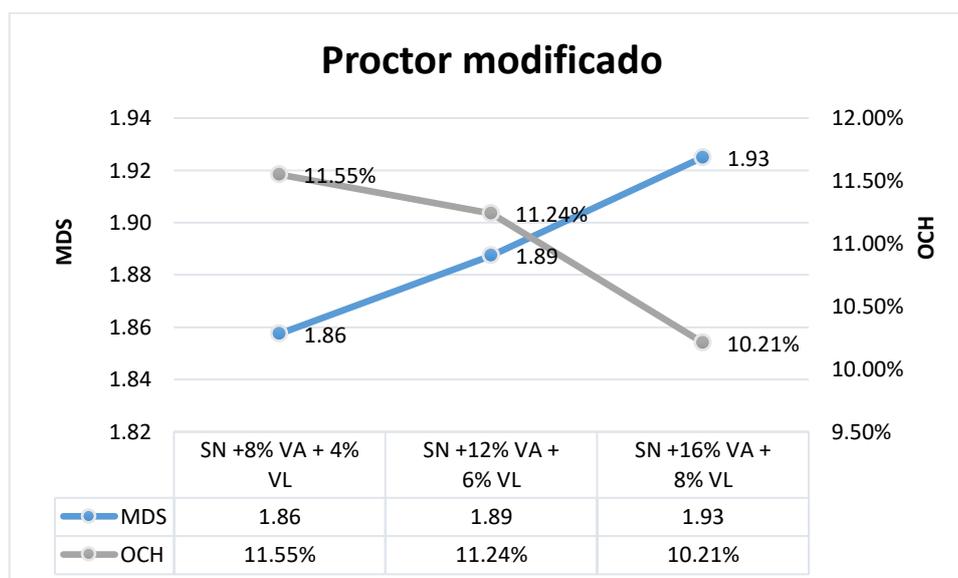


Figura 15. Propiedades mecánicas: Proctor modificado suelo + VA y VL.

Fuente. Elaboración propia

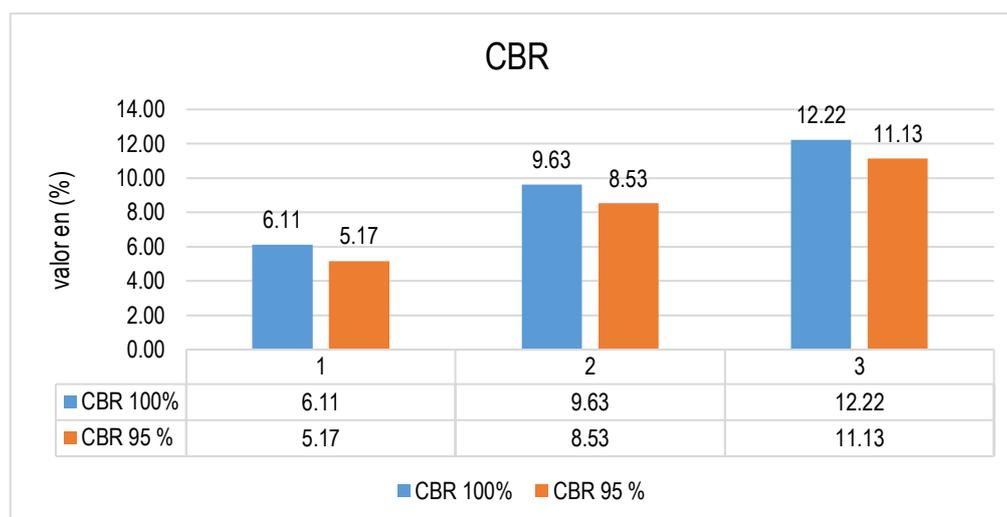


Figura 16. Propiedades mecánicas: ensayo de CBR suelo modificado

Fuente. Elaboración propia

Resultados para el OE4: Evaluación del porcentaje óptimo de adición de virutas de acero y aluminio para mejorar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la carretera Lampa – Palca, Puno.

Tabla 14. *Límites de Atterberg del suelo modificado por adición.*

Ensayos de laboratorio		Suelo natural y modificado			
		Suelo patrón	SN+8%VA+4%VL	SN+12%VA+6%VL	SN+16%VA+8%VL
Límites de atterberg	IP (%)	6.15	5.76	4.64	3.79
Proctor modificado	MDS (gr/cm ³)	1.80	1.86	1.89	1.93
	OCH (%)	12.15	11.55	11.24	10.21
CBR	100%	5.19	6.11	9.63	12.22
	95%	4.19	5.17	8.53	11.13

Fuente: La tabla fue desarrollada a partir de los datos obtenidos del ensayo de laboratorio.

Análisis: De acuerdo con la tabla 9, se puede identificar el % de incorporación que dotó de cambios favorables a las propiedades físicas y mecánicas del terreno natural fue la del (SN+16%VA+8% VL), la cual disminuyó el % de plasticidad del suelo otorgando una mejor consistencia al terreno, disminuyó el % de humedad lo cual otorgó que la máxima densidad incremente logrando un menor empleo del agua y logrando una mejor compactación y reducción de vacíos e incremento los valores de la capacidad de soporte.

V. DISCUSIÓN

En el presente proyecto de investigación, se desarrolló un análisis sobre los comportamientos físico – mecánicos de la subrasante, en donde se analizó primero la muestra patrón luego la muestra patrón con la adición de virutas de acero y aluminio en los porcentajes 8%VA+4%VL, 12%VA+6VL y 16%VA+8VL, por los resultados obtenidos los valores empezaron a variar.

Discusión OE1. – Se describió el tratamiento y las características físicas de las virutas de acero y aluminio con los ensayos realizados como: ensayo granulométrico por tamizado, peso específico y límites de consistencia.

Los resultados que se obtuvieron en la caracterización de las virutas de aluminio fueron: con respecto al ensayo granulométrico y límites de consistencia se pudo determinar que con una clasificación SP – SM (arena pobremente graduada con presencia de limo) según SUCS, su tamaño máximo nominal fue de $\frac{3}{4}$ " finalmente en el ensayo de peso específico obtuvo el valor de 2.62 gr/cm³.

Estos resultados obtenidos son semejantes y presentan gran similitud a sus resultados de los autores Cabalar et al. (2020) donde determinaron la caracterización de su muestra de residuos de aluminio, el cual tenía un peso específico de 2.7 gr/cm³ y su clasificación de acuerdo con la técnica SUCS lo clasifico como SP (arena pobremente graduada).

Exponiendo los resultados obtenidos y con los resultados de nuestro antecedente podemos decir que son similares y concisos debido a que la determinación del peso unitario varia solo por 0.08 gr/cm³ y su clasificación de suelos fue clasificada como SP con respecto al antecedente en discusión, por lo tanto, el objetivo es alcanzado.

Discusión OE2. – Se caracterizó las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural mediante los ensayos de granulometría, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y máxima densidad seca y CBR.

Los resultados obtenidos en la caracterización del suelo natural fueron: índice de plasticidad oscilan del valor de 5.7% a 6.6% clasificado según SUCS y AASHTO como A-4 (6) CL-ML, con respecto al ensayo Proctor modificado se obtuvo los

valores Mds de 1.80 gr/cm³ y un OCH de 12.15% y finalmente en el ensayo de CBR al 100% de la MDS se obtuvo el valor de 5.19.

De acuerdo con el Manual de carreteras (2013), los resultados del suelo natural determinados no son adecuados para una carretera debido a que presenta ineficiencias en la capa subrasante no cumpliendo con lo establecido por la norma. Dicho manual establece que suelos con $IP > 7$ contienen una baja plasticidad y se caracterizan como suelos poco arcillosos plasticidad, también nos indica que las subrasantes que contengan un $CBR < 6\%$ se consideran en las categorías de subrasante pobre.

Exponiendo los resultados del suelo natural y con lo establecido por el manual de carreteras (MTC) se puede determinar que el suelo natural en estudio es ineficiente debido a que esta obtuvo una capacidad de soporte de 5.19% y de acuerdo al manual de carreteras la capacidad de soporte menores al 6% se considera como subrasante pobre.

Discusión OE3. – Se caracterizó las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural más la inclusión de virutas de acero y aluminio en los porcentajes de 8%VA+4%VL, 12% VA+6%VL y 16%VA+8%VL mediante los ensayos de laboratorio límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, máxima densidad seca y CBR.

Los resultados sobresalientes obtenidos del suelo modificado fueron Propiedades físicas: límites de atterberg índice de plasticidad sus valores oscilan desde 5.76% a 3.79%, Propiedades mecánicas, Proctor modificado sus valores obtenidos oscilan desde MDS de 1.93 gr/cm³ y OCH de 11.55% a 1.86 gr/cm³ y OCH de 10.21% y finalmente CBR al 100% se obtuvo el valor de 6.11% a 12.22%.

De acuerdo a Ospina, Chaves y Jiménez (2020), en su artículo científico donde añadía a su suelo natural escorias de acero en los porcentajes de 25%, 50% y 75%, en donde obtuvo sus mejores resultados al incorporar 25% de escorias de acero obteniendo los resultados: IP de 5.8%, OCH de 10.80% y un CBR de 18.57%.

Exponiendo los resultados obtenidos y con los resultados de nuestro antecedente podemos decir que son similares y concisos ya que los valores obtenidos en las propiedades físicas como el IP varía un mínimo de 0.04%, y en sus propiedades

mecánicas la capacidad de soporte se puede notar que los resultados de nuestro antecedente cuenta con un valor de 18.57% en cambio el máximo valor obtenido en la presente investigación con respecto a la capacidad de soporte es de 12.22% teniendo una diferencia de 6.35% por lo tanto el objetivo es alcanzado.

Discusión OE4. – Se evaluó el porcentaje óptimo de adición de virutas de acero y aluminio para mejorar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la carretera Lampa – Palca, Puno.

La muestra modificada que dio mejores resultados ante las propiedades físicas y mecánicas fue la inclusión de virutas de acero y aluminio en los porcentajes de 16%VA+8VL obteniendo valores como: Índice de plasticidad de 3.79%, MDS de 1.93 gr/cm³ y OCH de 10.21% y finalmente un CBR al 100% de la MDS de 12.22%.

Los resultados de Ospina, Chaves y Jiménez (2020), indica que su mejor adición que le dio resultados positivos fue de 25% de escorias de acero, obteniendo un índice de plasticidad de 5.8%, MDS de 1.61 gr/cm³ y OCH de 10.80% y finalmente un CBR de 18.57%.

Exponiendo los resultados obtenidos y comparando con los resultados de nuestro antecedente podemos decir que en la presente investigación los valores máximos obtenidos fueron con la adición de 16%VA+8VL obtenido valores como el IP de 3.79%, CBR de 12.22% comparando con los resultados de nuestro antecedente se puede notar una variación Ip de 2.01% y CBR de 6.35% por lo que no es lejano a nuestros resultados por lo tanto el objetivo es alcanzado.

Discusión OG. – Se usó virutas de acero y aluminio para mejorar de propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno.

Se puede decir con seguridad que la inclusión de virutas de acero y aluminio mejoraron considerablemente las propiedades físico – mecánicas de la subrasante, haciendo incrementar los valores principales para decir que la carretera está estabilizada con un IP de 3.79, MDS de 1.93 y OCH de 10.21% y un CBR de 12.22.

Según el manual de carreteras (2013), establece en la p. 37 cuadro 4.6 que una subrasante estabilizada cuenta con un $IP < 7$ son suelos poco arcillosos, como también nos dice en la p. 40 cuadro 4.10 que si cuenta con un $CBR \geq 10\%$ a $CBR <$

20% se le considera como subrasante BUENA por lo tanto el objetivo es alcanzado debido a que en la presente investigación se llegó a obtener una capacidad de soporte de 12.22% con respecto a la máxima densidad seca llegando a estabilizar o mejorar las propiedades físico – mecánicas de la subrasante.

VI. CONCLUSIONES

Se demostró que la inclusión de virutas de acero y aluminio es posible el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno.

Se concluye que las principales características físicas de las virutas de acero y virutas de aluminio actúan adecuadamente para el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno

Se concluye que las propiedades físico – mecánicas de la subrasante de la carretera Lampa – Palca, Puno, el cual se clasifico según SUCS como un suelo CL – ML, el cual tiene una capacidad de soporte menor al 6%, obteniendo un valor de promedio de 4.2% en donde este resultado se clasifica como una subrasante “pobre” y que requiere un mejoramiento.

En la presente investigación se concluyó que la adición de distintos porcentajes como SN +8% VA + 4% VL, SN +12% VA + 6% y SN +16% VA + 8% VL de inclusión de virutas de acero y aluminio mejoran las propiedades físico – mecánicas de la subrasante que cuenten con las características de CL -ML y con una categoría de subrasante “pobre”

Se concluye que el porcentaje de virutas de acero y aluminio de 16% VA + 8%VL es la que mejor resultado obtuvo en la presente investigación, mejorando las propiedades físico mecánicas de la subrasante en un 135% con respecto a la muestra patrón.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación de virutas de acero y virutas de aluminio puesto que esta mejora las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno, u en otras vías que cuenten con las características similares a los de la muestra patrón de la presente investigación

Se recomiendan las virutas de acero y virutas de aluminio para las subrasantes puesto que sus propiedades físicas brindan una mejora a las propiedades físico mecánicas de la subrasante.

Se recomienda efectuar un mejoramiento de suelos o estabilización de subrasantes que cuenten con una clasificación de suelos como CL – ML y una capacidad portante menores al 6%

Se recomienda emplear los porcentajes de inclusión de virutas de acero y aluminio en 8% VA + 4% VL, 12% VA + 6%VL y 16% VA + 8% VL puesto que ninguna presento disminución negativa con respecto a la muestra natural

Se recomienda la inclusión de virutas de acero y virutas de aluminio en el porcentaje 16% VA + 8% VL obteniendo los mejores resultados en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en esta presente investigación.

REFERENCIAS

1. **Acevedo, German. 2021.** *Análisis a flexión en viga de hormigón, utilizando una dosificación ideal propuesta con agregados pétreos de las canteras Casa Roja y Capilla, del Municipio de Aguazul, cASANARE.* Bucaramanga : Universidad Santo Tomas, 2021.
2. **Ahmed, E. y Behiry, E. 2014.** utilization of a new by-product material for soft subgrade soil stabilization. 2014, Vol. 1, e711, pp. 2-22.
3. *Analisis de la dureza y resistencia a la traccion de un compuesto de matriz metalica Al-SiO₂, utilizando latas de aluminio y cascara de arroz como materia prima.* **ANDRADE, Cesar, VELIZ, Nemesio y MEDINA, Carlos. 2019.** 2, Arequipa : Revista Boliviana de Química, 2019, Vol. 36. ISSN 0250-5460.
4. **ARIAS, Jose. 2020.** *Métodos de investigación online - Herramientas digitales para recolectar datos.* Peru : Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-06461, 2020. ISBN: 978-612-00-5506-9.
5. **Avendaño, Gerson y Chipana, Brandon. 2021.** *Subrasantes arenolimosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021.* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
6. **Basante, E., Villacres, M. and Cruz, L. 2021.** Low resistance subgrade 2D numerical simulation stabilized with oversized granular material (boulders). mayo 5, 2021, Vol. 20, 3, pp. 61-76.
7. *Behavior of expansive soil treated with steel slag, Rice husk ash, and lime.* **Asha, A. and Patra, N. 2016.** 7, India : American Society of Civil Engineers, Julio 07, 2016, ASCE library, Vol. 28. 0899-1561.
8. **Briones, Maria. 2015.** *Zonficacion mediante el sistema unificado de clasificacion de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo, para viviendas unifamiliares en la expansion urbana del anexo Lucmacucho Alto*

- Sector Lucmacucho, distrito de Cajamarca. Cajamarca : Universidad Privada del Norte, 2015.
9. *Caracterización física de las arcillas utilizadas en la fabricación de mampostería.* **García, Ricardo, Florez, Eder y Medina, Yurley. 2016.** 53, Colombia : Revista Espacios, 2016, Vol. 39. 0798-1015.
 10. **Castro, O., y otros. 2017.** Escorrentia y granulometría de sedimentos en suelos con diversos tipos de lodos de depuradora. 2017, Vol. 10, 2, págs. 135-145.
 11. **Chacon, Carlos, Ordoñez , Carlos y Varon, Luis. 2016.** *Clasificación de la fracción fina de materiales provenientes de cantera aledañas a Bogotá, a partir de su valor de azul de metileno y su relación con la clasificación por el sistema unificado y sistema AASHTO.* Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2016.
 12. **Coronel, Gustavo. 2019.** *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados en el modelamiento de una presa de tierra, Lambayeque.* Perú : Universidad Señor de Sipán, 2019.
 13. **CRUZ, David y YAURI, Erky. 2020.** *Propiedades mecánicas de una base granular incorporando escoria de acero mediante el ensayo CBR – Cantera Yauri, Chicama, 2019.* Trujillo : Universidad Cesar Vallejo, 2020.
 14. **Dallas, N. and Syam , N. 2009.** *Recommended practice for Stabilization of subgrade soils and base materials.* Texas Transportation Institute, Texas, EE.UU. : Onlinepubs.trb.org, 2009.
 15. **Delgado, A., et al. 2020.** Zero-waste process for the transformation of a hazardous aluminum waste into a raw material to obtain zeolites. 2020, Vol. 255, pp. 1-25.
 16. **Duarte, María y Rojas, Herman. 2017.** *Obtención del límite líquido y límite plástico usando el penetrometro de cono de caída, considerando los diferentes conos existentes en la literatura para un suelo bentonítico.* Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2017.

17. *Efecto estabilizador de la escoria de aluminio en suelos lateríticos tropicales*. **BUSARI, Aa., y otros. 2018.** Nigeria : Revista internacional de investigación en ingeniería en africa , 2018, Vol. 39. 1663-4144.
18. *El protocolo de investigación III: la población de estudio.* **ARIAS, Jesus, VILLASIS, Miguel y MIRANDA, Maria. 2016.** 2, Mexico : Revista Alergia México, 2016, Vol. 63, págs. 201-206. ISSN: 0002-5151.
19. *Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas.* **CHAVARRY, Carlos, FIGUEROA, Rosario y REYNAGA, Rossy. 2020.** 1, Lima : Polo del conocimiento, 2020, Vol. 4. 2550-682X.
20. **Gallardo, R., Martínez, C. y Muñoz, A. 2020.** Características de un suelo plástico para estabilizaciones con cementantes. Abril de 2020, Vol. 25, Extra 2, págs. 6-13.
21. **Gonzales, Angela. 2021.** *Diagnostico de avances investigativos de fuentes de agregados pétreos en Colombia y Bocayá para obras civiles.* Colombia : Universidad Santo Tomás, 2021.
22. **Guerrero, C. y Cruz, V. 2018.** Estudio experimental de clasificación de suelos derivados de cenizas volcánicas en el suroccidente colombiano con el método SUCS, el AASHTO y un nuevo método de clasificación de suelos. 21 de Marzo de 2018, Vol. 36, 2, págs. 378-397.
23. **Gutierrez, Luis. 2021.** *Influencia del tereftalato de polietileno reciclado en la subrasante de la carretera tramo Pucaloma - Maukallaqta, Ayacucho - 2021.* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
24. **Hofmann y Vratny. 2021.** Duros con el acero, nuevos expertos en el arranque de virutas de acero y fundición. 2021, Vol. 25, 86, págs. 22-23.
25. **Huan, L., et al. 2016.** Cohesive soil stabilized using sewage sludge ash/cement and nano aluminium oxide. Noviembre 28, 2016, Vol. 1, 1, pp. 83-99.
26. *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria.* **LOZADA, Jose. 2015.** 1, Ecuador : CienciAmérica: Revista de divulgación

- científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 2015, Vol. 3, págs. 47-50. ISSN-e 1390-9592.
27. **Jing, R., y otros. 2020.** Dynamic shear modulus and damping ratio of compacted silty clay subjected to freeze - thaw cycles. 05 de Enero de 2020, Vol. 31, 10.
28. **Junco, J. y Tejada , E. 2016.** Consideraciones acerca de la actividad de las arcillas en la estabilización de suelos con sales cuaternarias de amonio. 18 de Noviembre de 2016, Vol. 7, 3, págs. 1-12.
29. **Kai, L., et al. 2021.** An eco-friendliness inductive asphalt mixture comprising waste steel shaving and waste ferrites. [ed.] Universidad Tecnológica de Hefei. Febrero 10, 2021, Vol. 283.
30. *La Necesidad de Aplicar el Método Científico en Investigación Clínica. Problemas, Beneficios y Factibilidad del Desarrollo de Protocolos de Investigación.* **OTZEN, Tamara, y otros. 2017.** 3, Chile : International Journal of Morphology, 2017, Vol. 35, págs. 1031-1036. ISSN 0717-9502.
31. **Leon , D. y Peña, E. 2017.** *Estabilización de la subrasante mediante el uso de escoria de hornos eléctricos en la pavimentación del JR. Bolognesi del PP.JJ de Mayo - Chimbote.* Universidad Nacional del Santa, Chimbote : 2017.
32. **Leon, Josecarlos. 2021.** *Influencia de la energía de compactación en la densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad del suelo granular de la cantera Agocucho, Cajamarca -2017.* Peru : Universidad Privada del Norte, 2021.
33. **Lopez, Griselda. 2020.** *Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Proctor modificado.* Valencia : Universidad Politécnica de Valencia, 2020.
34. **Mahinroosta, M. and Allahverdi, A. 2018.** Hazardous aluminum dross characterization and recycling strategies: A critical review. 2018, Vol. 223, pp. 452-468.

35. **Mesa, D. y Tschipstschin, A. 2007.** Caracterización de propiedades mecánicas en aceros inoxidables martensíticos nitrurados en alta temperatura. 31 de Mayo de 2007, Vol. 13, 34.
36. **MTC. 2013.**
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf. *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. [En línea] 18 de Febrero de 2013. [Citado el: 18 de Junio de 2021.]
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf.
37. —. **2016.** <https://portal.mtc.gob.pe>. [En línea] Mayo de 2016. [Citado el: 20 de Junio de 2021.]
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf.
38. —. **2018.** portal.mtc.gob.pe. *Caminos y ferrocarriles / Manual de carreteras*. [En línea] 2018. [Citado el: 20 de Junio de 2021.]
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html.
39. **Ocupa, S. y Troyes, H. 2021.** *Adición de escorias de acero para estabilizar la subrasante en la carretera Tramo Puente Blanco - Chunchuquillo, Colasay - Jaen - Cajamarca - 2021*. Universidad Cesar Vallejo, Lima : 2021.
40. **Odar, G., Chavez, D. y Silvera, M. 2019.** Método de estabilización con cal en subrasante para pavimentos rígidos diseñado por AASHTO 93 en proyectos viales con presencia de bofedales. 24 de Julio de 2019, Vol. 19, 17, págs. 1-6.
41. **Ospina, M., Chaves, S. y Jimenez, L. 2020.** Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escorias de acero. 26 de Febrero de 2020, Vol. 11, 1, pág. 185*196.
42. **PAYNE, Dalia. 2017.** *Estabilización de la subrasante de carreteras empleando escorias de acería*. Holguin : Universidad de Holguin, 2017.
43. **Perez, L., y otros. 2019.** Potencialidad de la mezcla escoria de cubilote cascarilla de laminación - viruta de aluminio para obtener un material

- puzolanico mediante aluminotermia. 05 de Diciembre de 2019, Vol. 35, 4, págs. 464-479.
44. **Perez, W., Olaya, J. y Arenas, J. 2017.** Influencia de las condiciones del tratamiento termico sobre las propiedades mecanicas del acero 5160H. 2017, Vol. 36, 1, págs. 23-31.
45. **Pilatasig, Lisbeth. 2021.** *Analisis comparativo entre los valores del limite liquido obtenidos por copa de casagrande y penetrometro de cono para suelos finos del canton Pastaza, Provincia de Pastaza.* Ecuador : Universidad Tecnica de Ambato, 2021.
46. **PINO, Raul. 2018.** *Metodología de la Investigación - Elaboración de diseños para contrastar hipotesis.* Lima : San Marcos, 2018.
47. **Ramirez, Silvia. 2021.** *Analisis comparativo entre los valores del limite liquido obtenidos por copa de casagrande y penetrometro de cono para suelos granulares del canton ambato, provincia de tugurahua.* Ecuador : Universidad Tecnica de Ambato, 2021.
48. *Revisiting Relationships among Specific Surface Area, Soil Consistency Limits, and Group Index of Clays.* **Deng, Y., Liu, Q y Cuy, Y. 2018.** 2018. 0090-3973.
49. **Rivera, J., y otros. 2020.** Estabilizacion quimica de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente. 31 de Mayo de 2020, Vol. 84, 2, págs. 202-226.
50. **Rondon , H., Fernandez, W. y Hernandez, J. 2017.** Influencia de la rigidez de la subrasante y las capas granulares sobre la vida a fatiga de mezclas asfálticas. Diciembre de 2017, 31, págs. 53-72.
51. **Sarmiento , J. y Buitrago, F. 2018.** *Ensayos de corte directo (Parte A) para caracterizacion de subrasantes blandas de baja capacidad portante durante el proceso de falla al corte registrado por imagenes representativas .* Universidad Militar de Nueva Granada, Bogota, Colombia : 2018.

52. **Sunil, K. and Mandal, J. 2021.** Experimental study on bamboo grid reinforced copper slag overlying soft subgrade, construction and building materials. Agosto 30, 2021, Vol. 306.
53. *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio.* **Otzen, T. y Manterola, C. 2017.** 1, Chile : Int. J. Morphol., 2017, Vol. 35, págs. 227-232. ISSN 0717-9502.
54. **Torres, J., y otros. 2021.** *Aplicacion industrial de modelos numericos de extrusion de aluminio.* Argentina : Repositorio Institucional de la UNLP, 2021. págs. 65-69. 978-950-34-2049-2.
55. **Torres, Y. 2019.** *Estabilizacion de suelos cohesivos utilizando escoria de cobre para su uso como subrasante mejorada .* Universidad Nacional de Ingenieria (UNI), Lima : 2019.
56. **Trejo, L., y otros. 2021.** Obtencion de $\alpha = [Al]_{2O_3}$ a partir de escorias de aluminio. 12 de Diciembre de 2021, Vol. 9, 2, págs. 82-85.
57. *Use of Aluminum Residue and Recycled Asphalt Pavement Materials to Stabilize Silty Clay Soil.* **Bassam, M. 2016.** 4, Jordan : Chemicals & Chemistry, Diciembre 30, 2016, Vol. 22. 1076-0342.
58. **USECHE, Maria, y otros. 2019.** *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos.* Colombia : Universidad de La Guajira, 2019. ISBN: 978-956-6037-04-0.
59. **Vargas, Nadia. 2017.** *Efecto de la adicion de fibra de polímeros reciclados en el valor de CBR de suelos granulares en pavimentos.* Huancayo : Universdiad Continental , 2017.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables

Variable independiente: virutas de acero y aluminio

Definición conceptual	Definición operacional
<p>Las virutas de acero se considera una aleación entre el hierro y un porcentaje de carbono el cual varía entre el 0.03% y 1.075%, estos componentes se encuentran en la naturaleza y se pueden reciclar sin perder sus propiedades (Palomares, y otros, 2018), las virutas de aluminio es un material que se extrae de los residuos de grandes industrias o como también de los residuos, proviene de la naturaleza el cual parte de la bauxita para luego convertirse en aluminio (Briceño, y otros, 2012).</p>	<p>Las virutas de acero y aluminio se pueden obtener de dos formas: comprar o reciclar, estas son de forma ondulada o rizada de dimensiones pequeñas en milímetros, estas virutas se aplicarán los porcentajes 8%VA+4%VL, 12% VA+6%VL y 16%VA+8%VL a la subrasante, para determinar si estas mejoran las propiedades físico-mecánicas de la subrasante se someterá a distintos ensayos de laboratorio: análisis granulométrico, límites de consistencia, Proctor modificado y ensayo de CBR, como también se ara el uso de fichas de recolección de datos.</p>

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Virutas de acero y aluminio	Tamaño	$\frac{3}{4}$ "	Razón
	Dosificación	Virutas de acero 8%, 12% y 16% Virutas de aluminio 4%, 6% y 8%	Razón

Variable dependiente: Mejoramiento de las propiedades de la subrasante

Definición conceptual	Definición operacional
<p>La subrasante es la capa del terreno el cual se forma debido al movimiento de tierras donde se impondrá una estructura vial o también se conceptualiza por la capa superior del terraplén donde se asentará el pavimento y estará conformada por distintos suelos o capas con características físico-mecánicas óptimas para hacer frente al tránsito y el clima (Andaluz, 2022).</p>	<p>La subrasante es la capa ultima profunda de la infraestructura vial por lo que esta debe de contener características a condición, como las propiedades físico-mecánicas optimas, para ello se realiza una cadena de ensayos: clasificación de suelos, granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado y ensayo de CBR, una vez obtenido los resultados se conocerá si dicho suelos requerirá o no un mejoramiento.</p>

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante	Dosificación	8%VA+4%VL	Razón
		12%VA+6%VL	
		16%VA+8%VL	
	Propiedades físicas	Clasificación de suelos	Razón
		Granulometría	Razón
		Límites de Atterberg	Razón
		Propiedades mecánicas	Proctor modificado
		CBR	Razón

Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Con el Uso de virutas de acero y aluminio se podrá mejorar las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno?	<p>Objetivo general</p> <p>Usar virutas de acero y aluminio para mejoramiento de propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno.</p>	Si se usa virutas de acero y aluminio es posible mejorar las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno.	<p>Variable Independiente:</p> <p>Uso de virutas de acero y aluminio</p>	<p>Descripción del tratamiento y las características físicas de las virutas de acero y aluminio para mejorar las propiedades físico – mecánicas de la subrasante</p>	<p>Tratamiento:</p> <p>Forma de recolección de las muestras de virutas de acero y aluminio</p> <p>Selección de las muestras de virutas de acero y aluminio</p> <p>Propiedades Físicas de las virutas de acero y aluminio</p> <p>Granulometría (%)</p> <p>Peso específico (gr/cm³)</p>
	<p>Objetivos específicos</p> <p>DESCRIBIR el tratamiento y las características físicas de las virutas de acero y aluminio para mejorar las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca.</p>			<p>Caracterización de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante</p>	<p>Propiedades físicas:</p> <p>Granulometría (%)</p> <p>Limite líquido (%)</p> <p>Limite plástico (%)</p> <p>Índice de plasticidad</p> <p>Propiedades mecánicas</p> <p>Máxima densidad seca (gr/cm³)</p> <p>CBR (%)</p>
	<p>CARACTERIZAR las propiedades físicas (granulometría, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) y mecánicas (máxima densidad seca y CBR) de la subrasante de la carretera Lampa – Palca, Puno</p>			<p>Análisis de la inclusión de las virutas de acero y aluminio</p>	<p>Propiedades físicas:</p> <p>Limite líquido con 8%VA+4%VL, 12%VA+6VL y 16%VA+8VL</p> <p>Limite plástico con 8%VA+4%VL, 12%VA+6VL y 16%VA+8VL</p> <p>Índice de plasticidad con 8%VA+4%VL, 12%VA+6VL y 16%VA+8VL</p> <p>Propiedades mecánicas</p> <p>Máxima densidad seca (gr/cm³) con 8%VA+4%VL, 12%VA+6VL y 16%VA+8VL</p> <p>CBR (%) con 8%VA+4%VL, 12%VA+6VL y 16%VA+8VL</p>
	<p>ANALIZAR las propiedades físicas (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) y mecánicas (máxima densidad seca y CBR) de la subrasante con la inclusión de virutas de acero y aluminio en los porcentajes de 8%VA+4%VL, 12%VA+6%VL y 16%VA+8%VL de la carretera Lampa – Palca, Puno.</p>			<p>Variable Dependiente:</p> <p>Mejoramiento de las propiedades de la subrasante</p>	<p>Evaluación de la variación porcentual de las propiedades físico - mecánicas</p>

Anexo 3. Validación de instrumentos

**INSTRUMENTO DE INVESTIGACION
(CASO INFRAESTRUCTURA VIAL)**

Lugar : Carretera Lampa-Palca, Puno 2022

fecha: 12/02/2022

Observador: Armejo Llanos, Jhon Wilfredo

Validado por los expertos:

N°	Validadores			Coeficiente de validez
	Nombre y apellido	CIP		
01	HUGO DARIO RICARDO SANDORI	269718		0.85
02	SAUL YONATHAN ARCOYO CURO	270784		0.82
	Valor promedio del coeficiente de validez			0.835 VALIDEZ: <i>IT. ACEPTABLE</i>

Ítem	Indicador	Unidad	Valor aproximado	Referencia	Observación
1	Estudio de tránsito				
1.1	IMDA	Veh/día	IMDA < 200 veh/día		
2	Estudio de mecánica de suelos				
2.1	Granulometría	%		MTC E 107 y ASTM D 422	
2.4	Índice de plasticidad	%		MTC E 111 y ASTM D 4318	
2.5	Densidad seca máxima	Gr/cm ³		MTC E 115 y ASTM D 1557	
2.6	CBR al 95% de la MDS	%		MTC E 115 y ASTM D 1883	
2.7	CBR al 100% de la MDS	%		MTC E 115 y ASTM D 1883	

Formato de Validación de Juicio de Expertos

I. Datos Generales

Validador	<i>Hugo Darío Machaca Condori</i>
Fecha	03 de marzo del 2022
Cargo e institución donde labora	<i>Compañía D'OWD S.C</i>
Instrumento a validar	Ficha de observación de los indicadores límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad
Objetivo del instrumento	Obtener los valores de LL, LP e IP.
Autor(es) del instrumento	

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador.
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador.
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador.

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
Total			4	6	

Nota: Donde 0.00 a 0.65 (Validez inaceptable); 0.66 a 0.81 (validez mínimamente aceptable); 0.85 a 1.00 (validez aceptable)

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \frac{26}{30} = 0.86$$



Hugo Darío Machaca Condori
CIP: 269718

Formato de Validación de Juicio de Expertos

I. Datos Generales

Validador	<i>Hugo Darío Machaca Condoni</i>
Fecha	03 de marzo del 2022
Cargo e institución donde labora	<i>Corporación DiSUD S.O.C</i>
Instrumento a validar	Ficha de observación del indicador densidad seca máxima
Objetivo del instrumento	Obtener los valores de densidad seca máxima y contenido de humedad óptimo
Autor(es) del instrumento	

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador.
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador.
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador.

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
Total			5	5	

Nota: Donde 0.00 a 0.65 (Validez inaceptable); 0.66 a 0.81 (validez mínimamente aceptable); 0.85 a 1.00 (validez aceptable)

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \frac{25}{30} = 0.83$$



Ing. Hugo Darío Machaca Condoni
 CIP 269718

Formato de Validación de Juicio de Expertos

I. Datos Generales

Validador	<i>Hugo Darío Machaca Condoni</i>
Fecha	03 de marzo del 2022
Cargo e institución donde labora	<i>Corporación D'Alto S.D.C</i>
Instrumento a validar	Ficha de observación del indicador CBR
Objetivo del instrumento	Obtener los valores de capacidad de soporte (CBR)
Autor(es) del instrumento	

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador.
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador.
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador.

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
Total			4	6	

Nota: Donde 0.00 a 0.65 (Validez inaceptable); 0.66 a 0.81 (validez mínimamente aceptable); 0.85 a 1.00 (validez aceptable)

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \frac{26}{30} = 0.86$$



Hugo Darío Machaca Condoni
Ing. Hugo Darío Machaca Condoni
CIP 269718

Formato de Validación de Juicio de Expertos

I. Datos Generales

Validador	Soul Yonathan Aracayo Curo
Fecha	03 de marzo del 2022
Cargo e institución donde labora	COMPAÑÍA D'OLVIDO S.A.C
Instrumento a validar	Ficha de observación del indicador CBR
Objetivo del instrumento	Obtener los valores de capacidad de soporte (CBR)
Autor(es) del instrumento	

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador.
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador.
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador.

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
Total			4	6	

Nota: Donde 0.00 a 0.65 (Validez inaceptable); 0.66 a 0.81 (validez mínimamente aceptable); 0.85 a 1.00 (validez aceptable)

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \frac{24}{30} = 0.8$$



Soul Yonathan Aracayo Curo
CIP 270784
INGENIERO CIVIL

Ing. Soul Yonathan Aracayo Curo
CIP: 270784

Formato de Validación de Juicio de Expertos

I. Datos Generales

Validador	SOL YONOTHAN ARCOYO CURO
Fecha	03 de marzo del 2022
Cargo e institución donde labora	EMPRESA D'OLVID SAC
Instrumento a validar	Ficha de observación de los indicadores límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad
Objetivo del instrumento	Obtener los valores de LL, LP e IP.
Autor(es) del instrumento	

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador.
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador.
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador.

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
Total			5	5	

Nota: Donde 0.00 a 0.65 (Validez inaceptable), 0.66 a 0.84 (validez mínimamente aceptable); 0.85 a 1.00 (validez aceptable)

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \frac{25}{30} = 0.83$$



Ing. SOL YONOTHAN ARCOYO CURO
CIP: 270784

Formato de Validación de Juicio de Expertos

I. Datos Generales

Validador	SOL YONATHAN ARDABO CERO
Fecha	03 de marzo del 2022
Cargo e institución donde labora	COORDINACIÓN D' DUDA
Instrumento a validar	Ficha de observación del indicador densidad seca máxima
Objetivo del instrumento	Obtener los valores de densidad seca máxima y contenido de humedad óptimo
Autor(es) del instrumento	

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador.
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador.
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador.

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
Total			5	5	

Nota: Donde 0.00 a 0.65 (Validez inaceptable); 0.66 a 0.84 (validez mínimamente aceptable); 0.85 a 1.00 (validez aceptable)

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \frac{25}{30} = 0.83$$



Ing. Sol YONATHAN ARDABO CERO
CIP: 270754

Anexo 4. Instrumento de recolección de datos

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO							
	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA							
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
	tesista:	Armejo Llanos, Jhon Wilfredo						
estudio de trafico IMDA								
Carretera	Dia	Fecha	Combi	Camioneta	Auto	Camion	Total conteo	
Lampa - Palca	Jueves	17/03/2022	2	2	1	0	5	
Lampa - Palca	Viernes	18/03/2022	2	1	1	1	5	
Lampa - Palca	Sabado	19/03/2022	1	3	1	0	5	
Lampa - Palca	Domingo	20/03/2022	2	2	1	0	5	
Lampa - Palca	Lunes	21/03/2022	2	2	0	0	4	
Lampa - Palca	Martes	22/03/2022	0	1	2	0	3	
Lampa - Palca	Miercoles	23/03/2022	3	1	2	1	7	
Total conteo								34
Promedio								5

Clasificacion vehicular del IMDA	
Vehiculos ligeros	90.00%
Autos	20.00%
Camionetas	20.00%
Camioneta rural combi	40.00%
Vehiculos pesados	10.00%



INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN N° 01

ENCUESTA PARA DESCRIBIR EL USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO	
Tesista:	Armejo Llanos, Jhon Wilfredo
Tema de investigación	Uso de virutas de acero y aluminio para mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno
Datos generales	
Nombre de la empresa	TORNERIA ORLANDO
Representante legal	ORLANDO LORICO RAMONI
Dirección	DV. INGENIERIA N° 237
N° de celular: 959 254809	Fecha: 12/03/2022

1. Tipo de establecimiento

Tornería Vidriería Metal mecánica Otro *Producción*
(Especificar)

2. Tipo de trabajo que realiza el establecimiento (Puede marcar más de una opción)

Fresado Torneado Aserrado Otro
(Especificar)

3. Tipo de residuos de genera

Virutas de acero Virutas de aluminio Ambos y otros

4. Producción diaria (kg)

5 – 10 11 - 20 > 20

5. ¿Posee virutas de acero almacenadas por más de 6 meses? (Solo si genera virutas de acero)

SI NO

6. Destino de los residuos que genera (virutas de acero y/o aluminio)

LOS RESIDUOS SE BOTAN NO CUENTAN CON UN SISTEMA DE RECICLAJE

Nombre del encuestado ORLANDO LORICO RAMONI



INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN N° 01

ENCUESTA PARA DESCRIBIR EL USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO	
Tesista:	Armejo Llanos, Jhon Wilfredo
Tema de investigación	Uso de virutas de acero y aluminio para mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno
Datos generales :	ZEUS GLOSS INGRID FLOR QUISPE QUISPE
Nombre de la empresa	ZEUS GLOSS
Representante legal	INGRID FLOR QUISPE QUISPE
Dirección	JR. SAN SALVADOR 172 - C2 L111
N° de celular:	989482360
Fecha:	13/02/2022

1. Tipo de establecimiento

Tornería Vidriería Metal mecánica Otro
(Especificar)

2. Tipo de trabajo que realiza el establecimiento (Puede marcar más de una opción)

Fresado Torneado Aserrado Otro
(Especificar)

3. Tipo de residuos de genera

Virutas de acero Virutas de aluminio Ambos

4. Producción diaria (kg)

5 – 10 11 - 20 > 20

5. ¿Posee virutas de acero almacenadas por más de 6 meses? (Solo si genera virutas de acero)

SI NO

6. Destino de los residuos que genera (virutas de acero y/o aluminio)

SE VENDE POR RESÍDUOS O CHOTARRERÍAS

Nombre del encuestado INGRID FLOR QUISPE QUISPE



INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN N° 01

ENCUESTA PARA DESCRIBIR EL USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO	
Tesista:	Armejo Llanos, Jhon Wilfredo
Tema de investigación	Uso de virutas de acero y aluminio para mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno
Datos generales	
Nombre de la empresa	VIRONERÍAS "Dilas"
Representante legal	YANEL DILAS QUIPE
Dirección	AV. HUANCANE # 792
N° de celular: 914915010	Fecha: 12/02/2022

1. Tipo de establecimiento

Tornería Vidriería Metal mecánica Otro
(Especificar)

2. Tipo de trabajo que realiza el establecimiento (Puede marcar más de una opción)

Fresado Torneado Aserrado Otro
(Especificar)

3. Tipo de residuos de genera

Virutas de acero Virutas de aluminio Ambos

4. Producción diaria (kg)

5 – 10 11 - 20 > 20

5. ¿Posee virutas de acero almacenadas por más de 6 meses? (Solo si genera virutas de acero)

SI NO

6. Destino de los residuos que genera (virutas de acero y/o aluminio)

DIRECTAMENTE AL BORDERO.

Nombre del encuestado	YANEL DILAS QUIPE	
-----------------------	-------------------	--



INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN N° 01

ENCUESTA PARA DESCRIBIR EL USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO	
Tesista:	Armejo Llanos, Jhon Wilfredo
Tema de investigación	Uso de virutas de acero y aluminio para mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno
Datos generales	
Nombre de la empresa	TURNERÍA VYN
Representante legal	MIGUEL ANGEL VILCA NOA
Dirección	AV. HERODES DEL PACÍFICO N° 123
N° de celular: 943714981	Fecha: 12/02/2022

1. Tipo de establecimiento

Tornaría Vidriería Metal mecánica Otro
(Especificar)

2. Tipo de trabajo que realiza el establecimiento (Puede marcar más de una opción)

Fresado Torneado Aserrado Otro
(Especificar)

3. Tipo de residuos de genera

Virutas de acero Virutas de aluminio Ambos

4. Producción diaria (kg)

5 – 10 11 - 20 > 20

5. ¿Posee virutas de acero almacenadas por más de 6 meses? (Solo si genera virutas de acero)

SI NO

6. Destino de los residuos que genera (virutas de acero y/o aluminio)

NINGUNA FORMA DE TRATAMIENTO, DESECHOS VAN DIRECTAMENTE A LOS BOTADEROS

Nombre del encuestado	Miguel Angel Vilca Noa	
-----------------------	------------------------	--

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN N° 01

ENCUESTA PARA DESCRIBIR EL USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO	
Tesista:	Armejo Llanos, Jhon Wilfredo
Tema de investigación	Uso de virutas de acero y aluminio para mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno
Datos generales	
Nombre de la empresa	"CHURO GLASSWARE"
Representante legal	Vilma Paricahua Chura
Dirección	J. Puno # 739 Urb 28 de Julio
N° de celular:	984303899 Fecha: 14-02-2022

1. Tipo de establecimiento

Tornaría
 Vidriería
 Metal mecánica
 Otro
 (Especificar)

2. Tipo de trabajo que realiza el establecimiento (Puede marcar más de una opción)

Fresado
 Torneado
 Aserrado
 Otro
 (Especificar)

3. Tipo de residuos de genera

Virutas de acero
 Virutas de aluminio
 Ambos

4. Producción diaria (kg)

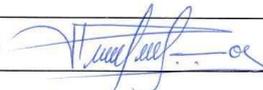
5 – 10
 11 - 20
 > 20

5. ¿Posee virutas de acero almacenadas por más de 6 meses? (Solo si genera virutas de acero)

SI
 NO

6. Destino de los residuos que genera (virutas de acero y/o aluminio)

SE VENDE LOS RESIDUOS A CHOTARRERÍAS Y LAS VIRUTAS DE ALUMINIO MAS PEQUEÑOS SE VA DIRECTAMENTE AL TACHO

Nombre del encuestado	Vilma Paricahua Chura 
-----------------------	--



INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN N° 01

ENCUESTA PARA DESCRIBIR EL USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO	
Tesista:	Armejo Llanos, Jhon Wilfredo
Tema de investigación	Uso de virutas de acero y aluminio para mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca, Puno
Datos generales	
Nombre de la empresa	Vistorneria
Representante legal	Vinzen Jhonatan Alva Cuello
Dirección	Jr. Calixto Arostegui 447
N° de celular: 984 908012	Fecha: 14/02/2022

1. Tipo de establecimiento

Tornaría Vidriería Metal mecánica Otro
(Especificar)

2. Tipo de trabajo que realiza el establecimiento (Puede marcar más de una opción)

Fresado Torneado Aserrado Otro
(Especificar)

3. Tipo de residuos de genera

Virutas de acero Virutas de aluminio Ambos

4. Producción diaria (kg)

5 – 10 11 - 20 > 20

5. ¿Posee virutas de acero almacenadas por más de 6 meses? (Solo si genera virutas de acero)

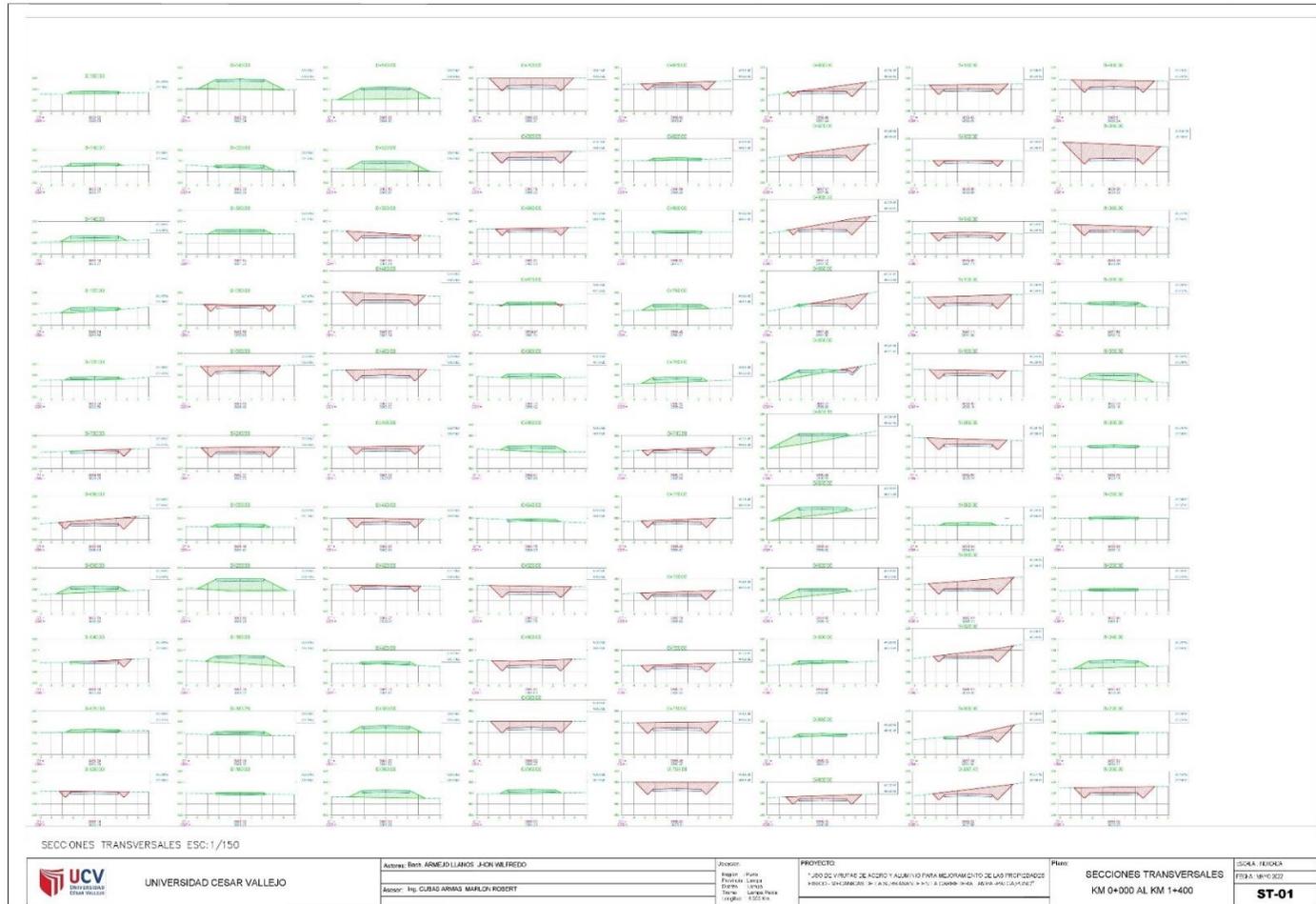
SI NO

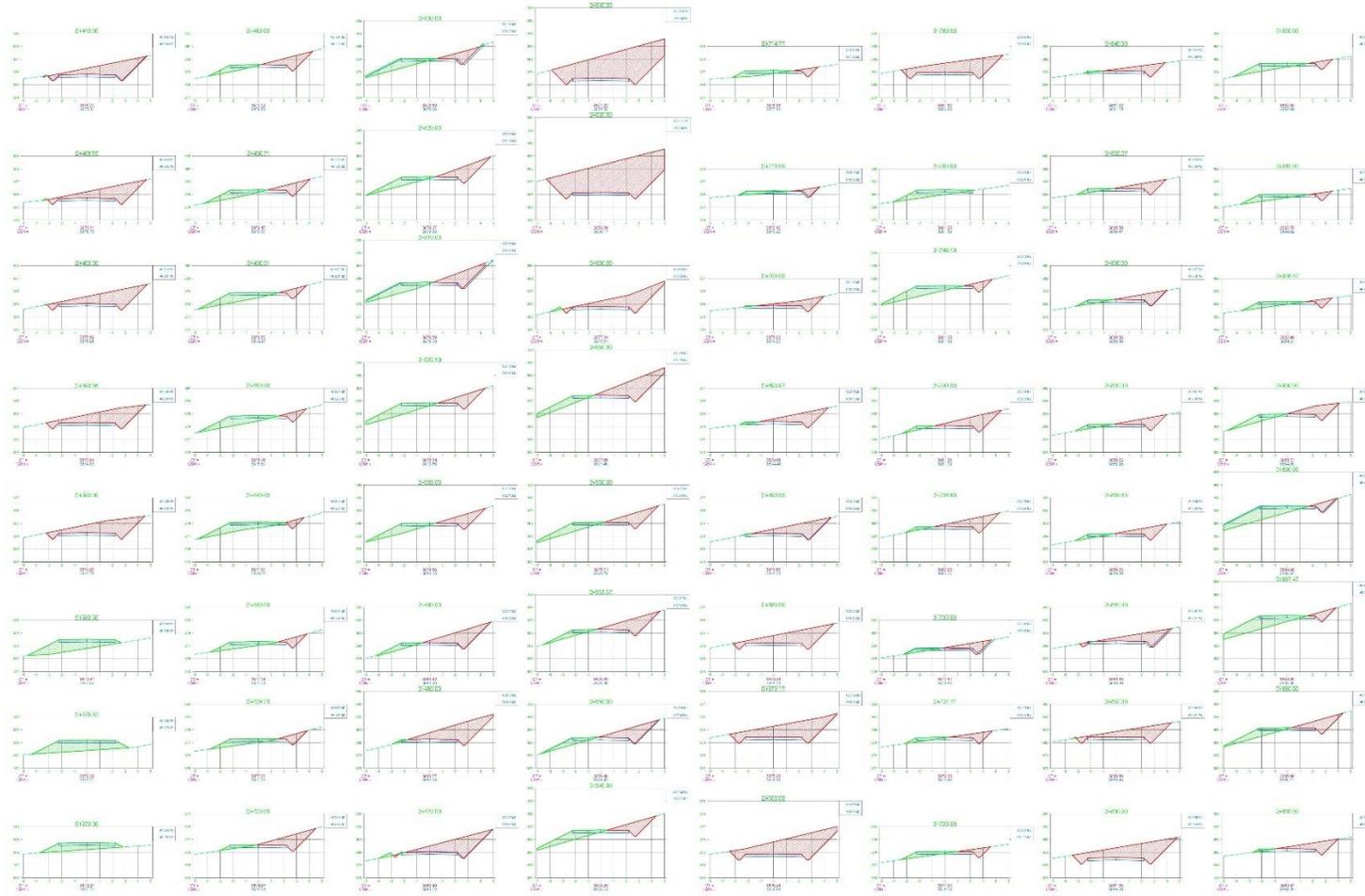
6. Destino de los residuos que genera (virutas de acero y/o aluminio)

Los residuos los boto de frente a los botaderos.

Nombre del encuestado	Vinzen Jhonatan Alva Cuello
-----------------------	-----------------------------

Anexo 5. Planos topográficos





SECCIONES TRANSVERSALES ESC:1/150



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

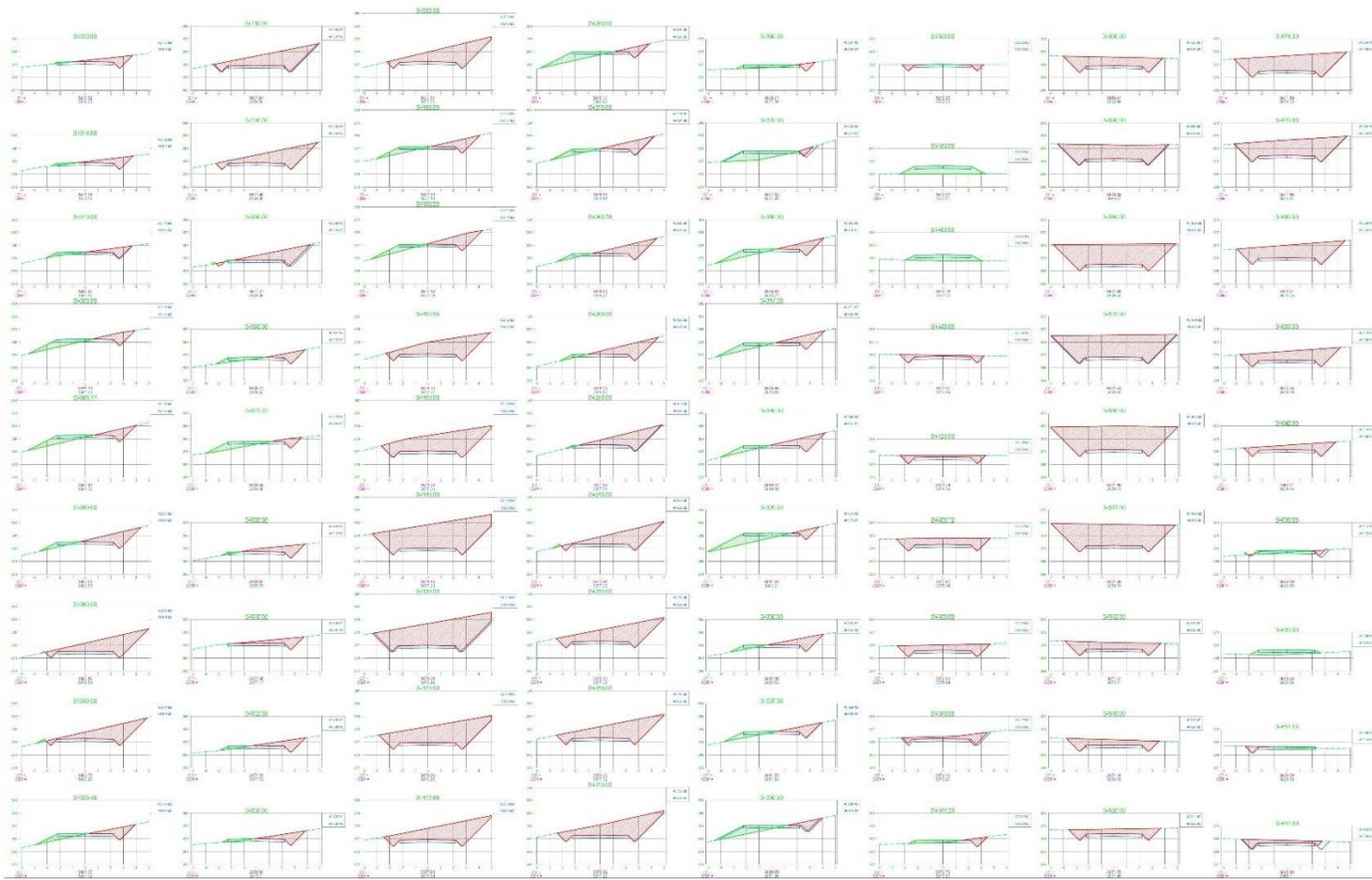
Autor: Bach. ARMEJO LLANOS JHON WALTER
 Asesor: Ing. CUBAS ARMAS MARLON ROBERT

REGION: PUNO
 PROVINCIA: TARIJA
 CANTÓN: LAMPAS
 TÍTULO: LÍNEA DE PASADIZO
 LONGITUD: 2.000 M

PROYECTO:
 TÍTULO: DISEÑO DE ACERQUE Y ALMOCENA PARA EL PASADIZO DE 2.000 M DE LONGITUD EN LA CARRETERA LAMPAS-PUNO
 SUBC: INICIANDO DE LA SUBESTACIÓN EN LA CARRETERA LAMPAS-PUNO

Plan: SECCIONES TRANSVERSALES
 KM 2+370 AL KM 2+920

ESCALA: 1:1000
 FECHA: MAYO 2022
ST-03



SECCIONES TRANSVERSALES ESC: 1/150



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

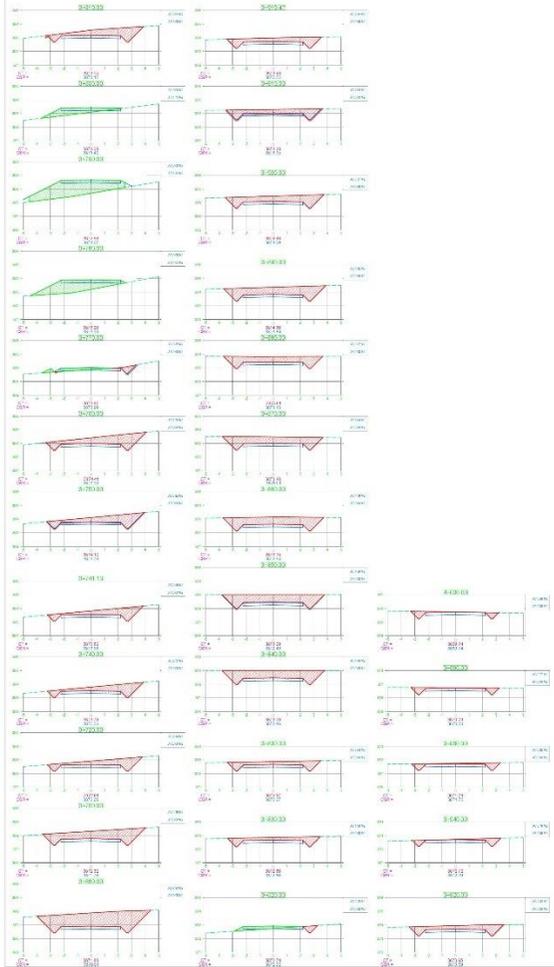
Astros: Bach. ARMEJID LLANO JHON WILFREDO
 Asesor: Ing. CUBAS ARMAS MARLON ROBERT

Maestro:
 Region: Puno
 Distrito: Arequipa
 Cantón: Lampa
 Localidad: Lampa Puno
 Longitud: 4700 mts

PROYECTO:
 TUBO DE VENTILAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES
 FISICAS Y QUIMICAS DE LA BARRIERA EN LA CARRETERA JASPER, PUNO - CUSCO

Plano: SECCIONES TRANSVERSALES
 KM 2+929 AL KM 3+671

ESCALA: 1/150
 FECHA: 09/05/2022
ST-04



SECCIONES TRANSVERSALES ESC:1/150



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Autores: Ing. ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

Auxiliar: Ing. CUBAS ARMAS MARLON ROBERT

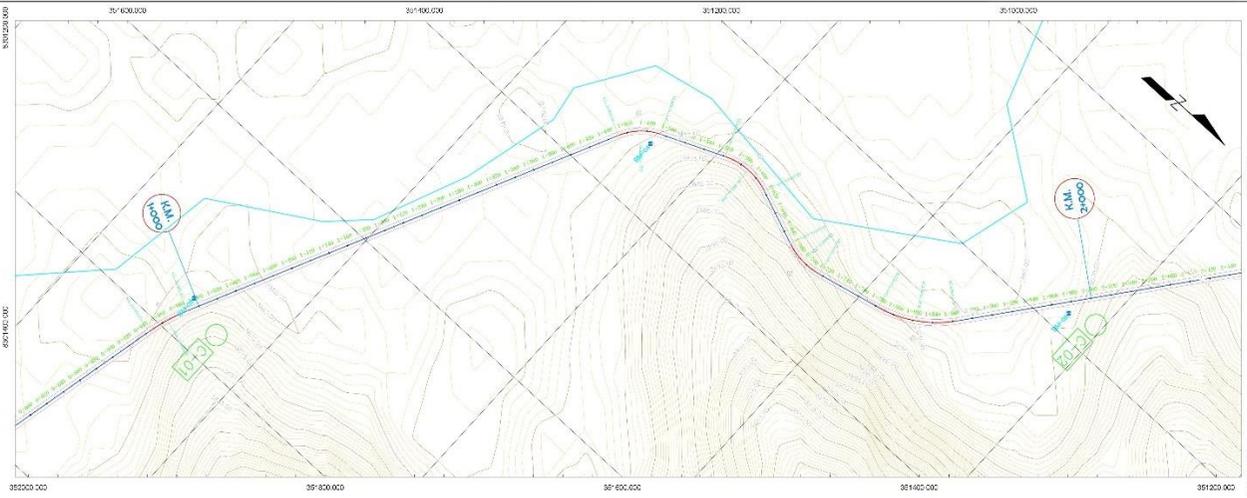
Ubicación: Puno
 Región: Puno
 Distrito: Lampa
 Provincia: Lampa
 Municipio: Lampa
 Localidad: Lampa

PROYECTO: USO DE VIGILAS DE ACERO Y ALUMINO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES
 +NOC.1, B+CAMBIOS DE A BILKAMME+H1 A CANN+1 H+1 AM+1+H+CA+H+K+P

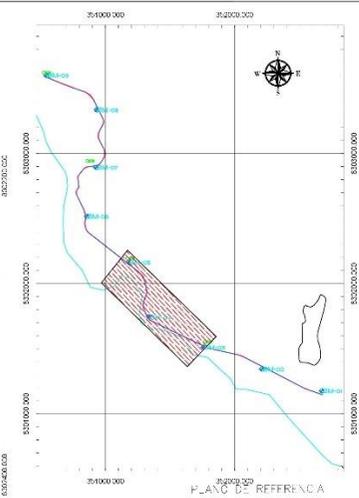
Plano: SECCIONES TRANSVERSALES
 KM 3+680 AL KM 4+000

ESCALA: 1/10000
 FECHA: 08/10/2022

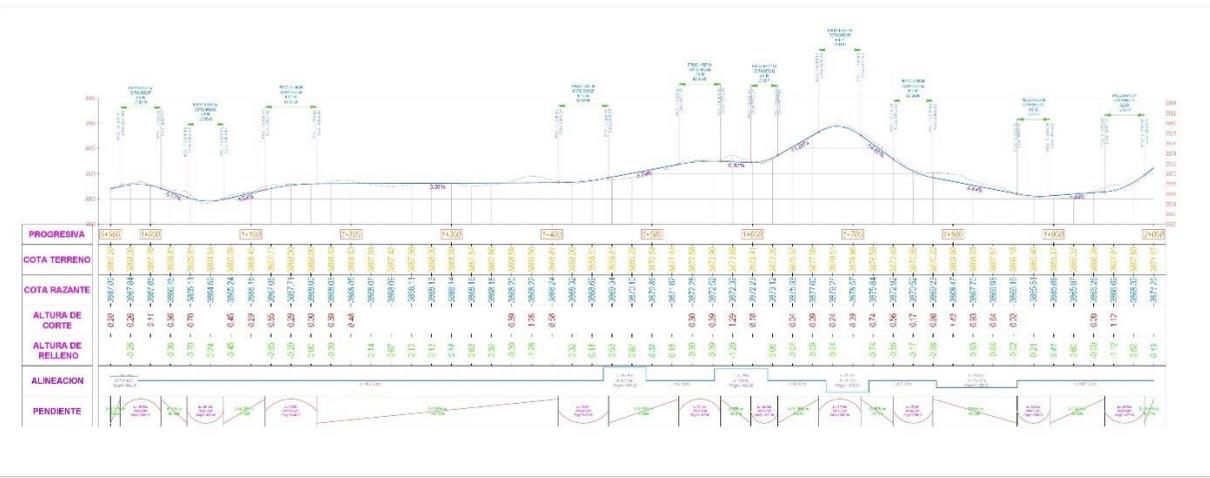
ST-05



PLANTA ESC: 1/2000



PLANO DE REFERENCIA

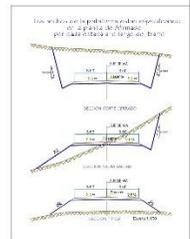


PERFIL LONGITUDINAL: EH 1/2000 -EV 1/200

PROGRESIVA	4+000	4+100	4+200	4+300	4+400	4+500	4+600	4+700	4+800	4+900	5+000	5+100	5+200	5+300	5+400	5+500	5+600	5+700	5+800	5+900	6+000		
COTA TERRENO	210.00	211.00	212.00	213.00	214.00	215.00	216.00	217.00	218.00	219.00	220.00	221.00	222.00	223.00	224.00	225.00	226.00	227.00	228.00	229.00	230.00	231.00	232.00
COTA RAZANTE	210.00	211.00	212.00	213.00	214.00	215.00	216.00	217.00	218.00	219.00	220.00	221.00	222.00	223.00	224.00	225.00	226.00	227.00	228.00	229.00	230.00	231.00	232.00
ALTURA DE CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALTURA DE RELLEVO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALINEACION	[Diagram showing horizontal alignment curves and stationing]																						
PENDIENTE	[Diagram showing vertical curve grades and percentages]																						

CUADRO DE DATOS TECNICOS UNIDAD MDS 84

ESTACION	TIPO DE CURVA	RADIO (M)	LONGITUD (M)
4+000	CV	1000	100
4+100	CV	1000	100
4+200	CV	1000	100
4+300	CV	1000	100
4+400	CV	1000	100
4+500	CV	1000	100
4+600	CV	1000	100
4+700	CV	1000	100
4+800	CV	1000	100
4+900	CV	1000	100
5+000	CV	1000	100
5+100	CV	1000	100
5+200	CV	1000	100
5+300	CV	1000	100
5+400	CV	1000	100
5+500	CV	1000	100
5+600	CV	1000	100
5+700	CV	1000	100
5+800	CV	1000	100
5+900	CV	1000	100
6+000	CV	1000	100



LEYENDA

Simbolo	Descripción	Simbolo	Descripción
[Linea roja]	Carretera Propuesta	[Triangulo rojo]	Alto y Control de Tráfico
[Linea azul]	Carretera Existente	[Linea verde]	Canal Propuesta
[Linea amarilla]	Carretera de Mantenimiento	[Linea roja]	Canal Existente
[Linea magenta]	Carretera de Emergencia	[Linea azul]	Canal de Emergencia
[Linea negra]	Carretera de Acceso	[Linea roja]	Canal de Acceso
[Linea verde]	Carretera de Servicio	[Linea azul]	Canal de Servicio
[Linea naranja]	Carretera de Bypass	[Linea roja]	Canal de Bypass
[Linea morada]	Carretera de Bypass	[Linea azul]	Canal de Bypass
[Linea gris]	Carretera de Bypass	[Linea roja]	Canal de Bypass
[Linea blanca]	Carretera de Bypass	[Linea azul]	Canal de Bypass

LEYENDA PLANTA

Simbolo	Descripción
[Linea roja]	Carretera Propuesta
[Linea azul]	Carretera Existente
[Linea amarilla]	Carretera de Mantenimiento
[Linea magenta]	Carretera de Emergencia
[Linea negra]	Carretera de Acceso
[Linea verde]	Carretera de Servicio
[Linea naranja]	Carretera de Bypass
[Linea morada]	Carretera de Bypass
[Linea gris]	Carretera de Bypass
[Linea blanca]	Carretera de Bypass

NOTAS:
 1.- EL TUBAJERO 1000X1000 TSX
 2.- ELEVACIONES EN V.M.
 3.- EN CASO DE EMERGENCIA DEBERIA SER DE 1.50 M.
 4.- EN CASO DE EMERGENCIA DEBERIA SER DE 1.50 M.

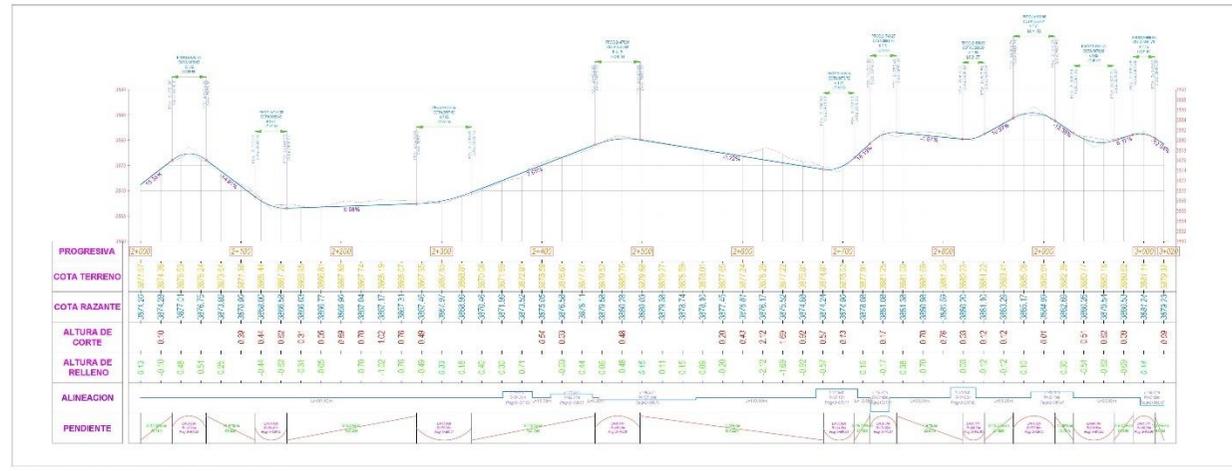
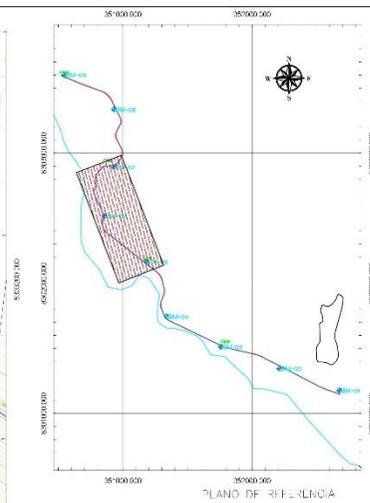
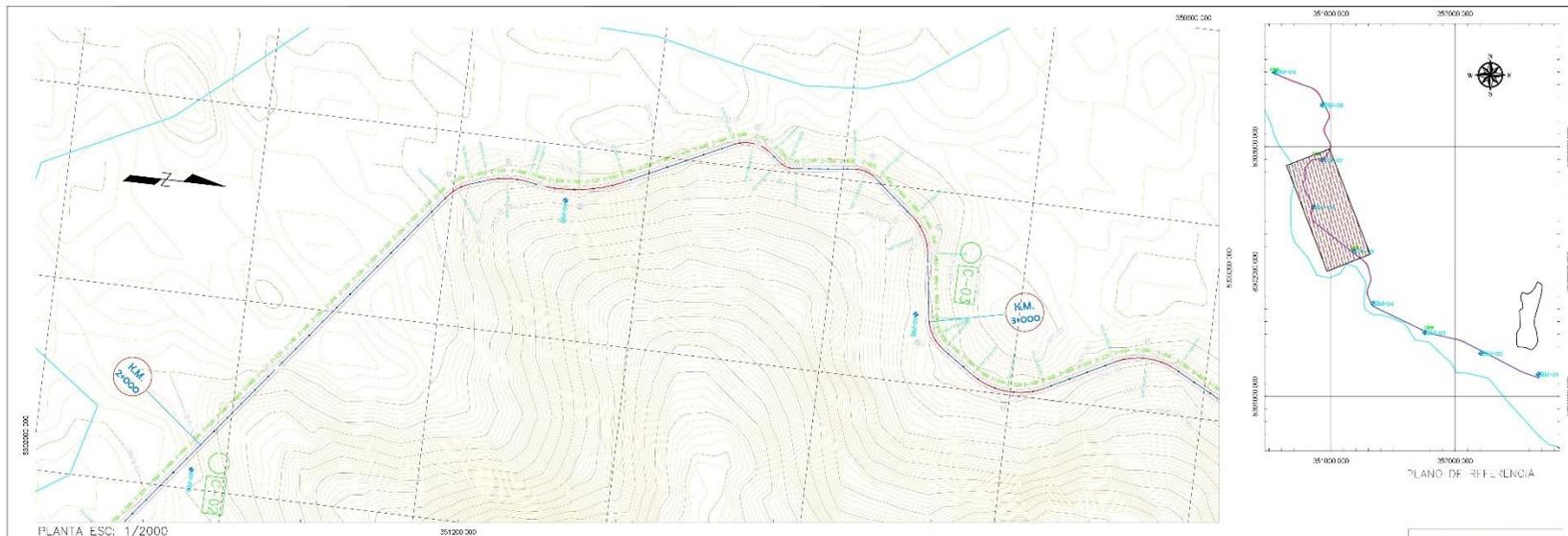


Autores: Bach. ARNEJO LLANOS JHON WILFREDO
 Asesor: Ing. CURIAS ARMAS MARLON ROBERT

PROYECTO:
 "USO DE VIRUTAS DE ACEITE Y ALMIVINO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LA BIOMASA DE LA CAJA DE BIODIESEL EN LA ZONA DE LA SIERRA NEVADA DE TUMBES"

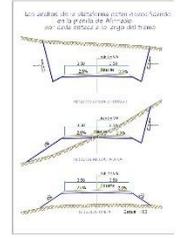
Plano:
PLANTA Y PERFIL
 KM 1+000 AL KM 4+000

FIGURA: 1E-02A
 ESCALA: 1:500
PUC-02



RESUMEN DE DATOS

ESTACION	ELEVACION	TIPO	NOTA
2+000	3074.52	PI	
2+050	3074.52	PI	
2+100	3074.52	PI	
2+150	3074.52	PI	
2+200	3074.52	PI	
2+250	3074.52	PI	
2+300	3074.52	PI	
2+350	3074.52	PI	
2+400	3074.52	PI	
2+450	3074.52	PI	
2+500	3074.52	PI	
2+550	3074.52	PI	
2+600	3074.52	PI	
2+650	3074.52	PI	
2+700	3074.52	PI	
2+750	3074.52	PI	
2+800	3074.52	PI	
2+850	3074.52	PI	
2+900	3074.52	PI	
2+950	3074.52	PI	
3+000	3074.52	PI	



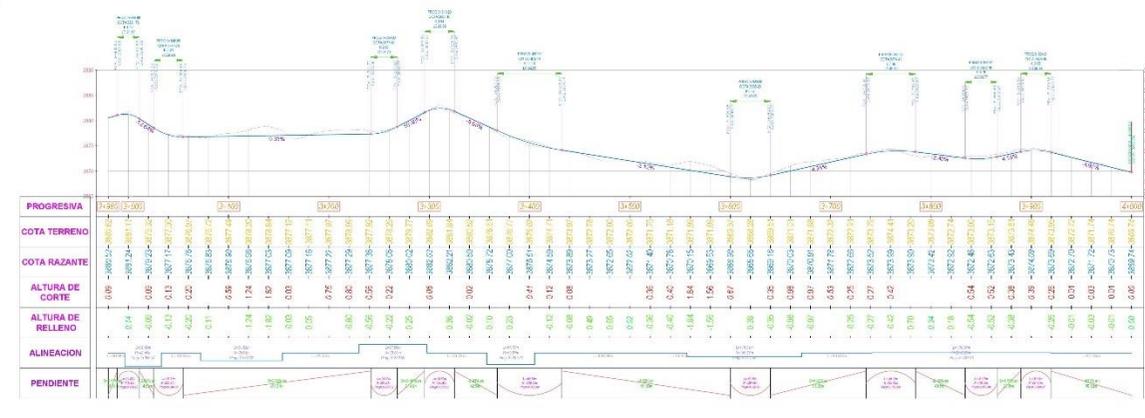
LEYENDA PLANTA

Simbolo	Descripción	Simbolo	Descripción
(Linea roja)	Carretera	(Triangulo verde)	Alto de terreno
(Linea azul)	Calle	(Triangulo rojo)	Alto de terreno
(Linea verde)	Calle de drenaje	(Linea roja)	Alto de terreno
(Linea negra)	Alineación	(Linea roja)	Alto de terreno
(Linea azul)	Calle	(Linea roja)	Alto de terreno
(Linea verde)	Calle de drenaje	(Linea roja)	Alto de terreno
(Linea negra)	Alineación	(Linea roja)	Alto de terreno

NOTAS:
 1.- EL LEVANTAMIENTO FOTOGRAFICO ES A RELEVOS DE 30CM EN 30M.
 2.- EL TERRENO ES UN TERRENO DE UN MES.
 3.- LA DETERMINACION ENTRE CURVAS DE NIVEL ES DE UN MES.

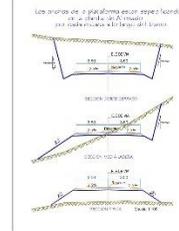


PLANTA ESC: 1/2000



PERFIL LONGITUDINAL: EH 1/2000 -EV 1/200

PROGRESIVA	ESTACION	ESTACION	ESTACION
0+00	0+00	0+00	0+00
1+00	1+00	1+00	1+00
2+00	2+00	2+00	2+00
3+00	3+00	3+00	3+00
4+00	4+00	4+00	4+00
5+00	5+00	5+00	5+00
6+00	6+00	6+00	6+00
7+00	7+00	7+00	7+00
8+00	8+00	8+00	8+00
9+00	9+00	9+00	9+00
10+00	10+00	10+00	10+00
11+00	11+00	11+00	11+00
12+00	12+00	12+00	12+00
13+00	13+00	13+00	13+00
14+00	14+00	14+00	14+00
15+00	15+00	15+00	15+00
16+00	16+00	16+00	16+00
17+00	17+00	17+00	17+00
18+00	18+00	18+00	18+00
19+00	19+00	19+00	19+00
20+00	20+00	20+00	20+00
21+00	21+00	21+00	21+00
22+00	22+00	22+00	22+00
23+00	23+00	23+00	23+00
24+00	24+00	24+00	24+00
25+00	25+00	25+00	25+00
26+00	26+00	26+00	26+00
27+00	27+00	27+00	27+00
28+00	28+00	28+00	28+00
29+00	29+00	29+00	29+00
30+00	30+00	30+00	30+00
31+00	31+00	31+00	31+00
32+00	32+00	32+00	32+00
33+00	33+00	33+00	33+00
34+00	34+00	34+00	34+00
35+00	35+00	35+00	35+00
36+00	36+00	36+00	36+00
37+00	37+00	37+00	37+00
38+00	38+00	38+00	38+00
39+00	39+00	39+00	39+00
40+00	40+00	40+00	40+00

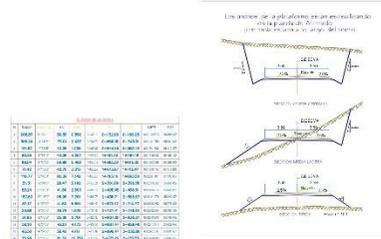
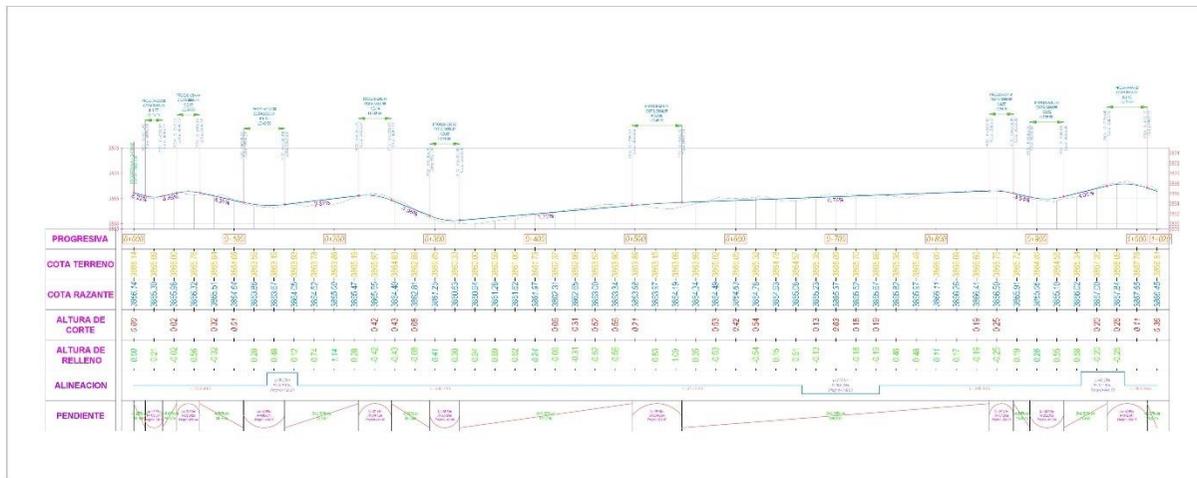
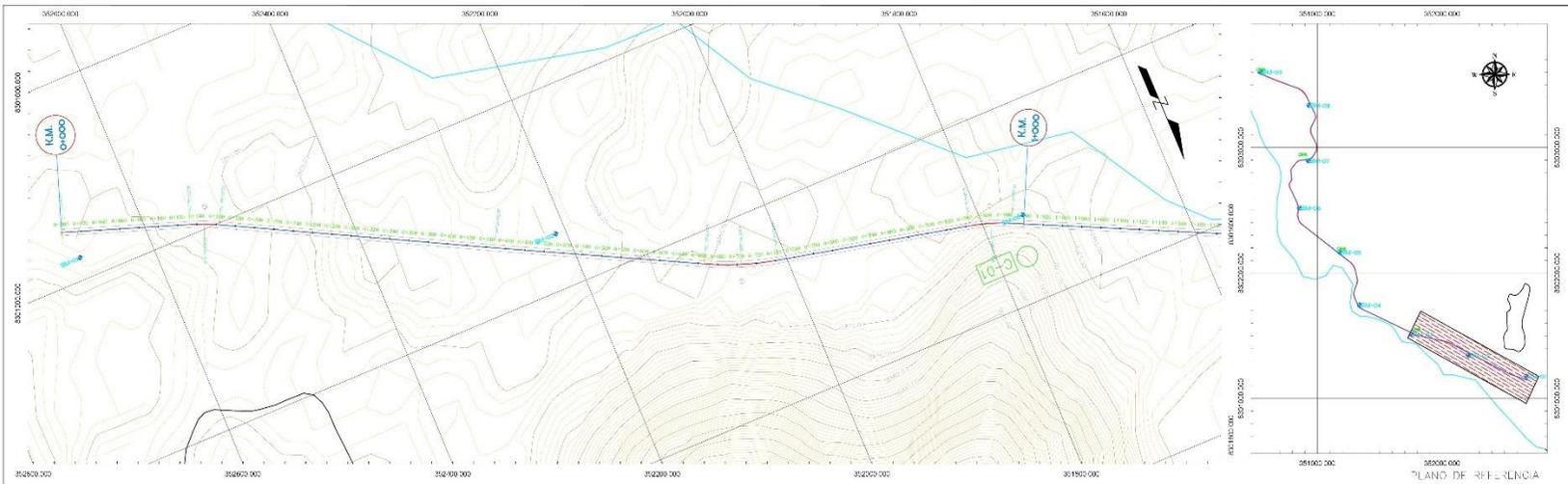


Carretera	Carretera	Carretera
Calle	Calle	Calle
Canal	Canal	Canal
...

Carretera	Carretera
Calle	Calle
...	...

NOTAS:
 1- EL LEONARDO ESPINOZA ESTA
 REVISOR Y JEFE DE ESTUDIO
 2- EL DISEÑO EN GENERAL
 3- LA DISEÑADOR ENTRE CURVAS DE MUELDES
 DE UN MUELDE

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	Autor: Bach. ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	Fecha: 15/05/2022	PROYECTO: "USO DE VOLUNTAS DE ACERO Y ALUMBRADO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PRIORIDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUBESTACION LA PITA "ALCA" UNO"	Plan: PLANTA Y PERFIL	ESTAD: BUENAS
	Autor: Ing. CURAS ARIAS MARLON ROBERT	Fecha: 15/05/2022	PROYECTO: "USO DE VOLUNTAS DE ACERO Y ALUMBRADO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PRIORIDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUBESTACION LA PITA "ALCA" UNO"	Plan: PLANTA Y PERFIL	ESTAD: BUENAS



ESTACION	ALTIMETRIA	PROYECTADA	EXISTENTE
0+000	100.00	100.00	100.00
0+050	105.00	105.00	105.00
0+100	110.00	110.00	110.00
0+150	115.00	115.00	115.00
0+200	120.00	120.00	120.00
0+250	125.00	125.00	125.00
0+300	130.00	130.00	130.00
0+350	135.00	135.00	135.00
0+400	140.00	140.00	140.00
0+450	145.00	145.00	145.00
0+500	150.00	150.00	150.00
0+550	155.00	155.00	155.00
0+600	160.00	160.00	160.00
0+650	165.00	165.00	165.00
0+700	170.00	170.00	170.00
0+750	175.00	175.00	175.00
0+800	180.00	180.00	180.00
0+850	185.00	185.00	185.00
0+900	190.00	190.00	190.00
0+950	195.00	195.00	195.00
1+000	200.00	200.00	200.00

LEYENDA PLANTA

ALINEACION
 GRADO
 PENDIENTE
 ANCHO DE CALZADA
 ANCHO DE BORDADERO
 CUNETA
 CUNETA DUEÑA
 CUNETA DE BORDA
 CUNETA DE BORDA DUEÑA

NOTAS:

1.- EL LEVANTAMIENTO FUE REALIZADO EN EL MES DE MAYO DEL 2022.

2.- EL TERRENO ES DE TIPO MUY FÉRtil.

3.- SE TOMARON CURVAS DE NIVEL DE UN METRO.

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Asesor: Bach. ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
Asesor: Ing. CUBAS ARIAS MARLON ROBERT

PROYECTO: TUBO DE VENTILACION DE AEROS Y ALIBRADO PARA MELIORAMIENTO DE LAS CONDICIONES FISICO-MECANICAS DE LA SUBSISTANTE EN LA CARRETERA SANTA PAULA - LINDO

PLANTA Y PERFIL
KM 0+000 AL KM 1+000

ESCALA: BARRIDA
PUC-01

Anexo 6. Fichas de calibración y resultados de laboratorio

LABORATORIO DE METROLOGÍA			AG4
			INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN			
CF-007-2022			
Pág. 1 de 3			
Expediente:	S-0023-2022		
OBJETO DE PRUEBA:	MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R.		
Capacidad	5 000 kgf		
Dirección de carga	Ascendente		
FABRICANTE	RUMISTONE		
Modelo	NO INDICA		
Serie	NO INDICA		
Indicador Digital (modelo // Serie)	HIGH WEIGHT//315-X5//I-01		
Celda de Carga (modelo // Serie)	ZEMIC//H3-C3//TC062661		
Ubicación	JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA		
Codigo Identificacion	NO INDICA		
Norma utilizada	ASTM E4 // ISO 7500-1		
Temperatura de prueba °C	Inicial	22.9	Final 23
Inspección general	La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento		
Intervalo calibrado	De 500 a 5000 kgf	10% al 100%	
Solicitante	EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.		
Dirección	JR. JAUREGUI NRO. 644 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		
PATRON(ES) UTILIZADO(S)	Tipo / Modelo	CELDA DE CARGA	
	Certif. de calibr.	INF-LE N° 168-21 PUCP	
Unidades de medida	Sistema Internacional de Unidades (SI)		
FECHA DE CALIBRACION	2022/02/03		
FECHA DE EMISION	2022/02/07		
FIRMAS AUTORIZADAS			
	<i>Jefe de Metrologia</i> Luigi Asenjo G.		
			
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.			
 01 622 5224	 997 045 343 961 739 849 955 851 191	 ventasag4ingenieria@gmail.com ventas@ag4im.com	 www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-007-2022

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 49.03 kN Resolución: 0.001 kN Dirección de la carga: Ascendente
5000.0 kgf 0.1 kgf Factor de conversión: 0.00981 kN/kgf

Indicación de la máquina (F _i)			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	kN	kgf	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
			kN	kN	kN	kN	kN
10	4.90	500	4.91	4.93	No aplica	4.94	No aplica
20	9.81	1 000	9.75	9.77	No aplica	9.76	No aplica
30	14.71	1 500	14.64	14.67	No aplica	14.57	No aplica
40	19.61	2 000	19.44	19.56	No aplica	19.46	No aplica
50	24.52	2 500	24.44	24.37	No aplica	24.46	No aplica
60	29.42	3 000	29.34	29.36	No aplica	29.36	No aplica
70	34.32	3 500	34.30	34.26	No aplica	34.25	No aplica
80	39.23	4 000	39.19	39.23	No aplica	39.15	No aplica
90	44.13	4 500	44.23	44.23	No aplica	44.05	No aplica
100	49.03	5 000	49.13	49.14	No aplica	48.95	No aplica
Indicación después de carga			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica



ESCALA : 049.03 kN Incertidumbre del patrón 0.096 %

Indicación de la máquina (F _i)			Cálculo de errores relativos				Resolución
%	kN	kgf	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	a (%)
			q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	
10	4.90	500	-0.50	0.54	No aplica	No aplica	0.02
20	9.81	1 000	0.48	0.20	No aplica	No aplica	0.01
30	14.71	1 500	0.58	0.69	No aplica	No aplica	0.01
40	19.61	2 000	0.64	0.63	No aplica	No aplica	0.01
50	24.52	2 500	0.38	0.37	No aplica	No aplica	0.00
60	29.42	3 000	0.23	0.07	No aplica	No aplica	0.00
70	34.32	3 500	0.15	0.15	No aplica	No aplica	0.00
80	39.23	4 000	0.09	0.19	No aplica	No aplica	0.00
90	44.13	4 500	-0.09	0.42	No aplica	No aplica	0.00
100	49.03	5 000	-0.08	0.38	No aplica	No aplica	0.00

Error de cero fo (%)	0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 000
----------------------	-------	-------	-------	-----------	-------------------

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Luigi Asenjo G.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343
961 739 849
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-007-2022

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE

MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R.

ESCALA 5 000 kgf

Error de exactitud **0.64** %
 Error de repetibilidad **0.69** %
 Error de Reversibilidad No aplica

Error de cero 0
 Error por accés 0 %
 Resolución 0.01 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-1.

ESCALA 5 000 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA SRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Peru.

OBSERVACIONES.

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez.
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrologia
Luigi Asenjo G.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343
 961 739 849
 955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
 ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CL-161-2022**

Expediente : S-0023-2022
Solicitante : EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.
Dirección : JR. JAUREGUI NRO. 644 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de Medición : COPA CASA GRANDE
Marca: : METROTEST
Modelo: : MS-53
Serie: : 132
Identificación: : NO INDICA
Procedencia: : PERU
Contador : NO APLICA
División mínima: : 1 V
Lugar de Calibración : JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA
Fecha de Calibración : 2022-02-03
Fecha de Emisión : 2022-02-07

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó por comparación directa usando un tacómetro y un Cronómetro Patrón certificados, empleando el método de comparación entre las indicaciones de lectura del equipo Casagrande a calibrar versus las revoluciones por minuto medidas con el tacómetro patrón en un tiempo determinado. Tomando Como referencia la Norma ASTM D 4318 y el Manual de Ensayos de Materiales (EM2000) Determinación de Limite Liquido de los Suelos MTC E 110 - 2000.

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- Base endurecida Cumple con su referencia a rebote Seco

Los errores encontrados son menores a los Errores Máximos Permitidos (e.m.p) para su Clase de Exactitud. Los resultados indicados en el presente documentos son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto AG4 INGENIERIA. No se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

- (*) Código inscrito en una etiqueta adherida al instrumento.



[Signature]
 Luigg Asenjo G.
 Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343
 961 739 849
 955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
 ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	25.1 °C	25.2 °C
Humedad Relativa	73 %	73 %

PATRONES DE REFERENCIA:

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Pie de rey	L-0458-2021

RESULTADOS

APARATO DE LIMITE LIQUIDO

Descripción	Métrico (mm)	Dimensiones			
		Tolerancia (mm)	Inglés (in)	Tolerancia (in)	
Conjunto de la cazuela	Radio de la copa A	54.324	54 ±0.5	2.14	0.020
	Espesor de la copa B	2.062	2 ±0.1	0.08	0.004
	Profundidad de la copa C	27.43	27 ±0.5	1.08	0.020
Base	Copa desde la guía del elevador hasta la base N	48.598	47 ±1	1.91	0.039
	Espesor K	50.37	50 ±2	1.98	0.08
	Largo L	150.87	150 ±2	5.94	0.08
	Ancho M	125.362	125 ±2	4.94	0.08

RANURADOR

Espesor a	9.58	0.1	0.38	0.004
Borde Cortante b	3.224	0.1	0.13	0.004
Ancho c	14.822	0.1	0.58	0.004



Luigi Aserjo C.
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343
961 739 849
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-014-2022**

Expediente S-0023-2022
Solicitante EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.
Dirección JR. JAUREGUI NRO. 644 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN JULIACA
Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA
Marca OHAUS
Modelo R21PE30ZH
Serie B847537496
Identificación NO INDICA
Procedencia CHINA
Capacidad Máxima 30000 g
División de escala (d) 1 g
División de verificación (e) 10 g
Tipo ELECTRONICA
Ubicación JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA
Fecha de Calibración 2022-02-03



Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.0 °C	22.0 °C
Humedad Relativa	53 %	54 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2022-02-07



Luigi Asenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Página 1 de 4
FM001-03



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-014-2022**

Observaciones

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 20 g

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrón de referencia	Pesa de 20 Kg	0890-LM-2021
Patrón de referencia	Pesa de 10 Kg	0889-LM-2021
Patrón de referencia	Pesa de 5 Kg	0888-LM-2021
Patrón de referencia	Juego de pesas	0932-LM-2021 // 0259-CLM-2021

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	TIENE		

Fecha de Calibración	2022-02-03
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Página 2 de 4
EM001-01

01 622 5224

997 045 343
961 739 849
955 851 191

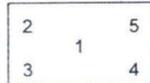
ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-014-2022**

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.4	0.1	0.1	20
2		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1	
3		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1	
4		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1	
5		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada



Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 30000 g, División de verificación (e): 10 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp	
0 g	a	5000 g	10 g
5000 g	a	20000 g	20 g
20000 g	a	30000 g	30 g

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$Lectura\ corregida = R + 0.00002315663 \times R$$

$$Incertidumbre\ Expandida = 2 \times \sqrt{0.25000\ g^2 + 0.00000000063622 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-015-2022**

Expediente S-0023-2022
Solicitante EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.
Dirección JR. JAUREGUI NRO. 644 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA
Marca ELECTRONIC BALANCE
Modelo NO INDICA
Serie 8076357
Identificación NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Capacidad Máxima 200 g
División de escala (d) 0.01 g
División de verificación (e) 0.1 g
Tipo ELECTRONICA
Ubicación JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA
Fecha de Calibración 2022-02-03



Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.2 °C	21.0 °C
Humedad Relativa	55 %	55 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2022-02-03



[Signature]
Luis Asenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Página 1 de 1
EM001-01

01 622 5224

997 045 343
961 739 849
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-015-2022**

Observaciones

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 0.2 g

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.



Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrón de referencia	Juego de pesas	0932-LM-2021 // 0259-CLM-2021

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	TIENE		

Fecha de Calibración	2022-02-03
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Página 2 de 4
EM001-01

01 622 5224

997 045 343
961 739 849
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-015-2022**

Resultados de la Medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 100.00 g			Carga L2= 200.00 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
100.00	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
100.00	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
100.00	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
Δ Emáx (g)		0.0	Δ Emáx (g)		0.0
emp (g)		0.2	emp (g)		0.2



ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp ±(g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.10	0.09	0.01	0.0						
0.50	0.50	0.01	0.0	0.0	0.50	0.01	0.0	0.0	0.1
10.00	9.98	0.01	0.0	0.0	10.00	0.01	0.0	0.0	0.1
20.00	19.99	0.01	0.0	0.0	20.00	0.01	0.0	0.0	0.1
50.00	50.00	0.01	0.0	0.0	50.01	0.01	0.0	0.0	0.1
100.00	100.00	0.01	0.0	0.0	100.00	0.01	0.0	0.0	0.2
120.00	120.00	0.01	0.0	0.0	120.00	0.01	0.0	0.0	0.2
150.00	150.01	0.01	0.0	0.0	150.00	0.01	0.0	0.0	0.2
160.00	160.00	0.01	0.0	0.0	160.00	0.01	0.0	0.0	0.2
180.00	179.99	0.01	0.0	0.0	180.00	0.01	0.0	0.0	0.2
200.00	200.00	0.01	0.0	0.0	200.00	0.01	0.0	0.0	0.2

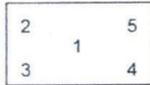


PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-015-2022**

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	0.10	0.09	0.01	0.0	50.00	50.00	0.01	0.0	0.0	0
2		0.09	0.01	0.0		50.00	0.01	0.0	0.0	
3		0.09	0.01	0.0		50.00	0.01	0.0	0.0	
4		0.09	0.01	0.0		50.00	0.01	0.0	0.0	
5		0.09	0.01	0.0		50.00	0.01	0.0	0.0	



- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 200 g, División de verificación (e): 0.1 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp	
0 g	a	50 g	0.1 g
50 g	a	200 g	0.2 g

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura corregida = $R - 0.00006196451 \times R$

Incertidumbre Expandida = $2 \times \sqrt{0.00007 \text{ g}^2 + 0.00000000035145 \times R^2}$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.



LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

1. SOLICITANTE : EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.
DIRECCIÓN : JR. JAUREGUI NRO. 644 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

2. EQUIPO : HORNO ELECTRICO
MARCA : PyS EQUIPOS
MODELO : STHX-1A
N° SERIE : 190706
PROCEDENCIA : CHINA
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA
UBICACIÓN : LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS
TEMPERATURA DE TRABAJO : 100 °C

DESCRIPCIÓN	CONTROL	INSTRUMENTO DEL EQUIPO
ALCANCE DE INDICACIÓN	225 °C	(*)
DIV. ESCALA / RESOLUCION	25 °C	(*)
TIPO	DIGITAL	(*)



3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se efectuó el 22 de Marzo del 2021, en las instalaciones del laboratorio de PYS EQUIPOS

4. MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN :

La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Incubadoras y Estufas PC-007 del SNM/INDECOPI.

Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración T – 0040- 2021 trazable a METROIL/INACAL

5. RESULTADOS :

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiental : 23.0 °C Humedad Relativa : 70 % Presión Ambiental : 1 bar

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

La incertidumbre de la medición se ha determinado con un factor de cobertura $k = 2$, para un nivel de confianza de 95% aproximadamente.

6. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". (*) El equipo solo cuenta con un control analógico de temperatura.

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.

Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento. No se realizó ningún tipo de ajuste al equipo antes de la calibración.

Revisado por:
Eler Pozo S.
Dpto. de Metrología

Calibrado por:
Amed Castillo Espinoza
Técnico

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe



TEMPERATURA DE TRABAJO : 100 °C													
Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación de termómetros patrones										Temperatura promedio (°C)	Tmax - Tmin
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	100	99.8	100.0	99.7	100.1	99.8	99.8	100.0	99.7	100.1	99.8	99.9	0.4
02	100	100.1	100.8	100.9	100.6	100.6	100.1	100.8	100.9	100.6	100.6	100.6	0.8
04	100	99.1	99.3	99.4	99.4	99.3	99.1	99.3	99.4	99.4	99.3	99.3	0.4
06	100	101.0	101.1	101.2	101.2	101.4	101.0	101.1	101.2	101.2	101.4	101.2	0.4
08	100	99.7	99.8	99.9	99.8	100.2	99.7	99.8	99.9	99.8	100.2	99.9	0.4
10	100	99.8	99.8	99.9	100.2	99.8	99.8	99.8	99.9	100.2	99.8	99.9	0.4
12	100	100.1	100.2	100.3	100.4	100.3	100.1	100.2	100.3	100.4	100.3	100.3	0.3
14	100	99.9	99.9	100.0	100.2	100.1	99.9	99.9	100.0	100.2	100.1	100.0	0.3
16	100	99.8	99.9	100.2	99.8	99.7	99.8	99.9	100.2	99.8	99.7	99.9	0.5
18	100	99.7	99.8	100.2	99.9	99.8	99.7	99.8	100.2	99.9	99.8	99.9	0.5
20	100	99.8	100.0	99.7	100.1	99.8	99.8	100.0	99.7	100.1	99.8	99.9	0.4
22	100	100.1	100.8	100.9	100.6	100.6	100.1	100.8	100.9	100.6	100.6	100.6	0.8
24	100	99.1	99.3	99.4	99.4	99.3	99.1	99.3	99.4	99.4	99.3	99.3	0.3
26	100	101.0	101.1	101.2	101.2	101.4	101.0	101.1	101.2	101.2	101.4	101.2	0.4
28	100	99.7	99.8	99.9	99.8	100.2	99.7	99.8	99.9	99.8	100.2	99.9	0.5
30	100	99.8	99.8	99.9	100.2	99.8	99.8	99.8	99.9	100.2	99.8	99.9	0.4
32	100	100.1	100.2	100.3	100.4	100.3	100.1	100.2	100.3	100.4	100.3	100.3	0.3
34	100	99.9	99.9	100.0	100.2	100.1	99.9	99.9	100.0	100.2	100.1	100.0	0.3
36	100	99.8	99.9	100.2	99.8	99.7	99.8	99.9	100.2	99.8	99.7	99.9	0.5
38	100	99.7	99.8	100.2	99.9	99.8	99.7	99.8	100.2	99.9	99.8	99.9	0.5
40	100	99.7	99.8	99.9	99.8	100.2	99.7	99.8	99.9	99.8	100.2	99.9	0.5
T. PROM.	100	99.9	100.0	100.2	100.1	100.1	99.9	100.0	100.2	100.1	100.1	100.1	
T. MAX.	100	101.0	101.1	101.2	101.2	101.4	101.0	101.1	101.2	101.2	101.4		
T. MIN.	100	99.1	99.3	99.4	99.4	99.3	99.1	99.3	99.4	99.4	99.3		
DTT	0.0	1.9	1.8	1.8	1.8	2.1	1.9	1.8	1.8	1.8	2.1		

DTT: Diferencia de temperatura (T Max - T Min)

Temperatura Ambiental Promedio : 23.0 °C
 Tiempo de calibración del equipo : 40 minutos
 Tiempo de estabilización del equipo : 1 h 20 min

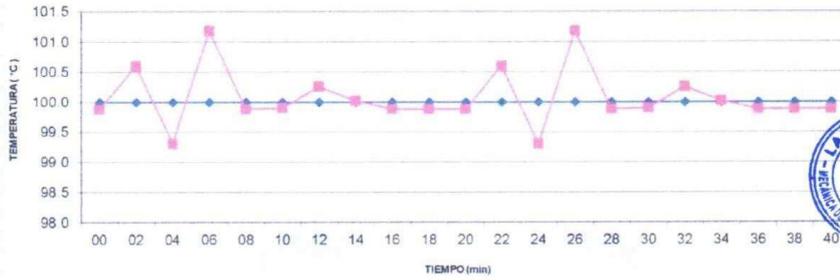
INCERTIDUMBRE
(± °C)
2.0



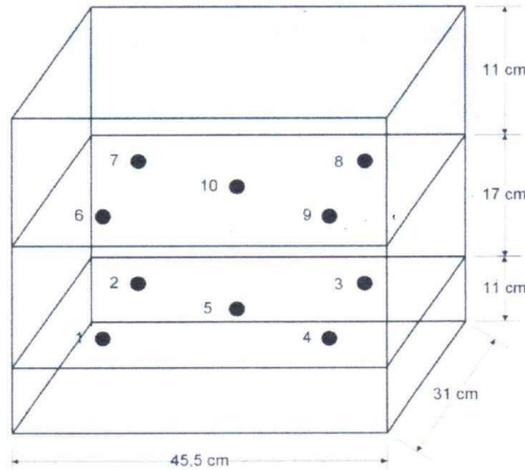
Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 120 °C



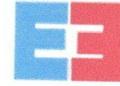
UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los termopares 5 y 10 están ubicados sobre el centro de sus respectivos niveles a 1.5 cm por encima de sus niveles.
Los demás termopares están ubicados a un cuarto de la longitud de los lados del equipo (en el centro de cada cuadrante) y a 1.5 cm por encima de sus niveles.

Calle 9, MZ F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe





VIRUTAS DE ALUMINIO



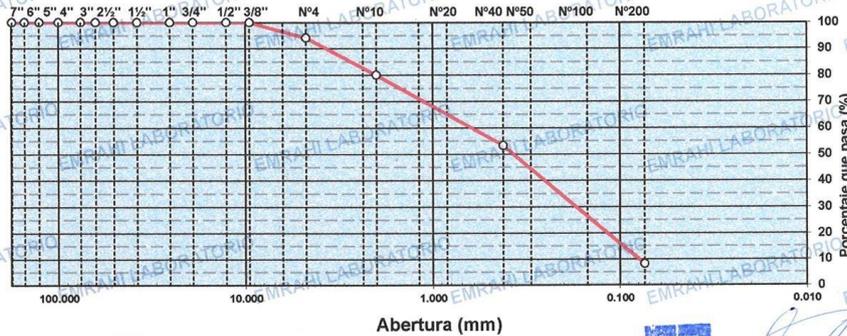
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E - 107**

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
MATERIAL : VIRUTAS DE ALUMINIO
MUESTRA : M - 1
FECHA : 08/03/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO							
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
7"	177.800					PESO TOTAL = 600.0 gr	
6"	152.400					PESO FRACCION FINC = 490.0	
5"	127.000					LIMITE LIQUIDO = 0.0 %	
4"	100.000					LIMITE PLASTICO = 0.0 %	
3"	76.200					INDICE PLASTICO = 0.0 %	
2 1/2"	63.500					CLASF. AASHTO = A-3 (0)	
2"	50.800				100.0	CLASF. SUCS = SP - SM	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/4"	6.350						
# 4	4.760	35.0	5.8	5.8	94.2		
# 8	2.360						
# 10	2.000	74.0	14.2	20.1	80.0		
# 16	1.190						
# 20	0.840	74.0	14.2	34.3	65.7		
# 40	0.420	65.0	12.5	46.8	53.2		
# 50	0.300	78.0	15.0	61.8	38.3		
# 100	0.149	58.0	11.2	72.9	27.1		
# 200	0.074	98.6	19.0	91.9	8.2		
# 200	FONDO	42.4	8.2	100.0			
Observaciones						Coef. Uniformidad	Indice de Consistencia
TOTAL						Coef. Curvatura	NP
Descripción suelo:		Arena pobremente gradada con limo				Pot. de expansión	Bajo Estable

CURVA GRANULOMETRICA



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 149836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
MTC E - 110, MTC E 111**

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUÑO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

MATERIAL : VIRUTAS DE ALUMINIO **FECHA** : 08/03/2022

MUESTRA : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO								
Nº TARRO								
TARRO + SUELO HUMEDO								
TARRO + SUELO SECO								
AGUA		N.P.						
PESO DEL TARRO								
PESO DEL SUELO SECO								
% DE HUMEDAD								
Nº DE GOLPES								
LÍMITE PLÁSTICO								
Nº TARRO								
TARRO + SUELO HUMEDO								
TARRO + SUELO SECO								
AGUA		N.P.						
PESO DEL TARRO								
PESO DEL SUELO SECO								
% DE HUMEDAD								
LL :	NP	%	LP :	NP	%	IP :	NP	%



CURVA DE FLUENCIA



EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CENTRO DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Norma Técnica NTP 400.022 – 2002

TESIS USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITADO : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

MUESTRA : VIRUTAS DE ALUMINIO

FECHA : 08/03/22

Peso Específico Método del Picnómetro

A	-Peso de muestra secada al horno	77.10
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	77.10
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1459.10
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1506.80



PESO ESPECIFICO

$$Wc+B = 1536$$
$$Wc+B-W = 29$$
$$Pe = \frac{B}{Wc+B-W} = 2.62 \text{ g/cm}^3$$



Rafael F. Yanario Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CENTRO DE CALIDAD
CIP. 199036



VIRUTAS DE ACERO



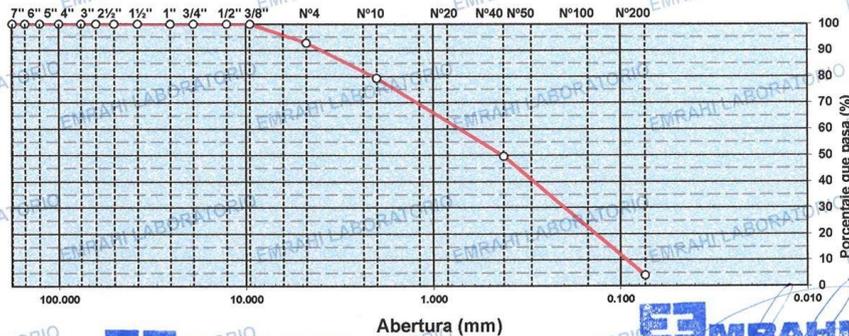
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E - 107**

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
MATERIAL : VIRUTAS DE ACERO
FECHA : 08/03/2022
MUESTRA : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO							DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	RET. PAR.	%RET. AC.	% Q PASA	ESPECIFICACION			
7"	177.800						PESO TOTAL =	650.0 gr	
6"	152.400						PESO FRACCIÓN FINC =	480.0	
5"	127.000						LIMITE LIQUIDO =	0.0 %	
4"	100.000						LIMITE PLASTICO =	0.0 %	
3"	76.200						INDICE PLASTICO =	0.0 %	
2 1/2"	63.500						CLASF. AASHTO =	A-1-b (0) BUENO	
2"	50.800				100.0		CLASF. SUCS =	SP	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0				
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0				
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0				
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0				
1/4"	6.350								
# 4	4.760	48.8	7.2	7.2	92.8				
# 8	2.360								
# 10	2.000	69.6	13.5	20.7	79.3				
# 16	1.190								
# 20	0.840	62.5	12.1	32.7	67.3				
# 40	0.420	91.3	17.7	50.4	49.6				
# 50	0.300	76.9	14.9	65.3	34.7				
# 100	0.149	68.9	13.3	78.6	21.4				
# 200	0.074	89.6	17.3	95.9	4.1				
< # 200	FONDO	21.2	4.1	100.0					
Observaciones							Coef. Uniformidad	Indice de Consistencia	
TOTAL							Coef. Curvatura	NP	
Descripción suelo: Arena pobremente gradada							Pot. de expansión	Bajo Estable	

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Rafael F. Yanarico Buscaglia

ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Ricardo Aroni Acero

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA / CENTRO DE CALIDAD

CIP: 196836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
MATERIAL : VIRUTAS DE ACERO
MUESTRA : M - 1
FECHA : 08/03/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO			
N° TARRO			
TARRO + SUELO HUMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA		N.P.	
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
N° DE GOLPES			
LÍMITE PLÁSTICO			
N° TARRO			
TARRO + SUELO HUMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA		N.P.	
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
LL : NP %	LP : NP %	IP : NP %	

CURVA DE FLUENCIA



Número de golpes



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA / CENTRO DE CALIDAD
CIP. 109836



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Norma Técnica NTP 400.022 – 2002

TESIS USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITADO : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

MUESTRA : VIRUTAS DE ACERO

FECHA : 08/03/22

Peso Específico Método del Picnómetro

A	-Peso de muestra secada al horno	79.10
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	79.10
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1458.60
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1527.60

PESO ESPECIFICO

$$Wc+B = 1538$$
$$Wc+B-W = 10$$
$$Pe = \frac{B}{Wc+B-W} = 7.83 \text{ g/cm}^3$$



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CENTRO DE CALIDAD
CIP. 109836



TERRENO NATURAL



CALICATA 01





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMÉJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 00+000

MUESTRA : CALICATA 01

FECHA : 05/04/2022

PROF: 0.00 - 1.50 m
N.F. (-m)



COTA	ALTURA	MUESTRA	CLASIF.	DESCRIPCIÓN	PERFIL
0.00	0.07		GP-GM	GRAVA MAL GRADADA CON LIMO Y ARENA	
0.10	1.50	M-1	CL-ML	ARCILLA LIMO ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
1.50					

OBSERVACIÓN: No se encontro nivel freatico, se encontro capa de afirmado de 7 cm



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroya Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CENTRO DE CALIDAD
CIP: 107636



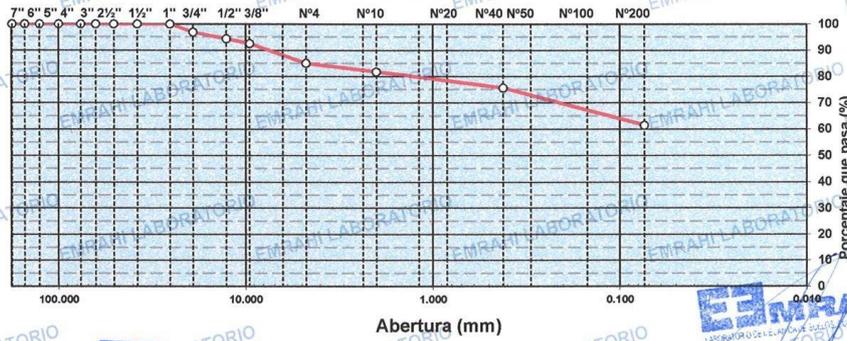
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E - 107**

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 00+000
MATERIAL : TERRENO NATURAL
CALICATA N° : C - 1
MUESTRA : M - 1
FECHA : 07/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO										
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	RET. PAR.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
7"	177.800						PESO TOTAL	=	850.0 gr	
6"	152.400						PESO FRACCIÓN FINC	=		
5"	127.000						LIMITE LIQUIDO	=	27.5 %	
4"	100.000						LIMITE PLASTICO	=	21.5 %	
3"	76.200						INDICE PLASTICO	=	6.1 %	
2 1/2"	63.500						CLASF. AASHTO	=	A-4 (6) REG-MALO	
2"	50.800						CLASF. SUCS	=	CL - ML	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0					
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0					
3/4"	19.100	26.5	3.1	3.1	96.9					
1/2"	12.700	21.4	2.5	5.6	94.4					
3/8"	9.520	16.0	1.9	7.5	92.5					
1/4"	6.350									
# 4	4.750	63.1	7.4	14.9	85.1					
# 8	2.360									
# 10	2.000	18.4	3.3	18.2	81.8					
# 16	1.190									
# 20	0.840	13.2	2.3	20.5	79.5					
# 40	0.420	21.4	3.8	24.3	75.7					
# 50	0.300	18.7	3.3	27.6	72.4					
# 100	0.149	17.9	3.2	30.8	69.2		% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humd.
# 200	0.074	43.6	7.7	38.5	61.5			247	228	8.33
< # 200	FONDO	346.8	61.5	100.0						
Observaciones							Coef. Uniformidad	Indice de Consistencia		
TOTAL							Coef. Curvatura	3.16		
Arcilla limo arenoso de baja plasticidad							Pot. de expansión	Bajo Estable		

CURVA GRANULOMETRICA



Rafael E. Yamarico Buscaglia
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP: 109836



Ricardo Ayon Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP: 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : INFLUENCIA DE RESIDUOS DE ALUMINIO RECICLADO TRITURADO DENTRO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DEL TRAMO KM 0+000 - 11+000 DE LA CARRETERA JULIACA CAMINACA, PUNO 2021

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

PROGRESIVA : PROG. Km 00+000

MATERIAL : TERRENO NATURAL

CALCATA N° : C - 1

MUESTRA : M - 1

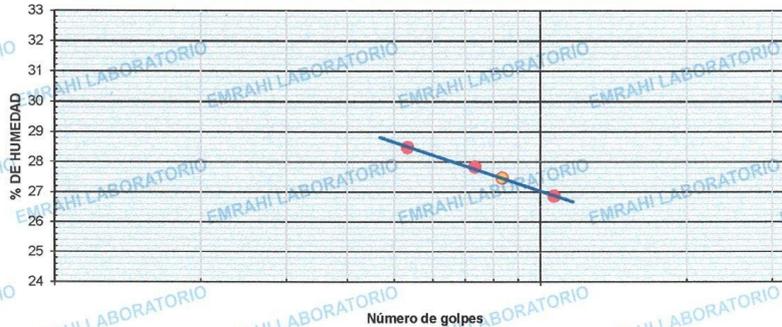
FECHA : 08/04/2022

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO	1	2	3		
TARRO + SUELO HUMEDO	47.19	44.83	45.00		
TARRO + SUELO SECO	41.72	40.16	39.82		
AGUA	5.47	4.67	5.18		
PESO DEL TARRO	22.51	23.38	20.53		
PESO DEL SUELO SECO	19.21	16.78	19.29		
% DE HUMEDAD	28.47	27.83	26.85		
N° DE GÓLPES	16	22	32		
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO	50	51			
TARRO + SUELO HUMEDO	27.06	23.31			
TARRO + SUELO SECO	23.64	20.15			
AGUA	3.42	3.16			
PESO DEL TARRO	7.09	5.88			
PESO DEL SUELO SECO	16.55	14.27			
% DE HUMEDAD	20.66	22.14			
LL :	27.5 %	LP :	21.4 %	IP :	6.1 %

CURVA DE FLUENCIA



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Avoni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CUI: 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
SOLICITANTE : LAMPA - PALCA, PUNO
UBICACIÓN : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : LAMPA - PALCA
CALICATA : KM 00+000
MUESTRA : CALICATA 01
FECHA : TERRENO NATURAL
 : lunes, 11 de abril de 2022

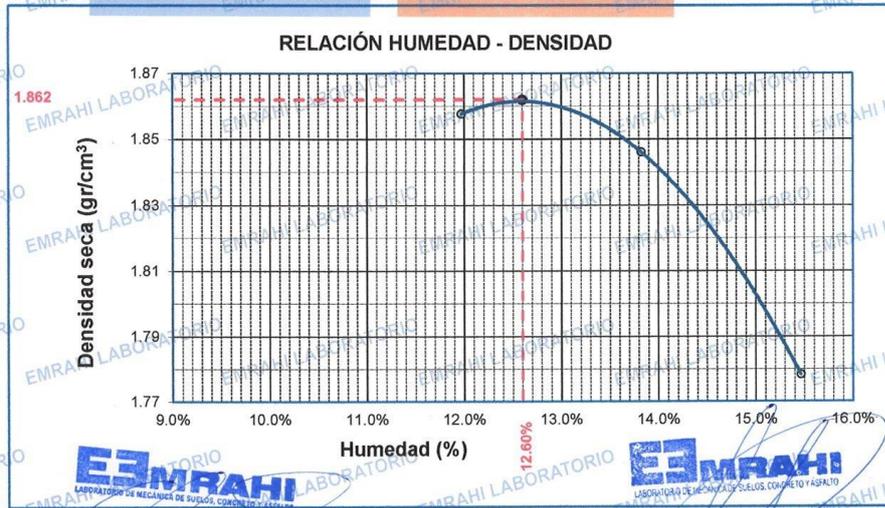


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10818	10863	10761	10761
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm3	4422	4467	4365	4365
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	2.080	2.101	2.053	2.053

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	75.30	81.70	85.30	80.30	86.70	83.90	86.70	83.90
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	69.30	75.40	77.40	73.30	77.60	75.80	77.80	75.80
Peso del Agua	gr.	6.00	6.30	7.90	7.00	9.10	8.10	9.10	8.10
Peso de la Capsula	gr.	21.00	20.70	21.80	21.20	21.40	20.80	21.40	20.80
Peso del Suelo Seco	gr.	48.30	54.70	55.60	52.10	56.20	55.00	56.20	55.00
% de Humedad	%	12.42%	11.52%	14.2%	13.44%	16.19%	14.73%	16.19%	14.73%
Promedio de Humedad	%	11.97%		13.82%		15.46%		15.46%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.858		1.846		1.778		1.778	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.86 gr/cm3
		HUMEDAD OPTIMA	:	12.6%



Rafael E. Yanario Buscaglia
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

Ricardo Arojo Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA
 , PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 00+000
CALICATA : CALICATA 01
MUESTRA : TERRENO NATURAL
FECHA : sábado, 16 de abril de 2022



MOLDE No	III	II	
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO SIN SATURAR SATURADO SIN SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	13159	12854	13162	12903	13271	13062
Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	5126	4821	5141	4882	5257	5048
Volumen del Suelo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	2.206	2.075	2.213	2.101	2.263	2.173

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	157.40	148.60	182.92	174.20	167.20	161.52	188.00	192.00	158.65
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	130.20	122.94	157.76	147.73	141.43	139.78	159.90	162.68	137.45
Peso del Agua	gr.	27.20	25.66	25.16	26.47	25.77	21.74	28.10	29.32	21.20
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70	26.57	28.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	109.85	102.44	134.76	117.23	110.89	116.08	133.33	134.14	113.36
% de Humedad	%	24.76%	25.05%	18.67%	22.58%	23.24%	18.73%	21.08%	21.86%	18.70%
Promedio de Humedad	%	24.90%	18.67%	22.91%	18.73%	21.47%	18.70%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.766	1.748	1.800	1.770	1.863	1.830			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/04/2022	12:00: a.m.								120.0	0	0
13/04/2022	12:00: a.m.	24:00:00							144.3	0.62	0.54
14/04/2022	12:00: a.m.	48:00:00							168.6	1.23	1.07
15/04/2022	12:00: a.m.	72:00:00							192.9	1.85	1.61
16/04/2022	12:00: a.m.	96:00:00							217.2	2.47	2.14

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		7.4	0.4		8.2	0.4		8.6	0.4		8.6	0.4	
1.27	01:00		26.7	1.3		28.7	1.5		32.8	1.7		32.8	1.7	
1.91	01:30		41.4	2.1		43.8	2.2		54.3	2.7		54.3	2.7	
2.54	02:00	70.31	58.7	3.0		63.8	3.2		73.4	3.7		73.4	3.7	
3.81	03:00		78.6	4.0		92.7	4.7		109.7	5.5		109.7	5.5	
5.09	04:00	105.00	94.5	4.8		116.7	5.9		134.2	6.8		134.2	6.8	
6.35	05:00		111.7	5.6		139.2	7.0		151.4	7.7		151.4	7.7	
7.62	06:00		125.4	6.3		155.1	7.8		167.2	8.5		167.2	8.5	
8.84	07:00		134.5	6.8		165.7	8.4		179.7	9.1		179.7	9.1	
10.16	08:00		142.4	7.2		171.4	8.7		185.7	9.4		185.7	9.4	



Rafael E. Yanarico Buscaglia
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



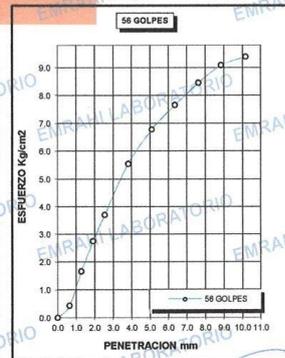
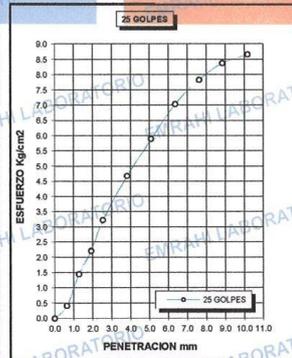
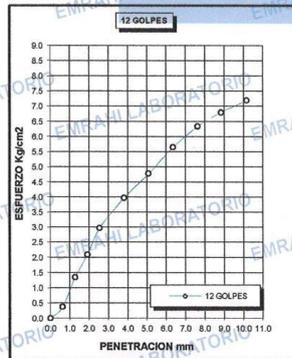
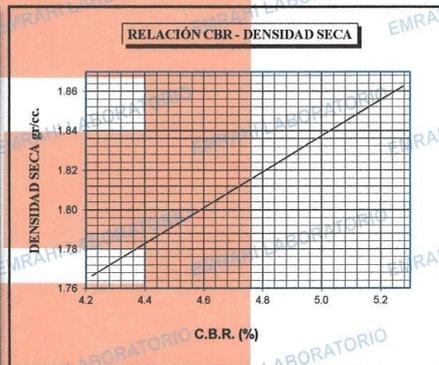
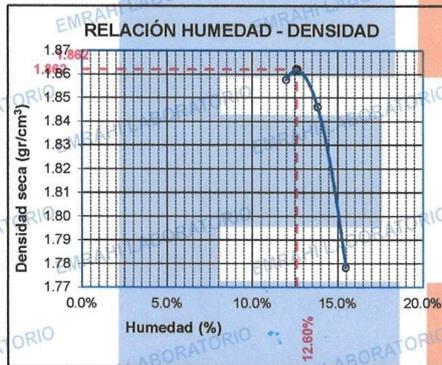
Ricardo Aroni Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTCE 132-2000

TESIS USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.86
CALICATA : CALICATA 01	HUMEDAD OPTIMA (%) 12.6%
MUESTRA : TERRENO NATURAL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 5.27
PROGRESIVA : KM 00+000	CLASIFICACIÓN : CL-ML
FECHA : sábado, 16 de abril de 2022	AASHTO : A-4 <6>
	EMBEDIDO : 4 DIAS



Rafael P. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Ayóni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 109836



CALICATA 02



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 00+500

MUESTRA : CALICATA 02

FECHA : 05/04/2022

PROF: 0.00 - 1.50 m
N.F. (-m)



COTA	ALTURA	MUESTRA	CLASIF.	DESCRIPCIÓN	PERFIL
0.00	0.07		GP-GM	GRAVA MAL GRADADA CON LIMO Y ARENA	
0.10	1.50	M-1	CL-ML	ARCILLA LIMO ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
1.50					

OBSERVACIÓN: No se encontro nivel freatico, se encontro capa de afirmado de 7 cm



Rafael P. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP 109836



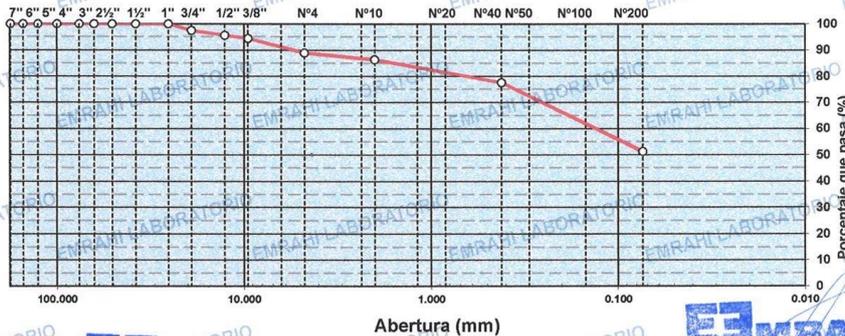
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E - 107**

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
 SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
 PROGRESIVA : PROG. Km 00+500
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA N° : C - 2
 MUESTRA : M - 1
 FECHA : 07/04/2022
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO						
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	RET. PARC	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION
7"	177.800					PESO TOTAL = 850.0 gr
6"	152.400					PESO FRACCIÓN FINC
5"	127.000					LIMITE LIQUIDO = 27.1 %
4"	100.000					LIMITE PLASTICO = 21.3 %
3"	76.200					INDICE PLASTICO = 5.8 %
2 1/2"	63.500					CLASF AASHTO = A-4 (4) REG-MALO
2"	50.800				100.0	CLASF SUCS = CL - ML
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.100	21.4	2.5	2.5	97.5	
1/2"	12.700	15.6	1.8	4.4	95.6	
3/8"	9.520	10.0	1.2	5.5	94.5	
1/4"	6.350					
# 4	4.750	47.6	5.6	11.1	88.9	
# 8	2.360					
# 10	2.000	11.2	2.5	13.6	86.4	
# 16	1.190					
# 20	0.840	15.3	3.4	17.0	83.0	
# 40	0.420	24.6	5.5	22.5	77.5	
# 50	0.300	24.3	5.4	27.9	72.1	
# 100	0.149	52.6	11.7	39.6	60.4	% HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humd
# 200	0.074	41.3	9.2	48.8	51.3	178 167 6.58
< # 200	FONDO	230.7	51.3	100.0		
Observaciones						
TOTAL						
Arcilla limo arenoso de baja plasticidad						
Coef. Uniformidad		Coef. Curvatura		Pot. de expansión		Indice de Consistencia
				Bajo		3.56 Estable

CURVA GRANULOMETRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

PROGRESIVA : PROG. Km.00+500

MATERIAL : TERRENO NATURAL

CALICATA N° : C - 2

MUESTRA : M - 1

FECHA : 08/04/2022

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

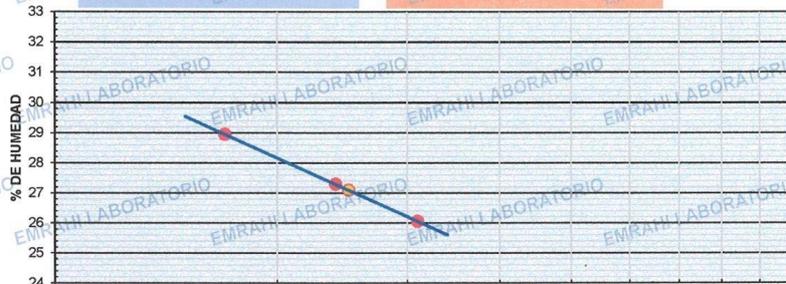
DATOS DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO			
N° TARRO	4	5	6
TARRO + SUELO HUMEDO	42.68	35.69	47.07
TARRO + SUELO SECO	37.77	32.78	42.00
AGUA	4.91	2.91	5.07
PESO DEL TARRO	20.81	22.12	22.54
PESO DEL SUELO SECO	16.96	10.66	19.46
% DE HUMEDAD	28.95	27.30	26.05
N° DE GOLPES	17	24	31

LÍMITE PLÁSTICO			
N° TARRO	52	53	
TARRO + SUELO HUMEDO	30.53	35.25	
TARRO + SUELO SECO	26.40	30.29	
AGUA	4.13	4.96	
PESO DEL TARRO	6.91	7.21	
PESO DEL SUELO SECO	19.49	23.08	
% DE HUMEDAD	21.19	21.49	

LL : 27.1 % LP : 21.3 % IP : 5.8 %

CURVA DE FLUENCIA



Número de golpes



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 00+500
CALICATA : CALICATA 02
MUESTRA : TERRENO NATURAL
FECHA : Lunes, 11 de abril de 2022

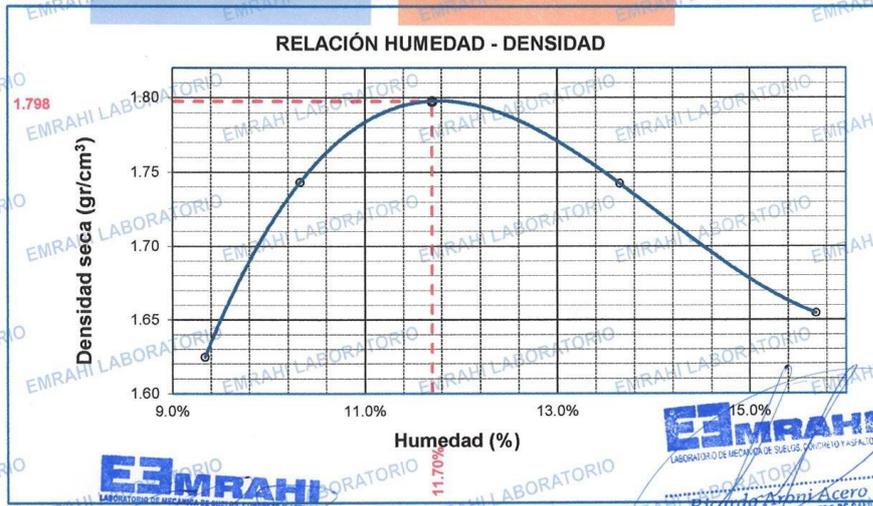


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10173	10485	10606	10466
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm3	3777	4089	4210	4070
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.777	1.923	1.980	1.914

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	132.50	135.05	136.50	130.80	150.64	150.11	162.74	166.30
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	123.50	125.29	125.79	120.63	135.09	135.05	143.97	146.85
Peso del Agua	gr.	9.00	9.76	10.71	10.17	15.55	15.06	18.77	19.45
Peso de la Capsula	gr.	24.48	23.43	22.97	21.26	22.85	23.03	23.38	23.75
Peso del Suelo Seco	gr.	99.02	101.86	102.82	99.37	112.24	112.02	120.59	123.10
% de Humedad	%	9.09%	9.58%	10.4%	10.23%	13.85%	13.44%	15.57%	15.80%
Promedio de Humedad	%	9.34%		10.33%		13.65%		15.68%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.625		1.743		1.743		1.655	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.80	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	11.7%	



Rafael E. Yanarico Buscaglia
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

Ricardo Aroni Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 00+500
CALICATA : CALICATA 02
MUESTRA : TERRENO NATURAL
FECHA : sábado, 16 de abril de 2022



Table with 7 columns: MOLDE No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, CONDICIONES DE LA MUESTRA, SATURADO, SIN SATURADO. Rows for Molde No III, II, and I.

Table with 7 columns: Item, Unit, and 6 numerical columns. Rows include: Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, Peso del Suelo Humedo, Volumen del Suelo, Densidad del Suelo Humedo.

Table with 10 columns: Item, No, M, N, B, V, C, S, D, F. Rows include: Capsula No, Suelo Humedo + Capsula, Peso del Suelo Seco + Capsula, Peso del Agua, Peso de la Capsula, Peso del Suelo Seco, % de Humedad, Promedio de Humedad, Densidad del Suelo Seco.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %, Dial, Expansión mm, Expansión %. Rows for dates 12/04/2022 to 16/04/2022.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetración mm, Tiempo, Carga Est., and 4 columns for each of three MOLDE No (III, II, I). Rows for penetration values from 0.00 to 10.16 mm.

EMRAHI LABORATORIO
Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

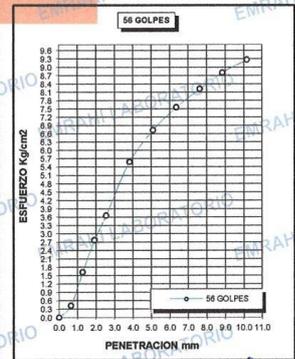
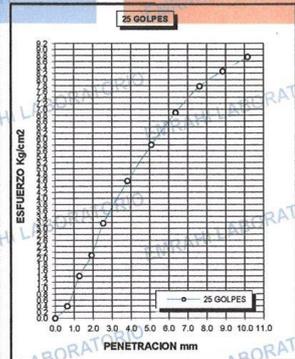
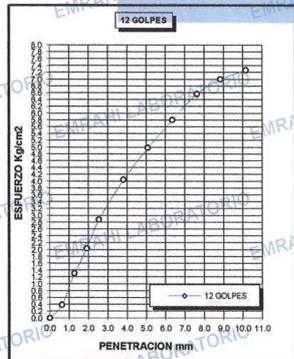
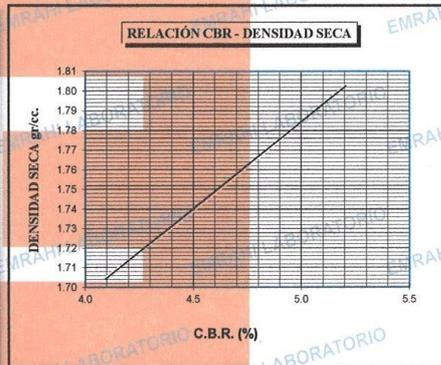
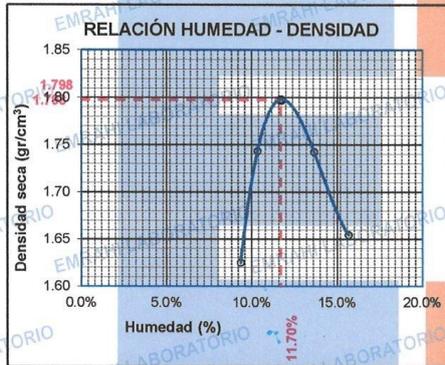
EMRAHI LABORATORIO
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	: ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)
CALICATA	: CALICATA 02	HUMEDAD OPTIMA (%)
MUESTRA	: TERRENO NATURAL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)
PROGRESIVA	: KM 00+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)
FECHA	: sábado, 16 de abril de 2022	CLASIFICACIÓN : CL-ML
		AASHTO : A-4 <4>
		EMBEBIDO : 4 DIAS



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



CALICATA 03



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 01+000
MUESTRA : CALICATA 03
FECHA : 05/04/2022

PROF: 0.00 - 1.50 m
N.F. (-m)



COTA	ALTURA	MUESTRA	CLASIF.	DESCRIPCIÓN	PERFIL
0.00	0.07		GP-GM	GRAVA MAL GRADADA CON LIMO Y ARENA	
0.10	1.50	M-1	CL-ML	ARCILLA LIMO ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
1.50					

OBSERVACIÓN: No se encontro nivel freatico, se encontro capa de afirmado de 7 cm

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Ricardo Argui Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 199836



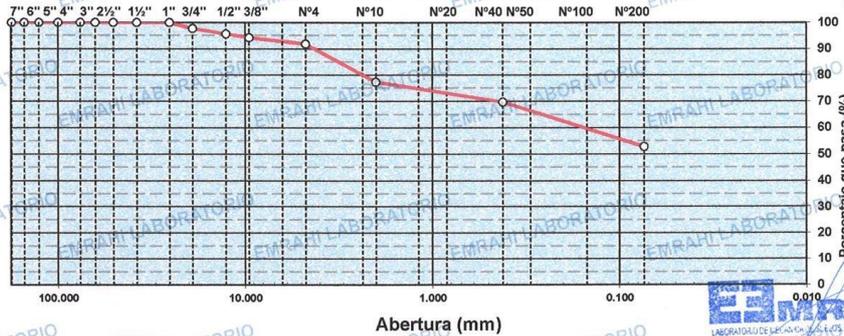
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E - 107**

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 01+000
MATERIAL : TERRENO NATURAL
CALICATA N° : C - 3
MUESTRA : M - 1
FECHA : 07/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO						
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	RET. PAR.	%RET. AC.	% Q PASA	ESPECIFICACION
7"	177.800					PESO TOTAL = 850.0 gr
6"	152.400					PESO FRACCIÓN FINC =
5"	127.000					LIMITE LIQUIDO = 26.8 %
4"	100.000					LIMITE PLASTICO = 21.1 %
3"	76.200					INDICE PLASTICO = 5.7 %
2 1/2"	63.500					CLASF. AASHTO = A-4 (4) REG-MALO
2"	50.800					CLASF. SUCS = CL - ML
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.100	19.7	2.3	2.3	97.7	
1/2"	12.700	17.1	2.0	4.3	95.7	
3/8"	9.520	12.0	1.4	5.7	94.3	
1/4"	6.350					
# 4	4.760	21.0	2.5	8.2	91.8	
# 8	2.360					
# 10	2.000	78.5	14.4	22.6	77.4	
# 16	1.190					
# 20	0.840	21.5	4.0	26.6	73.4	
# 40	0.420	20.3	3.7	30.3	69.7	
# 50	0.300	15.3	2.8	33.1	66.9	
# 100	0.149	52.2	9.6	42.7	57.3	% HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humd.
# 200	0.074	24.6	4.5	47.2	52.8	254 237 7.17
< # 200	FONDO	287.6	52.8	100.0		
Observaciones						
TOTAL						
Arcilla limo arenoso de baja plasticidad						
					Coef. Uniformidad	Indice de Consistencia
					Coef. Curvatura	3.44
					Pot. de expansión	Bajo Estable

CURVA GRANULOMETRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLAÑOS JHON WILFREDO

PROGRESIVA : PROG. Km 01+000

MATERIAL : TERRENO NATURAL **FECHA** : 08/04/2022

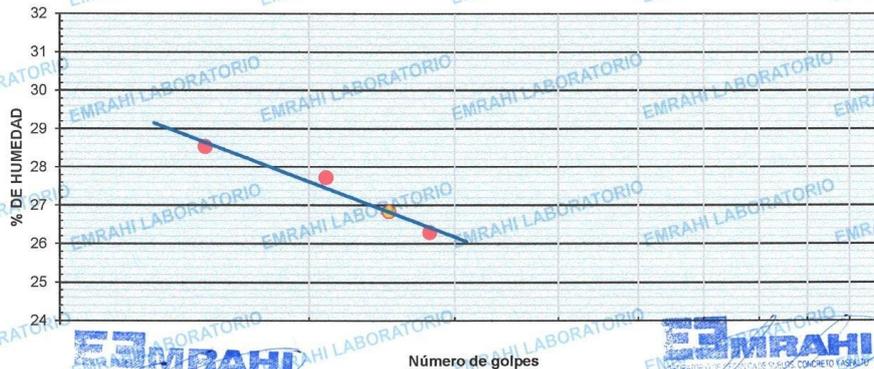
CALICATA N° : C - 3

MUESTRA : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO	7	8	9		
TARRO + SUELO HUMEDO	41.79	40.14	36.14		
TARRO + SUELO SECO	37.34	36.01	33.01		
AGUA	4.45	4.13	3.13		
PESO DEL TARRO	21.74	21.11	21.10		
PESO DEL SUELO SECO	15.60	14.90	11.91		
% DE HUMEDAD	28.53	27.72	26.28		
N° DE GOLPES	15	21	28		
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO	54	55			
TARRO + SUELO HUMEDO	33.75	35.98			
TARRO + SUELO SECO	31.63	33.50			
AGUA	2.12	2.48			
PESO DEL TARRO	21.61	21.72			
PESO DEL SUELO SECO	10.02	11.78			
% DE HUMEDAD	21.16	21.05			
LL :	26.8 %	LP :	21.1 %	IP :	5.7 %

CURVA DE FLUENCIA



992 662279

Carla F. Yanqui Devesada, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com, 109836

Ricardo Aroni Acero

ESPECIALISTA EN PROTECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 01+000
CALICATA : CALICATA 03
MUESTRA : TERRENO NATURAL
FECHA : Lunes, 11 de abril de 2022

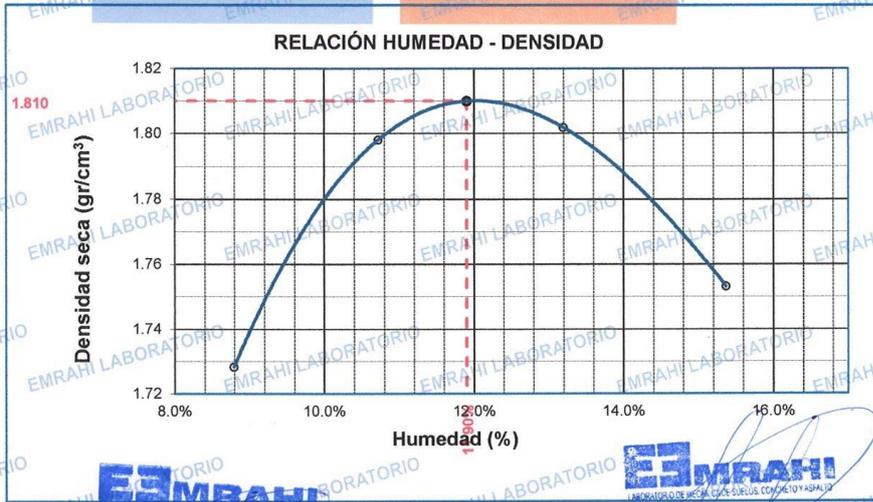


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10393	10628	10732	10696
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm3	3997	4232	4336	4300
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.880	1.991	2.040	2.023

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	108.42	110.02	136.42	113.35	116.40	108.42	117.34	124.24
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	101.50	104.23	125.96	104.28	105.04	97.86	105.00	110.69
Peso del Agua	gr.	6.92	5.79	10.46	9.07	11.36	10.56	12.34	13.55
Peso de la Capsula	gr.	30.40	30.43	24.18	22.93	18.53	18.19	23.22	24.04
Peso del Suelo Seco	gr.	71.10	73.80	101.78	81.35	86.51	79.67	81.78	86.65
% de Humedad	%	9.73%	7.85%	10.3%	11.15%	13.13%	13.25%	15.09%	15.64%
Promedio de Humedad	%	8.79%		10.71%		13.19%		15.36%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.728		1.798		1.802		1.753	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.81 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	: 11.9%



992 662279

Jr. Jauregui 844 - Cercado, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com

Rafael E. Tamarico Buscaglia

Ricardo Aroni Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP: 109636



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 01-000
CALICATA : CALICATA 03
MUESTRA : TERRENO NATURAL
FECHA : sábado, 16 de abril de 2022



Table with 7 columns: Molde No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, and CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURADO).

Table with 7 columns: Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, Peso del Suelo Humedo, Volumen del Suelo, Densidad del Suelo Humedo.

Table with 10 columns: Capsula No, Suelo Humedo + Capsula, Peso del Suelo Seco + Capsula, Peso del Agua, Peso de la Capsula, Peso del Suelo Seco, % de Humedad, Promedio de Humedad, Densidad del Suelo Seco.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetracion mm, Tiempo, Carga Est., MOLDE No - III, MOLDE No II, MOLDE No I.



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



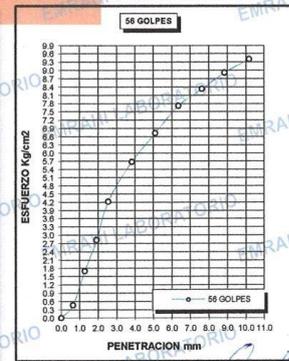
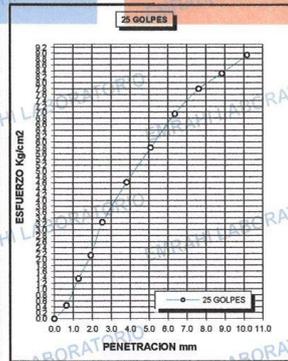
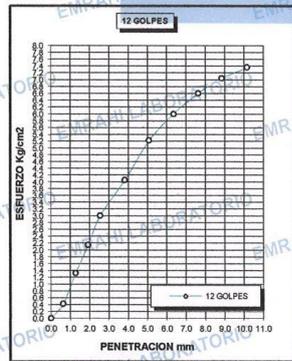
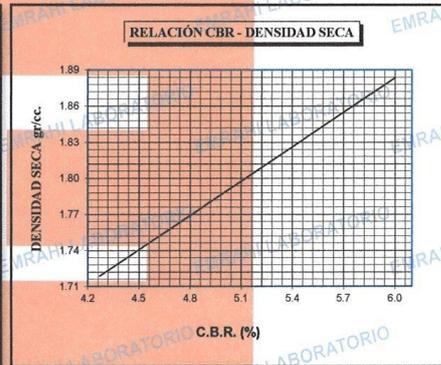
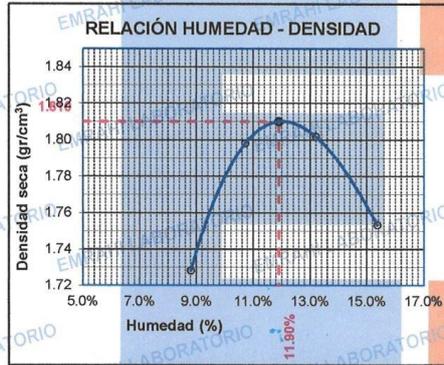
Ricardo Aron Alcega
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C.I.P. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRÁFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.81
CALICATA : CALICATA 03	HUMEDAD OPTIMA (%) 11.9%
MUESTRA : TERRENO NATURAL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 5.23
PROGRESIVA : KM 01+000	CLASIFICACIÓN : CL-ML
FECHA : sábado, 16 de abril de 2022	AASHTO : A-4 <4>
	EMBEBIDO : 4 DIAS



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



CALICATA 04



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 01+500

MUESTRA : CALICATA 04

FECHA : 05/04/2022

PROF: 0.00 - 1.50 m
N.F. (-m)



COTA	ALTURA	MUESTRA	CLASIF.	DESCRIPCIÓN	PERFIL
0.00	0.07		GP-GM	GRAVA MAL GRADADA CON LIMO Y ARENA	
0.10	1.50	M-1	CL-ML	ARCILLA LIMO ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
1.50					

OBSERVACIÓN: No se encontro nivel freatico, se encontro capa de afirmado de 7 cm



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Arzani Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 199836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198 emrahilab@gmail.com



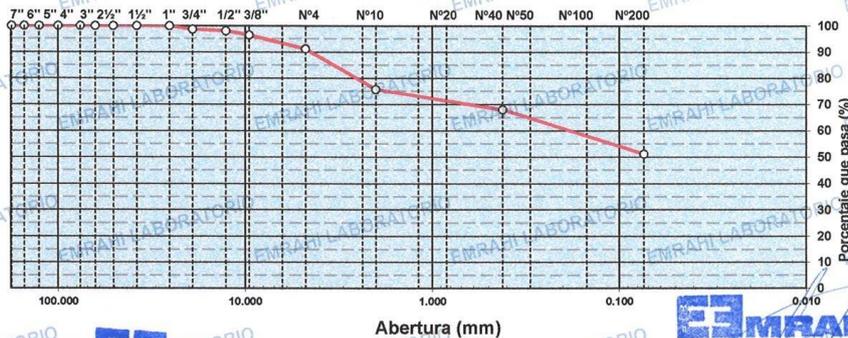
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E - 107**

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 01+500
MATERIAL : TERRENO NATURAL
CALICATA N° : C - 4
MUESTRA : M - 1
FECHA : 07/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO						
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	RET. PAR.	%RET. AC.	% Q PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
7"	177.800					PESO TOTAL = 850.0 gr
6"	152.400					PESO FRACCIÓN FINC
5"	127.000					LIMITE LIQUIDO = 27.9 %
4"	100.000					LIMITE PLASTICO = 21.3 %
3"	76.200					INDICE PLASTICO = 6.6 %
2 1/2"	63.500					CLASF. AASHTO = A-4 (4) REG-MALO
2"	50.800					CLASF. SUCS = CL - ML
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.100	11.6	1.4	1.4	98.6	
1/2"	12.700	4.6	0.5	1.9	98.1	
3/8"	9.520	13.5	1.6	3.5	96.5	
1/4"	6.350					
# 4	4.760	45.0	5.3	8.8	91.2	
# 8	2.360					
# 10	2.000	81.3	15.4	24.2	75.8	
# 16	1.190					
# 20	0.840	21.3	4.1	28.3	71.7	
# 40	0.420	19.5	3.7	32.0	68.0	
# 50	0.300	14.4	2.7	34.7	65.3	
# 100	0.149	48.6	9.2	44.0	56.1	% HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humd.
# 200	0.074	25.6	4.9	48.8	51.2	244 230 6.09
< # 200	FONDO	269.4	51.2	100.0		
Observaciones						
TOTAL						
Coef. Uniformidad						
Coef. Curvatura						
Pot. de expansión						
Bajo						
Indice de Consistencia						
3.31						
Estable						

CURVA GRANULOMETRICA



Rafael P. Yamarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aropi Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 108836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198 emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

PROGRESIVA : PROG. Km 01+500

MATERIAL : TERRENO NATURAL

FECHA : 08/04/2022

CALICATA N° : C 4

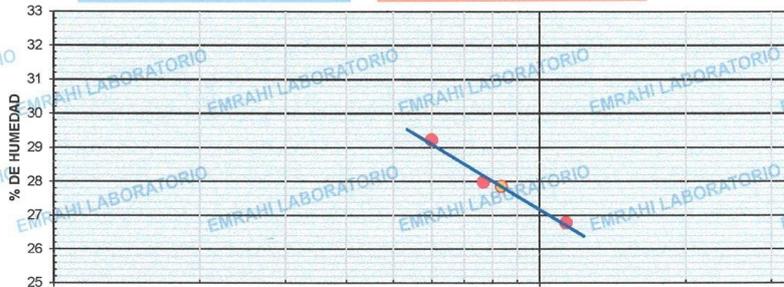
MUESTRA : M - 1

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	10	11	12
TARRO + SUELO HUMEDO	43.73	42.64	47.39
TARRO + SUELO SECO	40.06	39.22	43.40
AGUA	3.67	3.42	3.99
PESO DEL TARRO	27.50	27.00	28.50
PESO DEL SUELO SECO	12.56	12.22	14.90
% DE HUMEDAD	29.22	27.99	26.78
N° DE GOLPES	18	23	34
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	56	57	
TARRO + SUELO HUMEDO	33.08	24.36	
TARRO + SUELO SECO	30.85	23.98	
AGUA	2.23	0.38	
PESO DEL TARRO	20.33	22.20	
PESO DEL SUELO SECO	10.52	1.78	
% DE HUMEDAD	21.20	21.35	
LL : 27.9 %	LP : 21.3 %	IP : 6.6 %	

CURVA DE FLUENCIA



Número de golpes



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Juan Carlos Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109839

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
SOLICITANTE : LAMPA - PALCA, PUNO
UBICACIÓN : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : LAMPA - PALCA
CALICATA : KM 01+500
MUESTRA : CALICATA 04
FECHA : TERRENO NATURAL
 : lunes, 11 de abril de 2022

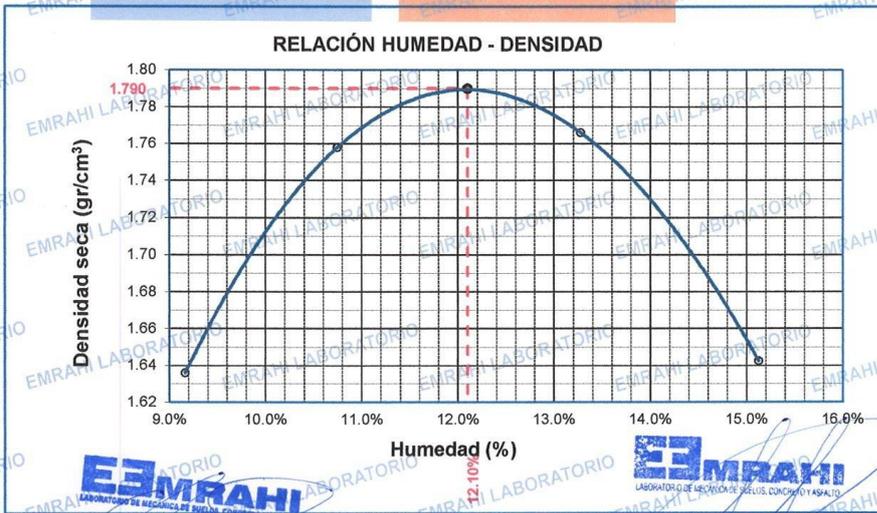


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10193	10535	10649	10416
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	3797	4139	4253	4020
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1.786	1.947	2.001	1.891

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	83.00	80.00	75.20	74.20	71.88	71.00	85.40	79.70
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	78.00	75.00	70.00	69.00	66.00	65.00	77.00	71.80
Peso del Agua	gr.	5.00	5.00	5.20	5.20	5.88	6.00	8.40	7.90
Peso de la Capsula	gr.	22.00	21.80	21.00	21.20	20.80	20.70	20.90	20.09
Peso del Suelo Seco	gr.	56.00	53.20	49.00	47.80	45.20	44.30	56.10	51.71
% de Humedad	%	8.93%	9.40%	10.6%	10.88%	13.01%	13.54%	14.97%	15.28%
Promedio de Humedad	%	9.16%		10.75%		13.28%		15.13%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.636		1.758		1.766		1.643	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.79	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	12.1%	



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CENTRO DE CALIDAD
CIP: 109936

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 01+500

CALICATA : CALICATA 04

MUESTRA : TERRENO NATURAL

FECHA : lunes, 11 de abril de 2022



MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12704	12388	12712	12459	12791	12599
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4671	4355	4691	4438	4777	4585
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3.	2.010	1.874	2.019	1.910	2.056	1.973

Capsula No	No	B	R	S	Q	W	O	G	C	E
Suelo Humedo + Capsula	gr.	113.64	141.68	109.17	109.79	125.92	120.20	114.10	110.28	157.25
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	99.90	123.46	99.98	97.86	111.21	109.66	102.93	98.70	142.65
Peso del Agua	gr.	13.74	18.22	9.19	11.93	14.71	10.54	11.17	11.58	14.60
Peso de la Capsula	gr.	24.20	25.74	24.13	25.33	24.43	22.43	25.36	20.96	21.98
Peso del Suelo Seco	gr.	75.70	97.72	75.85	72.53	86.78	87.23	77.57	77.74	120.67
% de Humedad	%	18.15%	18.65%	12.12%	16.45%	16.95%	12.08%	14.40%	14.90%	12.10%
Promedio de Humedad	%	18.40%	12.12%	16.70%	12.08%	14.65%	12.10%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.698	1.672	1.730	1.704	1.793	1.760			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
12/04/2022	9:00: a.m.								115.0	0	0
13/04/2022	9:00: a.m.	24:00:00							137.6	0.67	0.50
14/04/2022	9:00: a.m.	48:00:00							160.2	1.15	1.00
15/04/2022	9:00: a.m.	72:00:00							182.8	1.72	1.49
16/04/2022	9:00: a.m.	96:00:00							205.4	2.30	1.99

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00			0.00	0.00		0.00	0.00			0.00	0.00		
0.63	00:30			8.1	0.4		8.7	0.4			9.4	0.5		
1.27	01:00			27.3	1.4		27.4	1.4			33.8	1.7		
1.91	01:30			42.3	2.1		50.4	2.5			53.7	2.7		
2.54	02:00	70.31		57.9	2.9		62.7	3.2			72.1	3.6		
3.81	03:00			77.4	3.9		93.4	4.7			106.7	5.5		
5.09	04:00	105.00		95.2	4.8		117.0	5.9			133.9	6.9		
6.35	05:00			112.7	5.7		138.4	7.0			152.7	7.7		
7.62	06:00			123.7	6.3		154.2	7.8			168.4	8.5		
8.84	07:00			136.4	6.9		164.2	8.3			180.4	9.1		
10.16	08:00			143.2	7.2		170.2	8.6			184.3	9.3		



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



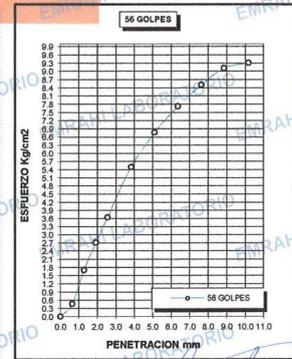
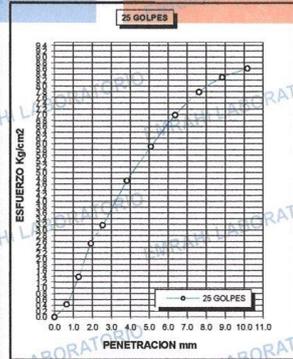
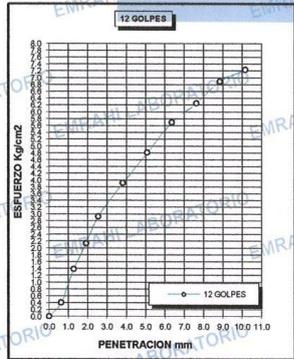
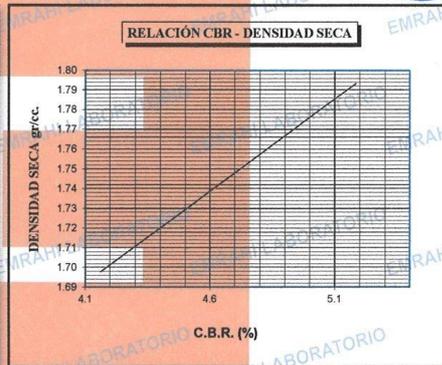
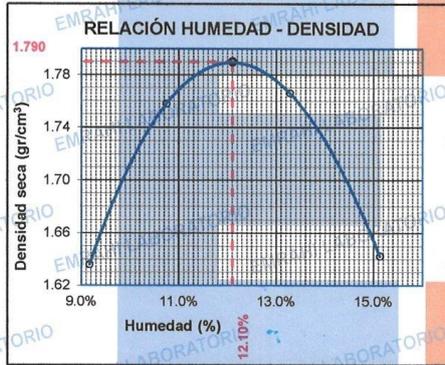
Ricardo Arohi Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTCE 132-2000

TESIS USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.79
CALICATA : CALICATA 04	HUMEDAD OPTIMA (%) 12.1%
MUESTRA : TERRENO NATURAL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 5.15
PROGRESIVA : KM 01+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 4.19
FECHA : lunes, 11 de abril de 2022	CLASIFICACIÓN : CL-ML
	AASHTO : A-4 <4>
	EMBEBIDO : 4 DIAS



EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rafael F. Yamarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Ricardo Argon Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



CALICATA 05





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 02+000
MUESTRA : CALICATA 05
FECHA : 05/04/2022

PROF: 0.00 - 1.50 m
N.F. (- m)



COTA	ALTURA	MUESTRA	CLASIF.	DESCRIPCIÓN	PERFIL
0.00	0.07		GP-GM	GRAVA MAL GRADADA CON LIMO Y ARENA	
0.10	1.50	M-1	CL-ML	ARCILLA LIMO ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
1.50					

OBSERVACIÓN: No se encontro nivel freatico, se encontro capa de afirmado de 7 cm



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Arohi Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 108836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198 emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

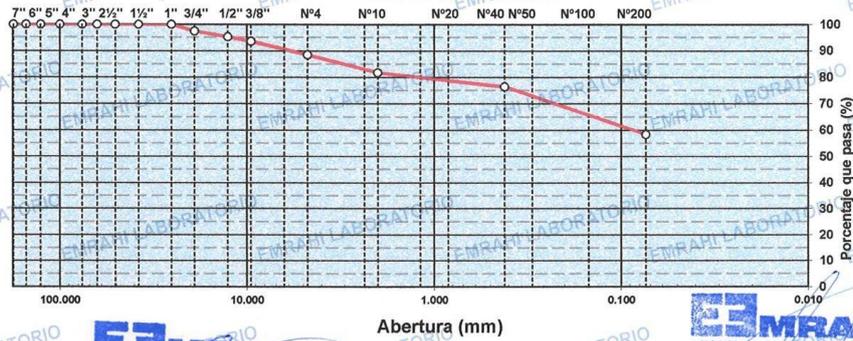
ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E - 107

TESIS: USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 02+000
MATERIAL : TERRENO NATURAL
CALICATA N° : C - 5
MUESTRA : M - 1
FECHA : 07/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO							DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	PESO TOTAL			
7"	177.800						=	850.0 gr		
6"	152.400						PESO FRACCIÓN FINC			
5"	127.000						LIMITE LIQUIDO	=	27.6 %	
4"	100.000						LIMITE PLASTICO	=	21.1 %	
3"	76.200						INDICE PLASTICO	=	6.5 %	
2 1/2"	63.500						CLASF. AASHTO	=	A-4 (5) REG-MALO	
2"	50.800						CLASF. SUCS	=	CL - ML	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0					
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0					
3/4"	19.100	21.4	2.5	2.5	97.5					
1/2"	12.700	18.6	2.2	4.7	95.3					
3/8"	9.520	14.2	1.7	6.4	93.6					
1/4"	6.350									
# 4	4.750	43.2	5.1	11.5	88.5					
# 8	2.360									
# 10	2.000	45.8	6.8	18.2	81.8					
# 16	1.190									
# 20	0.840	12.4	1.8	20.1	80.0					
# 40	0.420	23.8	3.5	23.6	76.4					
# 50	0.300	18.7	2.8	26.3	73.7		% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humd.
# 100	0.149	56.7	8.4	34.7	65.3			196	183	7.10
# 200	0.074	46.6	6.9	41.6	58.4					
< # 200	FONDO	396.0	58.4	100.0						
Observaciones							Coef. Uniformidad		Indice de Consistencia	
TOTAL							Coef. Curvatura		3.16	
Arcilla limo arenoso de baja plasticidad							Pot. de expansión	Bajo	Estable	



CURVA GRANULOMETRICA



Rafael E. Yanarico Buscaglia
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP. 109836

**ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
MTC E - 110, MTC E 111**

TESIS
: USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

PROGRESIVA : PROG. Km 02+000

MATERIAL : TERRENO NATURAL

FECHA : 08/04/2022

CALICATA N° : C - 5

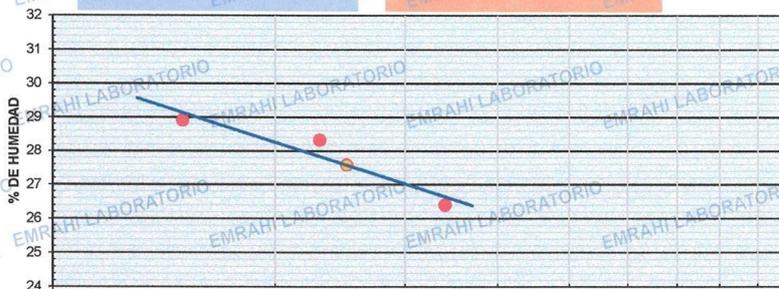
MUESTRA : M - 1

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO	13	14	15		
TARRO + SUELO HUMEDO	43.39	42.82	41.59		
TARRO + SUELO SECO	38.49	38.40	37.65		
AGUA	4.90	4.42	3.94		
PESO DEL TARRO	21.54	22.79	22.72		
PESO DEL SUELO SECO	16.95	15.61	14.93		
% DE HUMEDAD	28.91	28.32	26.39		
N° DE GOLPES	15	23	34		
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO	58	59			
TARRO + SUELO HUMEDO	49.70	47.71			
TARRO + SUELO SECO	42.12	40.41			
AGUA	7.58	7.30			
PESO DEL TARRO	5.93	6.04			
PESO DEL SUELO SECO	36.19	34.37			
% DE HUMEDAD	20.95	21.24			
LL :	27.6 %	LP :	21.1 %	IP :	6.5 %

CURVA DE FLUENCIA



Número de golpes

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 409636



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 02+000
CALICATA : CALICATA 05
MUESTRA : TERRENO NATURAL
FECHA : lunes, 11 de abril de 2022

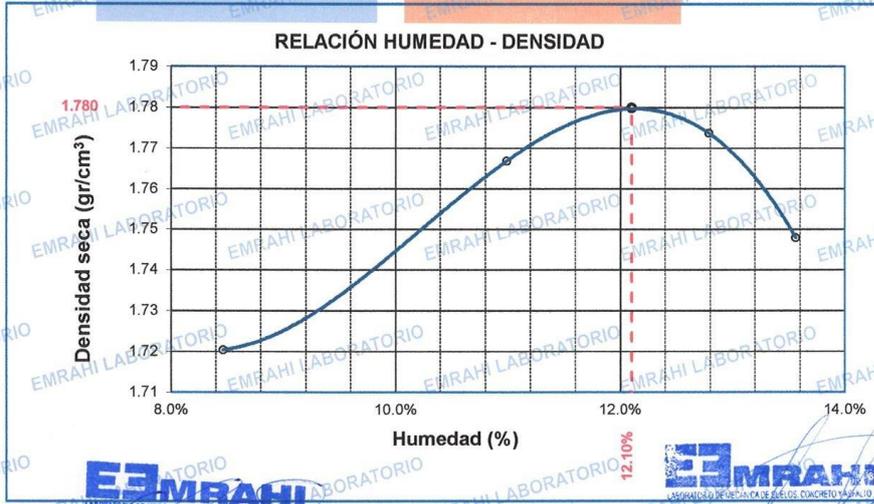


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10363	10565	10649	10616
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3967	4169	4253	4220
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.866	1.961	2.001	1.985

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	82.80	80.80	80.90	82.20	76.50	77.25	78.20	78.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	78.00	78.00	75.00	76.00	70.20	70.80	71.50	71.08
Peso del Agua	gr.	4.80	4.80	5.90	6.20	6.30	6.45	6.70	6.92
Peso de la Capsula	gr.	20.00	20.50	20.80	20.10	20.30	21.00	21.10	21.05
Peso del Suelo Seco	gr.	58.00	55.50	54.20	55.90	49.90	49.80	50.40	50.03
% de Humedad	%	8.28%	8.65%	10.9%	11.09%	12.63%	12.95%	13.29%	13.83%
Promedio de Humedad	%	8.46%		10.99%		12.79%		13.56%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.720		1.767		1.774		1.748	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.78 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	12.1%



EMRAHI LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Rafael E. Vararico Buscaglia
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS, PUNO - RUC: 20605977198 emrahilab@gmail.com

Ricardo Aroni Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP-109836

992 662279 | Jr. Jauregui 614 - Callao, Puno



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 02+000

CALICATA : CALICATA 05

MUESTRA : TERRENO NATURAL

FECHA : sábado, 16 de abril de 2022



MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12700	12375	12720	12452	12786	12562
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	116.91	112.44	118.57	146.80	109.20	106.50
Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4667	4342	4699	4431	4752	4548
Volumen del Suelo	cm ³	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	2.009	1.869	2.022	1.907	2.045	1.957

Capsula No	No	X	D	F	W	T	E	N	M	U
Suelo Humedo + Capsula	gr.	116.91	112.44	118.57	146.80	109.20	106.50	108.90	122.20	107.90
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	101.89	98.44	108.32	128.97	96.66	97.45	97.89	109.37	98.89
Peso del Agua	gr.	15.02	14.00	10.25	17.83	12.54	9.05	11.01	12.83	9.01
Peso de la Capsula	gr.	22.22	25.12	23.55	21.67	23.54	22.76	21.64	23.52	24.43
Peso del Suelo Seco	gr.	79.67	73.32	84.77	107.30	73.12	74.69	76.25	85.85	74.46
% de Humedad	%	18.85%	19.09%	12.09%	16.62%	17.15%	12.12%	14.44%	14.94%	12.10%
Promedio de Humedad	%	18.97%	12.09%	16.88%	12.12%	14.69%	12.10%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.688	1.667	1.730	1.701	1.783	1.746			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
12/04/2022	10:00: a.m.						264.0	0	0		
13/04/2022	10:00: a.m.	24:00:00					287.4	0.59	0.52		
14/04/2022	10:00: a.m.	48:00:00					310.8	1.19	1.03		
15/04/2022	10:00: a.m.	72:00:00					334.2	1.78	1.55		
16/04/2022	10:00: a.m.	96:00:00					357.6	2.38	2.06		

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No. III				MOLDE No. II				MOLDE No. I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		8.0	0.4		8.6	0.4		8.9	0.4				
1.27	01:00		26.4	1.3		28.9	1.5		33.6	1.7				
1.91	01:30		42.5	2.1		44.8	2.3		55.2	2.8				
2.54	02:00	70.31	56.9	2.9		63.5	3.2		72.3	3.7				
3.81	03:00		80.3	4.1		91.4	4.6		111.2	5.6				
5.09	04:00	105.00	99.7	5.0		117.5	5.9		132.5	6.7				
6.35	05:00		113.5	5.7		136.8	6.9		150.7	7.6				
7.62	06:00		128.7	6.5		154.7	7.8		163.9	8.3				
8.84	07:00		135.2	6.8		164.8	8.3		178.4	9.0				
10.16	08:00		144.9	7.3		174.3	8.8		185.2	9.4				



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



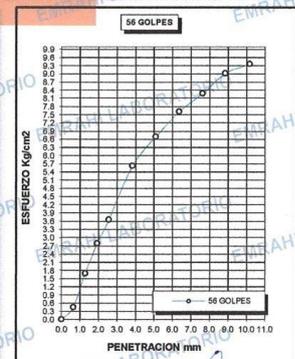
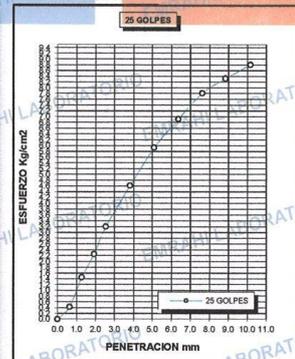
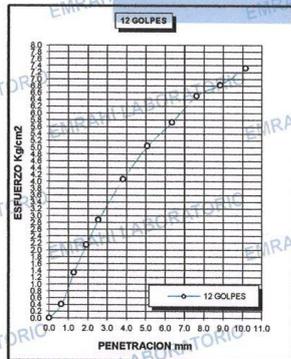
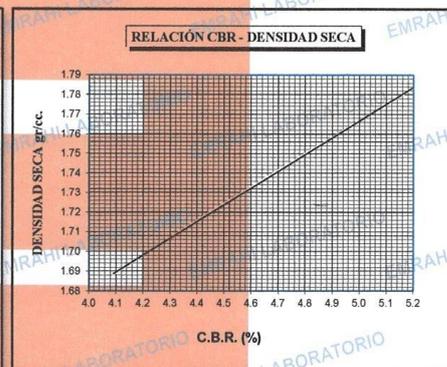
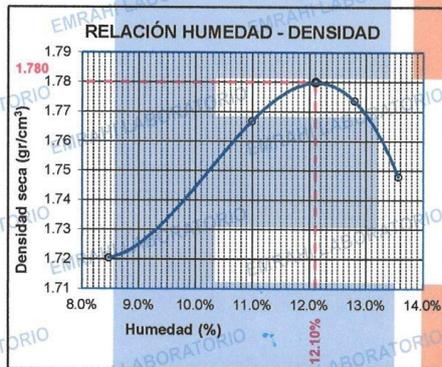
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C.I.P. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN
MTC E 132-2000

TEISIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557-91
SOLICITANTE	: ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.78
CÁLICATA	: CALICATA 05	HUMEDAD OPTIMA (%)	12.1%
MUESTRA	: TERRENO NATURAL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	5.16
PROGRESIVA	: KM 02+000	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	4.12
FECHA	: sábado, 16 de abril de 2022	CLASIFICACION	: CL-ML
		AAASHTO	: A-4 <5>
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aronni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



CALICATA 06



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 02+500

MUESTRA : CALICATA 06

FECHA : 05/04/2022

PROF: 0.00 - 1.50 m
N.F. (- m.)



COTA	ALTURA	MUESTRA	CLASIF.	DESCRIPCIÓN	PERFIL
0.00	0.07		GP-GM	GRAVA MAL GRADADA CON LIMO Y ARENA	
0.10	1.50	M-1	CL-ML	ARCILLA LIMO ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
1.50					

OBSERVACIÓN: No se encontro nivel freatico, se encontro capa de afirmado de 7 cm



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109636



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

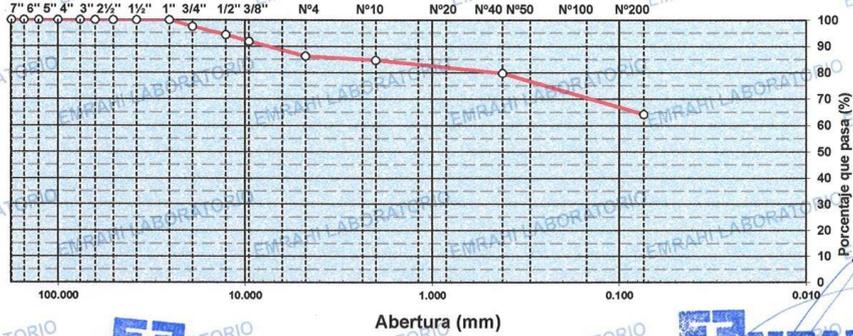
ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E - 107

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 02+500
MATERIAL : TERRENO NATURAL
CALICATA N° : C - 6
MUESTRA : M - 1
FECHA : 07/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	RET. PARC	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
7"	177.800						PESO TOTAL = 850.0 gr
6"	152.400						PESO FRACCIÓN FINC
5"	127.000						LIMITE LIQUIDO = 26.9 %
4"	100.000						LIMITE PLASTICO = 21.0 %
3"	76.200						INDICE PLASTICO = 6.9 %
2 1/2"	63.500						CLASF. AASHTO = A-4 [6] REG-MALO
2"	50.800				100.0		CLASF SUCS = CL - ML
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.100	21.7	2.6	2.6	97.5		
1/2"	12.700	26.7	3.1	5.7	94.3		
3/8"	9.520	21.6	2.5	8.2	91.8		
1/4"	6.350						
# 4	4.760	46.5	5.5	13.7	86.3		
# 8	2.360						
# 10	2.000	11.3	1.6	15.3	84.7		
# 16	1.190						
# 20	0.840	13.2	1.9	17.2	82.8		
# 40	0.420	21.4	3.1	20.3	79.7		
# 50	0.300	19.6	2.8	23.1	76.9		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humd.
# 100	0.149	50.6	7.3	30.4	69.6		187 174 7.36
# 200	0.074	37.4	5.4	35.8	64.2		
< # 200	FONDO	446.5	64.2	100.0			
Observaciones						Coef. Uniformidad	Indice de Consistencia
TOTAL						Coef. Curvatura	3.33
Arcilla limo arenoso de baja plasticidad						Pot. de expansión	Bajo Estable

CURVA GRANULOMETRICA



Rafael F. Yanarico Bustaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 119836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

PROGRESIVA : PROG. Km 02+500

MATERIAL : TERRENO NATURAL

CALICATA N° : C - 6

MUESTRA : M - 1

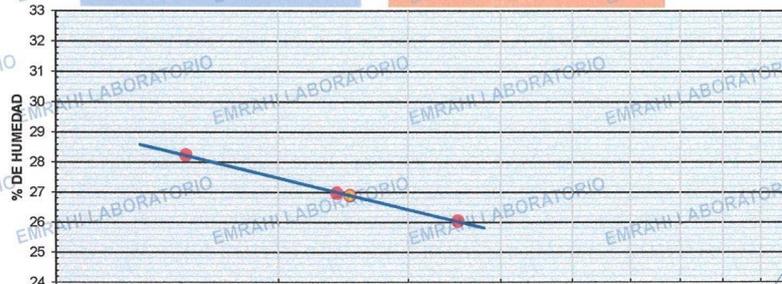
FECHA : 08/04/2022

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	16	17	18
TARRO + SUELO HUMEDO	39.99	40.92	39.77
TARRO + SUELO SECO	33.64	34.59	33.97
AGUA	6.35	6.33	5.80
PESO DEL TARRO	11.15	11.12	11.70
PESO DEL SUELO SECO	22.49	23.47	22.27
% DE HUMEDAD	28.23	26.97	26.04
N° DE GOLPES	15	24	35
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	60	61	62
TARRO + SUELO HUMEDO	48.89	47.26	47.26
TARRO + SUELO SECO	41.66	40.00	40.00
AGUA	7.23	7.26	7.26
PESO DEL TARRO	7.02	5.75	5.75
PESO DEL SUELO SECO	34.64	34.25	34.25
% DE HUMEDAD	20.87	21.20	21.20
LL :	26.9 %	LP :	21.0 %
		IP :	5.9 %

CURVA DE FLUENCIA



Número de golpes



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
 : LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 02+500

CALICATA : CALICATA 06

MUESTRA : TERRENO NATURAL

FECHA : lunes, 11 de abril de 2022

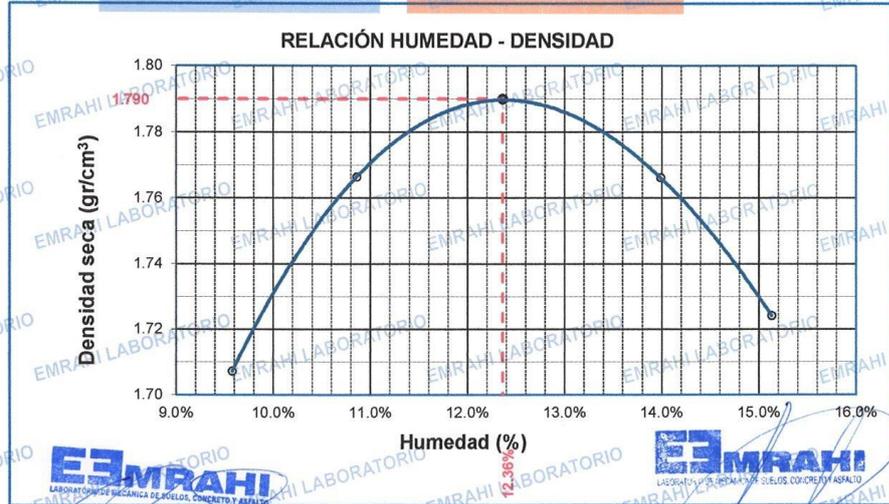


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10373	10559	10676	10616
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	3977	4163	4280	4220
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.871	1.958	2.013	1.985

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	133.62	127.39	160.00	157.20	158.86	152.38	166.24	165.24
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	124.05	117.98	146.90	143.90	142.30	136.47	147.24	146.87
Peso del Agua	gr.	9.57	9.41	13.10	13.30	16.56	15.91	19.00	18.37
Peso de la Capsula	gr.	21.16	22.48	24.17	23.43	23.91	22.72	23.38	23.75
Peso del Suelo Seco	gr.	102.89	95.50	122.73	120.47	118.39	113.75	123.86	123.12
% de Humedad	%	9.30%	9.85%	10.7%	11.04%	13.99%	13.99%	15.34%	14.92%
Promedio de Humedad	%	9.58%		10.86%		13.99%		15.13%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.707		1.766		1.766		1.724	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.79 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	12.4%



EMRAHI
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Rafael E. Vararico Buscaglia
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Carlos Aroni Acero
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP: 109936



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 02+500
CALICATA : CALICATA 06
MUESTRA : TERRENO NATURAL
FECHA : sábado, 16 de abril de 2022



MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12725	12516	12695	12436	12804	12499
Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4692	4483	4674	4415	4790	4485
Volumen del Suelo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	2.019	1.929	2.012	1.900	2.062	1.930

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	169.84	143.24	120.43	129.01	111.69	121.34	110.01	114.35	106.96
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	146.32	123.90	109.78	114.00	98.80	110.90	99.40	102.70	98.35
Peso del Agua	gr.	23.52	19.34	10.65	15.01	12.89	10.44	10.61	11.65	8.61
Peso de la Capsula	gr.	20.18	22.90	24.00	25.48	24.90	26.60	27.45	26.30	26.90
Peso del Suelo Seco	gr.	126.14	101.00	85.78	88.52	73.90	84.30	71.95	76.40	69.45
% de Humedad	%	18.65%	19.15%	12.42%	16.95%	17.44%	12.38%	14.75%	15.25%	12.40%
Promedio de Humedad	%	18.90%	12.42%	17.20%	12.38%	15.00%	12.40%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.698	1.716	1.716	1.691	1.793	1.717			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
12/04/2022	11:00: a.m.						305.0	0	0		
13/04/2022	11:00: a.m.	24:00:00					327.7	0.58	0.50		
14/04/2022	11:00: a.m.	48:00:00					350.4	1.15	1.00		
15/04/2022	11:00: a.m.	72:00:00					373.1	1.73	1.50		
16/04/2022	11:00: a.m.	96:00:00					395.8	2.31	2.00		

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		8.6	0.4		9.0	0.5		9.8	0.5		10.4	0.5	
1.27	01:00		24.8	1.3		29.5	1.5		30.4	1.5		33.0	1.5	
1.91	01:30		36.4	1.8		46.3	2.3		52.4	2.6		57.0	2.6	
2.54	02:00	70.31	56.7	2.9		59.5	3.0		71.5	3.6		77.0	3.6	
3.81	03:00		75.8	3.8		93.7	4.7		104.5	5.3		111.0	5.3	
5.09	04:00	105.00	95.8	4.8		118.4	6.0		130.5	6.6		141.0	6.6	
6.35	05:00		114.5	5.8		140.8	7.1		148.7	7.5		161.0	7.5	
7.62	06:00		127.4	6.4		157.4	8.0		164.2	8.3		177.0	8.3	
8.84	07:00		137.4	6.9		167.3	8.5		175.8	8.9		189.0	8.9	
10.16	08:00		143.8	7.3		174.2	8.8		183.7	9.3		201.0	9.3	



Rafael F. Yanarico Buscaglia
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



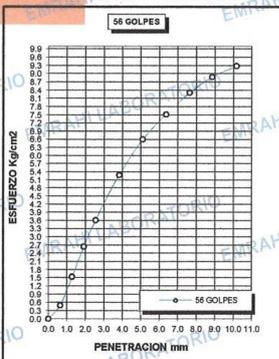
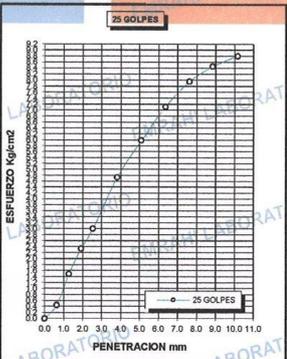
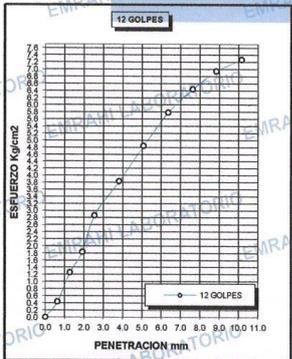
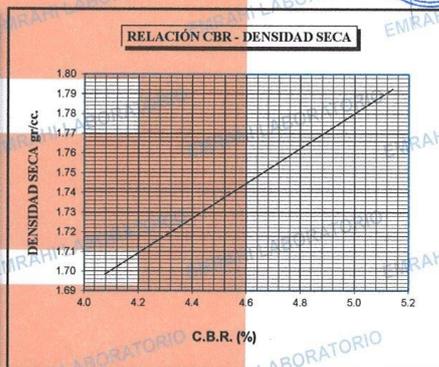
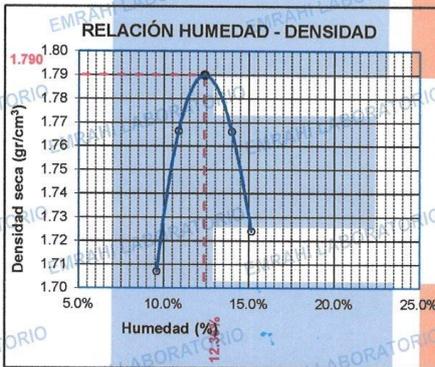
Gerardo Aroni Acera
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 1.79
CALICATA : CALICATA 06	HUMEDAD OPTIMA (%) : 12.4%
MUESTRA : TERRENO NATURAL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 5.11
PROGRESIVA : KM 02+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 4.10
FECHA : sábado, 16 de abril de 2022	CLASIFICACION : CL-ML
	AASHTO : A-4 <6>
	EMBEBIDO : 4 DIAS



Rafael P. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CLASIFICACION DE SUELOS
CIP. 109836



CALICATA 07

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 03+000

MUESTRA : CALICATA 07

FECHA : 05/04/2022

PROF: 0.00 - 1.50 m

N.F. (-m)



COTA	ALTURA	MUESTRA	CLASIF.	DESCRIPCIÓN	PERFIL
0.00	0.07		GP-GM	GRAVA MAL GRADADA CON LIMO Y ARENA	
0.10					
1.50		M-1	CL-ML	ARCILLA LIMO ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
1.50					

OBSERVACIÓN: No se encontro nivel freatico, se encontro capa de afirmado de 7 cm



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



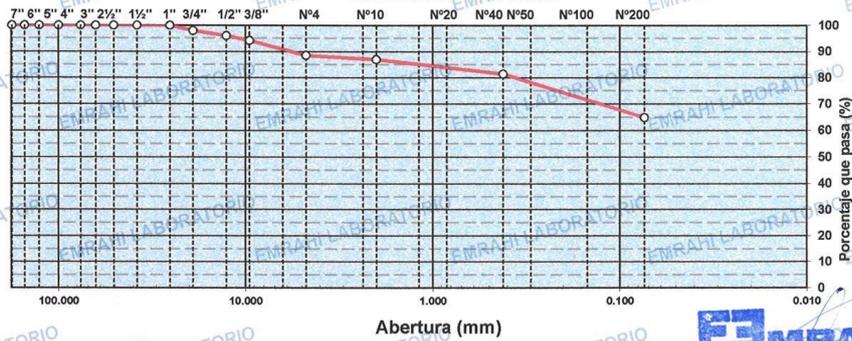
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E - 107**

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 03+000
MATERIAL : TERRENO NATURAL
CALICATA N° : C - 7
MUESTRA : M - 1
FECHA : 07/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO										
TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	RET. PARC	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
7"	177.800						PESO TOTAL	=	860.0 gr	
6"	152.400						PESO FRACCIÓN FINC	=		
5"	127.000						LIMITE LIQUIDO	=	26.5 %	
4"	100.000						LIMITE PLASTICO	=	20.2 %	
3"	76.200						INDICE PLASTICO	=	6.3 %	
2 1/2"	63.500						CLASF. AASHTO	=	A-4 (6)	
2"	50.800				100.0		CLASF. SUCS	=	CL - ML	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0					
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0					
3/4"	19.100	17.3	2.0	2.0	98.0					
1/2"	12.700	16.7	2.0	4.0	96.0					
3/8"	9.520	15.6	1.8	5.8	94.2					
1/4"	6.350									
# 4	4.760	48.3	5.7	11.5	88.5					
# 8	2.360									
# 10	2.000	10.1	1.5	13.0	87.0					
# 16	1.190									
# 20	0.840	14.8	2.2	15.2	84.8					
# 40	0.420	23.3	3.4	18.6	81.4					
# 50	0.300	20.4	3.0	21.6	78.4		% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humd.
# 100	0.149	51.7	7.6	29.3	70.8			176	164	7.50
# 200	0.074	39.8	5.9	35.1	64.9					
< # 200	FONDO	440.0	64.9	100.0						
Observaciones							Coef. Uniformidad		Indice de Consistencia	
TOTAL							Coef. Curvatura		3.01	
Arcilla limo arenoso de baja plasticidad							Pot. de expansión	Bajo	Estable	

CURVA GRANULOMETRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

PROGRESIVA : PROG. Km 03+000

MATERIAL : TERRENO NATURAL

CALICATA N° : C - 7

MUESTRA : M - 1

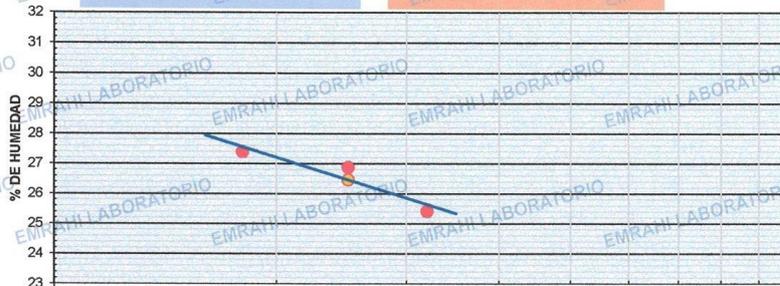
FECHA : 08/04/2022

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO	19	20	21		
TARRO + SUELO HUMEDO	43.46	40.79	43.91		
TARRO + SUELO SECO	38.61	36.42	39.44		
AGUA	4.85	4.37	4.47		
PESO DEL TARRO	20.90	20.16	21.85		
PESO DEL SUELO SECO	17.71	16.26	17.59		
% DE HUMEDAD	27.39	26.88	25.41		
N° DE GOLPES	18	25	32		
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO	62	63			
TARRO + SUELO HUMEDO	33.90	35.10			
TARRO + SUELO SECO	29.42	30.44			
AGUA	4.48	4.66			
PESO DEL TARRO	7.32	7.23			
PESO DEL SUELO SECO	22.10	23.21			
% DE HUMEDAD	20.27	20.08			
LL :	26.5 %	LP :	20.2 %	IP :	6.3 %

CURVA DE FLUENCIA



Número de golpes



Rafael A. Vanario Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Arovi Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y REGISTRO DE CALIDAD
CIP. 109836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
 : LAMPA - PALCA , PUNO
SOLICITANTE : ARMÉJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 03+000
CALICATA : CALICATA 07
MUESTRA : TERRENO NATURAL
FECHA : lunes, 11 de abril de 2022

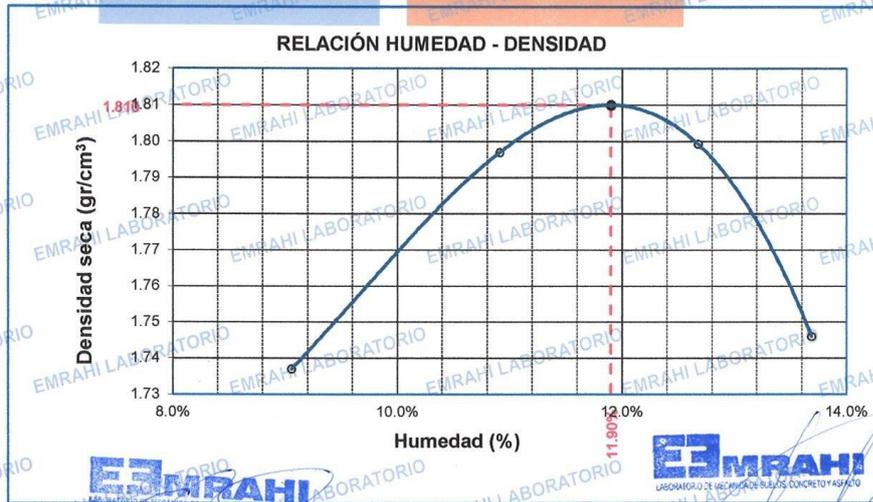


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10423	10633	10706	10616
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm3	4027	4237	4310	4220
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.894	1.993	2.027	1.985

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	139.80	148.00	137.68	150.83	167.50	160.13	181.43	177.35
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	130.29	137.48	126.56	138.12	150.88	144.15	162.39	158.60
Peso del Agua	gr.	9.51	10.52	11.12	12.71	16.62	15.98	19.04	18.75
Peso de la Capsula	gr.	23.64	23.04	22.77	23.66	18.91	18.90	22.67	22.21
Peso del Suelo Seco	gr.	106.65	114.44	103.79	114.46	131.97	125.25	139.72	136.39
% de Humedad	%	8.92%	9.19%	10.7%	11.10%	12.59%	12.76%	13.63%	13.75%
Promedio de Humedad	%	9.05%		10.91%		12.68%		13.69%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.737		1.797		1.799		1.746	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.81	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	: 11.9%	



Ricardo Aroni Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CCT. TROBE CALIDAD
 C/P. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 03+000
CALICATA : CALICATA 07
MUESTRA : TERRENO NATURAL
FECHA : lunes, 11 de abril de 2022



Table with 7 columns: MOLDE No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, and CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURAR).

Table with 7 columns: Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, Peso del Suelo Humedo, Volumen del Suelo, Densidad del Suelo Humedo.

Table with 10 columns: Capsula No, Suelo Humedo + Capsula, Peso del Suelo Seco + Capsula, Peso del Agua, Peso de la Capsula, Peso del Suelo Seco, % de Humedad, Promedio de Humedad, Densidad del Suelo Seco.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetracion mm, Tiempo, Carga Est., MOLDE No III, MOLDE No II, MOLDE No I.



Rafael R. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



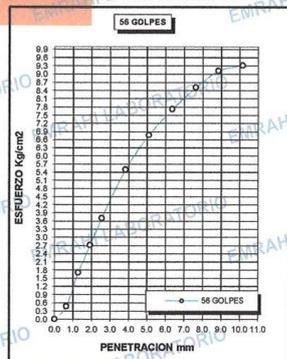
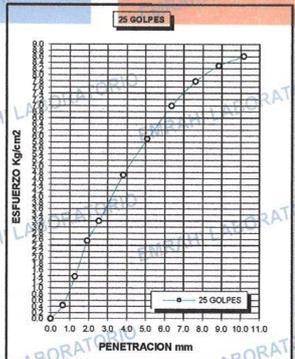
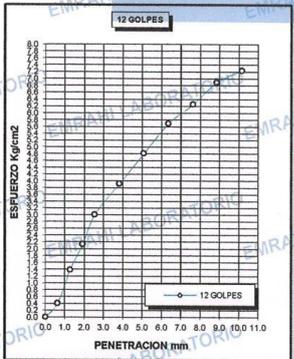
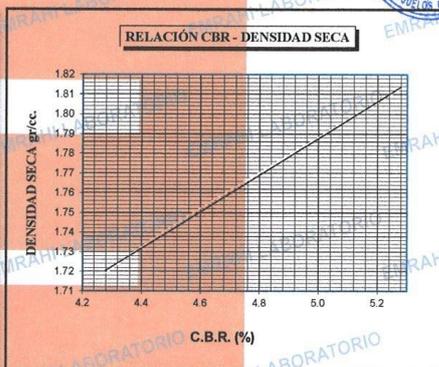
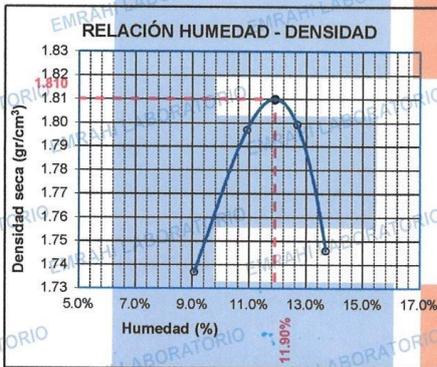
Ricardo Aroni Acera
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS
CIP: 109833



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557-91
SOLICITANTE	ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.81
CALICATA	CALICATA 07	HUMEDAD OPTIMA (%)	11.9%
MUESTRA	TERRENO NATURAL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	5.24
PROGRESIVA	KM 03+000	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	4.27
FECHA	sábado, 16 de abril de 2022	CLASIFICACION	CL-ML
		AASHTO	A-4 <6>
		EMBEBIDO	4 DIAS



EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rafael Escobedo Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Ricardo Araní Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



CALICATA 08



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 03+500

MUESTRA : CALICATA 08

FECHA : 05/04/2022

PROF: 0.00 - 1.50 m
N.F. (- m)



COTA	ALTURA	MUESTRA	CLASIF.	DESCRIPCIÓN	PERFIL
0.00	0.07		GP-GM	GRAVA MAL GRADADA CON LIMO Y ARENA	
0.10	1.50	M-1	CL-ML	ARCILLA LIMO ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
1.50					

OBSERVACIÓN: No se encontro nivel freatico, se encontro capa de afirmado de 7 cm

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA / CENTRO DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

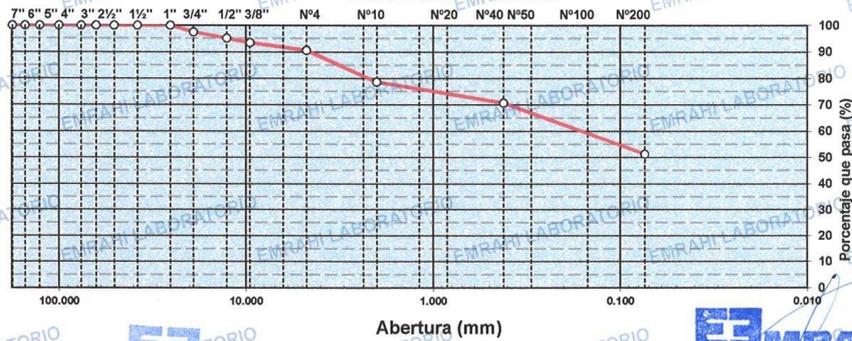
**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E - 107**

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
 SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
 PROGRESIVA : PROG. Km 03+500
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA N° : C - 8
 MUESTRA : M - 1
 FECHA : 07/04/2022
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	RET. PARC	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
7"	177.800						PESO TOTAL = 850.0 gr	
6"	152.400						PESO FRACCIÓN FINC	
5"	127.000						LIMITE LIQUIDO = 27.9 %	
4"	100.000						LIMITE PLASTICO = 21.4 %	
3"	76.200						INDICE PLASTICO = 6.5 %	
2 1/2"	63.500						CLASF. AASHTO = A-4 (4) REG-MALO	
2"	50.800				100.0		CLASF. SUCS = CL-ML	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0			
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0			
3/4"	19.100	21.6	2.5	2.5	97.5			
1/2"	12.700	19.1	2.3	4.8	95.2			
3/8"	9.520	15.0	1.8	6.6	93.5			
1/4"	6.350							
# 4	4.760	24.8	2.9	9.5	90.5			
# 8	2.360							
# 10	2.000	65.3	11.8	21.3	78.7			
# 16	1.190							
# 20	0.840	24.5	4.4	25.7	74.3			
# 40	0.420	19.6	3.6	29.3	70.7			
# 50	0.300	18.4	3.3	32.6	67.4		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humd.	
# 100	0.149	64.3	11.6	44.3	55.8		254 237 7.17	
# 200	0.074	24.6	4.5	48.7	51.3			
< # 200	FONDO	283.3	51.3	100.0				
Observaciones							Coef. Uniformidad	Indice de Consistencia
TOTAL							Coef. Curvatura	3.17
Arcilla limo arenoso de baja plasticidad							Pot. de expansión	Bajo Estable

CURVA GRANULOMETRICA





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

PROGRESIVA : PROG. Km 03+500

MATERIAL : TERRENO NATURAL

FECHA : 08/04/2022

CALICATA N° : C - 8

MUESTRA : M - 1

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO	22	23	24		
TARRO + SUELO HUMEDO	40.79	39.01	34.88		
TARRO + SUELO SECO	36.71	35.26	32.20		
AGUA	4.08	3.75	2.68		
PESO DEL TARRO	22.95	22.32	22.31		
PESO DEL SUELO SECO	13.76	12.94	9.89		
% DE HUMEDAD	29.65	28.98	27.10		
N° DE GOLPES	17	22	28		
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO	64	65			
TARRO + SUELO HUMEDO	35.89	38.12			
TARRO + SUELO SECO	33.15	35.02			
AGUA	2.74	3.10			
PESO DEL TARRO	20.96	20.47			
PESO DEL SUELO SECO	12.79	14.55			
% DE HUMEDAD	21.42	21.31			
LL :	27.9 %	LP :	21.4 %	IP :	6.5 %

CURVA DE FLUENCIA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Rafael F. Yanario Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMÉJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 03+500
CALICATA : CALICATA 08
MUESTRA : TERRENO NATURAL
FECHA : lunes, 11 de abril de 2022

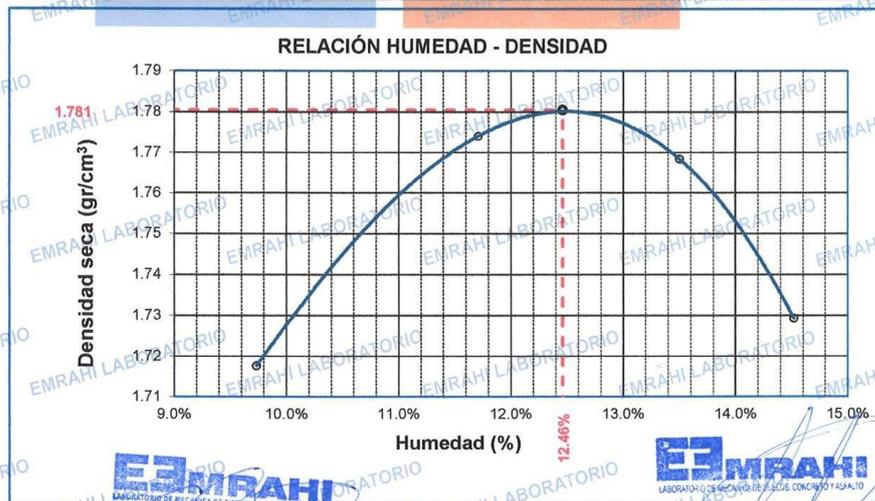


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10403	10609	10663	10606
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4007	4213	4267	4210
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.885	1.982	2.007	1.980

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	125.64	110.82	126.12	137.24	142.50	143.81	133.67	114.39
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	117.25	103.65	116.04	126.12	128.96	130.56	120.45	103.87
Peso del Agua	gr.	8.39	7.17	10.08	11.12	13.54	13.25	13.22	10.52
Peso de la Capsula	gr.	30.39	30.51	30.45	30.55	30.25	30.82	30.64	30.39
Peso del Suelo Seco	gr.	86.86	73.14	85.59	95.57	98.71	99.74	89.81	73.48
% de Humedad	%	9.66%	9.80%	11.8%	11.64%	13.72%	13.28%	14.72%	14.32%
Promedio de Humedad	%	9.73%		11.71%		13.50%		14.52%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.718		1.774		1.768		1.729	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.78	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	12.5%	



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C.I.P. 109936



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACION : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 03+500
CALICATA : CALICATA 08
MUESTRA : TERRENO NATURAL
FECHA : sábado, 16 de abril de 2022



Table with 7 columns: Molde No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, and CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURAR).

Table with 7 columns: Property (Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, etc.) and 7 values.

Table with 10 columns: Capsula No, Suelo Humedo + Capsula, etc., and 10 values.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetracion mm, Tiempo, Carga Est., MOLDE No III, MOLDE No II, MOLDE No I.



Rafael E. Yancario Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



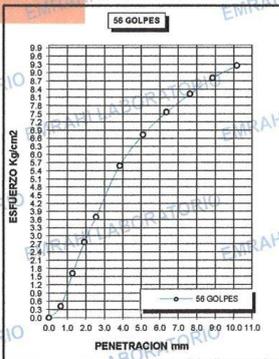
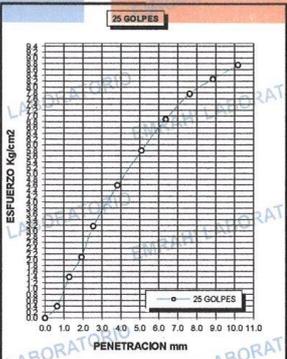
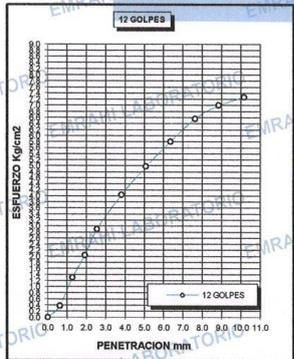
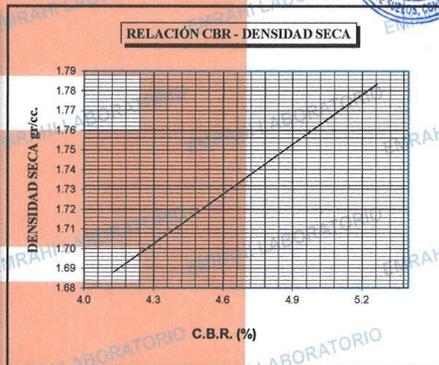
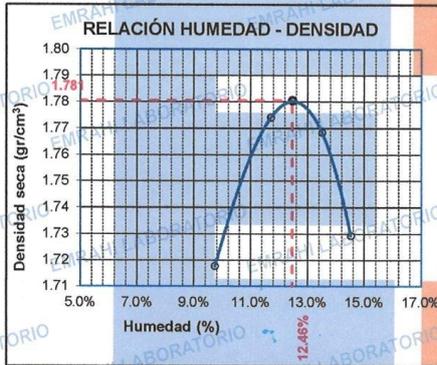
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTCE 132-2000

TESTIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRÁSANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	: ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)
CALICATA	: CALICATA 08	HUMEDAD OPTIMA (%)
MUESTRA	: TERRENO NATURAL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)
PROGRESIVA	: KM 03+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)
FECHA	: sábado, 16 de abril de 2022	CLASIFICACIÓN : CL-ML
		AASHTO : A-4 <4>
		EMBEBIDO : 4 DIAS



Rafael P. Yanarico Buscabilla
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP-109836



**COMBINACION 8% VA +
4% VL**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

PROGRESIVA : PROG. Km 00+000

MATERIAL : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL

CALICATA N° : C - 1

MUESTRA : M - 1

FECHA : 20/04/2022

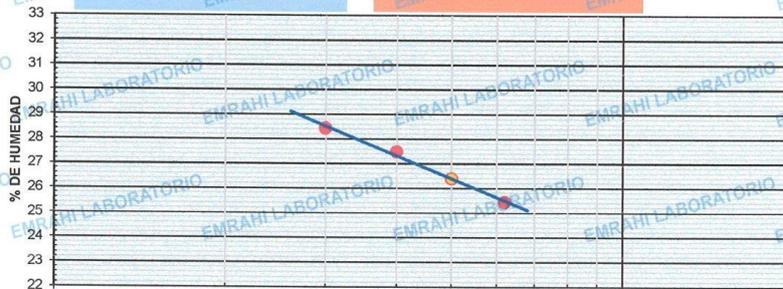
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m



DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HUMEDO	41.46	38.47	43.98
TARRO + SUELO SECO	37.05	35.09	39.67
AGUA	4.41	3.38	4.31
PESO DEL TARRO	21.54	22.79	22.72
PESO DEL SUELO SECO	15.51	12.30	16.95
% DE HUMEDAD	28.43	27.48	25.43
N° DE GOLPES	15	20	31
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	30	31	
TARRO + SUELO HUMEDO	33.18	36.10	
TARRO + SUELO SECO	28.50	31.21	
AGUA	4.68	4.89	
PESO DEL TARRO	5.90	7.38	
PESO DEL SUELO SECO	22.60	23.83	
% DE HUMEDAD	20.71	20.52	
LL : 26.4 %	LP : 20.6 %	IP : 5.8 %	

CURVA DE FLUENCIA



Rafael P. Yanaco Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 00+500
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL
FECHA : 20/04/2022
CALICATA N° : C-2
MUESTRA : M - 1
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m



DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	4	5	6	
TARRO + SUELO HUMEDO	45.40	47.29	47.08	
TARRO + SUELO SECO	40.18	41.80	42.12	
AGUA	5.22	5.49	4.96	
PESO DEL TARRO	21.64	20.87	21.71	
PESO DEL SUELO SECO	18.54	20.93	20.41	
% DE HUMEDAD	28.16	26.23	24.30	
N° DE GOLPES	15	25	33	
LIMITE PLASTICO				
N° TARRO	32	33		
TARRO + SUELO HUMEDO	34.40	32.71		
TARRO + SUELO SECO	29.60	28.13		
AGUA	4.80	4.58		
PESO DEL TARRO	5.93	6.04		
PESO DEL SUELO SECO	23.67	22.09		
% DE HUMEDAD	20.28	20.73		
LL :	25.9	%	LP :	20.5
			IP :	5.4
				%

CURVA DE FLUENCIA



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

PROGRESIVA : PROG. Km 01+000

MATERIAL : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL

CALICATA N° : C-3

MUESTRA : M - 1

FECHA : 20/04/2022

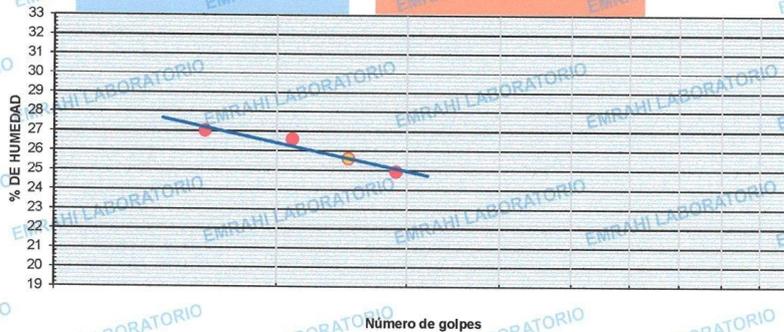
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m



DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	7	8	9
TARRO + SUELO HUMEDO	36.58	43.76	45.69
TARRO + SUELO SECO	33.27	39.08	40.86
AGUA	3.31	4.68	4.83
PESO DEL TARRO	21.01	21.48	21.48
PESO DEL SUELO SECO	12.26	17.60	19.38
% DE HUMEDAD	27.00	26.59	24.92
N° DE GOLPES	16	21	29
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	34	35	
TARRO + SUELO HUMEDO	35.23	35.98	
TARRO + SUELO SECO	32.93	33.58	
AGUA	2.30	2.40	
PESO DEL TARRO	21.61	21.72	
PESO DEL SUELO SECO	11.32	11.86	
% DE HUMEDAD	20.32	20.24	
LL :	25.6 %	LP :	20.3 %
		IP :	5.3 %

CURVA DE FLUENCIA



Rafael E. Yanarico Busecaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Gerardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C.P. 109836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198 emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

PROGRESIVA : PROG. Km 01+500

MATERIAL : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL

CALICATA N° : C-4

MUESTRA : M - 1

FECHA : 20/04/2022

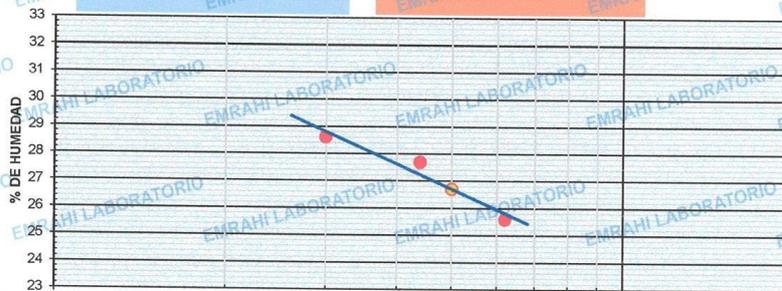
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m



DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	10	11	12	
TARRO + SUELO HUMEDO	42.33	44.34	46.77	
TARRO + SUELO SECO	37.82	39.77	41.53	
AGUA	4.51	4.57	5.24	
PESO DEL TARRO	22.05	23.26	21.05	
PESO DEL SUELO SECO	15.77	16.51	20.48	
% DE HUMEDAD	28.60	27.68	25.59	
N° DE GOLPES	15	22	31	
LIMITE PLASTICO				
N° TARRO	34	35		
TARRO + SUELO HUMEDO	34.60	36.39		
TARRO + SUELO SECO	30.17	31.65		
AGUA	4.43	4.74		
PESO DEL TARRO	8.76	8.27		
PESO DEL SUELO SECO	21.41	23.38		
% DE HUMEDAD	20.69	20.27		
LL :	26.7	%	LP :	20.5
				%
			IP :	6.2
				%

CURVA DE FLUENCIA



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109838



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 02+000
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL
CALICATA N° : C-5
MUESTRA : M - 1

FECHA : 21/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 -1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	13	14	15	
TARRO + SUELO HUMEDO	44.69	40.59	41.57	
TARRO + SUELO SECO	39.65	36.59	37.61	
AGUA	5.04	4.00	3.96	
PESO DEL TARRO	21.46	21.61	22.05	
PESO DEL SUELO SECO	18.19	14.98	15.56	
% DE HUMEDAD	27.71	26.70	25.45	
N° DE GOLPES	16	22	32	
LIMITE PLASTICO				
N° TARRO	38	39		
TARRO + SUELO HUMEDO	37.89	38.85		
TARRO + SUELO SECO	32.69	33.25		
AGUA	5.20	5.60		
PESO DEL TARRO	7.02	5.75		
PESO DEL SUELO SECO	25.67	27.50		
% DE HUMEDAD	20.26	20.36		
LL : 26.3 %	LP : 20.3 %	IP : 6.0 %		

CURVA DE FLUENCIA



Número de golpes



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Arant Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 1099636

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198 emrahlab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

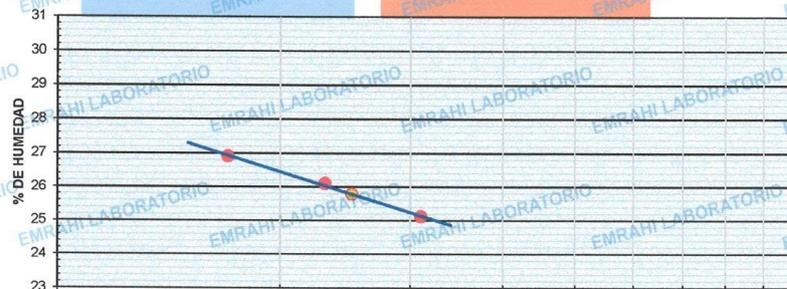
TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 02+500
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL
CALICATA N° : C - 6
MUESTRA : M - 1
FECHA : 21/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m



DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	16	17	18
TARRO + SUELO HUMEDO	42.63	38.55	39.53
TARRO + SUELO SECO	38.10	34.92	35.59
AGUA	4.53	3.63	3.94
PESO DEL TARRO	21.26	21.01	19.90
PESO DEL SUELO SECO	16.84	13.91	15.69
% DE HUMEDAD	26.90	26.10	25.11
N° DE GOLPES	17	23	31
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	40	41	
TARRO + SUELO HUMEDO	36.92	39.81	
TARRO + SUELO SECO	31.78	34.18	
AGUA	5.14	5.63	
PESO DEL TARRO	7.02	5.75	
PESO DEL SUELO SECO	24.76	28.43	
% DE HUMEDAD	20.76	19.80	
LL : 25.8 %	LP : 20.3 %	IP : 5.5 %	

CURVA DE FLUENCIA



Rafael F. Yamartico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836

992 662279



Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198



emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

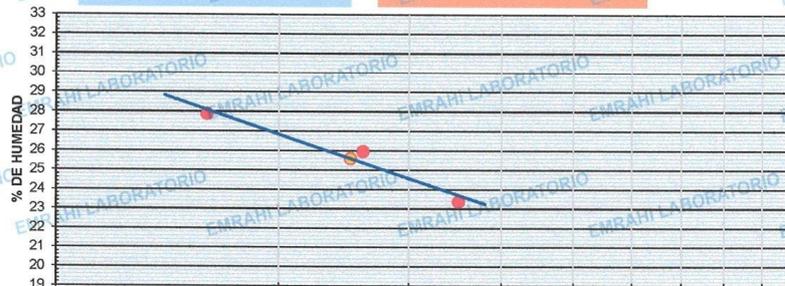
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 03+000
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL
CALICATA Nº : C-7
MUESTRA : M - 1
FECHA : 21/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1,5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
Nº TARRO	19	20	21
TARRO + SUELO HUMEDO	39.24	43.02	43.53
TARRO + SUELO SECO	35.36	38.62	39.14
AGUA	3.88	4.40	4.39
PESO DEL TARRO	21.44	21.67	20.34
PESO DEL SUELO SECO	13.92	16.95	18.80
% DE HUMEDAD	27.87	25.96	23.35
Nº DE GOLPES	16	26	35
LIMITE PLASTICO			
Nº TARRO	42	43	
TARRO + SUELO HUMEDO	35.89	31.91	
TARRO + SUELO SECO	30.98	27.65	
AGUA	4.91	4.26	
PESO DEL TARRO	5.95	6.04	
PESO DEL SUELO SECO	25.03	21.61	
% DE HUMEDAD	19.62	19.71	
LL : 25.6 %	LP : 19.7 %	IP : 5.9 %	

CURVA DE FLUENCIA



Número de golpes



Rafael P. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Ayón Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 199836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198 emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

PROGRESIVA : PROG. Km 03+500

MATERIAL : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL

CALICATA N° : C - 8

MUESTRA : M - 1

FECHA : 21/04/2022

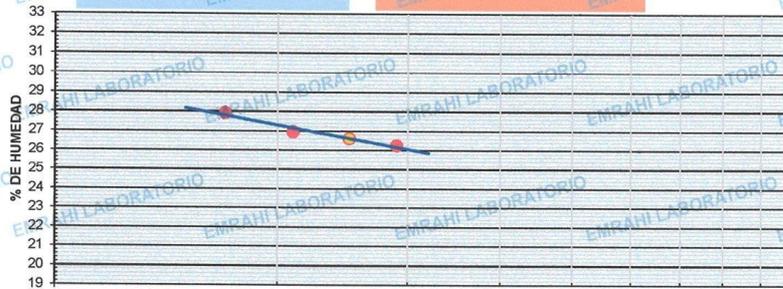
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1,5 m



DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	22	23	24
TARRO + SUELO HUMEDO	32.97	40.18	42.07
TARRO + SUELO SECO	30.36	36.21	37.79
AGUA	2.61	3.97	4.28
PESO DEL TARRO	21.01	21.48	21.48
PESO DEL SUELO SECO	9.35	14.73	16.31
% DE HUMEDAD	27.91	26.95	26.24
N° DE GOLPES	17	21	29
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	44	45	
TARRO + SUELO HUMEDO	35.44	36.14	
TARRO + SUELO SECO	33.04	33.72	
AGUA	2.40	2.42	
PESO DEL TARRO	21.61	21.72	
PESO DEL SUELO SECO	11.43	12.00	
% DE HUMEDAD	21.00	20.17	
LL :	26.6 %	LP :	20.6 %
		IP :	6.0 %

CURVA DE FLUENCIA



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo A. Font Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109939

992 662279



Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198



emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 00+000
CALICATA : CALICATA 01
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL
FECHA : Lunes, 18 de abril de 2022

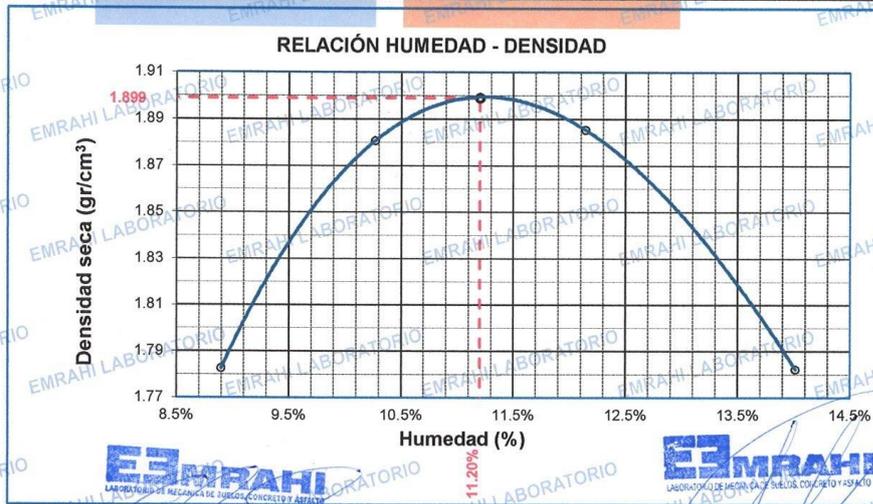


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10523	10805	10891	10716
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4127	4409	4495	4320
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.941	2.074	2.114	2.032

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	105.00	104.68	109.75	110.91	107.85	106.85	104.50	107.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	99.00	98.80	102.00	103.00	99.00	98.00	95.00	97.00
Peso del Agua	gr.	6.00	6.08	7.75	7.91	8.85	8.85	9.50	10.00
Peso de la Capsula	gr.	30.80	31.02	26.00	26.50	25.42	25.80	26.80	26.05
Peso del Suelo Seco	gr.	68.20	67.58	76.00	76.50	73.58	72.20	68.20	70.95
% de Humedad	%	8.80%	9.00%	10.2%	10.34%	12.03%	12.26%	13.93%	14.09%
Promedio de Humedad	%	8.90%		10.27%		12.14%		14.01%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.783		1.881		1.885		1.782	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.90	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	11.2%	



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECHNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 00+000

CALICATA : CALICATA 01

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL

FECHA : sábado, 23 de abril de 2022



MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	13002	12705	13106	12863	13015	12819
Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4969	4672	5085	4842	5001	4805
Volumen del Suelo	cm ³ .	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.139	2.011	2.189	2.084	2.152	2.068

Capsula No	No	W	Q	R	Y	U	I	O	P	A
Suelo Humedo + Capsula	gr.	114.19	114.50	108.70	107.57	108.92	120.18	108.41	110.20	123.39
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	99.99	100.12	100.23	95.88	96.89	110.22	98.43	99.87	113.36
Peso del Agua	gr.	14.20	14.38	8.47	11.69	12.03	9.96	9.98	10.33	10.03
Peso de la Capsula	gr.	23.99	24.59	24.77	20.76	21.97	21.12	20.51	22.34	23.79
Peso del Suelo Seco	gr.	76.00	75.53	75.46	75.12	74.92	89.10	77.92	77.53	89.57
% de Humedad	%	18.68%	19.04%	11.22%	15.56%	16.06%	11.18%	12.81%	13.32%	11.20%
Promedio de Humedad	%	18.86%	11.22%	15.81%	11.18%	13.07%	11.20%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³ .	1.799	1.808	1.890	1.874	1.904	1.860			

EXPANSIÓN

		Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
19/04/2022	8:00: a.m.							110.0	0	0
20/04/2022	8:00: a.m.	24:00:00						129.6	0.50	0.43
21/04/2022	8:00: a.m.	48:00:00						149.2	1.00	0.86
22/04/2022	8:00: a.m.	72:00:00						168.8	1.49	1.30
23/04/2022	8:00: a.m.	96:00:00						188.4	1.99	1.73

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		9.8	0.5		10.3	0.5		11.3	0.6		11.3	0.6	
1.27	01:00		32.4	1.6		36.9	1.9		41.2	2.1		41.2	2.1	
1.91	01:30		48.9	2.5		59.7	3.0		70.3	3.6		70.3	3.6	
2.54	02:00	70.31	70.5	3.6		87.5	4.4		90.2	4.6		90.2	4.6	
3.81	03:00		99.5	5.0		119.4	6.0		123.7	6.3		123.7	6.3	
5.09	04:00	105.00	122.4	6.2		140.7	7.1		148.9	7.5		148.9	7.5	
6.35	05:00		136.2	6.9		156.3	7.9		167.8	8.5		167.8	8.5	
7.62	06:00		148.6	7.5		168.9	8.5		183.4	9.3		183.4	9.3	
8.84	07:00		152.8	7.7		179.8	9.1		189.5	9.6		189.5	9.6	
10.16	08:00		153.7	7.8		185.2	9.4		196.8	9.9		196.8	9.9	



Rafael E. Vanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



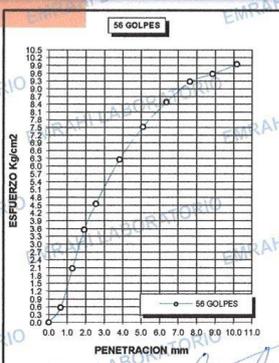
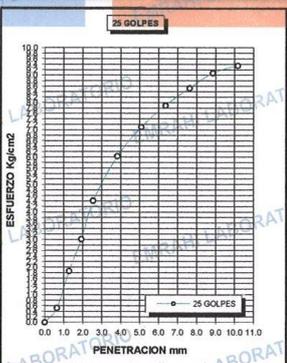
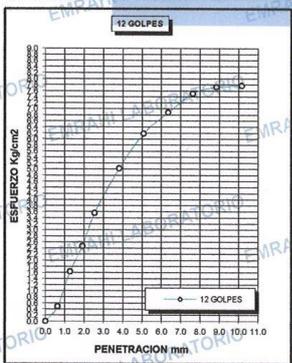
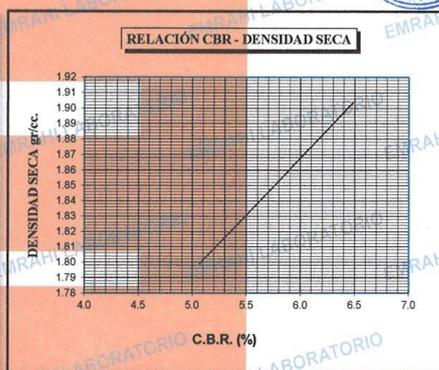
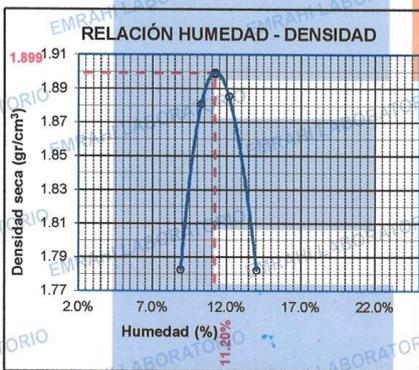
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRTUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
	SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.90
CALICATA : CALICATA 01	MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL	HUMEDAD OPTIMA (%)	11.2%
PROGRESIVA : KM 00+000	FECHA : sábado, 23 de abril de 2022	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	6.42
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	5.13
		CLASIFICACION : CL-ML	
		AASHTO : A-4 <6>	
		EMBEBIDO : 4 DIAS	



EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rafael E. Watanabe Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 00+500
CALICATA : CALICATA 02
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL
FECHA : lunes, 18 de abril de 2022

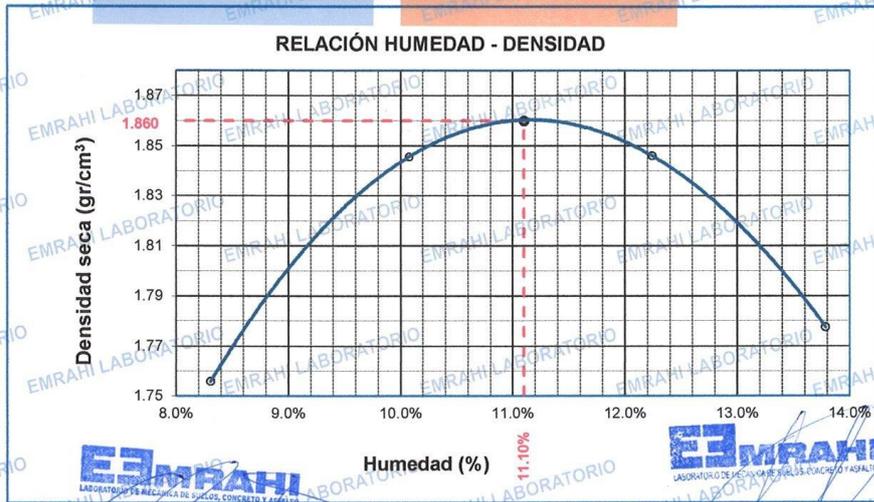


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10439	10715	10801	10696
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	4043	4319	4405	4300
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.902	2.032	2.072	2.023

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	92.30	93.50	91.24	92.12	90.32	90.49	90.20	91.22
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	87.00	88.00	85.00	85.60	83.02	83.09	82.10	82.77
Peso del Agua	gr.	5.30	5.50	6.24	6.52	7.30	7.40	8.10	8.45
Peso de la Capsula	gr.	22.00	23.00	21.90	22.05	23.02	22.99	22.80	22.01
Peso del Suelo Seco	gr.	65.00	65.00	63.10	63.55	60.00	60.10	59.30	60.76
% de Humedad	%	8.15%	8.46%	9.9%	10.26%	12.17%	12.31%	13.66%	13.91%
Promedio de Humedad	%	8.31%		10.07%		12.24%		13.78%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.756		1.846		1.846		1.778	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.86	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	11.1%	



Rafael A. Tancario Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

Ricardo Aroca Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CASI
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 00+500
CALICATA : CALICATA 02
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL
FECHA : sábado, 23 de abril de 2022



Table with 7 columns: Molde No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, and CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURAR).

Table with 7 columns: Molde No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, and CONDICIONES DE LA MUESTRA. Includes rows for Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, Peso del Suelo Humedo, Volumen del Suelo, and Densidad del Suelo Humedo.

Table with 10 columns: Capsula No, No, Z, E, Y, W, V, B, M, N, G. Includes rows for Suelo Humedo + Capsula, Peso del Suelo Seco + Capsula, Peso del Agua, Peso de la Capsula, Peso del Suelo Seco, % de Humedad, Promedio de Humedad, and Densidad del Suelo Seco.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %, Dial, Expansión mm, Expansión %.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetracion mm, Tiempo, Carga Est., and MOLDE No I, II, III (Dial, Kg, Kg/cm2, Correc.).



Rafael F. Y. Arco Bascaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



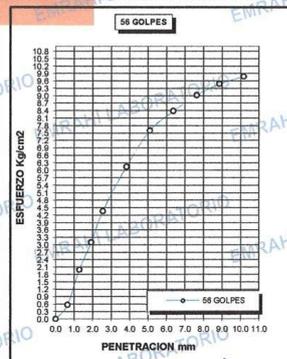
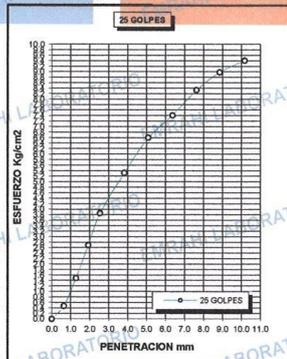
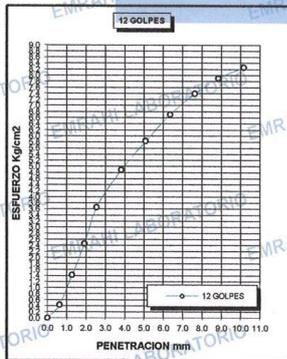
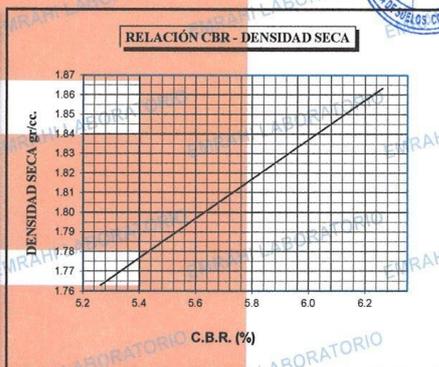
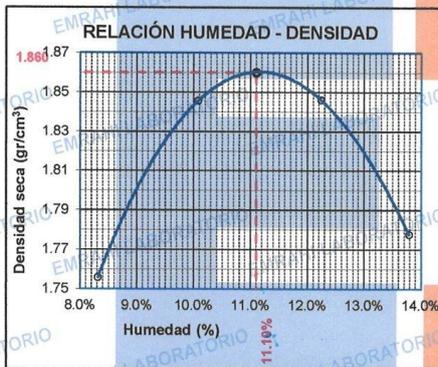
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TEISIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	: ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)
CALICATA	: CALICATA 02	HUMEDAD OPTIMA (%)
MUESTRA	: TERRENO NATURAL + 8%AV ± 4%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)
PROGRESIVA	: KM 00+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)
FECHA	: sábado, 23 de abril de 2022	CLASIFICACION : CL-ML
		AASHTO : A-4 <4>
		EMBEBIDO : 4 DIAS



EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y COSTA DE CARILO
CIP. 109750



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
SOLICITANTE : ARMÉJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 01+000
CALICATA : CALICATA 03
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL
FECHA : lunes, 18 de abril de 2022

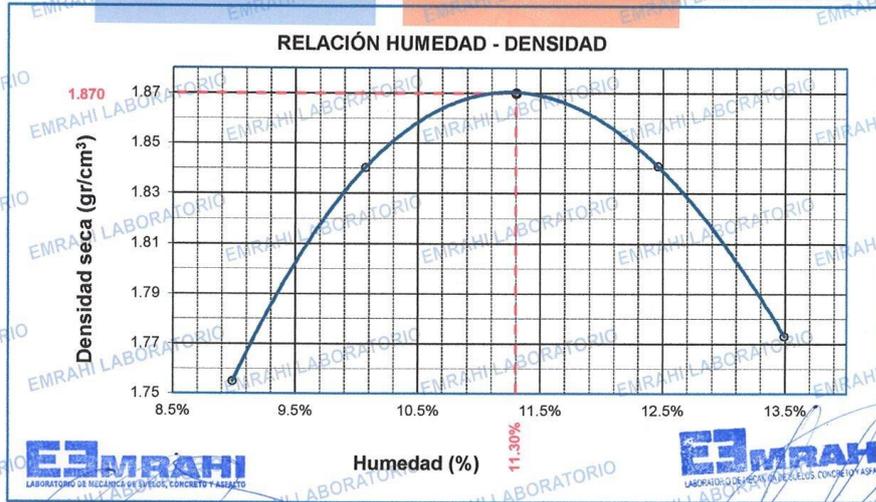


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10462	10702	10797	10674
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4066	4306	4401	4278
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.913	2.026	2.070	2.012

Capítulo No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	49.78	50.74	48.50	48.80	48.70	47.75	50.52	49.80
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	48.00	48.89	46.56	46.79	45.85	45.15	47.85	47.08
Peso del Agua	gr.	1.78	1.85	1.94	2.01	2.85	2.60	2.67	2.72
Peso de la Capsula	gr.	28.02	28.46	27.00	27.12	22.56	24.65	27.89	27.09
Peso del Suelo Seco	gr.	19.98	20.41	19.56	19.67	23.29	20.50	19.96	19.99
% de Humedad	%	8.91%	9.06%	9.9%	10.22%	12.24%	12.68%	13.38%	13.61%
Promedio de Humedad	%	8.99%		10.07%		12.46%		13.49%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.755		1.840		1.841		1.773	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.87	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	11.30%	



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 01+000
CALICATA : CALICATA 03
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL
FECHA : sábado, 23 de abril de 2022



Table with 7 columns: Molde No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, and CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURAR).

Table with 7 columns: Item (Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, etc.), Unit, and 7 numerical values.

Table with 11 columns: Item (Capsula No, Suelo Humedo + Capsula, etc.), Unit, and 10 numerical values.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %, and 3 additional columns.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetración mm, Tiempo, Carga Est., and 10 columns for MOLDE No. I, II, III.



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



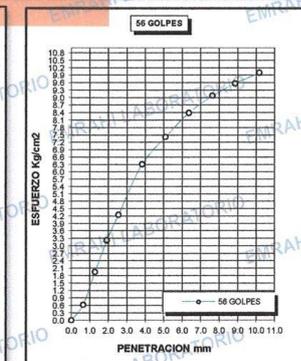
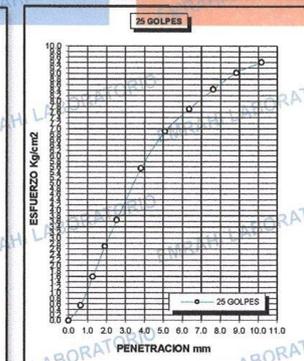
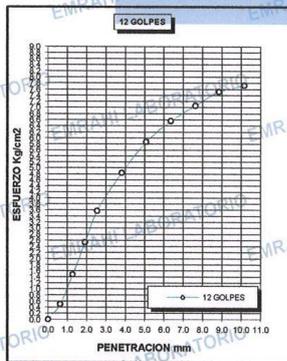
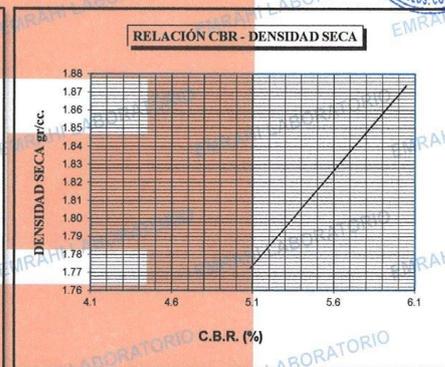
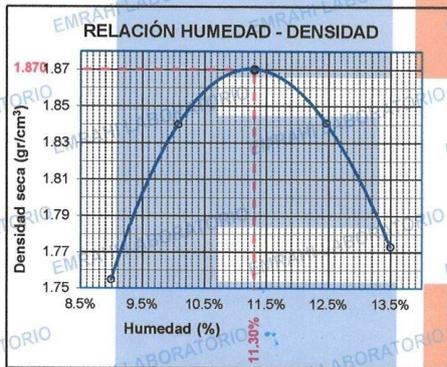
Ricardo Arani Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRTUDAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
	SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.87
CALICATA : CALICATA 03	MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL	HUMEDAD OPTIMA (%)	11.3%
PROGRESIVA : KM 01+000	FECHA : sábado, 23 de abril de 2022	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	6.01
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	5.12
		CLASIFICACION : CL-ML	
		AASHTO : A-4 <4>	
		EMBEBIDO : 4 DIAS	



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CENTRO DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA , PUNO

SOLICITANTE : ARMÉJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 01+500

CALICATA : CALICATA 04

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL

FECHA : lunes, 18 de abril de 2022

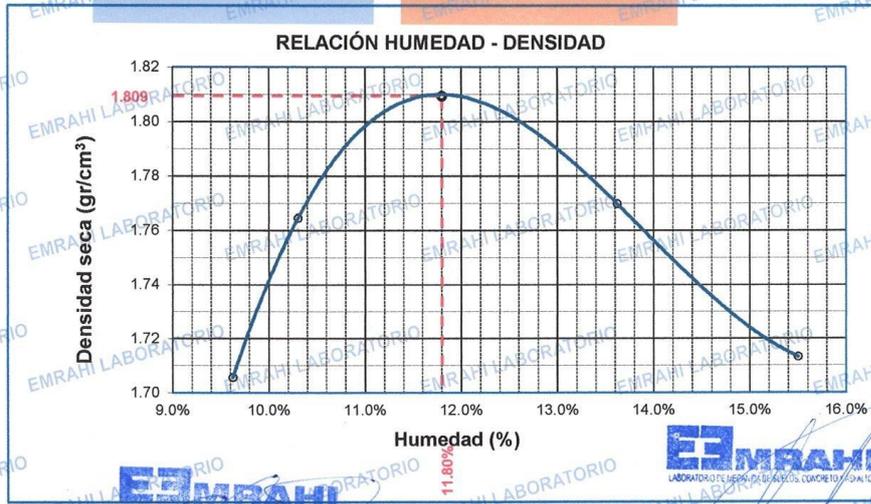


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10371	10534	10671	10603
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm3.	3975	4138	4275	4207
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	1.870	1.946	2.011	1.979

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	93.04	102.00	97.11	97.55	100.35	99.12	101.21	100.45
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	87.00	95.00	90.25	90.57	91.25	90.00	91.02	90.00
Peso del Agua	gr.	6.04	7.00	6.86	6.98	9.10	9.12	10.19	10.45
Peso de la Capsula	gr.	23.20	23.45	23.05	23.43	23.91	23.56	23.99	23.84
Peso del Suelo Seco	gr.	63.80	71.55	67.20	67.14	67.34	66.44	67.03	66.16
% de Humedad	%	9.47%	9.78%	10.2%	10.40%	13.51%	13.73%	15.20%	15.80%
Promedio de Humedad	%	9.63%		10.30%		13.62%		15.50%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.706		1.765		1.770		1.713	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.81 gr/cm3
		HUMEDAD OPTIMA	:	11.8%



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 01+500

CALICATA : CALICATA 04

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL

FECHA : sábado, 23 de abril de 2022



MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO SIN SATURAR SATURADO SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12821	12508	12849	12608	12832	12650
Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4788	4475	4828	4587	4818	4636
Volumen del Suelo	cm ³ .	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.061	1.926	2.078	1.974	2.074	1.995

Capsula No	No	C	T	R	A	B	C	W	N	M
Suelo Humedo + Capsula	gr.	112.06	114.17	134.12	107.48	109.19	106.18	108.31	109.92	107.99
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	97.56	99.12	122.78	94.94	96.24	97.64	97.68	98.88	99.36
Peso del Agua	gr.	14.50	15.05	11.34	12.54	12.95	8.54	10.63	11.04	8.63
Peso de la Capsula	gr.	24.82	25.46	26.88	20.36	21.44	25.14	22.18	23.14	26.20
Peso del Suelo Seco	gr.	72.74	73.66	95.90	74.58	74.80	72.50	75.50	75.74	73.16
% de Humedad	%	19.93%	20.43%	11.82%	16.81%	17.31%	11.78%	14.08%	14.58%	11.80%
Promedio de Humedad	%	20.18%	11.82%	17.06%	11.78%	14.33%	11.80%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³ .	1.715	1.722	1.775	1.766	1.814	1.785			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
19/04/2022	11:00: a.m.						170.0	0	0		
20/04/2022	11:00: a.m.	24:00:00					188.8	0.48	0.41		
21/04/2022	11:00: a.m.	48:00:00					207.6	0.95	0.83		
22/04/2022	11:00: a.m.	72:00:00					226.3	1.43	1.24		
23/04/2022	11:00: a.m.	96:00:00					245.1	1.91	1.65		

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No. III				MOLDE No. II				MOLDE No. I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		9.6	0.5		10.8	0.5		12.8	0.6		14.8	0.7	
1.27	01:00		30.2	1.5		32.8	1.7		42.8	2.2		52.8	3.2	
1.91	01:30		53.2	2.7		56.3	2.8		63.5	3.2		73.5	4.3	
2.54	02:00	70.31	71.5	3.6		80.4	4.1		85.8	4.3		95.8	5.3	
3.81	03:00		93.5	4.7		108.7	5.5		123.2	6.2		143.2	7.2	
5.09	04:00	105.00	112.7	5.7		128.4	6.5		149.0	7.5		173.0	8.5	
6.35	05:00		127.5	6.4		145.2	7.3		168.7	8.5		193.7	9.5	
7.62	06:00		140.2	7.1		160.4	8.1		180.4	9.1		213.4	10.5	
8.84	07:00		149.9	7.6		172.2	8.7		190.3	9.6		223.3	11.5	
10.16	08:00		158.6	8.0		179.5	9.1		198.4	10.0		233.3	12.5	



Rafael F. Yanarico Buseaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



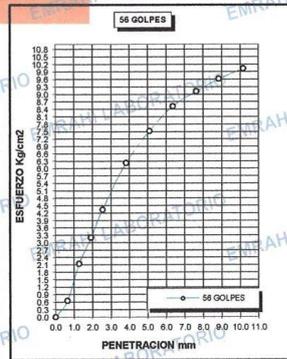
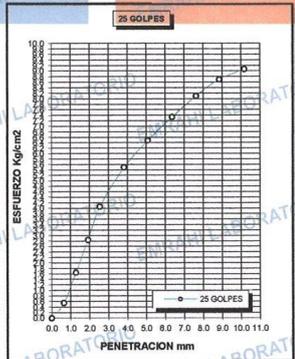
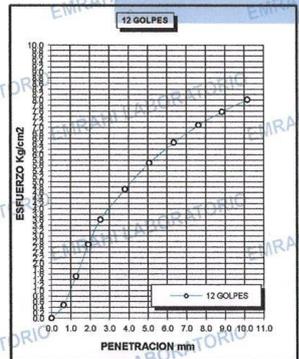
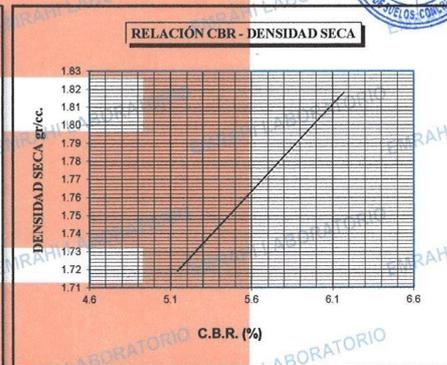
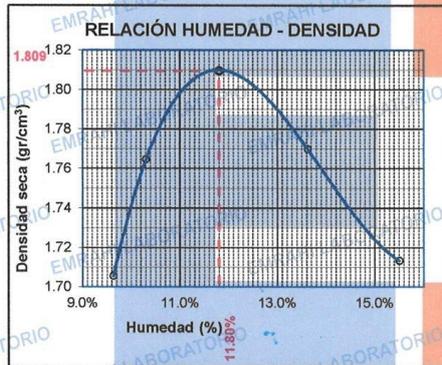
Ricardo Arroyo Azero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CENTRO DE CALIDAD
CIP. 109936



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TEISIS USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 1.81
CALICATA : CALICATA 04	HUMEDAD OPTIMA (%) : 11.8%
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 8%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 6.13
PROGRESIVA : KM 01+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 5.19
FECHA : sábado, 23 de abril de 2022	CLASIFICACION : CL-ML
	AASHTO : A-4 <4>
	EMBEBIDO : 4 DIAS



Rafael P. Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109036



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA , PUNO

SOLICITANTE : ARMEIÓ LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 02+000

CALICATA : CALICATA 05

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL

FECHA : lunes, 18 de abril de 2022

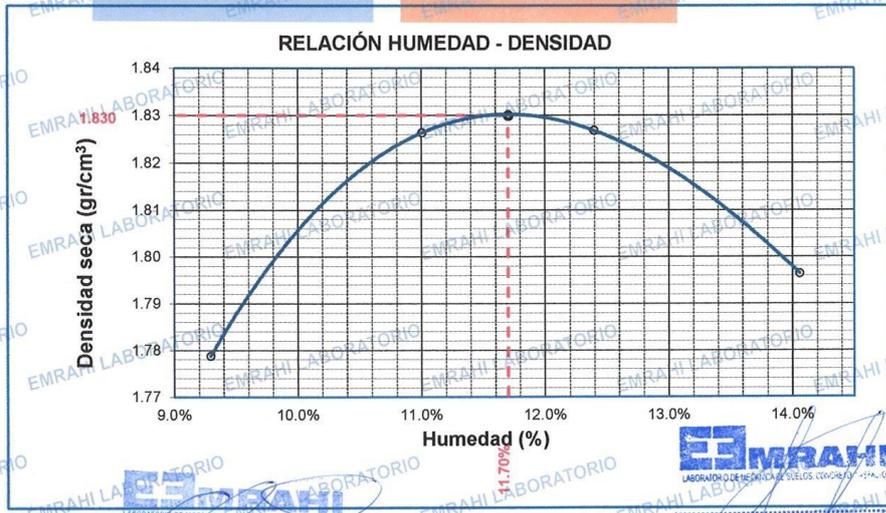


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10529	10706	10761	10752
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4133	4310	4365	4356
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.944	2.027	2.053	2.049

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	86.40	86.50	93.40	87.50	88.70	96.40	98.50	106.30
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	80.70	81.00	86.10	81.00	81.40	87.90	89.20	95.50
Peso del Agua	gr.	5.70	5.50	7.30	6.50	7.30	8.50	9.30	10.80
Peso de la Capsula	gr.	20.20	21.00	21.20	20.60	20.30	21.70	21.00	20.90
Peso del Suelo Seco	gr.	60.50	60.00	64.90	60.40	61.10	66.20	68.20	74.60
% de Humedad	%	9.42%	9.17%	11.25%	10.76%	11.9%	12.84%	13.84%	14.48%
Promedio de Humedad	%	9.29%		11.00%		12.39%		14.06%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.779		1.826		1.827		1.796	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.83 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	11.7%





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA
SOLICITANTE : ARMEJO LIANOS JHON WILFREDO
UBICACION : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 02+000
CALICATA : CALICATA 05
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL
FECHA : sábado, 23 de abril de 2022



Table with 6 columns: MOLDE No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURAR) for three mold types (I, II, III).

Table with 8 columns: Property (Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, etc.), Unit, and values for three mold types (I, II, III).

Table with 11 columns: Capsula No, Suelo Humedo + Capsula, etc., and values for three mold types (I, II, III).

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión (mm, %) for three mold types (I, II, III).

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetración (mm), Tiempo, Carga Est., and values for three mold types (I, II, III).



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



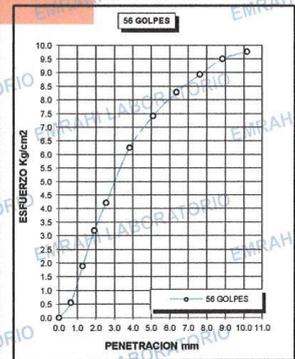
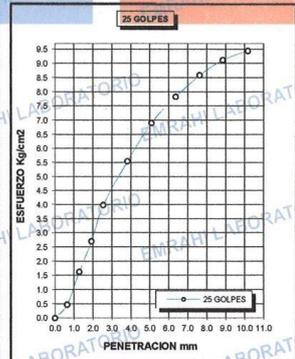
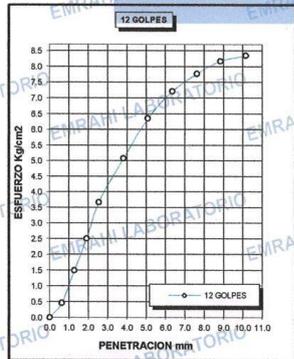
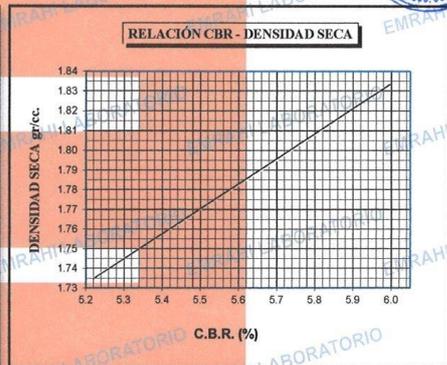
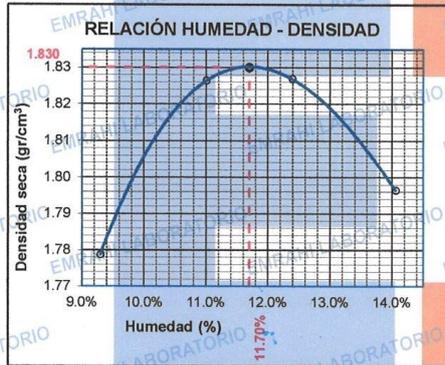
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN
MTC E 132-2000**

TESIS USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
	SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.) : 1.83 HUMEDAD OPTIMA (%) : 11.7% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 5.97 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 5.25
CALICATA : CALICATA 05	CLASIFICACIÓN : CL-MI AASHTO : A-4 <5>	
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL	EMBEBIDO : 4 DIAS	
PROGRESIVA : KM 02+000		
FECHA : lunes, 18 de abril de 2022		



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 02+500
CALICATA : CALICATA 06
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL
FECHA : lunes, 18 de abril de 2022

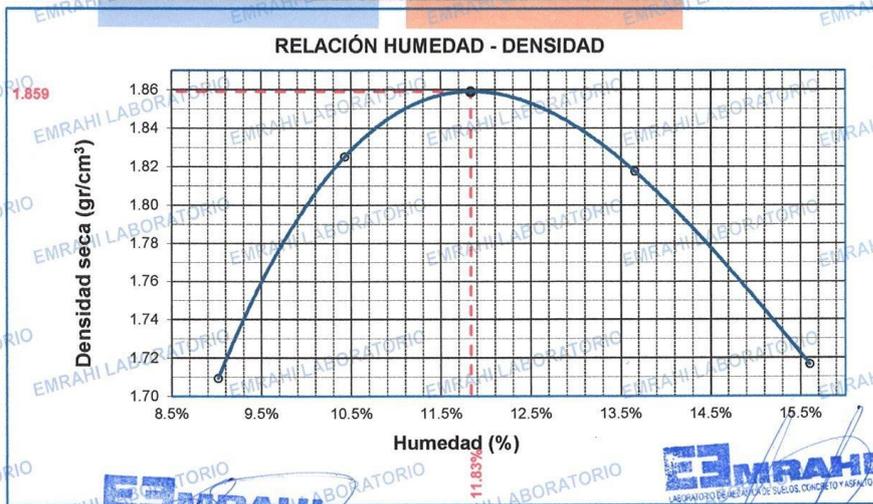


MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2126 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10358	10681	10788	10615
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3962	4285	4392	4219
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.864	2.016	2.066	1.985

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	78.54	79.80	77.42	79.65	80.09	81.89	80.00	79.78
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	74.00	75.12	72.15	74.14	73.15	74.50	72.15	71.99
Peso del Agua	gr.	4.54	4.68	5.27	5.51	6.94	7.39	7.85	7.79
Peso de la Capsula	gr.	23.02	23.85	21.12	21.80	21.74	20.99	20.87	22.98
Peso del Suelo Seco	gr.	50.98	51.27	51.03	52.34	51.41	53.51	51.28	49.01
% de Humedad	%	8.91%	9.13%	10.3%	10.53%	13.50%	13.81%	15.31%	15.89%
Promedio de Humedad	%	9.02%		10.43%		13.65%		15.60%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.710		1.825		1.818		1.717	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.86 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	: 11.8%





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 02+500
CALICATA : CALICATA 06
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL
FECHA : sábado, 23 de abril de 2022



Table with 6 columns: MOLDE No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, and CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURAR).

Table with 7 columns: Property (Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, etc.), Unit, and values for three samples.

Table with 10 columns: Capsula No, Suelo Humedo + Capsula, and various weight and density measurements.

EXPANSIÓN table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %.

PENETRACION table with 13 columns: Penetración mm, Tiempo, Carga Est., and data for three mold types (MOLDE No III, II, I).

Signature of Rafael F. Yanarico Buscaglia, ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

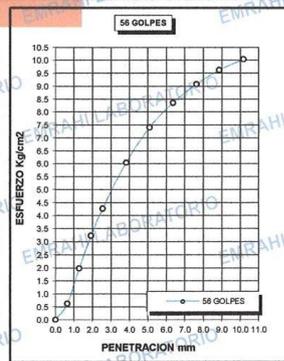
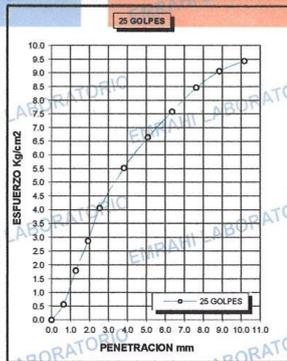
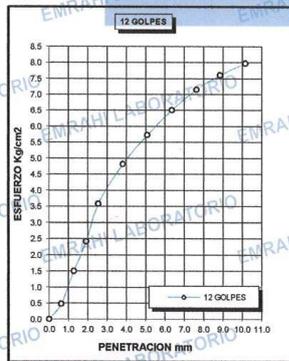
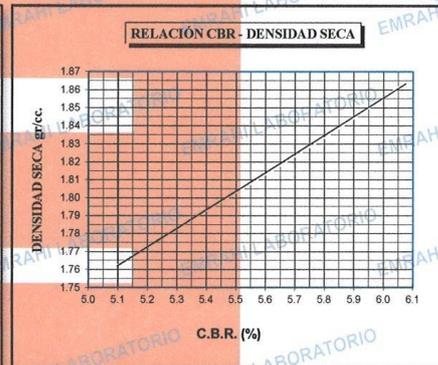
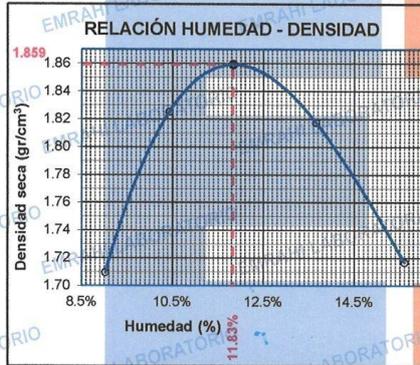
Signature of Ricardo Aroni Acero, ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD CIP. 108836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTCE 132-2000

TESIS USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.86
CALICATA : CALICATA 06	HUMEDAD OPTIMA (%) 11.8%
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 6.03
PROGRESIVA : KM 02+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 5.14
FECHA : sábado, 23 de abril de 2022	CLASIFICACIÓN : CL-ME
	AASHTO : A-4 <6>
	EMBEBIDO : 4 DIAS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 03+000
CALICATA : CALICATA 07
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL
FECHA : lunes, 18 de abril de 2022

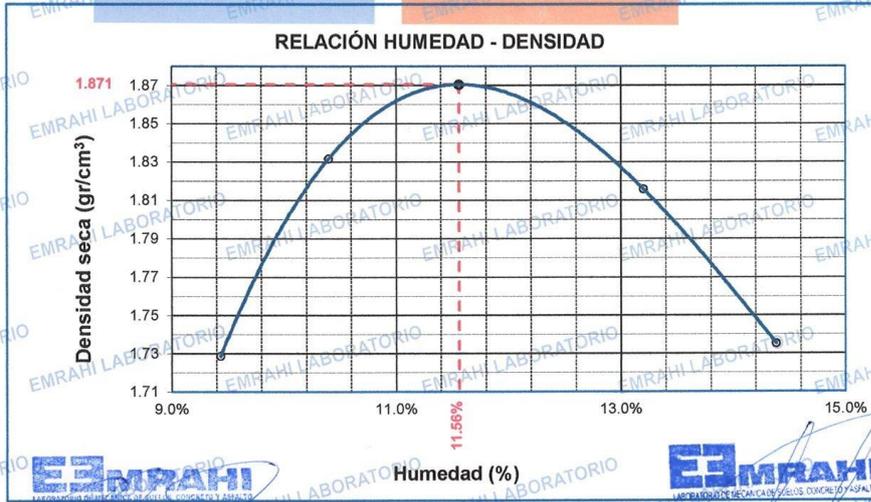


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10418	10695	10766	10616
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4022	4299	4370	4220
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.692	2.022	2.056	1.985

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	124.00	111.35	123.80	135.30	137.80	142.52	134.00	114.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	116.00	104.00	115.00	125.00	125.02	129.00	121.00	103.00
Peso del Agua	gr.	8.00	7.35	8.80	10.30	12.78	13.52	13.00	11.00
Peso de la Capsula	gr.	29.00	28.00	28.50	28.01	27.05	27.80	28.40	28.30
Peso del Suelo Seco	gr.	87.00	76.00	86.50	96.99	97.97	101.20	92.60	74.70
% de Humedad	%	9.20%	9.67%	10.2%	10.62%	13.04%	13.36%	14.04%	14.73%
Promedio de Humedad	%	9.43%		10.40%		13.20%		14.38%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.729		1.832		1.816		1.735	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.87 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	11.6%



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

Ricardo Arani Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CENTRO DE CALIDAD
CIP. 109930

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 03+000

CALICATA : CALICATA 07

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL

FECHA : sábado, 23 de abril de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12926	12639	12977	12746	12985	12802
Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4893	4606	4956	4725	4971	4788
Volumen del Suelo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	2.106	1.982	2.133	2.034	2.139	2.061

Capsula No	No	A	E	B	C	F	D	M	N	Q
Suelo Humedo + Capsula	gr.	164.66	111.85	144.65	111.50	150.30	109.05	135.84	110.57	111.75
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	143.01	97.99	132.10	98.99	132.14	99.98	122.12	99.87	102.45
Peso del Agua	gr.	21.65	13.86	12.55	12.51	18.16	9.07	13.72	10.70	9.30
Peso de la Capsula	gr.	25.55	24.89	24.12	21.56	23.13	21.67	23.67	25.78	22.31
Peso del Suelo Seco	gr.	117.46	73.10	107.98	77.43	109.01	78.31	98.45	74.09	80.14
% de Humedad	%	18.43%	18.96%	11.62%	16.16%	16.66%	11.56%	13.94%	14.44%	11.60%
Promedio de Humedad	%	18.70%	11.62%	16.41%	11.58%	14.19%	11.60%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.774	1.776	1.832	1.823	1.874	1.846			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
19/04/2022	01:00 p.m.						185.0	0	0	0	
20/04/2022	01:00 p.m.	24:00:00					203.9	0.48	0.42		
21/04/2022	01:00 p.m.	48:00:00					222.8	0.96	0.83		
22/04/2022	01:00 p.m.	72:00:00					241.7	1.44	1.25		
23/04/2022	01:00 p.m.	96:00:00					260.6	1.92	1.67		

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00			0.00	0.00		0.00	0.00			0.00	0.00		
0.63	00:30			9.6	0.5		10.9	0.6			12.5	0.6		
1.27	01:00			29.2	1.5		30.5	1.5			39.8	2.0		
1.91	01:30			46.3	2.3		55.8	2.8			67.8	3.4		
2.54	02:00	70.31		70.8	3.6		79.8	4.0			86.3	4.4		
3.81	03:00			99.6	5.0		109.6	5.5			125.7	6.4		
5.09	04:00	105.00		116.8	5.9		129.8	6.6			148.9	7.5		
6.35	05:00			128.7	6.5		146.7	7.4			165.8	8.4		
7.62	06:00			139.8	7.1		163.4	8.3			179.8	9.1		
8.84	07:00			149.2	7.5		175.3	8.9			192.5	9.7		
10.16	08:00			156.8	7.9		186.4	9.4			199.3	10.1		



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



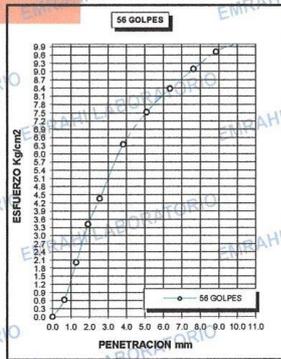
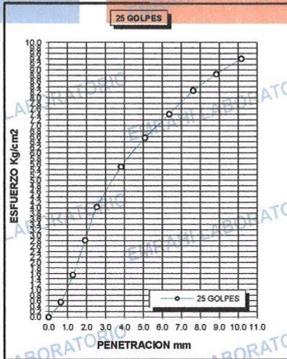
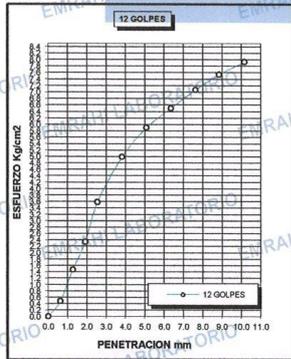
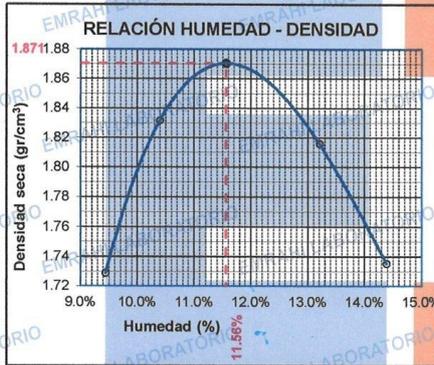
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C.I.P. 109936



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA , PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.87 HUMEDAD OPTIMA (%) 11.6% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 6.17 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 5.12
CALICATA : CALICATA.07	CLASIFICACIÓN : CL-ME AASHTO : A-4 <6>
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL	EMBEBIDO : 4 DIAS
PROGRESIVA : KM 03+000	
FECHA : sábado, 23 de abril de 2022	



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Areni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIC PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA , PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 03+500

CALICATA : CALICATA 08

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL

FECHA : lunes, 18 de abril de 2022

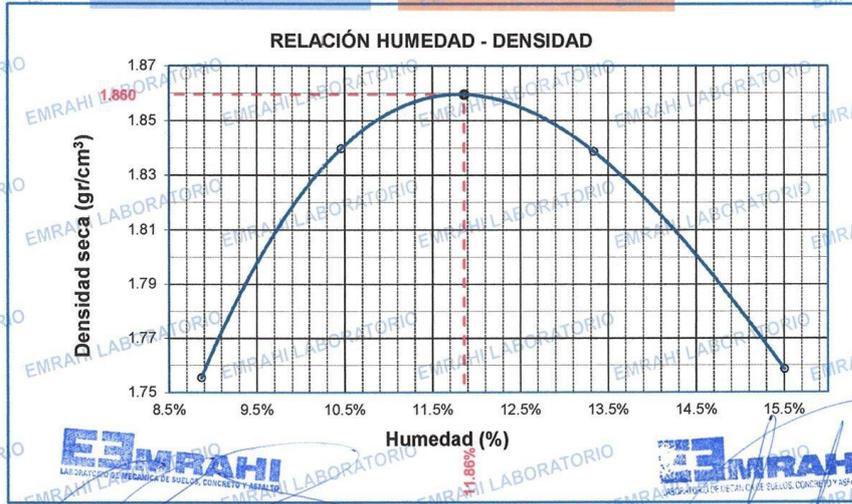


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10459	10716	10826	10714
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4063	4320	4430	4318
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.911	2.032	2.084	2.031

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	62.15	63.54	55.20	58.70	61.70	63.03	56.35	57.36
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	58.80	60.00	52.00	55.00	57.00	58.00	51.80	52.45
Peso del Agua	gr.	3.35	3.54	3.20	3.70	4.70	5.03	4.55	4.91
Peso de la Capsula	gr.	22.26	20.85	20.99	20.08	21.02	21.04	21.80	21.45
Peso del Suelo Seco	gr.	36.54	39.15	31.01	34.92	35.98	36.96	30.00	31.00
% de Humedad	%	8.69%	9.04%	10.3%	10.60%	13.06%	13.61%	15.17%	15.84%
Promedio de Humedad	%	8.67%		10.46%		13.34%		15.50%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.756		1.840		1.839		1.759	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.86	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	11.9%	



Rafael Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

Ricardo Aroni Acero
INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C.I.P. 109834



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 03+500
CALICATA : CALICATA 08
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL
FECHA : sábado, 23 de abril de 2022



Table with 7 columns: MOLDE No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURAR), and values for Molde No. III, II, and I.

Table with 7 columns: Item (Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, etc.), Unit, and values for Molde No. III, II, and I.

Table with 10 columns: Item (Capsula No, Suelo Humedo + Capsula, etc.), Unit, and values for Molde No. G, B, T, A, B, C, H, K, L.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %, and values for dates from 19/04/2022 to 23/04/2022.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetración mm, Tiempo, Carga Est., MOLDE No. III, II, I, and values for penetration depth and time.



Rafael P. Yamarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



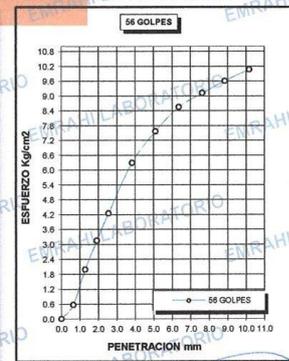
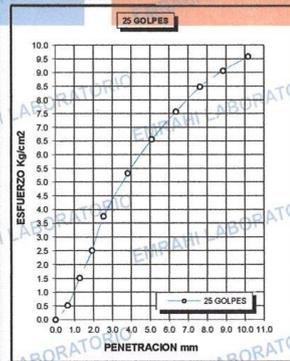
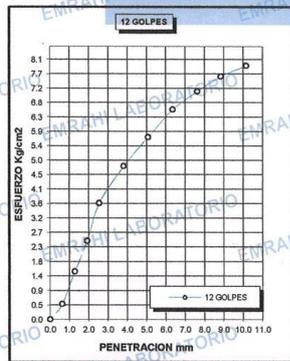
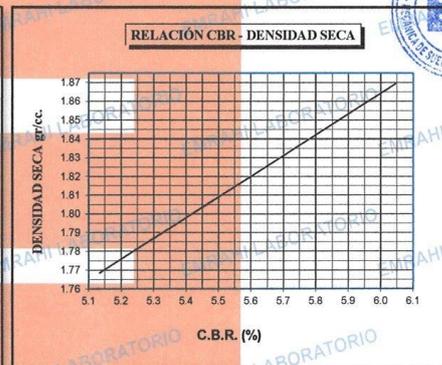
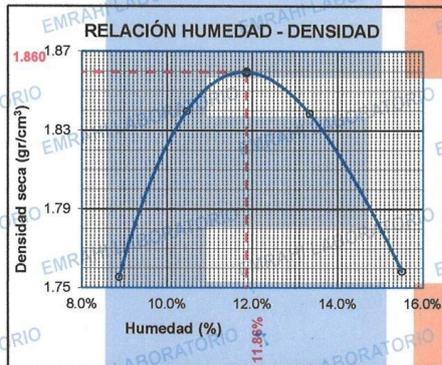
Ricardo Aron Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C.I.P. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTCE 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA , PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	: ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.86
CALICATA	: CALICATA 08	HUMEDAD OPTIMA (%) 11.9%
MUESTRA	: TERRENO NATURAL + 8%AV + 4%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 6.00
PROGRESIVA	: KM 03+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 5.16
FECHA	: sábado, 23 de abril de 2022	CLASIFICACIÓN : CL-ML
		AASHTO : A-4 <4>
		EMBEBIDO : 4 DIAS



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
EST. ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y SOC. TRO DE CALIDAD
CIP. 109836



**COMBINACION 12% VA +
6% VL**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

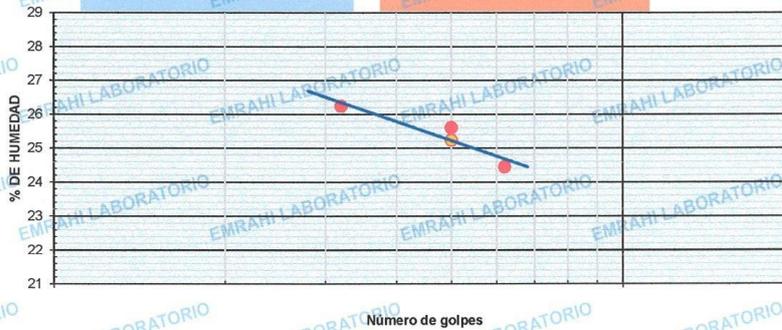
TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 00+000
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
CALICATA N° : C - 1
MUESTRA : M - 1
FECHA : 25/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m



DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	25	26	27
TARRO + SUELO HUMEDO	43.21	35.79	39.11
TARRO + SUELO SECO	38.69	32.90	35.76
AGUA	4.52	2.89	3.35
PESO DEL TARRO	21.46	21.61	22.05
PESO DEL SUELO SECO	17.23	11.29	13.71
% DE HUMEDAD	26.23	25.60	24.43
N° DE GOLPES	16	25	31
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	46	47	
TARRO + SUELO HUMEDO	38.88	40.36	
TARRO + SUELO SECO	33.27	34.57	
AGUA	5.61	5.79	
PESO DEL TARRO	5.93	6.04	
PESO DEL SUELO SECO	27.34	28.53	
% DE HUMEDAD	20.52	20.29	
LL : 25.2 %	LP : 20.4 %	IP : 4.8 %	

CURVA DE FLUENCIA



Rafael F. Yamarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
MTC E - 110, MTC E 111

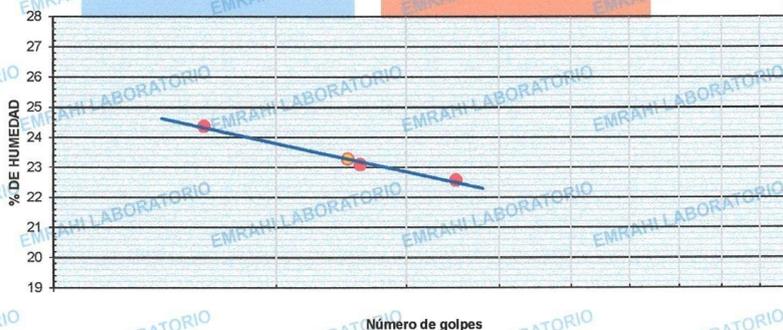
TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 00+500
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : 28/04/2022
CALICATA N° : C - 2
MUESTRA : M - 1
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m



DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	13	14	15
TARRO + SUELO HUMEDO	46.23	44.14	43.47
TARRO + SUELO SECO	41.29	39.89	38.73
AGUA	4.94	4.25	4.74
PESO DEL TARRO	21.01	21.48	21.48
PESO DEL SUELO SECO	20.28	18.41	21.01
% DE HUMEDAD	24.36	23.09	22.56
N° DE GOLPES	16	26	35
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	102	103	
TARRO + SUELO HUMEDO	42.42	35.37	
TARRO + SUELO SECO	36.18	30.7	
AGUA	6.24	4.67	
PESO DEL TARRO	5.59	7.03	
PESO DEL SUELO SECO	30.59	23.67	
% DE HUMEDAD	20.40	19.73	
LL :	23.3 %	LP :	20.1 %
		IP :	3.2 %

CURVA DE FLUENCIA



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Ayón Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP/109936

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198 emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
MTC E - 110, MTC E 111**

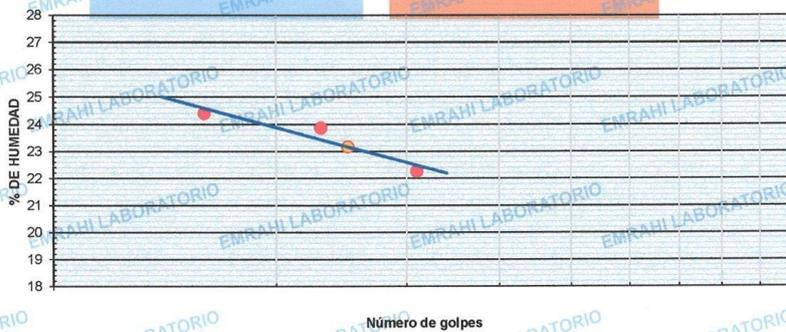
TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 01+000
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : 28/04/2022
CALICATA N° : C - 3
MUESTRA : M - 1
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m



DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	34	35	36
TARRO + SUELO HUMEDO	39.63	41.68	44.06
TARRO + SUELO SECO	35.76	37.76	40.08
AGUA	3.87	3.92	3.98
PESO DEL TARRO	19.90	21.33	22.20
PESO DEL SUELO SECO	15.86	16.43	17.88
% DE HUMEDAD	24.40	23.86	22.26
N° DE GOLPES	16	23	31
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	107	108	
TARRO + SUELO HUMEDO	35.3	38.78	
TARRO + SUELO SECO	30.71	33.51	
AGUA	4.59	5.27	
PESO DEL TARRO	7.44	6.95	
PESO DEL SUELO SECO	23.27	26.56	
% DE HUMEDAD	19.72	19.84	
LL : 23.2 %	LP : 19.8 %	IP : 3.4 %	

CURVA DE FLUENCIA



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

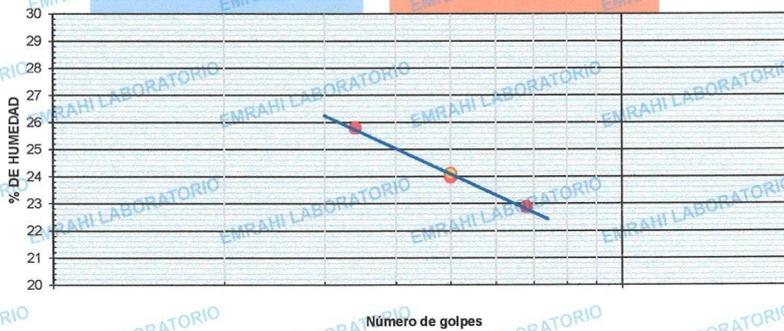
TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 01+500
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
CALICATA N° : C - 4
MUESTRA : M - 1
FECHA : 28/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m



DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	37	38	39
TARRO + SUELO HUMEDO	42.25	44.36	39.97
TARRO + SUELO SECO	38.21	39.63	36.53
AGUA	4.04	4.73	3.44
PESO DEL TARRO	22.54	19.89	21.48
PESO DEL SUELO SECO	15.67	19.74	15.05
% DE HUMEDAD	25.78	23.96	22.86
N° DE GOLPES	17	25	34
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	109	110	
TARRO + SUELO HUMEDO	36.04	31.73	
TARRO + SUELO SECO	31.12	27.6	
AGUA	4.92	4.13	
PESO DEL TARRO	5.90	7.38	
PESO DEL SUELO SECO	25.22	20.22	
% DE HUMEDAD	19.51	20.43	
LL : 24,1 %	LP : 20,0 %	IP : 4,1 %	

CURVA DE FLUENCIA



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP/409836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

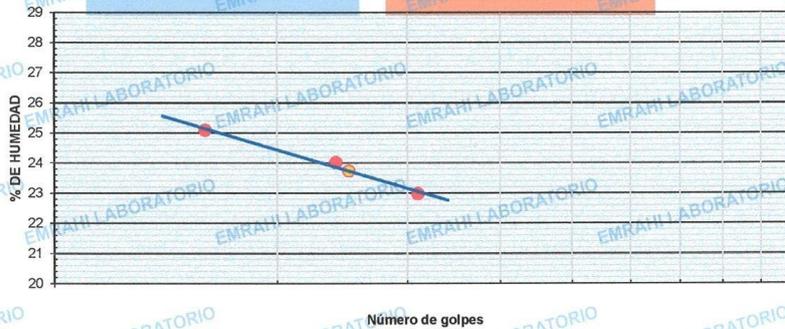
TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 02+000
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
CALICATA N° : C - 5
MUESTRA : M - 1
FECHA : 29/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m



DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	40	41	42	
TARRO + SUELO HUMEDO	46.65	42.84	42.02	
TARRO + SUELO SECO	41.73	38.91	36.85	
AGUA	4.92	3.93	5.17	
PESO DEL TARRO	22.12	22.54	23.25	
PESO DEL SUELO SECO	19.61	16.37	22.51	
% DE HUMEDAD	25.09	24.01	22.97	
N° DE GOLPES	16	24	31	
LIMITE PLASTICO				
N° TARRO	111	112		
TARRO + SUELO HUMEDO	40.87	43.01		
TARRO + SUELO SECO	34.97	37.00		
AGUA	5.90	6.01		
PESO DEL TARRO	5.65	6.51		
PESO DEL SUELO SECO	29.32	30.49		
% DE HUMEDAD	20.12	19.71		
LL : 23.7 %	LP : 19.9 %	IP : 3.8 %		

CURVA DE FLUENCIA



Ing. Daniel P. Yanartico Buscaglia
INGENIERO EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo A. Corti Acero
ESPECTILISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 105836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

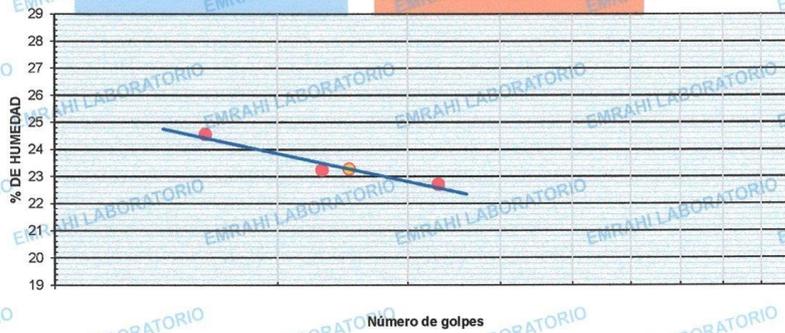
TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 02+500
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
CALICATA N° : C - 6
MUESTRA : M - 1
FECHA : 29/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m



DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	43	44	45
TARRO + SUELO HUMEDO	44.03	40.53	39.72
TARRO + SUELO SECO	39.96	36.76	34.61
AGUA	4.07	3.77	5.11
PESO DEL TARRO	23.38	20.53	21.54
PESO DEL SUELO SECO	18.58	16.23	22.51
% DE HUMEDAD	24.55	23.23	22.70
N° DE GOLPES	16	23	33
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	113	114	
TARRO + SUELO HUMEDO	41.21	45.49	
TARRO + SUELO SECO	35.28	39.25	
AGUA	5.93	6.24	
PESO DEL TARRO	5.59	7.03	
PESO DEL SUELO SECO	29.69	32.22	
% DE HUMEDAD	19.97	19.37	
LL : 23.3 %	LP : 19.7 %	IP : 3.6 %	

CURVA DE FLUENCIA



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Diego Arohi Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 109036

992 662279



Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198



emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 03+000
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
CALICATA N° : C - 7
MUESTRA : M - 1
FECHA : 29/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m



DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	46	47	48
TARRO + SUELO HUMEDO	43.13	42.02	39.21
TARRO + SUELO SECO	38.93	38.11	34.56
AGUA	4.20	3.91	4.65
PESO DEL TARRO	21.48	21.48	22.02
PESO DEL SUELO SECO	17.45	16.63	21.01
% DE HUMEDAD	24.07	23.51	22.13
N° DE GOLPES	16	26	35
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	115	116	
TARRO + SUELO HUMEDO	37.55	36.66	
TARRO + SUELO SECO	32.62	31.95	
AGUA	4.93	4.71	
PESO DEL TARRO	6.89	7.09	
PESO DEL SUELO SECO	25.73	24.86	
% DE HUMEDAD	19.16	18.95	
LL :	23.2 %	LP :	19.1 %
		IP :	4.1 %

CURVA DE FLUENCIA



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

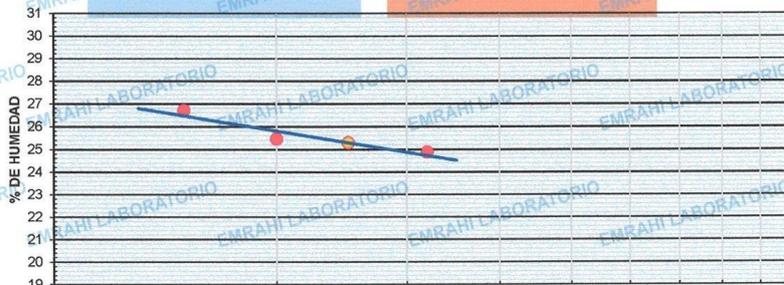
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 03+500
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
CALICATA Nº : C - 8
MUESTRA : M - 1
FECHA : 26/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
Nº TARRO	46	47	48
TARRO + SUELO HUMEDO	44.23	47.34	41.25
TARRO + SUELO SECO	39.55	42.05	37.22
AGUA	4.68	5.29	4.03
PESO DEL TARRO	22.02	21.26	21.01
PESO DEL SUELO SECO	17.53	20.79	16.21
% DE HUMEDAD	26.70	25.44	24.86
Nº DE GOLPES	15	20	32
LIMITE PLASTICO			
Nº TARRO	60	61	
TARRO + SUELO HUMEDO	43.79	38.08	
TARRO + SUELO SECO	37.49	32.67	
AGUA	6.30	5.41	
PESO DEL TARRO	6.68	5.92	
PESO DEL SUELO SECO	30.81	26.75	
% DE HUMEDAD	20.45	20.22	
LL : 25.3 %	LP : 20.3 %	IP : 5.0 %	

CURVA DE FLUENCIA



Rafael F. Yanarico Buesaglia
TALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Arani Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 00+000
CALICATA : CALICATA 01
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : Lunes, 25 de abril de 2022

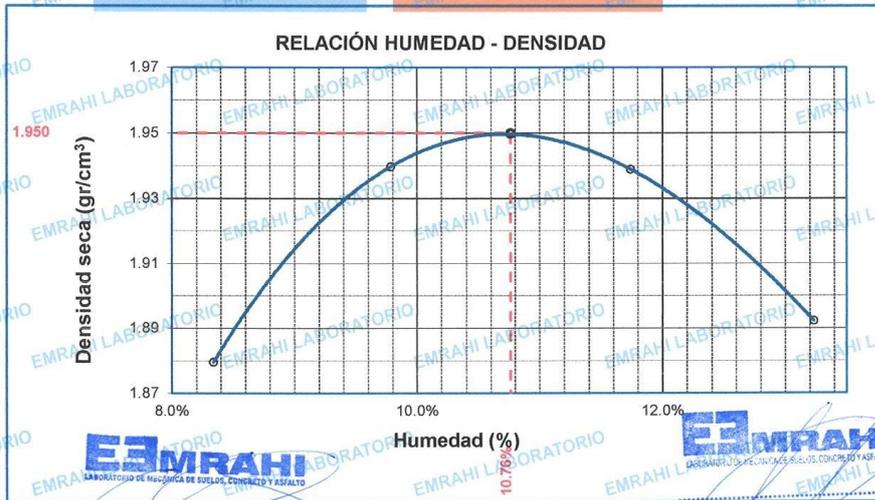


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm ³
No de CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10725	10923	11002	10951
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4329	4527	4606	4555
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.036	2.129	2.167	2.143

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	69.70	68.70	68.11	70.41	72.35	73.58	72.00	70.70
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	66.00	65.00	64.00	66.02	67.00	68.02	65.99	64.77
Peso del Agua	gr.	3.70	3.70	4.11	4.39	5.35	5.56	6.01	5.93
Peso de la Capsula	gr.	21.20	21.05	21.51	21.62	21.02	21.08	20.00	20.48
Peso del Suelo Seco	gr.	44.80	43.95	42.49	44.40	45.98	46.94	45.99	44.29
% de Humedad	%	8.26%	8.42%	9.7%	9.89%	11.64%	11.84%	13.07%	13.39%
Promedio de Humedad	%	8.34%		9.78%		11.74%		13.23%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.880		1.940		1.939		1.892	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.95	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	10.8%	



992 662279

Jr. Jauraguí 644 - Cercado, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com

Rafael F. Yamarico Buseagha

ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

Ricardo Aroni Acero

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD

CIP-169936



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 00+000
CALICATA : CALICATA 01
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : sábado, 30 de abril de 2022



Table with 7 columns: Molde No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURAR) for Molde No III, II, and I.

Table with 7 columns: Property (Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, etc.), Unit, and values for Molde No III, II, and I.

Table with 10 columns: Capsula No, No, F, B, Q, A, T, I, N, M, G. Rows include Suelo Humedo + Capsula, Suelo del Suelo Seco + Capsula, etc.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión % for three different mold types.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetracion mm, Tiempo, Carga Est., MOLDE No III, II, I (Dial, Kg, Kg/cm2, Correc.).



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C/P. 109836

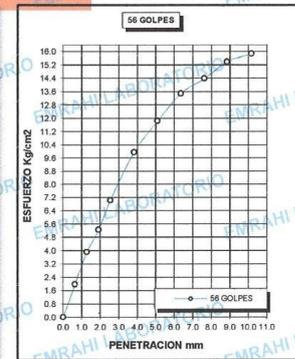
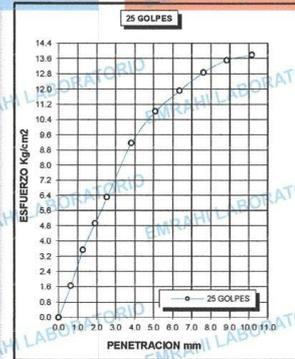
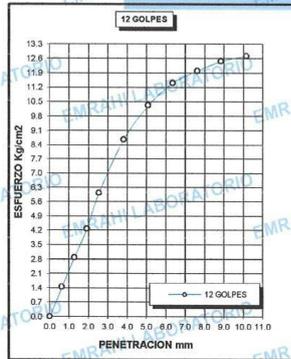
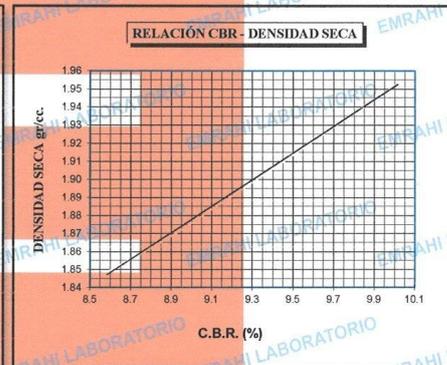
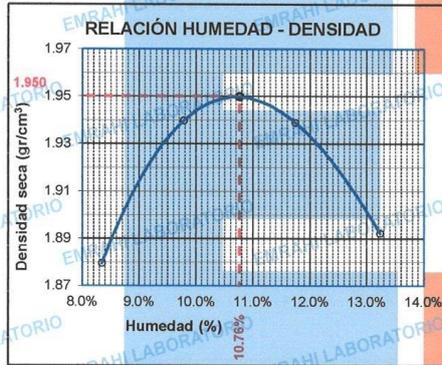


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO DE CBR - GRÁFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) 1.95
CALICATA	CALICATA 01	HUMEDAD OPTIMA (%) 10.8%
MUESTRA	TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 9.98
PROGRESIVA	KM 00+000	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 8.66
FECHA	sábado, 30 de abril de 2022	CLASIFICACIÓN : CL-ML
		AASHTO : A-4 <6>
		EMBEBIDO : 4 DIAS



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Ayóni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C.I.F. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
 : LAMPA - PALCA , PUÑO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 00+500

CALICATA : CALICATA 02

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL

FECHA : lunes, 25 de abril de 2022

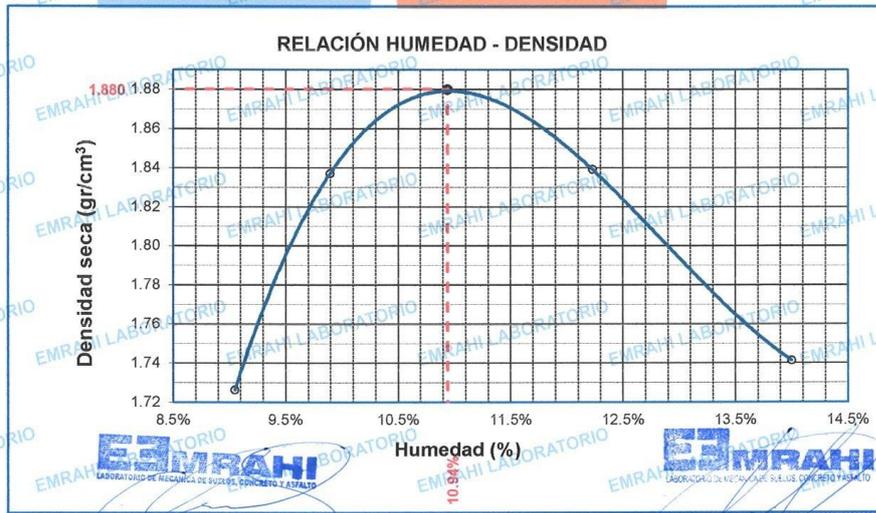


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10398	10688	10784	10616
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4002	4292	4388	4220
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.883	2.019	2.064	1.985

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	57.04	58.20	53.98	54.94	55.21	54.69	58.09	59.45
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	54.00	55.00	51.00	51.85	51.62	50.99	53.50	54.78
Peso del Agua	gr.	3.04	3.20	2.98	3.09	3.59	3.70	4.59	4.67
Peso de la Capsula	gr.	20.00	20.05	20.30	21.20	22.00	20.99	20.48	21.65
Peso del Suelo Seco	gr.	34.00	34.95	30.70	30.65	29.62	30.00	33.02	33.13
% de Humedad	%	8.94%	9.16%	9.7%	10.08%	12.12%	12.33%	13.90%	14.10%
Promedio de Humedad	%	9.05%		9.89%		12.23%		14.00%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.726		1.837		1.839		1.741	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.88 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	10.9%



992 662279

Jr. Jauregui 6481 L. 668000000, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com

CIP: 109836

Rafael E. Yanarico Buscaglia

Richard Ayumi Acero

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 00+500
CALICATA : CALICATA 02
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : sábado, 30 de abril de 2022



Table with 3 columns: Molde No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, and CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURAR).

Table with 7 columns: Property (Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, etc.), Unit, and values for three samples.

Table with 10 columns: Property (Capsula No, Suelo Humedo + Capsula, etc.), Unit, and values for three samples.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %, and values for three samples over time.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetración mm, Tiempo, Carga Est., and values for three samples (MOLDE No III, II, I) over time.



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836

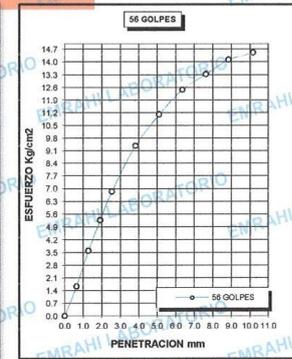
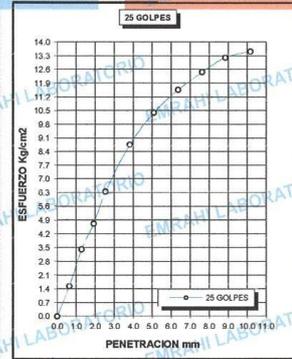
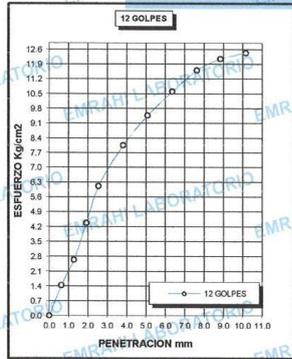
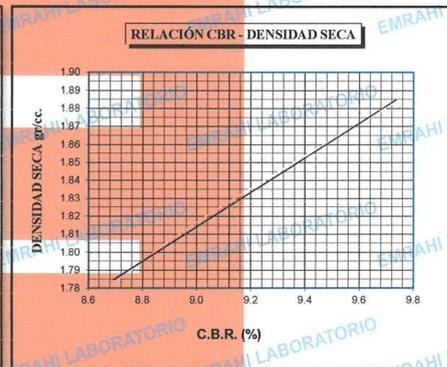
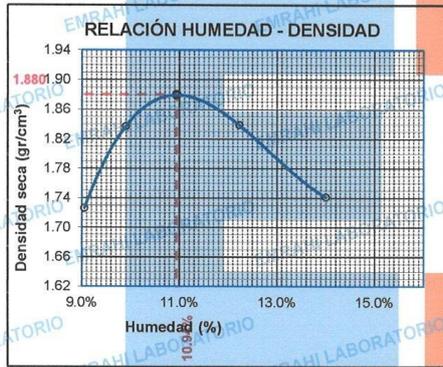


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESTIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557-91
SOLICITANTE	ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.88
CALICATA	CALICATA 02	HUMEDAD OPTIMA (%)	10.9%
MUESTRA	TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	9.68
PROGRESIVA	KM 00+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	8.71
FECHA	sábado, 30 de abril de 2022	CLASIFICACIÓN	CL-ML
		AASHTO	A-4 <4>
		EMBEBIDO	4 DIAS



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C.I.P. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE AGERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
 : LAMPA - PALCA , PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 01+000

CALICATA : CALICATA 03

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL

FECHA : lunes, 25 de abril de 2022

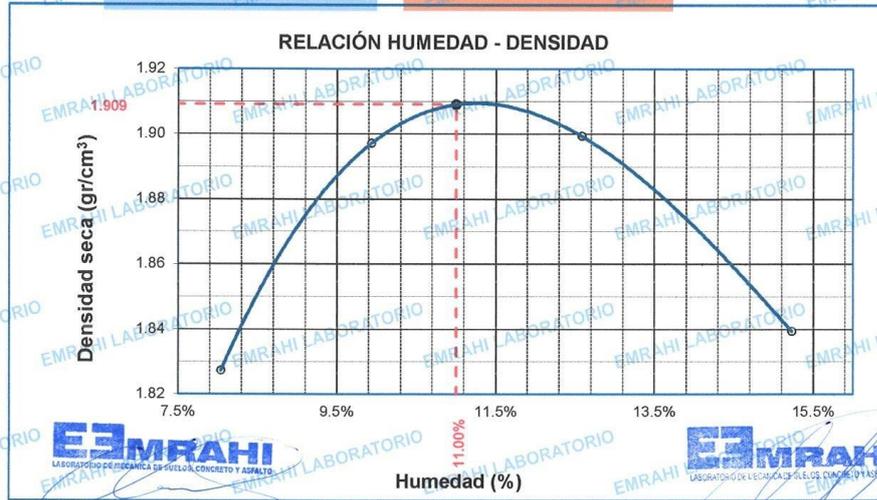


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10593	10830	10942	10902
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4197	4434	4546	4506
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.974	2.086	2.138	2.120

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	85.21	85.49	87.55	86.54	89.12	90.20	92.00	92.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	81.00	81.20	82.14	81.06	82.00	82.74	83.12	83.07
Peso del Agua	gr.	4.21	4.29	5.41	5.48	7.12	7.46	8.88	8.93
Peso de la Capsula	gr.	28.00	28.45	27.12	26.45	24.88	23.99	24.07	25.14
Peso del Suelo Seco	gr.	53.00	52.75	55.02	54.61	57.12	58.75	59.05	57.93
% de Humedad	%	7.94%	8.13%	9.8%	10.03%	12.46%	12.70%	15.04%	15.42%
Promedio de Humedad	%	8.04%		9.93%		12.58%		15.23%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.827		1.897		1.899		1.839	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.91 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	11.0%



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198 emrahilab@gmail.com



Ricardo Aron Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD

CIP: 109836

992 662279



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 01+000
CALICATA : CALICATA 03
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : sábado, 30 de abril de 2022



Table with 7 columns: Molde No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURAR), and 5 additional columns for different mold types.

Table with 7 columns: Property (Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, etc.), Unit, and 6 values for different mold types.

Table with 10 columns: Capsula No, No, R, G, A, W, N, A, T, M, S. Rows include Suelo Humedo + Capsula, Peso del Suelo Seco + Capsula, etc.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %, Dial, Expansión mm, Expansión %, Dial, Expansión mm, Expansión %.

PENETRACIÓN

Table with 13 columns: Penetración mm, Tiempo, Carga Est., MOLDE No III, MOLDE No II, MOLDE No I. Sub-columns include Dial, Kg, Kg/cm2, and Correc.



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C.I.P. 109836

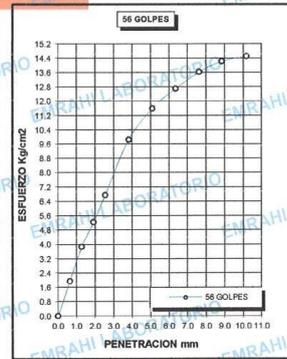
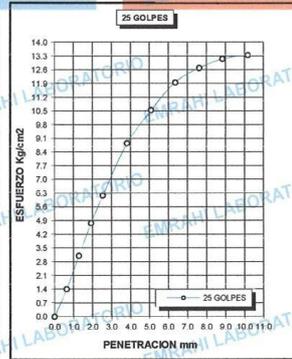
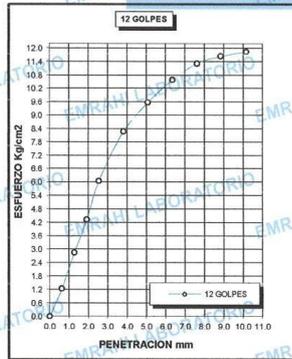
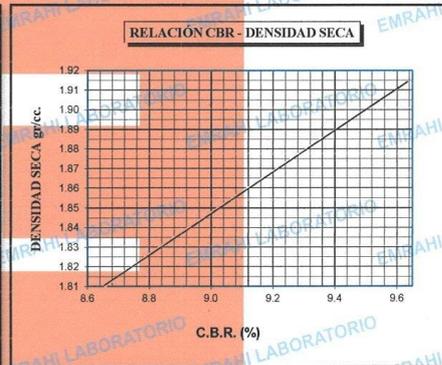
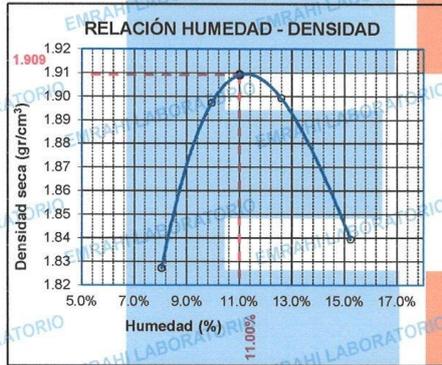


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557-91
SOLICITANTE	: ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.91
CALICATA	: CALICATA 03	HUMEDAD OPTIMA (%)	11.0%
MUESTRA	: TERRENO NATURAL + 12%KAV + 6%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	9.53
PROGRESIVA	: KM 01+000	CLASIFICACIÓN	: CL-ML
FECHA	: sábado, 30 de abril de 2022	AASHTO	: A-4 <4>
		EMBEBIDO	: 4 DIAS
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	8.64



EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Ricardo Arozi Acero
ESPECIALISTA EN GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
SOLICITANTE : LAMPA - PALCA, PUNO
UBICACIÓN : ARMEJILLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : LAMPA - PALCA
CALICATA : KM 01+500
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : Lunes, 25 de abril de 2022

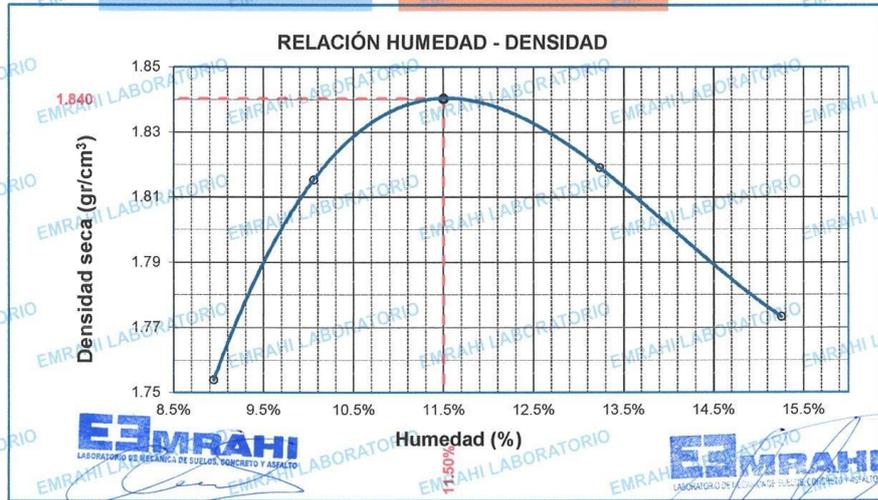


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm3
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10458	10643	10775	10741
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm3.	4062	4247	4379	4345
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	1.911	1.998	2.060	2.044

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	78.78	75.54	69.40	68.47	74.26	75.70	80.74	80.50
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	74.00	71.00	65.00	64.00	68.00	69.20	72.80	72.48
Peso del Agua	gr.	4.78	4.54	4.40	4.47	6.26	6.50	7.94	8.02
Peso de la Capsula	gr.	20.15	20.60	20.71	20.05	20.32	20.48	20.16	20.48
Peso del Suelo Seco	gr.	53.85	50.40	44.29	43.95	47.68	48.72	52.64	52.00
% de Humedad	%	8.88%	9.01%	9.9%	10.17%	13.13%	13.34%	15.08%	15.42%
Promedio de Humedad	%	8.94%		10.05%		13.24%		15.25%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.754		1.815		1.819		1.773	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.84	gr/cm3
		HUMEDAD OPTIMA	:	11.5%	



EMRAHI
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Rafael F. Yanarico Buscaglia
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Ricardo Aroni Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 01+500
CALICATA : CALICATA 04
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : sábado, 30 de abril de 2022



Table with 7 columns: Molde No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, CONDICIONES DE LA MUESTRA, SATURADO, SIN SATURAR, SATURADO, SIN SATURAR, SATURADO, SIN SATURAR

Table with 7 columns: Item, Unit, and 6 numerical values for various soil weight and volume measurements.

Table with 11 columns: Item, No, V, N, S, C, Q, A, Z, R, Y, and 6 numerical values for moisture and density data.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %, Dial, Expansión mm, Expansión %, Dial, Expansión mm, Expansión %

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetración mm, Tiempo, Carga Est., and 10 columns for Molde No I, II, III (Dial, Kg, Kg/cm2, Correc.)



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroqui Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 109836

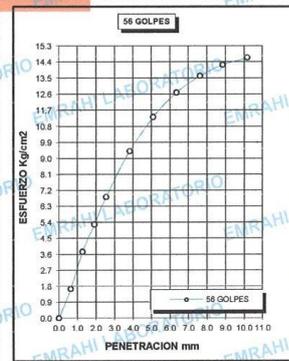
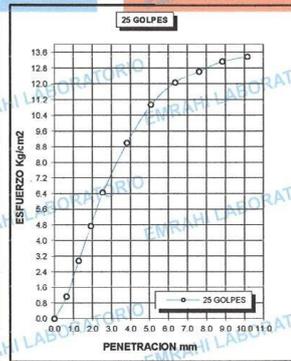
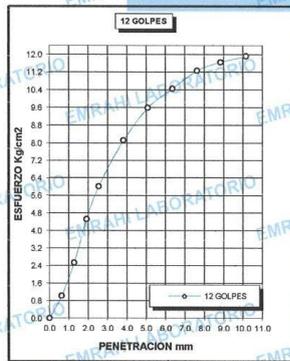
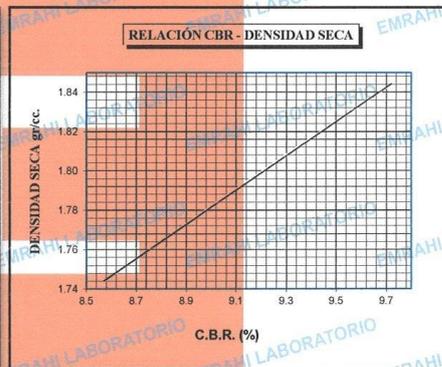
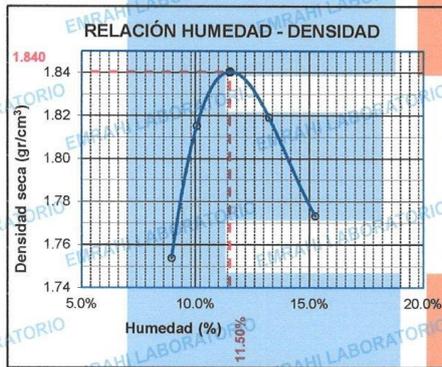


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	: ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.84
CALICATA	: CALICATA 04	HUMEDAD OPTIMA (%) 11.5%
MUESTRA	: TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 9.67
PROGRESIVA	: KM 01+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 8.62
FECHA	: sábado, 30 de abril de 2022	CLASIFICACIÓN : CL-ML
		AASHTO : A-4 <4>
		EMBEBIDO : 4 DIAS



EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rafael E. Yanarico Buseaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Ricardo Arqui Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUÑO

SOLICITANTE : ARMEIQ LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 02+000

CALICATA : CALICATA 05

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL

FECHA : Lunes, 25 de abril de 2022

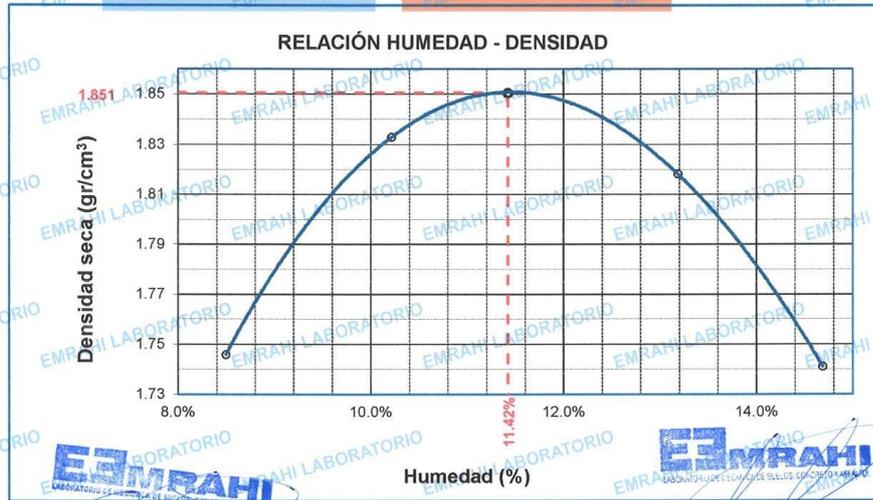


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10423	10691	10771	10641
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4027	4295	4375	4245
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.894	2.020	2.058	1.997

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	90.28	92.78	91.74	92.80	96.00	97.00	99.21	97.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	85.00	87.00	85.23	86.12	87.45	88.21	89.45	87.12
Peso del Agua	gr.	5.28	5.78	6.51	6.68	8.55	8.79	9.76	9.88
Peso de la Capsula	gr.	20.99	20.89	21.03	21.20	22.00	22.14	21.80	20.99
Peso del Suelo Seco	gr.	64.01	66.11	64.20	64.92	65.45	66.07	67.65	66.13
% de Humedad	%	8.25%	8.74%	10.1%	10.29%	13.06%	13.30%	14.43%	14.94%
Promedio de Humedad	%	8.50%		10.21%		13.18%		14.68%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.746		1.833		1.818		1.741	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.85	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	11.4%	



992 662279

992 662279

emrahilab@gmail.com

CIP. 109836

Rafael E. Yanao

Ricardo Aroni Acero

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CENTRO DE CALIDAD



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 02+000
CALICATA : CALICATA 05
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : sábado, 30 de abril de 2022



Table with 7 columns: Molde No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, CONDICIONES DE LA MUESTRA, SATURADO, SIN SATURAR, SATURADO, SIN SATURAR, SATURADO, SIN SATURAR

Table with 7 columns: Item, Unit, Molde III, Molde II, Molde I, Molde I, Molde I, Molde I

Table with 10 columns: Item, Unit, F, T, Y, E, V, M, A, B, D

EXPANSIÓN

Table with 8 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %, Dial, Expansión mm, Expansión %

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetración mm, Tiempo, Carga Est., MOLDE No III, MOLDE No II, MOLDE No I



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroñi Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD

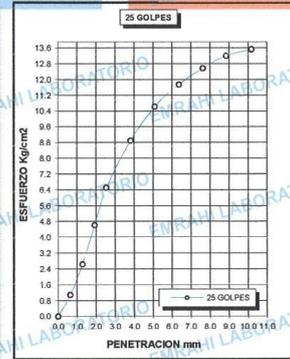
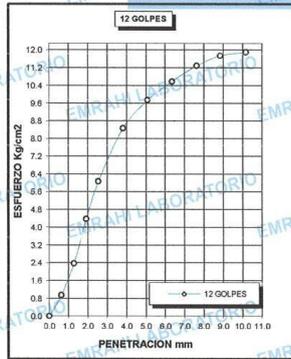
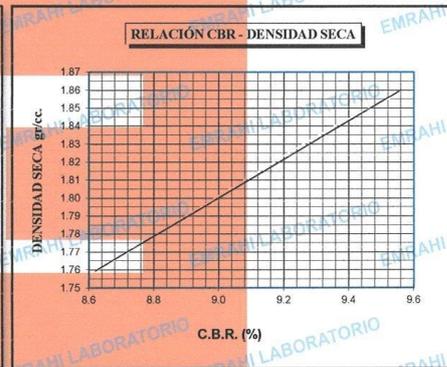
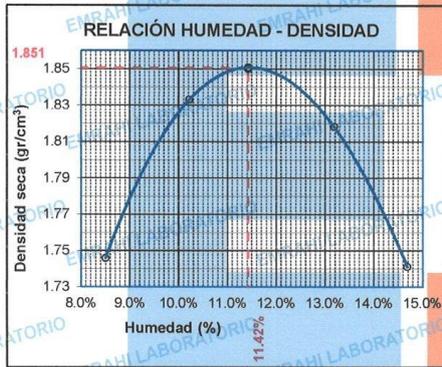


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA , PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557-91
SOLICITANTE	ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.85
CALICATA	CALICATA 05	HUMEDAD OPTIMA (%)	11.4%
MUESTRA	TERRENO NATURAL + 12%AV + 0%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	9.52
PROGRESIVA	KM 02+000	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	8.65
FECHA	sábado, 30 de abril de 2022	CLASIFICACION	CL-ML
		AASHTO	A-4 <5>
		EMBEBIDO	4 DIAS



EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
SOLICITANTE : LAMPA - PALCA , PUNO
UBICACIÓN : ARMEIQ LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : LAMPA - PALCA
CALICATA : KM 02+500
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : Lunes, 25 de abril de 2022

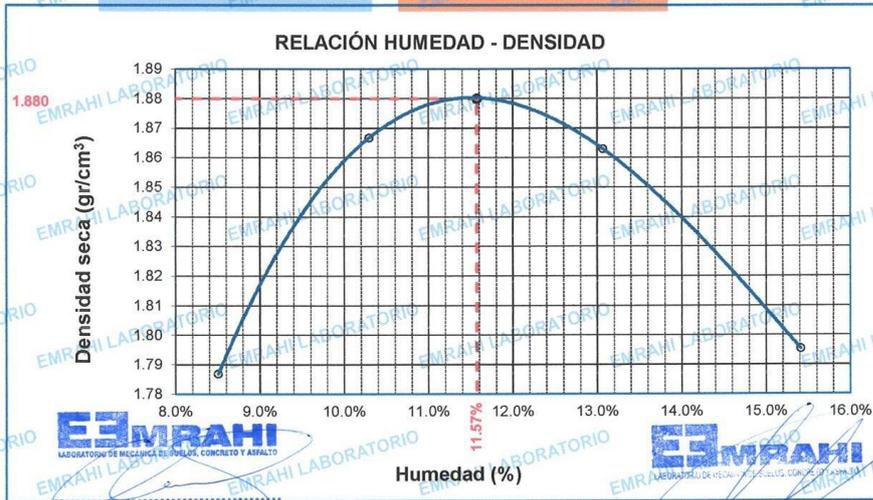


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10518	10773	10874	10801
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4122	4377	4478	4405
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.939	2.059	2.106	2.072

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	79.80	83.45	84.71	87.18	88.98	90.02	90.78	91.45
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	75.45	78.45	79.00	81.00	81.25	82.05	81.98	82.07
Peso del Agua	gr.	4.35	5.00	5.71	6.18	7.73	7.97	8.80	9.38
Peso de la Capsula	gr.	22.00	22.10	22.56	21.97	21.68	21.45	24.01	22.07
Peso del Suelo Seco	gr.	53.45	56.35	56.44	59.03	59.57	60.60	57.97	60.00
% de Humedad	%	8.14%	8.87%	10.12%	10.47%	12.98%	13.15%	15.18%	15.63%
Promedio de Humedad	%	8.51%		10.29%		13.06%		15.41%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.787		1.867		1.863		1.795	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.88 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	11.6%



Rafael E. Yanarico Buscaglia
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

Ricardo Ayón Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP: 109536



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 02+500
CALICATA : CALICATA 06
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : sábado, 30 de abril de 2022



Table with 7 columns: MOLDE No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, CONDICIONES DE LA MUESTRA, SATURADO, SIN SATURADO. Rows include data for Molde No III, II, I and corresponding values for No DE CAPAS and NUMERO DE GOLPES POR CAPA.

Table with 7 columns: Item, Unit, and 6 numerical columns. Rows include: Peso Suelo Húmedo + Molde, Peso del Molde, Peso del Suelo Húmedo, Volumen del Suelo, Densidad del Suelo Húmedo.

Table with 11 columns: Item, Unit, and 10 numerical columns. Rows include: Capsula No, Suelo Húmedo + Capsula, Peso del Suelo Seco + Capsula, Peso del Agua, Peso de la Capsula, Peso del Suelo Seco, % de Humedad, Promedio de Humedad, Densidad del Suelo Seco.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %, Dial, Expansión mm, Expansión %, Dial, Expansión mm, Expansión %. Rows show data for dates from 26/04/2022 to 30/04/2022.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetración mm, Tiempo, Carga Est., and 10 columns for MOLDE No I, II, III (Dial, Kg, Kg/cm2, Correc.). Rows show penetration data from 0.00 mm to 10.16 mm.



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Arant Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836

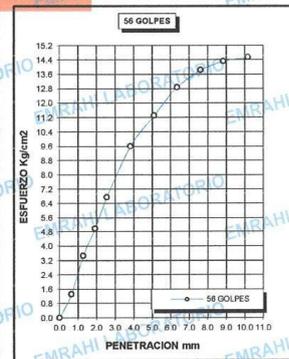
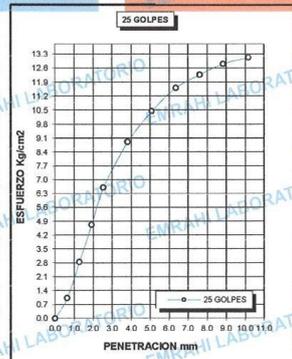
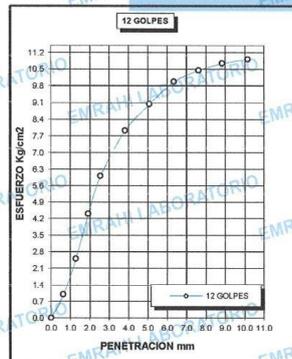
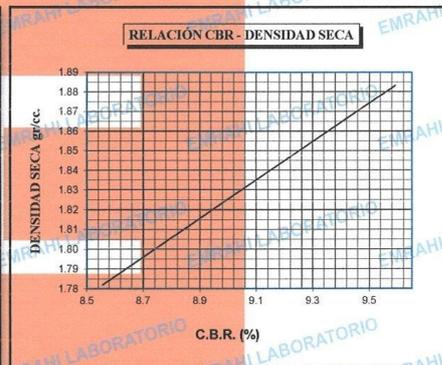
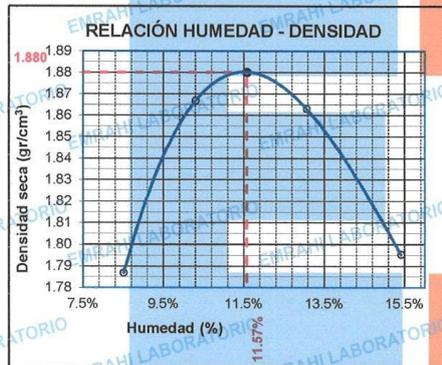


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO : DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	: ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 1.88
CALICATA	: CALICATA 06	HUMEDAD OPTIMA (%) : 11.6%
MUESTRA	: TERRENO NATURAL + 12%AV + 0%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 9.56
PROGRESIVA	: KM 02+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 8.62
FECHA	: sábado, 30 de abril de 2022	CLASIFICACIÓN : CL-ML
		AASHTO : A-4 <6>
		EMBEBIDO : 4 DIAS



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
LAMPA - PALCA , PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 03+000
CALICATA : CALICATA 07
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : Lunes, 25 de abril de 2022

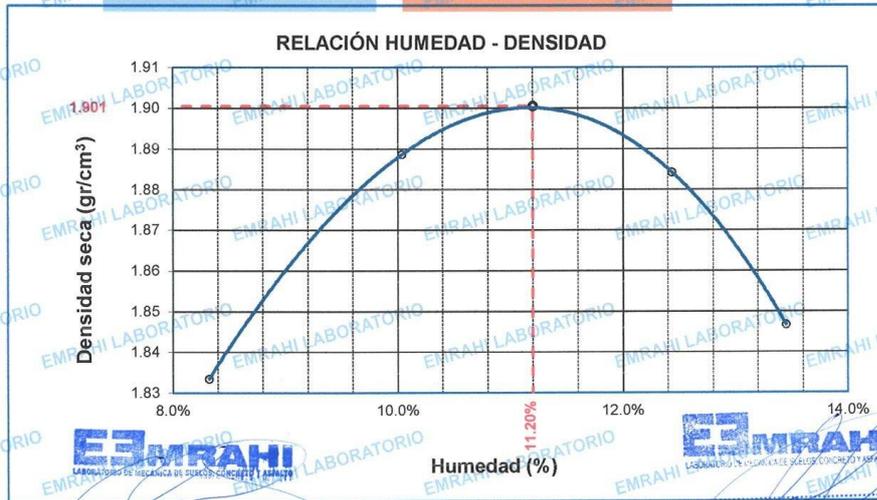


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10618	10814	10900	10850
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4222	4418	4504	4454
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.986	2.078	2.119	2.095

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	89.12	90.12	91.80	93.12	94.00	94.00	94.56	93.56
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	84.00	84.70	85.45	86.50	86.12	85.72	86.12	84.89
Peso del Agua	gr.	5.12	5.42	6.35	6.62	7.88	8.28	8.44	8.67
Peso de la Capsula	gr.	21.00	21.02	21.45	21.26	20.89	20.99	22.00	21.78
Peso del Suelo Seco	gr.	63.00	63.68	64.00	65.24	65.23	64.73	64.12	63.11
% de Humedad	%	8.13%	8.51%	9.9%	10.15%	12.08%	12.79%	13.16%	13.74%
Promedio de Humedad	%	8.32%		10.03%		12.44%		13.45%	
Densidad del Suelo Seco		1.833		1.889		1.884		1.847	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.90 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	11.2%



Ricardo A. Yanarico Buscaglia

Ricardo Aromi Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP: 108836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 03+000

CALICATA : CALICATA 07

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL

FECHA : sábado, 30 de abril de 2022



MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	13016	12648	13058	12836	13037	12862
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4983	4615	5037	4815	5023	4848
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3.	2.145	1.986	2.168	2.072	2.162	2.087
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	C	X	V	N	N	M	A	C	B
Suelo Humedo + Capsula	gr.	113.03	114.05	114.51	108.60	107.32	110.04	105.91	107.64	119.80
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	98.89	99.78	105.47	96.66	95.49	101.32	96.18	97.48	110.12
Peso del Agua	gr.	14.14	14.27	9.04	11.94	11.83	8.72	9.73	10.16	9.48
Peso de la Capsula	gr.	23.68	25.86	24.88	20.86	22.67	23.29	23.31	24.13	25.45
Peso del Suelo Seco	gr.	75.21	73.92	80.59	75.80	72.82	78.03	72.87	73.35	84.67
% de Humedad	%	18.80%	19.30%	11.22%	15.75%	16.25%	11.18%	13.35%	13.85%	11.20%
Promedio de Humedad	%	18.05%	11.22%	16.00%	11.18%	13.60%	11.20%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.801	1.786	1.869	1.864	1.903	1.876			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
26/04/2022	1:00 p.m.								265.0	0	0
27/04/2022	1:00 p.m.	24:00:00							278.5	0.34	0.30
28/04/2022	1:00 p.m.	48:00:00							291.9	0.68	0.59
29/04/2022	1:00 p.m.	72:00:00							305.4	1.02	0.89
30/04/2022	1:00 p.m.	96:00:00							318.8	1.37	1.19

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00			0.00	0.00		0.00	0.00			0.00	0.00		
0.63	00:30			16.9	0.9		28.0	1.4			34.5	1.7		
1.27	01:00			43.6	2.2		59.7	3.0			72.1	3.6		
1.91	01:30			76.4	3.9		89.7	4.5			99.7	5.0		
2.54	02:00	70.31		105.2	5.3		124.5	6.3			133.8	6.8		
3.81	03:00			136.6	6.9		167.8	8.5			179.8	9.1		
5.09	04:00	105.00		156.7	7.9		196.8	9.9			214.5	10.8		
6.35	05:00			168.7	8.5		215.7	10.9			239.4	12.1		
7.62	06:00			178.4	9.0		226.7	11.5			256.7	13.1		
8.84	07:00			184.2	9.3		238.0	12.0			271.4	13.7		
10.16	08:00			186.7	9.4		244.9	12.4			284.0	14.4		



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Richard Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836

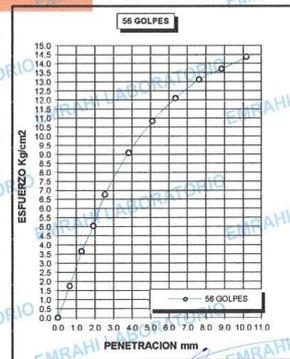
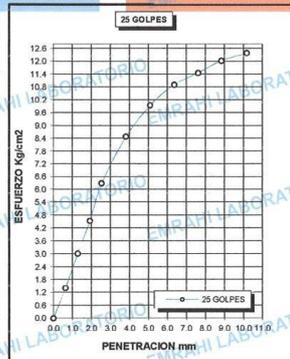
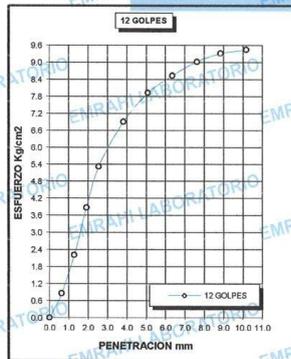
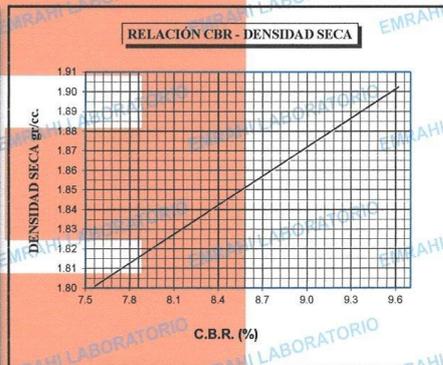
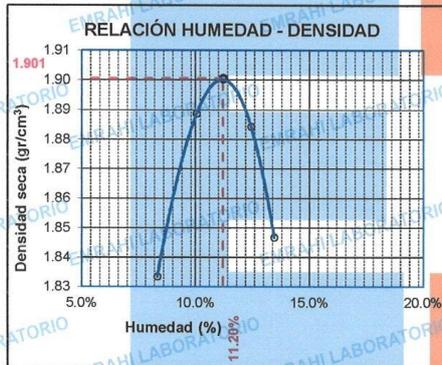


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557-91
SOLICITANTE	ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.90
CALICATA	CALICATA 07	HUMEDAD OPTIMA (%)	11.2%
MUESTRA	TERRENO NATURAL + 12%AV + 0%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	9.58
PROGRESIVA	KM 03+000	CLASIFICACIÓN	CL-ML
FECHA	sábado, 30 de abril de 2022	AAASHTO	A-4 <6>
		EMBEBIDO	4 DIAS



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

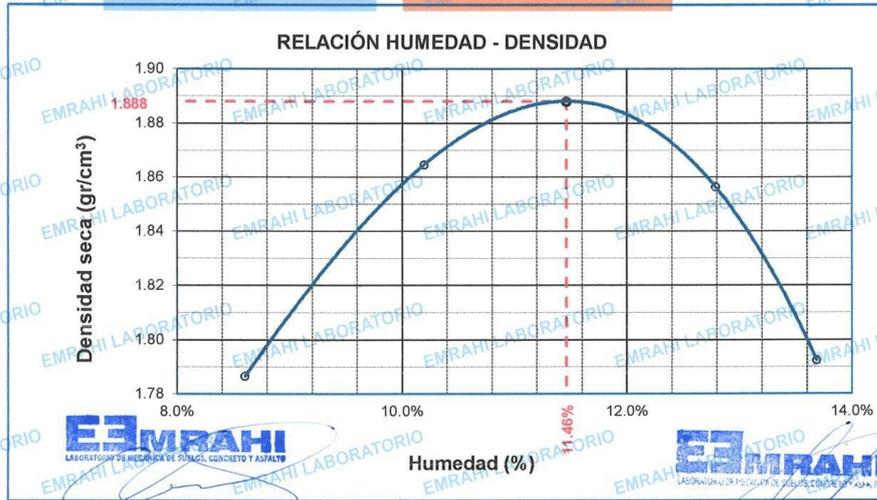
TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 03+500
CALICATA : CALICATA 08
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : Lunes, 25 de abril de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10521	10764	10847	10728
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	4125	4368	4451	4332
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.940	2.055	2.094	2.038

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	69.74	72.00	73.77	73.02	73.76	73.11	73.14	74.54
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	66.00	67.85	69.00	68.14	67.80	67.12	66.96	68.04
Peso del Agua	gr.	3.74	4.15	4.77	4.88	5.96	5.99	6.16	6.50
Peso de la Capsula	gr.	21.05	21.15	21.48	20.99	20.47	20.98	21.47	21.05
Peso del Suelo Seco	gr.	44.95	46.70	47.52	47.15	47.33	46.14	45.51	46.99
% de Humedad	%	8.32%	8.89%	10.0%	10.35%	12.59%	12.98%	13.54%	13.83%
Promedio de Humedad	%	8.60%		10.19%		12.79%		13.68%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.787		1.865		1.856		1.792	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.89	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	11.5%	



Rafael E. Yanarico Buscaglia
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

Ricardo Aroni Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP-189836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Jullaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 03+500
CALICATA : CALICATA 08
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : sábado, 30 de abril de 2022



Table with 7 columns: Molde No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURADO) for three different mold types (I, II, III).

Table with 7 columns: Property (Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, etc.), Unit, and values for three mold types (I, II, III).

Table with 10 columns: Property (Capsula No, Suelo Humedo + Capsula, etc.), Unit, and values for three mold types (I, II, III).

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión (mm, %) for three mold types (I, II, III).

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetración (mm), Tiempo, Carga Est., and values for three mold types (I, II, III) across different load levels.



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP 109836

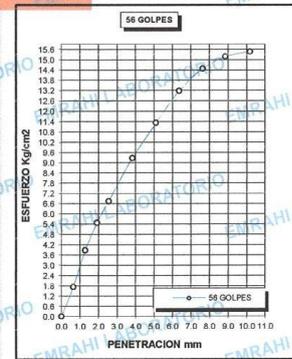
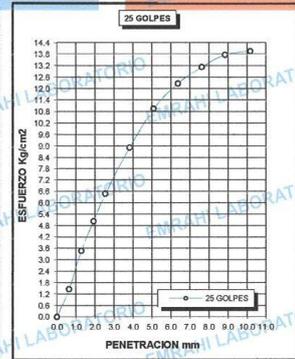
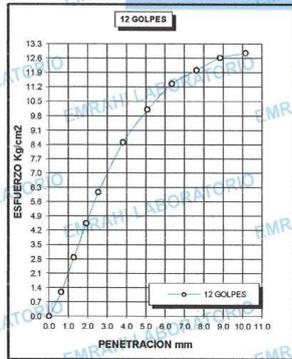
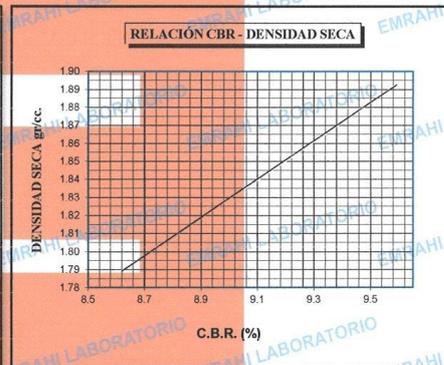
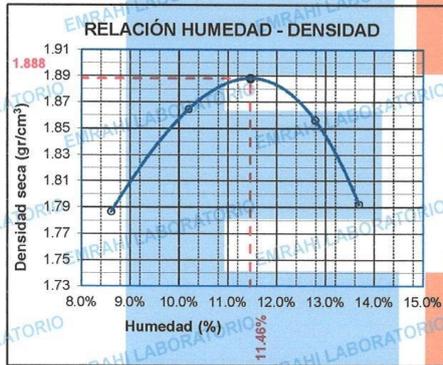


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA , PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	: ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)
CALICATA	: CALICATA 08	HUMEDAD OPTIMA (%)
MUESTRA	: TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%Vv	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)
PROGRESIVA	: KM 03+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)
FECHA	: sábado, 30 de abril de 2022	CLASIFICACIÓN : CL-MI
		AASHTO : A-4 <4>
		EMBEBIDO : 4 DIAS



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Ayón Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



**COMBINACION 16% VA +
8% VL**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : INFLUENCIA DE RESIDUOS DE ALUMINIO RECICLADO TRITURADO DENTRO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DEL TRAMO KM 0+000 - 11+000 DE LA CARRETERA JULIACA - CAMINACA, PUNO 2021

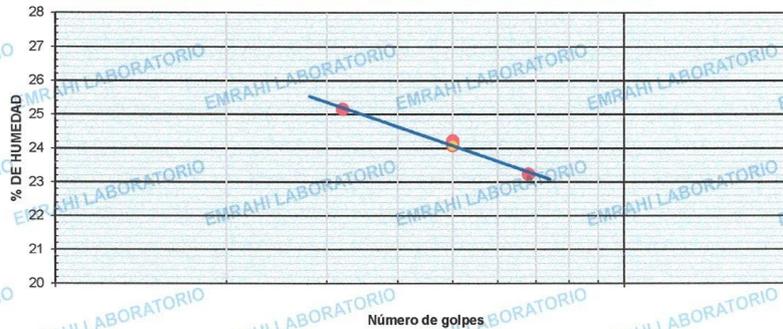
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 00+000
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
CALICATA N° : C - 1
MUESTRA : M - 1

FECHA : 28/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	10	11	12
TARRO + SUELO HUMEDO	40.33	43.37	33.96
TARRO + SUELO SECO	36.90	39.02	31.54
AGUA	3.43	4.35	2.42
PESO DEL TARRO	23.26	21.05	21.12
PESO DEL SUELO SECO	13.64	17.97	10.42
% DE HUMEDAD	25.15	24.21	23.22
N° DE GOLPES	16	25	34
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	100	101	
TARRO + SUELO HUMEDO	40.71	38.96	
TARRO + SUELO SECO	35.01	33.67	
AGUA	5.70	5.29	
PESO DEL TARRO	6.88	7.18	
PESO DEL SUELO SECO	28.13	26.49	
% DE HUMEDAD	20.26	19.97	
LL :	24.1 %	LP :	20.1 %
		IP :	4.0 %

CURVA DE FLUENCIA



Rafael E. Yamarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198 emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
 SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
 PROGRESIVA : PROG. Km 00+500
 MATERIAL : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
 CALICATA N° : C - 2
 MUESTRA : M - 1
 FECHA : 25/04/2022
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	28	29	30
TARRO + SUELO HUMEDO	42.31	41.32	47.51
TARRO + SUELO SECO	37.98	37.44	42.49
AGUA	4.33	3.88	5.02
PESO DEL TARRO	20.87	21.71	22.32
PESO DEL SUELO SECO	17.11	15.73	21.01
% DE HUMEDAD	25.31	24.67	23.89
N° DE GOLPES	17	23	34
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	48	49	
TARRO + SUELO HUMEDO	36.17	35.09	
TARRO + SUELO SECO	31.33	30.40	
AGUA	4.84	4.69	
PESO DEL TARRO	7.37	7.59	
PESO DEL SUELO SECO	23.96	22.81	
% DE HUMEDAD	20.20	20.56	
LL :	24.5 %	LP :	20.4 %
		IP :	4.1 %

CURVA DE FLUENCIA



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 01+000
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
CALICATA N° : C - 3
MUESTRA : M - 1
FECHA : 25/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO	31	32	33		
TARRO + SUELO HUMEDO	43.44	46.45	40.46		
TARRO + SUELO SECO	39.03	41.53	36.70		
AGUA	4.41	4.92	3.76		
PESO DEL TARRO	22.02	21.26	21.01		
PESO DEL SUELO SECO	17.01	20.27	15.69		
% DE HUMEDAD	25.93	24.27	23.96		
N° DE GOLPES	15	20	32		
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO	50	51			
TARRO + SUELO HUMEDO	43.37	37.68			
TARRO + SUELO SECO	37.38	32.16			
AGUA	5.99	5.50			
PESO DEL TARRO	6.68	5.92			
PESO DEL SUELO SECO	30.70	26.24			
% DE HUMEDAD	19.51	20.96			
LL :	24.3 %	LP :	20.2 %	IP :	4.1 %

CURVA DE FLUENCIA



Rafael H. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109936

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

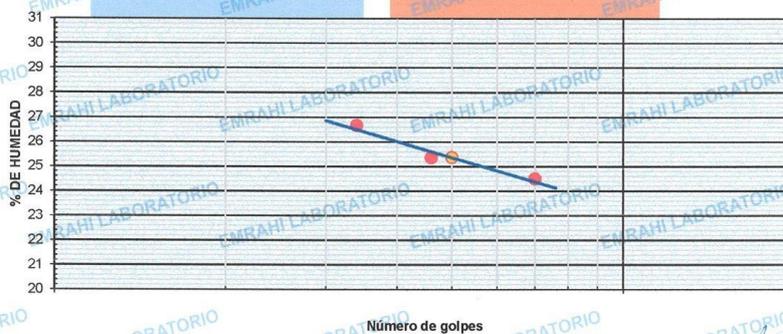
MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 01+500
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : 25/04/2022
CALICATA N° : C - 4
MUESTRA : M - 1
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	34	35	36
TARRO + SUELO HUMEDO	43.69	45.82	42.71
TARRO + SUELO SECO	38.94	40.76	38.66
AGUA	4.75	5.06	4.05
PESO DEL TARRO	21.12	20.80	22.12
PESO DEL SUELO SECO	17.82	19.96	16.54
% DE HUMEDAD	26.66	25.35	24.49
N° DE GOLPES	17	23	35
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	52	53	
TARRO + SUELO HUMEDO	40.81	37.47	
TARRO + SUELO SECO	35.19	32.09	
AGUA	5.62	5.38	
PESO DEL TARRO	7.09	5.88	
PESO DEL SUELO SECO	28.10	26.21	
% DE HUMEDAD	20.00	20.53	
LL :	25.4 %	LP :	20.3 %
		IP :	5.1 %

CURVA DE FLUENCIA



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 02+000
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : 26/04/2022
CALICATA N° : C - 5
MUESTRA : M - 1
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	37	38	39
TARRO + SUELO HUMEDO	42.02	47.35	43.81
TARRO + SUELO SECO	38.12	42.03	38.39
AGUA	3.90	5.32	5.42
PESO DEL TARRO	23.26	21.05	20.80
PESO DEL SUELO SECO	14.96	20.98	22.51
% DE HUMEDAD	26.24	25.36	24.08
N° DE GOLPES	15	26	32
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	54	55	
TARRO + SUELO HUMEDO	41.78	41.78	
TARRO + SUELO SECO	36.04	35.98	
AGUA	5.74	5.80	
PESO DEL TARRO	7.37	7.59	
PESO DEL SUELO SECO	28.67	28.39	
% DE HUMEDAD	20.02	20.43	
LL : 25.0 %	LP : 20.2 %	IP : 4.8 %	

CURVA DE FLUENCIA



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 108934

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198 emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 02+500
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
CALICATA N° : C - 6
MUESTRA : M - 1
FECHA : 26/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	40	41	42
TARRO + SUELO HUMEDO	40.34	45.24	42.04
TARRO + SUELO SECO	36.44	40.74	36.64
AGUA	3.90	4.50	5.40
PESO DEL TARRO	21.33	22.20	19.90
PESO DEL SUELO SECO	15.11	18.54	22.51
% DE HUMEDAD	25.81	24.27	23.99
N° DE GOLPES	16	25	32
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	56	57	
TARRO + SUELO HUMEDO	39.64	43.72	
TARRO + SUELO SECO	34.16	37.74	
AGUA	5.48	5.98	
PESO DEL TARRO	7.37	7.59	
PESO DEL SUELO SECO	26.79	30.15	
% DE HUMEDAD	20.46	19.83	
LL : 24.5 %	LP : 20.1 %	IP : 4.4 %	

CURVA DE FLUENCIA



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO



Ricardo Aponi Acera
ESPECIALISTA EN GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

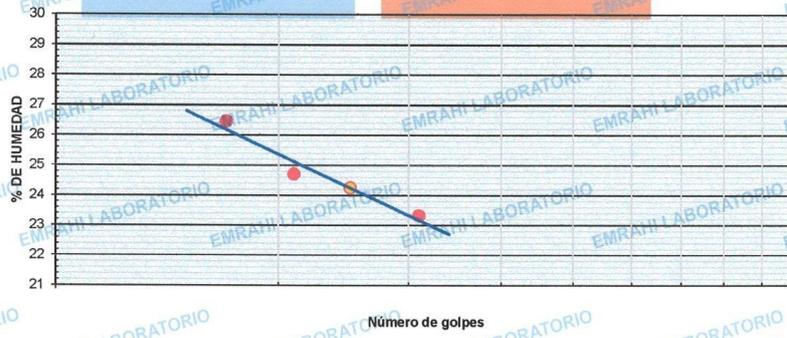
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 03+000
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 12%AV + 6%VL
FECHA : 26/04/2022
CALICATA N° : C - 7
MUESTRA : M - 1
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	43	44	45
TARRO + SUELO HUMEDO	43.35	42.54	45.45
TARRO + SUELO SECO	38.95	38.19	40.55
AGUA	4.40	4.35	4.90
PESO DEL TARRO	22.32	20.58	21.71
PESO DEL SUELO SECO	16.63	17.61	21.01
% DE HUMEDAD	26.46	24.70	23.32
N° DE GOLPES	17	21	31
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	58	59	
TARRO + SUELO HUMEDO	35.53	34.44	
TARRO + SUELO SECO	30.75	29.76	
AGUA	4.78	4.68	
PESO DEL TARRO	5.93	6.04	
PESO DEL SUELO SECO	24.62	23.72	
% DE HUMEDAD	19.26	19.73	
LL : 24.3 %	LP : 19.5 %	IP : 4.8 %	

CURVA DE FLUENCIA



Rafael R. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 109836

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS
USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
PROGRESIVA : PROG. Km 03+500
MATERIAL : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : 29/04/2022
CALICATA N° : C - 8
MUESTRA : M - 1
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO

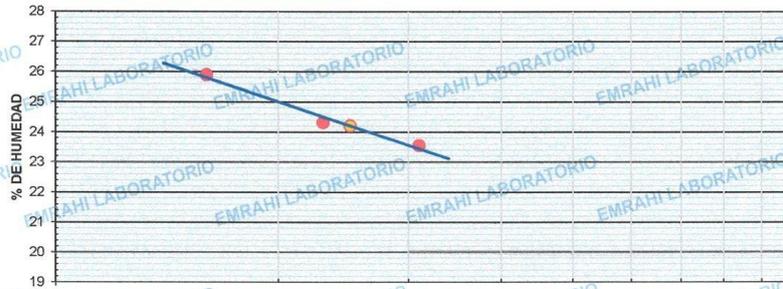
LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	49	50	51
TARRO + SUELO HUMEDO	44.94	46.89	49.27
TARRO + SUELO SECO	39.79	41.89	44.11
AGUA	5.15	5.00	5.16
PESO DEL TARRO	19.90	21.33	22.20
PESO DEL SUELO SECO	19.89	20.56	21.91
% DE HUMEDAD	25.89	24.32	23.55
N° DE GOLPES	16	23	31

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	116	117	
TARRO + SUELO HUMEDO	35.58	39.12	
TARRO + SUELO SECO	30.89	33.71	
AGUA	4.69	5.41	
PESO DEL TARRO	7.44	6.95	
PESO DEL SUELO SECO	23.45	26.76	
% DE HUMEDAD	20.00	20.22	

LL : 24.2 % LP : 20.1 % IP : 4.1 %



CURVA DE FLUENCIA



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acera
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C.I.P. 109636



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
 : LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 00+000

CALICATA : CALICATA 01

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL

FECHA : viernes, 29 de abril de 2022

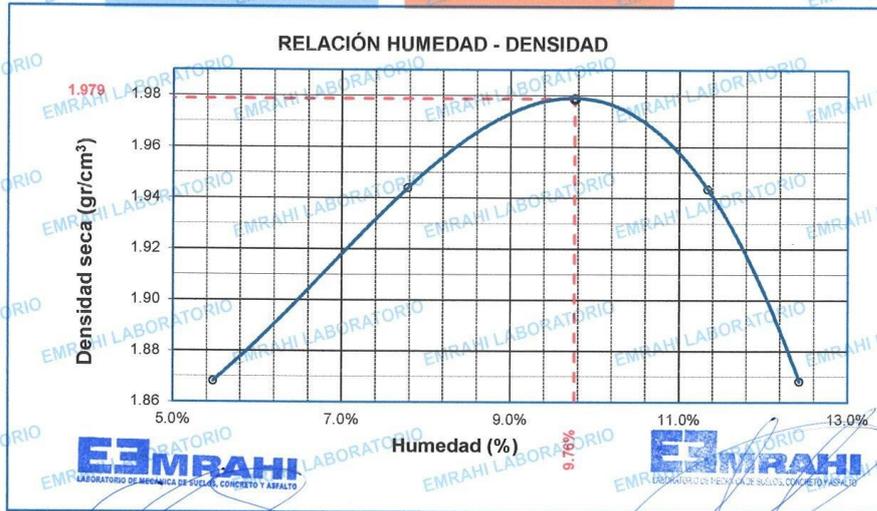


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10585	10850	10996	10861
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm3	4189	4454	4600	4465
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.970	2.095	2.164	2.100

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	72.86	73.20	74.95	75.45	77.84	77.95	80.65	80.45
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	70.20	70.40	71.20	71.52	72.15	72.10	74.25	74.02
Peso del Agua	gr.	2.66	2.80	3.75	3.93	5.69	5.85	6.40	6.43
Peso de la Capsula	gr.	20.00	20.85	22.00	22.02	21.45	21.03	22.00	23.00
Peso del Suelo Seco	gr.	50.20	49.55	49.20	49.50	50.70	51.07	52.25	51.02
% de Humedad	%	5.30%	5.65%	7.6%	7.94%	11.22%	11.45%	12.25%	12.80%
Promedio de Humedad	%	5.47%		7.78%		11.34%		12.43%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.868		1.944		1.943		1.868	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.98 gr/cm3
		HUMEDAD OPTIMA	:	9.8%



992 662279 | **Rafael E. Yanarico Buscaglia** | **Ricardo Aroni Acero**
 992 662279 | ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 J. S. P. 080100016468 | Juliaca, Puno - RUC: 20605977198 | emrahilab@gmail.com | CIP: 199836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACION : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 00+000
CALICATA : CALICATA 01
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : miércoles, 04 de mayo de 2022

Table with 7 columns: Molde No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURAR), and Molde No (I, II, III).

Table with 7 columns: Item (Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, etc.), Unit, and values for Molde No I, II, III.

Table with 10 columns: Item (Capsula No, Suelo Humedo + Capsula, etc.), Unit, and values for F, D, W, S, T, U, G, C, V.

EXPANSIÓN table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %, and values for various dates and times.

PENETRACION table with 10 columns: Penetración mm, Tiempo, Carga Est., and values for Molde No III, II, I.



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



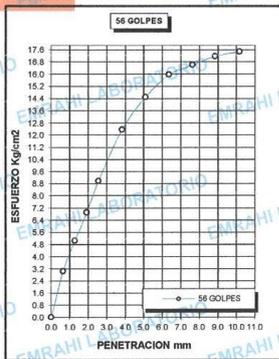
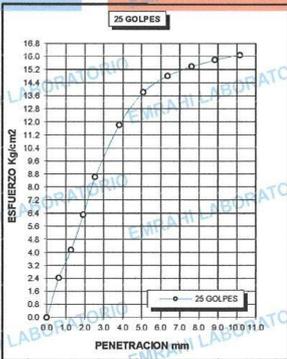
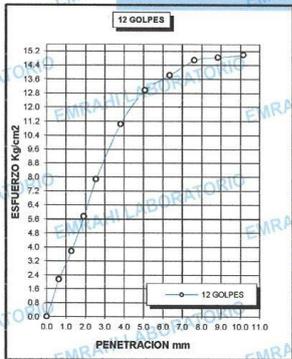
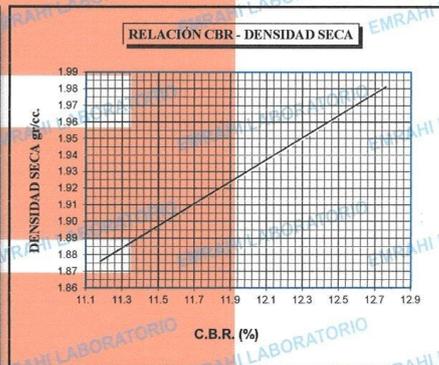
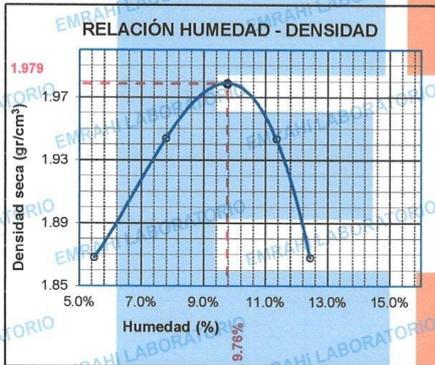
Ricardo Arovi Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 1198836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS / JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 1.98 HUMEDAD OPTIMA (%) : 9.8% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 12.72 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 11.23
CALICATA : CALICATA 01	CLASIFICACION : CL-ML AASHTO : A-4 <6>
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 10%AV + 8%VL	EMBEBIDO : 4 DIAS
PROGRESIVA : KM 00+000	
FECHA : miércoles, 04 de mayo de 2022	



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109636



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
 : LAMPA - PALCA, PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 00+500

CALICATA : CALICATA 02

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%LV

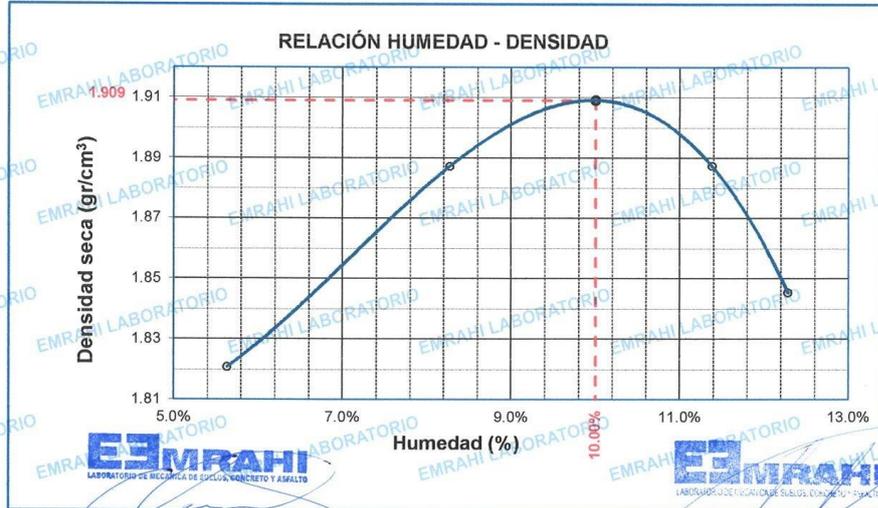
FECHA : viernes, 29 de abril de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10485	10740	10865	10801
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4089	4344	4469	4405
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.923	2.043	2.102	2.072

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	72.00	70.80	71.70	71.94	74.31	75.14	75.10	74.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	69.45	68.05	67.99	68.05	68.95	69.45	69.18	68.15
Peso del Agua	gr.	2.55	2.75	3.71	3.89	5.36	5.69	5.92	5.85
Peso de la Capsula	gr.	21.66	21.70	22.12	22.05	20.74	20.58	20.48	20.99
Peso del Suelo Seco	gr.	47.79	46.35	45.87	46.00	48.21	48.87	48.70	47.16
% de Humedad	%	5.34%	5.93%	8.1%	8.46%	11.12%	11.84%	12.16%	12.40%
Promedio de Humedad	%	5.63%		8.27%		11.38%		12.28%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.821		1.887		1.887		1.845	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.91	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	10.0%	



992 662279

Jr. J. J. Bascaglia 644 - Cerro Colorado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com

Ricardo Arani Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACION : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 00+500
CALICATA : CALICATA 02
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : miércoles, 04 de mayo de 2022

Table with 7 columns: Molde No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURAR) for Molde No I, II, III.

Table with 8 columns: Property (Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, etc.), Unit, and values for Molde No I, II, III.

Table with 10 columns: Property (Capsula No, Suelo Humedo + Capsula, etc.), Unit, and values for Capsulas No 1-6.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión % for various dates and times.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetración mm, Tiempo, Carga Est., MOLDE No III, MOLDE No II, MOLDE No I (Dial, Kg, Kg/cm2, Correc.).



Rafael B. Amarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



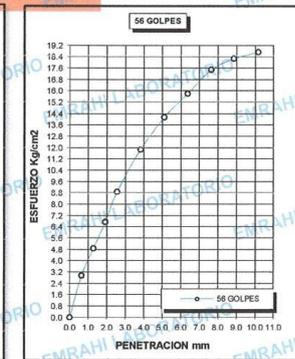
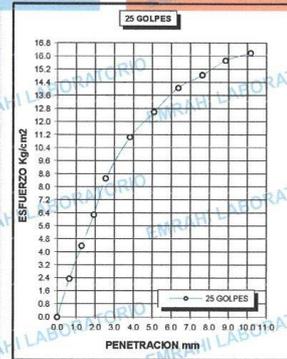
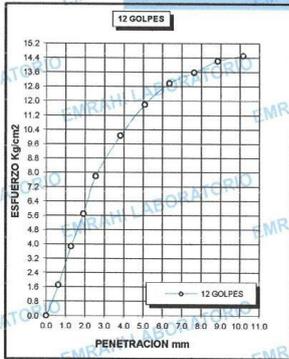
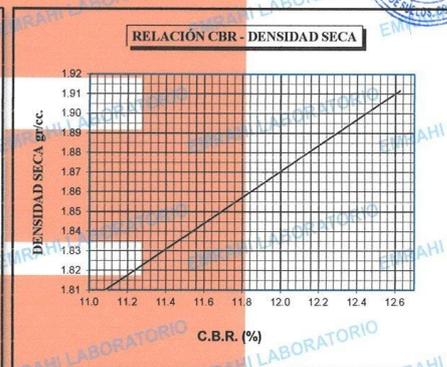
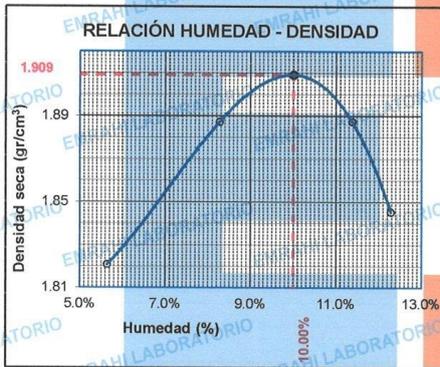
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C.I.P. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557-91
SOLICITANTE	ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.91
CALICATA	CALICATA 02	HUMEDAD OPTIMA (%)	10.0%
MUESTRA	TERRENO NATURAL + 10%AV + 8%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	12.58
PROGRESIVA	KM 00+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	11.14
FECHA	miércoles, 04 de mayo de 2022	CLASIFICACION	CL-ML
		AASHTO	A-4 <4>
		EMBEBIDO	4 DIAS



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Avoni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 409836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
 : LAMPA - PALCA , PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 01+000

CALICATA : CALICATA 03

MUESTRA : TERRENO NATURAL+ 16%AV + 8%VL

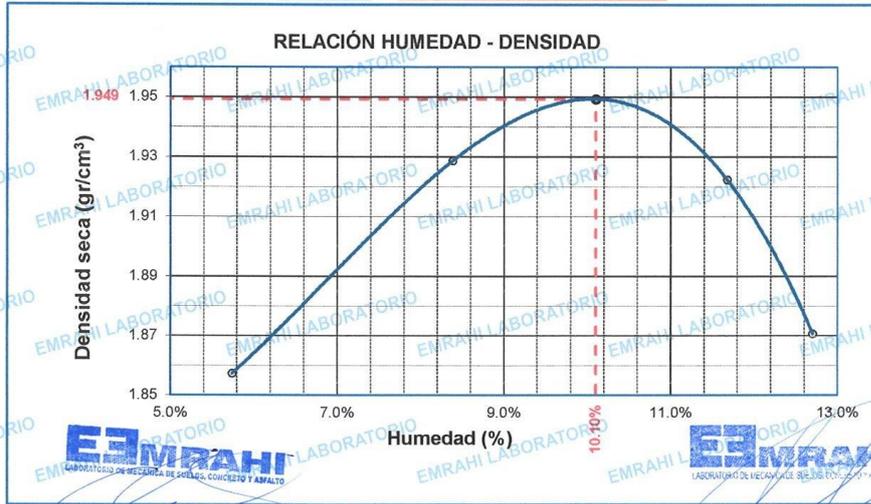
FECHA : viernes, 29 de abril de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No de CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10571	10840	10960	10878
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm3.	4175	4444	4564	4482
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	1.964	2.090	2.147	2.108

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	86.34	85.54	85.75	87.68	89.35	90.35	89.00	90.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	83.00	82.00	81.00	82.51	82.45	83.10	81.50	82.40
Peso del Agua	gr.	3.34	3.54	4.75	5.17	6.90	7.25	7.50	7.60
Peso de la Capsula	gr.	22.02	23.00	22.18	23.04	21.60	22.55	22.20	22.80
Peso del Suelo Seco	gr.	60.98	59.00	58.82	59.47	60.65	60.55	59.30	59.60
% de Humedad	%	5.48%	6.00%	8.1%	8.69%	11.38%	11.97%	12.65%	12.75%
Promedio de Humedad	%	5.74%		8.38%		11.68%		12.70%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.857		1.929		1.922		1.871	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.95 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	10.1%



992 662279

Rafael E. Yanarico Buscaña
S.P. Calle 644, Correo Central, Huacapistana, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com

Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 3098336



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACION : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 01+000
CALICATA : CALICATA 03
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : miércoles, 04 de mayo de 2022



Table with 7 columns: Molde No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, and CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURAR).

Table with 7 columns: Molde No, Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, Peso del Suelo Humedo, Volumen del Suelo, Densidad del Suelo Humedo.

Table with 10 columns: Capsula No, No, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Rows include: Suelo Humedo + Capsula, Peso del Suelo Seco + Capsula, Peso del Agua, Peso de la Capsula, Peso del Suelo Seco, % de Humedad, Promedio de Humedad, Densidad del Suelo Seco.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %, Dial, Expansión mm, Expansión %, Dial, Expansión mm, Expansión %.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetracion mm, Tiempo, Carga Est., MOLDE No III, MOLDE No II, MOLDE No I. Sub-columns include Dial, Kg, Kg/cm2, Correc.



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP: 109836

992 662279

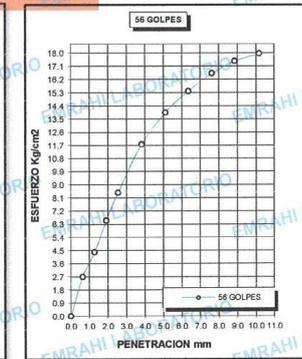
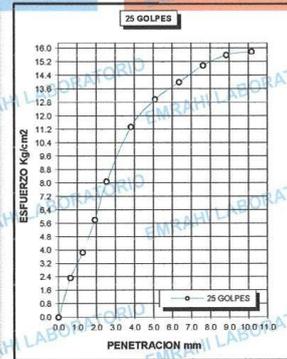
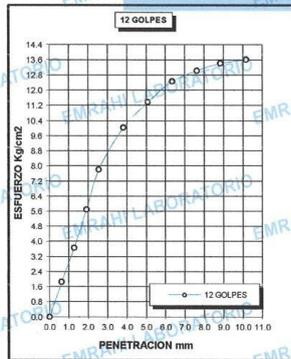
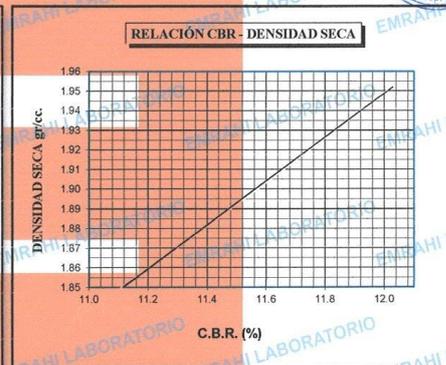
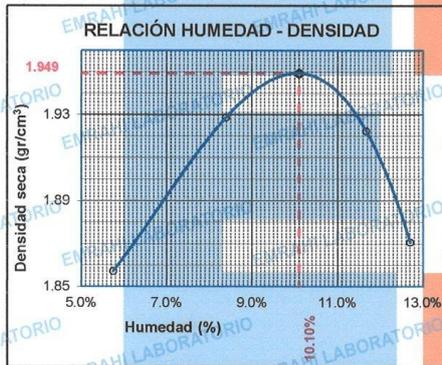
Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198 emrahilab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557-91
SOLICITANTE	ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.95
CALICATA	CALICATA 03	HUMEDAD OPTIMA (%)	10.1%
MUESTRA	TERRENO NATURAL + 10%AV + 8%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	12.00
PROGRESIVA	KM 01+000	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	11.13
FECHA	miércoles, 04 de mayo de 2022	CLASIFICACIÓN	CL-ML
		AASHTO	A-4 <4>
		EMBEBIDO	4 DIAS



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
LAMPA - PALCA , PUÑO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 01+500
CALICATA : CALICATA 04
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : viernes, 29 de abril de 2022

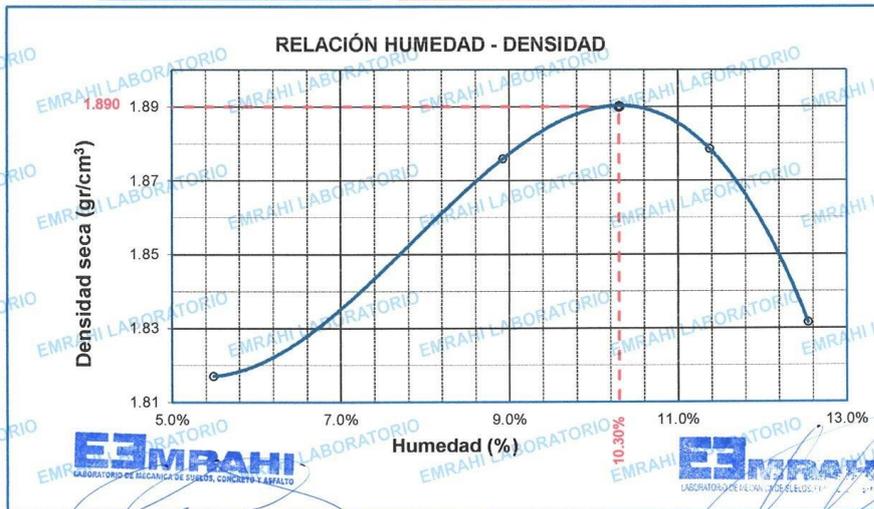


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10471	10740	10844	10778
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4075	4344	4448	4382
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.917	2.043	2.092	2.061

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	67.32	66.45	66.97	71.15	72.28	73.45	70.55	70.74
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	65.00	64.00	63.25	67.00	67.15	68.02	65.15	65.15
Peso del Agua	gr.	2.32	2.45	3.72	4.15	5.13	5.43	5.40	5.59
Peso de la Capsula	gr.	21.05	21.04	21.09	21.00	21.15	21.20	21.21	21.45
Peso del Suelo Seco	gr.	43.95	42.96	42.16	46.00	46.00	46.82	43.94	43.70
% de Humedad	%	5.28%	5.70%	8.8%	9.02%	11.15%	11.60%	12.29%	12.79%
Promedio de Humedad	%	5.49%		8.92%		11.37%		12.54%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.817		1.876		1.879		1.832	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.89	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	10.3%	





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 01+500
CALICATA : CALICATA 04
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : miércoles, 04 de mayo de 2022

Table with 7 columns: MOLDE No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, CONDICIONES DE LA MUESTRA, SATURADO, SIN SATURADO. Rows include data for moldes III, II, and I.

Table with 8 columns: Property, Unit, and values for moldes III, II, and I. Properties include: Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, Peso del Suelo Humedo, Volumen del Suelo, Densidad del Suelo Humedo.

Table with 12 columns: Capsula No, No, 1, 2, 3, 8, 5, 4, 7, 9, 6. Properties include: Suelo Humedo + Capsula, Peso del Suelo Seco + Capsula, Peso del Agua, Peso de la Capsula, % de Humedad, Promedio de Humedad, Densidad del Suelo Seco.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %, Dial, Expansión mm, Expansión %. Rows show expansion data for dates from 30/04/2022 to 04/05/2022.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetración mm, Tiempo, Carga Est., MOLDE No III, MOLDE No II, MOLDE No I. Sub-columns include Dial, Kg, Kg/cm2, Correc. Rows show penetration data from 0.00 to 10.16 mm.



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



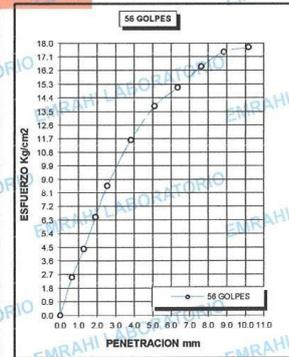
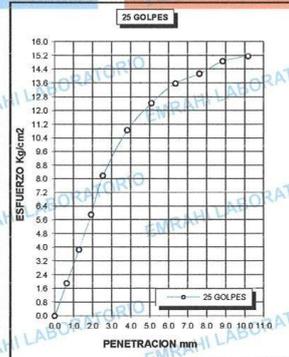
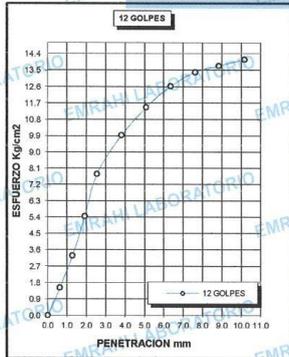
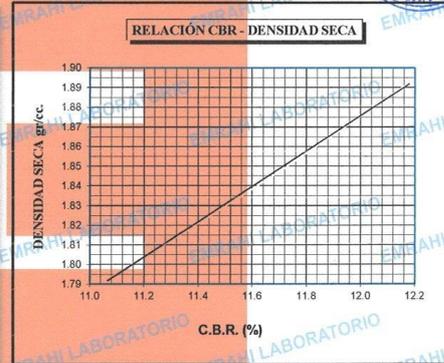
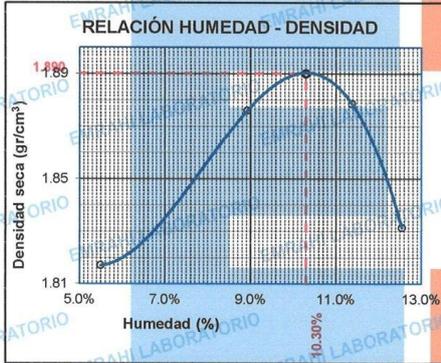
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C.I.P. 709836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	: ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 1.89
CAUCATA	: CALICATA 04	HUMEDAD OPTIMA (%) : 10.3%
MUESTRA	: TERRENO NATURAL + 10%AV + 9%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 12.16
PROGRESIVA	: KM 01+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 11.11
FECHA	: miércoles, 04 de mayo de 2022	CLASIFICACION : CL-ML
		AASHTO : A-4 <4>
		EMBEBIDO : 4 DIAS



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA / CONTROL DE CALIDAD
C.I.P. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
LAMPA - PALCA , PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 02+000
CALICATA : CALICATA 05
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : viernes, 29 de abril de 2022

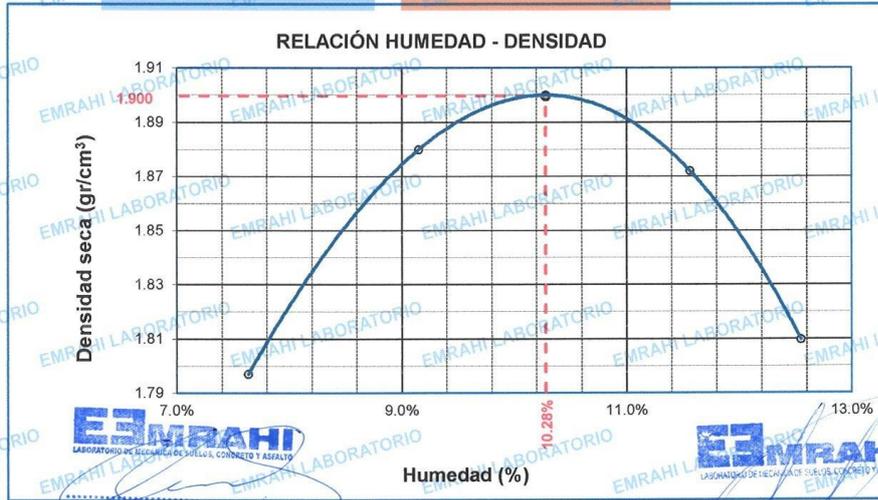
MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes



Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10508	10758	10836	10726
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4112	4362	4440	4330
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.934	2.052	2.089	2.037

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	57.48	56.59	55.81	54.88	55.83	58.60	60.25	58.10
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	55.00	54.00	53.00	52.00	52.40	54.70	56.10	53.87
Peso del Agua	gr.	2.48	2.59	2.81	2.88	3.43	3.90	4.15	4.23
Peso de la Capsula	gr.	21.20	21.35	21.44	21.33	21.75	22.01	22.16	20.99
Peso del Suelo Seco	gr.	33.80	32.65	31.56	30.67	30.65	32.69	33.94	32.88
% de Humedad	%	7.34%	7.93%	8.9%	9.39%	11.19%	11.93%	12.23%	12.86%
Promedio de Humedad	%	7.63%		9.15%		11.56%		12.55%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.797		1.880		1.872		1.810	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.90	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	10.3%	



Rafael E. Yanarico Buscaglia
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

Ricardo Aroni Acero
 ESPECIALISTA EN TECNICAS DE CONTROL DE CALIDAD
 CIP: 109336



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 02+000
CALICATA : CALICATA 05
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : miércoles, 04 de mayo de 2022



Table with 7 columns: MOLDE No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, CONDICIONES DE LA MUESTRA (SATURADO, SIN SATURAR), and columns I, II, III.

Table with 7 columns: Item (Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, etc.), Unit, and values for conditions I, II, III, I, II, III.

Table with 10 columns: Item (Capsula No, Suelo Humedo + Capsula, etc.), Unit, and values for conditions 2, 1, 5, 4, 3, 6, 7, 8, 9.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansión mm, Expansión %, and columns I, II, III.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetración mm, Tiempo, Carga Est., MOLDE No III, MOLDE No II, MOLDE No I, and sub-columns for Dial, Kg, Kg/cm2, Correc.



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



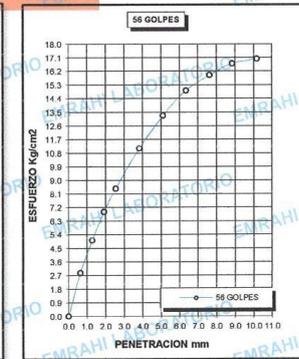
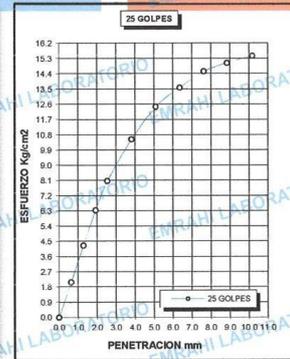
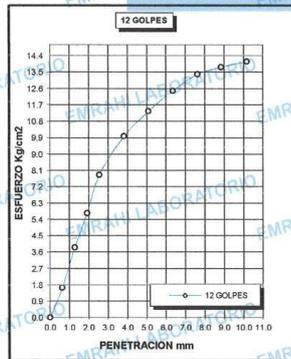
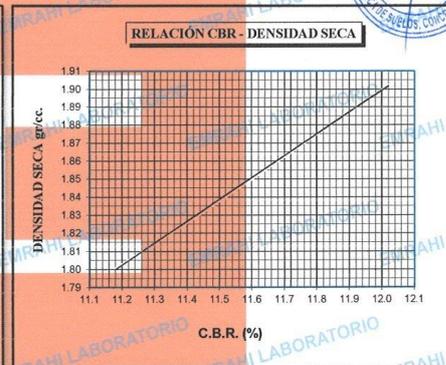
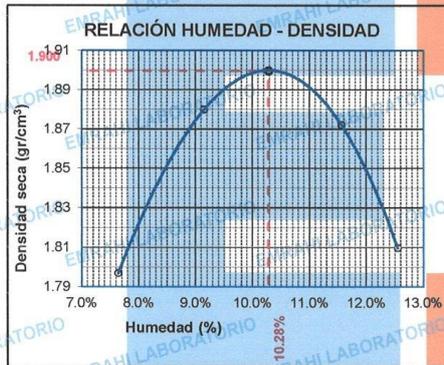
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CENTRO DE CALIDAD
C.I.P. 109838



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557-91
SOLICITANTE	ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.90
CALICATA	CALICATA 05	HUMEDAD OPTIMA (%)	10.3%
MUESTRA	TERRENO NATURAL + 10%AV + 8%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	12.00
PROGRESIVA	KM 02+000	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	11.22
FECHA	miércoles, 04 de mayo de 2022	CLASIFICACION	CL-ML
		AASHTO	A-4 <5>
		EMBEBIDO	4 DIAS



EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Ricardo Avila Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONTROL DE CALIDAD
C.I.P. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
 LAMPA - PALCA , PUNO

SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO

UBICACIÓN : LAMPA - PALCA

PROGRESIVA : KM 02+500

CALICATA : CALICATA 06

MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL

FECHA : viernes, 29 de abril de 2022

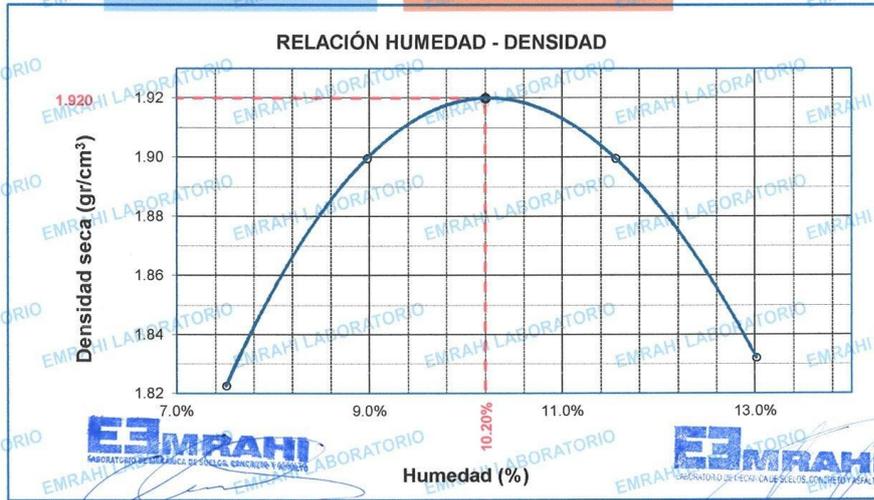


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10562	10797	10901	10798
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm3	4166	4401	4505	4402
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.960	2.070	2.119	2.071

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	65.00	64.33	66.10	67.02	68.92	68.14	69.68	68.20
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	62.00	61.20	62.40	63.10	64.02	63.10	64.00	62.70
Peso del Agua	gr.	3.00	3.13	3.70	3.92	4.90	5.04	5.68	5.50
Peso de la Capsula	gr.	20.84	20.75	20.20	20.40	20.60	20.45	20.05	20.72
Peso del Suelo Seco	gr.	41.16	40.45	42.20	42.70	43.42	42.65	43.95	41.98
% de Humedad	%	7.29%	7.74%	8.8%	9.18%	11.29%	11.82%	12.92%	13.10%
Promedio de Humedad	%	7.51%		8.97%		11.55%		13.01%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.823		1.900		1.900		1.832	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.92 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	10.2%



Rafael E. Yamarico Buscaglia
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

Ricardo Aron Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 02+500
CALICATA : CALICATA 06
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : miércoles, 04 de mayo de 2022

Table with 7 columns: MOLDE No, No DE CAPAS, NUMERO DE GOLPES POR CAPA, CONDICIONES DE LA MUESTRA, SATURADO, SIN SATURADO. Rows include data for Molde No III, II, I and corresponding values for No DE CAPAS and NUMERO DE GOLPES POR CAPA.

Table with 7 columns: Property, Unit, Value 1, Value 2, Value 3, Value 4, Value 5, Value 6. Rows include: Peso Suelo Humedo + Molde, Peso del Molde, Peso del Suelo Humedo, Volumen del Suelo, Densidad del Suelo Humedo.

Table with 10 columns: Property, Unit, Value 1, Value 2, Value 3, Value 4, Value 5, Value 6, Value 7, Value 8, Value 9. Rows include: Capsula No, Suelo Humedo + Capsula, Peso del Suelo Seco + Capsula, Peso del Agua, Peso de la Capsula, Peso del Suelo Seco, % de Humedad, Promedio de Humedad, Densidad del Suelo Seco.

EXPANSIÓN

Table with 10 columns: Fecha, Hora, Tiempo, Dial, Expansion mm, Expansion %, Dial, Expansion mm, Expansion %, Dial, Expansion mm, Expansion %. Rows show expansion data for dates from 30/04/2022 to 04/05/2022.

PENETRACION

Table with 13 columns: Penetracion mm, Tiempo, Carga Est., MOLDE No III, MOLDE No II, MOLDE No I. Each mold number has sub-columns for Dial, Kg, Kg/cm2, Correc. Rows show penetration data at various depths and times.



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



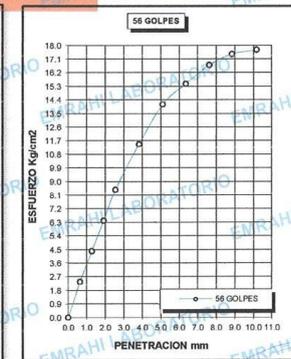
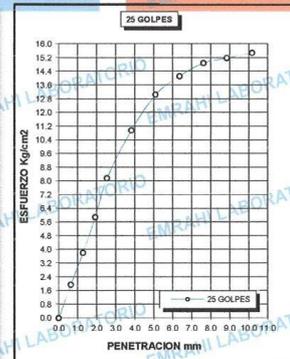
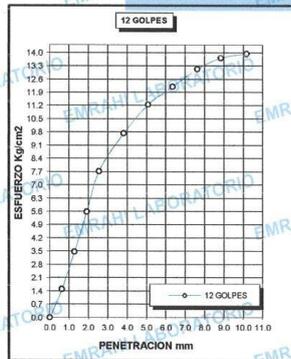
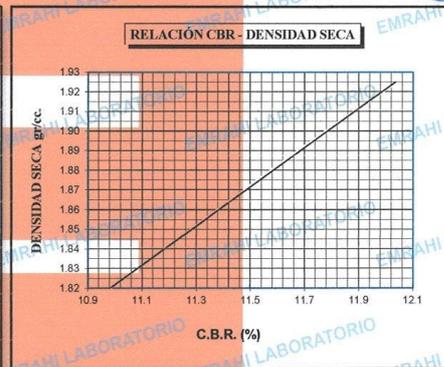
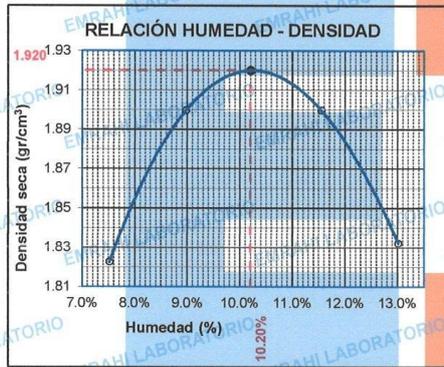
Ricardo Avoní Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) : 1.92
CALICATA : CALICATA 06	HUMEDAD OPTIMA (%) : 10.2%
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 10%AV + 8%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 11.98
PROGRESIVA : KM 02+500	CBR AL 95 DE M.D.S. (%) : 11.02
FECHA : miércoles, 04 de mayo de 2022	CLASIFICACION : CL-ML
	AASHTO : A-4 <6>
	EMBEBIDO : 4 DIAS



Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



Ricardo Ayóni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 709836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

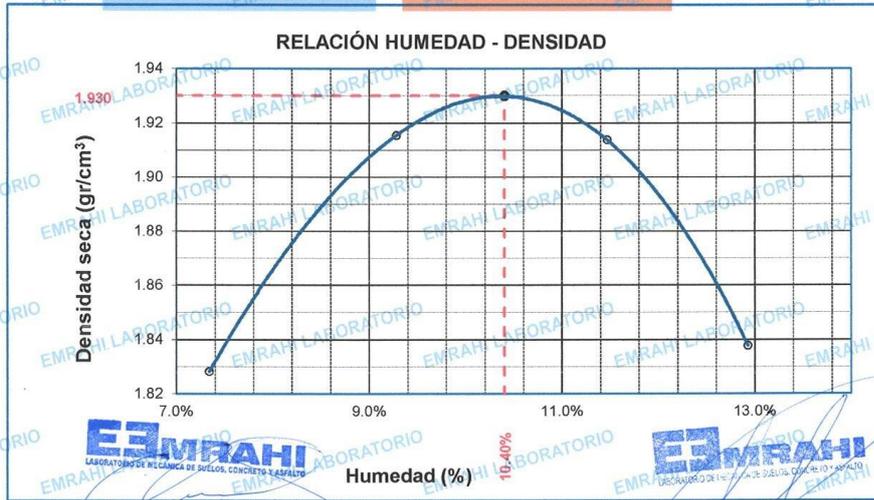
TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
LAMPA - PALCA , PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LUÑOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 03+000
CALICATA : CALICATA 7
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : viernes, 29 de abril de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10568	10846	10931	10808
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4172	4450	4535	4412
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.962	2.093	2.133	2.075

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	78.87	81.35	83.45	79.39	82.90	84.82	83.00	84.38
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	75.00	77.00	78.20	74.23	76.50	78.10	75.90	76.94
Peso del Agua	gr.	3.87	4.35	5.25	5.16	6.40	6.72	7.10	7.44
Peso de la Capsula	gr.	20.06	20.01	20.05	20.08	20.00	20.20	20.07	20.30
Peso del Suelo Seco	gr.	54.94	56.99	58.15	54.15	56.50	57.90	55.83	56.64
% de Humedad	%	7.04%	7.63%	9.0%	9.53%	11.33%	11.61%	12.72%	13.14%
Promedio de Humedad	%	7.34%		9.28%		11.47%		12.93%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.828		1.916		1.914		1.838	

METODO:	ASTM D. - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.93 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	10.4%



Rafael E. Yanarico Buscaglia
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

Ricardo Aroni Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD

992 662279

Jr. Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - RUC: 20605977198

emrahilab@gmail.com

CIP. 109838



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA , PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 03+000
CALICATA : CALICATA 7
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : viernes, 29 de abril de 2022



MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	13004	12650	13082	12867	13061	12898
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4971	4617	5061	4846	5047	4884
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3.	2.139	1.987	2.178	2.086	2.172	2.102
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	O	Q	P	K	L	S	N	J	U
Suelo Humedo + Capsula	gr.	83.00	79.26	77.32	82.00	77.35	76.61	79.10	78.65	76.09
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	74.00	71.00	72.00	74.26	70.12	71.45	72.86	72.32	71.00
Peso del Agua	gr.	9.00	8.26	5.32	7.74	7.23	5.16	6.24	6.33	5.09
Peso de la Capsula	gr.	20.20	22.50	20.78	21.00	21.20	21.85	21.65	21.85	21.97
Peso del Suelo Seco	gr.	53.80	48.50	51.22	53.26	48.92	49.60	51.21	50.47	49.03
% de Humedad	%	16.73%	17.03%	10.39%	14.53%	14.78%	10.40%	12.19%	12.54%	10.38%
Promedio de Humedad	%	16.88%	10.39%	14.66%	10.40%	12.36%	10.38%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.830	1.800	1.900	1.889	1.933	1.904			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
30/04/2022	2:00 p.m.								270.0	0	0
01/05/2022	2:00 p.m.	24:00:00							281.6	0.29	0.26
02/05/2022	2:00 p.m.	48:00:00							293.2	0.59	0.51
03/05/2022	2:00 p.m.	72:00:00							304.8	0.88	0.77
04/05/2022	2:00 p.m.	96:00:00							316.4	1.18	1.02

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		38.7	2.0		43.8	2.2		48.2	2.4		52.6	2.6	
1.27	01:00		76.4	3.9		86.7	4.4		96.4	4.9		106.1	5.4	
1.91	01:30		116.7	5.9		126.7	6.4		136.7	7.0		146.7	7.6	
2.54	02:00	70.31	153.2	7.7		163.2	8.2		173.2	8.5		183.2	9.1	
3.81	03:00		197.3	10.0		209.7	10.8		222.1	11.6		234.5	12.4	
5.09	04:00	105.00	235.7	11.9		246.7	12.5		258.7	13.6		270.7	14.4	
6.35	05:00		256.7	13.0		276.7	14.0		299.4	15.1		322.1	16.2	
7.62	06:00		271.8	13.7		297.3	15.0		319.7	16.2		342.1	17.3	
8.84	07:00		280.1	14.2		311.4	15.7		336.7	17.0		362.1	18.1	
10.16	08:00		287.3	14.5		319.8	16.2		342.9	17.3				



Rafael E. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS



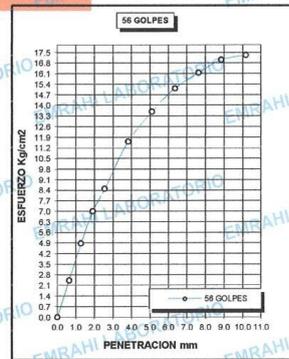
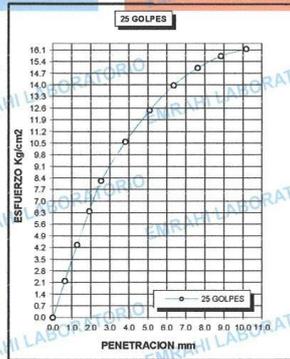
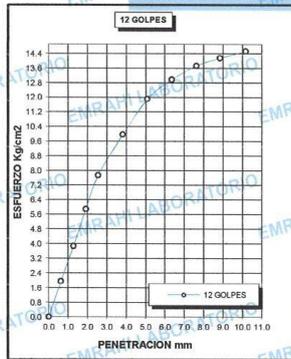
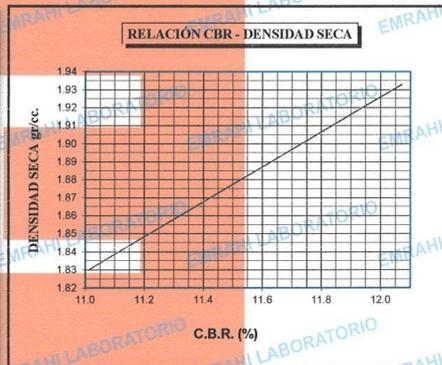
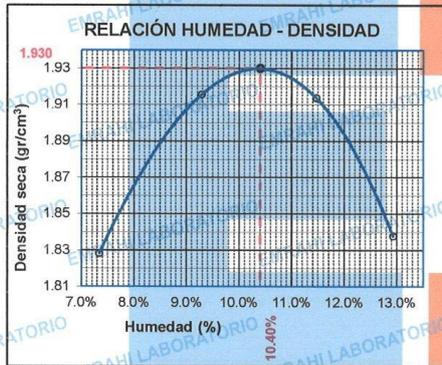
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557-91
SOLICITANTE	ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.93
CALICATA	CALICATA 7	HUMEDAD OPTIMA (%)	10.4%
MUESTRA	TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	12.04
PROGRESIVA	KM 03+000	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	11.05
FECHA	miércoles, 04 de mayo de 2022	CLASIFICACION	CL-ML
		AASHTO	A-4 <6>
		EMBEBIDO	4 DIAS



EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rafael F. Yanarico Buscaglia
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Ricardo Aroni Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
C.I.P. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

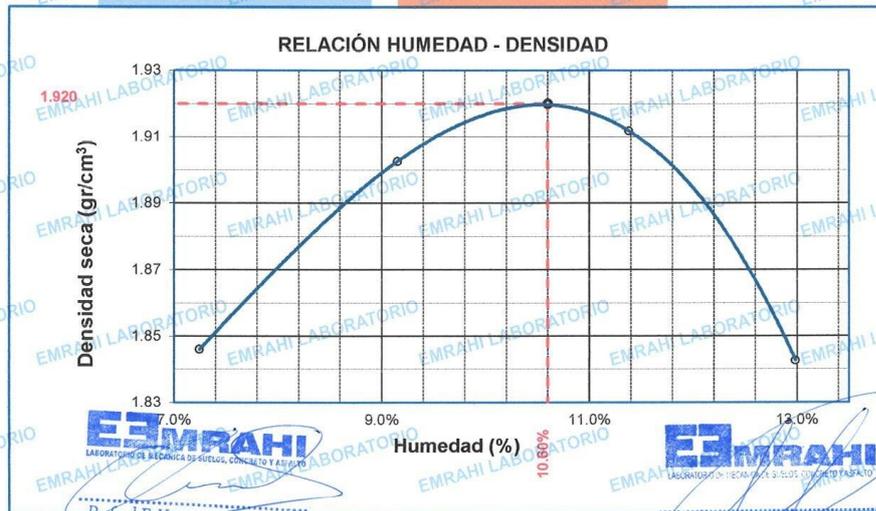
TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA
LAMPA - PALCA, PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 03+500
CALICATA : CALICATA 8
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : viernes, 29 de abril de 2022

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2126	cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10605	10811	10923	10822
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	4209	4415	4527	4426
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.980	2.077	2.129	2.082

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	69.24	70.55	69.71	70.30	71.42	77.82	72.50	72.90
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	66.21	67.25	65.89	66.25	66.48	72.10	66.85	67.00
Peso del Agua	gr.	3.03	3.30	3.82	4.05	4.94	5.72	5.65	5.90
Peso de la Capsula	gr.	23.00	23.10	23.05	23.10	22.50	22.47	23.00	21.90
Peso del Suelo Seco	gr.	43.21	44.15	42.84	43.15	43.98	49.63	43.85	45.10
% de Humedad	%	7.01%	7.47%	8.9%	9.39%	11.23%	11.53%	12.88%	13.08%
Promedio de Humedad	%	7.24%		9.15%		11.38%		12.98%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.846		1.903		1.912		1.843	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.92	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	: 10.6%	



EMRAHI
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Rafael P. Yuarico Buscaglia
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

EMRAHI
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Ricardo Argón Acero
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
 CIP. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA , PUNO
SOLICITANTE : ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO
UBICACIÓN : LAMPA - PALCA
PROGRESIVA : KM 03+500
CALICATA : CALICATA 6
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16%AV + 8%VL
FECHA : miércoles, 04 de mayo de 2022



MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12977	12645	13004	12781	13062	12899
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4944	4612	4983	4760	5048	4885
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3.	2.128	1.985	2.145	2.049	2.173	2.102
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	H	Y	E	F	G	K	S	C	V
Suelo Humedo + Capsula	gr.	74.42	72.25	68.69	72.20	70.97	70.63	72.12	73.26	71.91
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	67.00	65.00	64.23	65.89	64.78	66.12	66.52	67.58	67.23
Peso del Agua	gr.	7.42	7.25	4.46	6.31	6.19	4.51	5.60	5.68	4.68
Peso de la Capsula	gr.	22.85	22.47	22.15	23.15	23.48	23.65	23.05	24.00	22.99
Peso del Suelo Seco	gr.	44.15	42.53	42.08	42.74	41.30	42.47	43.47	43.58	44.24
% de Humedad	%	16.81%	17.05%	10.60%	14.76%	14.99%	10.62%	12.88%	13.03%	10.58%
Promedio de Humedad	%	16.93%	10.60%	14.88%	10.62%	12.96%	10.58%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.820	1.795	1.867	1.852	1.923	1.901			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
30/04/2022	3:00 p.m.								215.0	0	0
01/05/2022	3:00 p.m.	24:00:00							226.7	0.30	0.26
02/05/2022	3:00 p.m.	48:00:00							238.3	0.59	0.51
03/05/2022	3:00 p.m.	72:00:00							250.0	0.89	0.77
04/05/2022	3:00 p.m.	96:00:00							261.6	1.18	1.03

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		29.8	1.5		38.5	1.9		53.4	2.7		71.5	3.5	
1.27	01:00		70.5	3.6		86.5	4.4		98.4	5.0		139.8	6.4	
1.91	01:30		113.5	5.7		127.6	6.4		139.8	7.1		170.9	8.6	
2.54	02:00	70.31	154.2	7.8		161.5	8.2		170.9	8.6		240.9	12.2	
3.81	03:00		205.4	10.4		212.4	10.7		240.9	12.2		276.8	14.0	
5.09	04:00	105.00	236.7	12.0		246.9	12.5		276.8	14.0		306.7	15.5	
6.35	05:00		263.6	13.3		269.7	13.6		306.7	15.5		333.7	16.9	
7.62	06:00		274.8	13.9		286.7	14.5		333.7	16.9		349.2	17.7	
8.84	07:00		283.5	14.3		302.4	15.3		349.2	17.7		356.4	18.0	
10.16	08:00		289.5	14.6		309.5	15.6		356.4	18.0				

Rafael E. Yamarico Buscaglia

 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS

Ricardo Aroni Acero

 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD

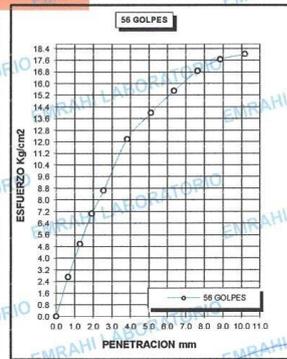
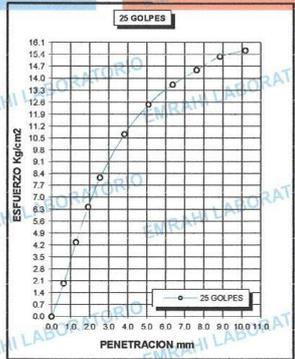
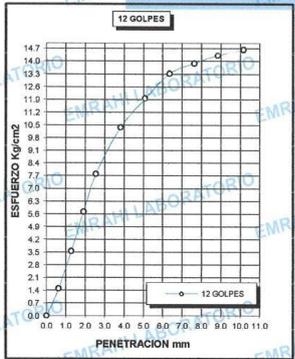
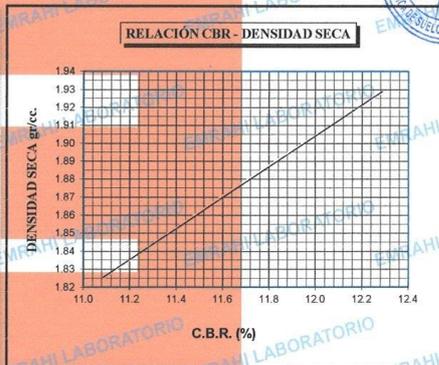
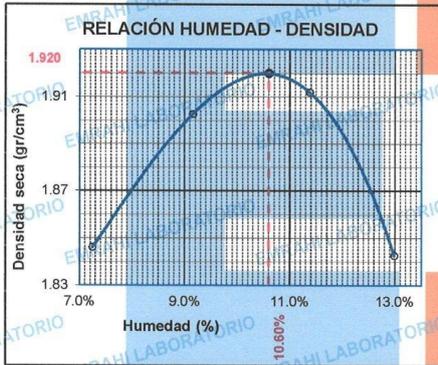
 C.I.P. 109836



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	USO DE VIRUTAS DE ACERO Y ALUMINIO PARA MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA LAMPA - PALCA, PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557-91
SOLICITANTE	ARMEJO LLANOS JHON WILFREDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.92
CALICATA	CALICATA 8	HUMEDAD OPTIMA (%)	10.6%
MUESTRA	TERRENO NATURAL + 10%AV + 8%VL	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	12.24
PROGRESIVA	KM 03+500	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	11.13
FECHA	miércoles, 04 de mayo de 2022	CLASIFICACIÓN	CL-ML
		AASHTO	A-4 <4>
		EMBEBIDO	4 DIAS



Rafael F. Yanarico Bucaglia



Ricardo Arohi Acero
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD
CIP. 109836

Anexo 7. Panel fotográfico

	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
	PANEL FOTOGRAFICO
TESIS:	Uso de virutas de acero y aluminio para mejoramiento de las propiedades fisico - mecanicas de la subrasante en la carretera Lampa - Palca, Puno
AUTOR:	Armejo Llanos, Jhon Wilfredo
Encuesta y recoleccion de virutas de acero y aluminio	



Encuesta llenada por el propietario de la Torneria



Encuestando distintos lugares que fectuan el torneado



Virutas de acero



Virutas de aluminio

	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
	PANEL FOTOGRAFICO
TESIS:	Uso de virutas de acero y aluminio para mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa - Palca, Puno
AUTOR:	Armejo Llanos, Jhon Wilfredo



Acopio de virutas de acero



Acopio de virutas de aluminio

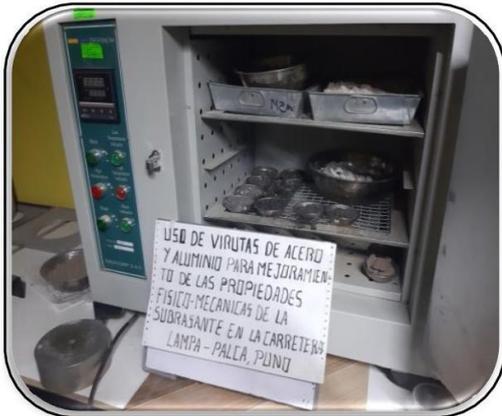


Mezcla de Virutas de acero y aluminio con el suelo natural



Analisis granulometrico

	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
	PANEL FOTOGRAFICO
TESIS:	Uso de virutas de acero y aluminio para mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa - Palca, Puno
AUTOR:	Armejo Llanos, Jhon Wilfredo



Contenido de humedad



Limites de consistencia (limite plastico)



Limites de consistencia



compactacion de suelo + VA y VL

	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
	PANEL FOTOGRAFICO
TESIS:	Uso de virutas de acero y aluminio para mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa - Palca, Puno
AUTOR:	Armejo Llanos, Jhon Wilfredo



Pesado del molde proctor mas suelo natural + VA y VL



Colocacion de papel filtro y anillos de presion



Saturacion de muestra durante 4 dias (CBR)



Saturacion de la muestra con el dial de deformaciones

	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
	PANEL FOTOGRAFICO
TESIS:	Uso de virutas de acero y aluminio para mejoramiento de las propiedades fisico - mecanicas de la subrasante en la carretera Lampa - Palca, Puno
AUTOR:	Armejo Llanos, Jhon Wilfredo



Ensayo CBR

Aplicación de carga en la prensa CBR



Lugar de la realidad problemática

Excavacion de calicatas

	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
	PANEL FOTOGRAFICO
TESIS:	Uso de virutas de acero y aluminio para mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa - Palca, Puno
AUTOR:	Armejo Llanos, Jhon Wilfredo



Excavacion de calicatas

Extraccion de muestras



Estudio de trafico IMDA

Estudio de trafico IMDA

Anexo 8. Análisis estadístico

Resultados de la prueba de normalidad

Pruebas de normalidad				
	Dosificación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
LL	SN	.928	8	.500
	SN+8%VA+4%VAI	.899	8	.285
	SN+12%VA+6%VAI	.862	8	.125
	SN+16%VA+8%VAI	.815	8	.041
LP	SN	.748	8	.008
	SN+8%VA+4%VAI	.784	8	.019
	SN+12%VA+6%VAI	.738	8	.006
	SN+16%VA+8%VAI	.780	8	.017
IP	SN	.911	8	.358
	SN+8%VA+4%VAI	.927	8	.489
	SN+12%VA+6%VAI	.870	8	.151
	SN+16%VA+8%VAI	.861	8	.123
DSM	SN	.808	8	.035
	SN+8%VA+4%VAI	.921	8	.435
	SN+12%VA+6%VAI	.961	8	.824
	SN+16%VA+8%VAI	.938	8	.595
CBR	SN	.908	8	.341
	SN+8%VA+4%VAI	.830	8	.060
	SN+12%VA+6%VAI	.496	8	.000
	SN+16%VA+8%VAI	.934	8	.550

Fuente: Datos procesados mediante el software estadístico SPSS 21

Tal como se visualiza en la tabla anterior los valores de significancia del LL, LP y CBR son menores a 5%(0.05), por lo cual se toma como verdadera la hipótesis alterna, es decir los valores de LL, LP, DSM y CBR no poseen una distribución normal, para la cuales se usó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, sin embargo los valores de significancia del IP son mayores a 0.05, es decir poseen una distribución normal por lo cual se empleó una prueba paramétrica para el desarrollo de este estudio ANOVA, debido a que hay 1 grupo control y 3 experimentales.

Toma de decisión

Si $p\text{-valor} > 0.05$ (α) se acepta la hipótesis nula, es decir el uso de viruta de acero y aluminio no influye en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca.

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ (α) se acepta la hipótesis alterna, es decir el uso de viruta de acero y aluminio influye en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca.

Análisis de varianza (ANOVA)

Obtención de la significancia con ANOVA para el índice de plasticidad

ANOVA de un factor					
IP					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	28,246	3	9,415	74,868	,000
Intra-grupos	3,521	28	,126		
Total	31,767	31			

Nota: Datos procesados mediante el software estadístico SPSS 21

Prueba de Kruskal Wallis

Obtención de la significancia con Kruskal-Wallis para el límite líquido

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución del LL es la misma entre las categorías de Dosificación	Prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.000	Se rechaza hipótesis nula
2	La distribución del LP es la misma entre las categorías de Dosificación	Prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.000	Se rechaza hipótesis nula
3	La distribución de la MDS es la misma entre las categorías de Dosificación	Prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.000	Se rechaza hipótesis nula
4	La distribución del CBR es la misma entre las categorías de Dosificación	Prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.000	Se rechaza hipótesis nula

Fuente: Datos procesados mediante el software estadístico SPSS 21

De acuerdo con los valores presentados en la tabla 2 y 3 los valores de significancia de los indicadores límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, densidad seca máxima son menores a 0.05, es decir el uso de viruta de acero y aluminio influye en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en la carretera Lampa – Palca.

Anexo 9. Informe de procedimiento para los ensayos de laboratorio

Tratamiento previo de las virutas de acero y aluminio

Para el correcto desarrollo de los ensayos de mecánica de suelos, previamente se realizó el corte y chancado de las virutas de acero y aluminio, hasta lograr un tamaño máximo de 1.905 cm como se detalla en la figura 1 y 2, esto con la finalidad de conseguir que estos pasasen el tamiz $\frac{3}{4}$ ".



Chancado de las virutas de acero



Chancado de las virutas de aluminio

Ensayo granulométrico de las virutas de acero y aluminio

Luego de haber realizado el tratamiento previo, se tomó una cierta cantidad de muestra, tanto de virutas de acero como de aluminio, los cuales se colocaron en sobre el tamiz #4, teniendo cuidado de que el fondo se encuentre ensamblado con

la malla, luego se tapó la malla y sacudió manualmente por un periodo de cinco minutos como se detalla en la figura 3 y 4.



Tamizado de las virutas de acero



Tamizado de las virutas de aluminio

Luego se superpusieron los tamices desde el de mayor diámetro hasta el menor, se vertió la muestra que paso la malla cuatro en la malla superior, verificando siempre que el fondo estuviese colocado, para sacudirlo de forma circular por un

periodo de 8 minutos, luego cada proporción retenida como se visualiza en la figura 5 y 6, se colocaron y pesaron dichas cantidades retenidas; este ensayo se realizó de acuerdo a lo estipulado en normas MTC E 107 y ASTM D 422.



Tamizado de las virutas de acero



Tamizado de las virutas de aluminio

Ensayo de límites de consistencia (límite plástico y límite líquido)

Previo a los ensayos de límite líquido y límite plástico, se realizó el tamizado de la muestra mediante el tamiz #40; tanto para las virutas de acero como para las virutas de aluminio, como se aprecia en la figura 7 y 8.



Tamizado de las virutas de acero mediante el tamiz #40



Tamizado de las virutas de aluminio mediante el tamiz #40



Material pasante de la malla #40

El material pasante de las virutas de acero y aluminio fueron usadas para el desarrollo de los ensayos de límites de Atterberg (límite plástico y líquido), tal como se observa en las figuras 10 y 11; estos ensayos fueron realizados de acuerdo a lo estipulado por las normas MTC E 110 y E 111–ASTM D 4318.



Ensayo de límite líquido



Ensayo de límite plástico

Preparación de los especímenes para los ensayos de Proctor modificado y Californian Bearing Ratio

Para la realización de los ensayos de Proctor modificado y Californian Bearing Ratio, primero, se tomaron las muestras de virutas de acero y aluminio pasantes de la malla $\frac{3}{4}$ " como se visualiza en la figura 12 y 13.



Virutas de acero pasantes de la malla $\frac{3}{4}$ "



Virutas de aluminio pasante de la malla $\frac{3}{4}$ "

Luego de separadas las muestras estas fueron combinadas con las muestras de suelo provenientes de la subrasante de la carretera Lampa-Palca, como es posible observar en la figura 14.



Combinación de virutas de acero, aluminio y suelo

Posterior de mezclada las muestras con las distintas dosificaciones, se les añadió agua en diferentes porcentajes para el caso del Proctor modificado y con el óptimo contenido de humedad para el caso del CBR, lo cuales de combinados fueron divididos en cinco proporciones, para luego ser compactadas en 5 capas a 56 golpes para el Proctor modificado, y en cinco capas a 12, 25 y 56 golpes para el ensayo del CBR.



Mezcla de virutas de aluminio, acero, suelo y agua



Compactación de la mezcla

Luego de la compactación de los especímenes de suelos, se le quitó el collarín a los moldes, para que estos fuesen enrazado y pesados como se detalla en la figura x, el procedimiento del ensayo de Proctor modificado y CBR fue realizado de acuerdo a lo estipulado por las normas MTC E 115, ASTM D 1557, MTC E 132 y ASTM D 1883.



Compactación de la mezcla