



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de
carretera afirmada Patapampa – Apissi, distrito de Arapa, Azángaro,

2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Hidalgo Bruna, Mario (orcid.org/0000-0003-1315-4829)

ASESOR:

Mg. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (orcid.org/0000-0003-0254-301X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

CALLAO– PERÚ

2022

DEDICATORIA

Mi Madre, reflejo de perseverancia y superación.

Hidalgo Bruna, Mario

AGRADECIMIENTO

Mis agradecimientos a todos los docentes por impartir enseñanzas y volcando sus experiencias en la formación de todos los estudiantes para el desarrollo académico y técnico, los cuales nos educan para ser profesionales con valores, competentes e íntegros en servicio de la Sociedad

Hidalgo Bruna, Mario

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- MARCO TEÓRICO	6
III.- METODOLOGÍA	25
3.1. Tipo y diseño de investigación	25
3.2. Variables y operacionalización	26
3.3. Población, muestra y muestre	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
3.5. Procedimientos	29
3.6. Método de análisis de datos	30
3.7. Aspectos éticos	31
IV.- RESULTADOS	32
V.- DISCUSIÓN	38
VI.- CONCLUSIONES	43
VII.- RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS	46
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características Físicas del Terrasil.....	11
Tabla 2 Ventajas del aditivo Terrasil	11
Tabla 3 Sistema de clasificación AASHTO y ASTM (SUCS).....	15
Tabla 4 Tamaño de las partículas de suelo.....	18
Tabla 5 Clasificación de suelo.....	20
Tabla 6 Categorías de la subrasante según el CBR	23
Tabla 7 Características de las muestras de calicata N°01 y calicata N°02	32
Tabla 8 Límites de consistencia de calicata N°01 y N° 02 con aditivo.....	33
Tabla 9 Clasificación de suelos SUCS y AASHTO calicata N°01 y N° 02 con aditivo Terrasil.....	34
Tabla 10 Proctor Modificado calicata N°01 y N° 02 con aditivo Terrasil.....	35
Tabla 11 CBR calicata N°01 y N° 02 con aditivo Terrasil	36

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1 Aditivo Terrasil.....	10
Figura 2 Repulsión del suelo al agua	12
Figura 3 Tensión superficial.....	13
Figura 4 Carta de plasticidad de Casagrande	20
Figura 5 Curvas de humedad-densidad de proctor	21
Figura 6 Probeta obtenida luego de finalizada la prueba	21
Figura 7 Grafico resumen límites de consistencia con adición del aditivo Terrasil.	34
Figura 8 Proctor modificado calicata N°01 y calicata N°02 con aditivo Terrasil...	36
Figura 9 Grafico resumen CBR con aditivo Terrasil	37

RESUMEN

Esta investigación tiene como principal objetivo determinar la estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022.

Con el tipo de metodología aplicada y empleando un diseño experimental, realizado con nivel explicativo y enfoque cuantitativo, teniendo una población de la carretera afirmada Patapampa – Apissi que comprende 5.00 Km de longitud con una muestra representativa en dos calicatas realizada en el km 1+000 y 4+000.

Los resultados determinados en la estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada en dosificaciones 0.4 L/m³, 0.7 L/m³ y 1.5 L/m³, con los límites de consistencia se observa la mejora del índice de plasticidad en la calicata N° 01 en 10.18 %, 9.98% y 8.75 %, para la calicata N° 02 en 10.28 %, 9.88 % y 9.12 %, del proctor modificado observándose variaciones mínimas de los valores con el óptimo contenido de humedad en la calicata N° 01 en 10.00%, 10.10% y 10.60 %, para la calicata N° 02 en 9.40%, 10:70 % y 11.50 %, así también se verifican la disminución de las densidad máxima seca según en la calicata N° 01 en 2.050 g/cm³, 2.037 g/cm³ y 2.026 g/cm³ y en la calicata N° 02 en 2.082 g/cm³, 2.070 g/cm³ y 2.065 g/cm³ para el CBR muestra resultados positivos, debido a que a medida se incrementa la proporción del aditivo Terrasil se incrementa los valores de la capacidad de soporte con un CBR al 95% en la calicata N° 01 en 35.1%, 36.2% y 37.0%, para la calicata N° 02 en 353.1%, 33.8% y 34.5%.

Concluyendo que la estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada utilizando proporciones del aditivo Terrasil en 0.7 L/m³ y 1.5 L/m³, muestra mejoras en la disminución del índice de plasticidad, en cuanto al proctor modificado no hubo un aumento en la densidad seca máxima de las muestras como se esperaba, para el CBR al 95% muestra mejoras en la carretera afirmadas, cumpliendo con las especificaciones mínimas para conformación de subrasante según MTC.

Palabras clave: suelo, aditivo Terrasil.

ABSTRACT

The main objective of this research is to determine the stabilization of soils with Terrasil additive for the improvement of the Patapampa - Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022 paved road.

With the type of methodology applied and using an experimental design, carried out with an explanatory level and a quantitative approach, having a population of the Patapampa - Apissi affirmed highway that comprises 5.00 km in length with a representative sample in two test pits carried out at km 1+000 and 4+000.

The results determined in the stabilization of soils with Terrasil additive for the improvement of affirmed roads in dosages of 0.4 L/m³, 0.7 L/m³ and 1.5 L/m³, with the limits of consistency, the improvement of the plasticity index in the pit is observed. N° 01 in 10.18%, 9.98% and 8.75%, for pit N° 02 in 10.28%, 9.88% and 9.12%, of the modified proctor, observing minimal variations of the values with the optimum moisture content in pit N° 01 in 10.00%, 10.10% and 10.60%, for pit No. 02 in 9.40%, 10:70% and 11.50%, as well as the decrease in the maximum dry density according to pit No. 01 in 2,050 g/ cm³, 2,037 g/cm³ and 2,026 g/cm³ and in pit No. 02 in 2,082 g/cm³, 2,070 g/cm³ and 2,065 g/cm³ for the CBR shows positive results, because as the proportion of the additive increases Terrasil increases the support capacity values with a CBR at 95% in pit No. 01 by 35.1%, 36.2% and 37.0%, for the Pit No. 02 at 353.1%, 33.8% and 34.5%.

Concluding that the stabilization of soils with Terrasil additive for the improvement of paved roads using proportions of the Terrasil additive in 0.7 L/m³ and 1.5 L/m³, shows improvements in the decrease of the plasticity index, as for the modified proctor there was no increase in the maximum dry density of the samples as expected, for the CBR at 95% it shows improvements in the affirmed road, complying with the minimum specifications for subgrade conformation according to MTC.

Keywords: soil, Terrasil additive.

I.- INTRODUCCIÓN

Según Schoonover y Crim, (2015) menciona que, en inicios de las primeras civilizaciones, el material utilizado fue la piedra utilizada por sus propiedades resistentes por su origen y naturaleza, y fue importante en el uso de las construcciones. El material que sobresalió fue la cal en la época media descubierta por John Smeaton en Inglaterra, utilizado en la reconstrucción del faro en Eddyston Roock. En Asia por los años 2300 a 1700 A.C. en la vía procesional, se agregó a la capa del pavimento yeso piedra y arcilla, el pavimento es conformado por capas de bloques moldeados con arcillas y juntas con asfalto natural. (Estabrach, 2018, p. 66). Los griegos consideraban estas vías como caminos religiosos, siendo una calzada especial, teniendo como guía las piedras como huellas para las ruedas. Siendo el imperio Romano especialistas en trazos rectos de vías de gran longitud, construyendo 3 tipos de vías siendo vías urbanas, caminos de tierra y caminos pavimentados. Se realizaron mejoras en el pavimento para lo cual se utilizó mezclas fabricadas con privación rocosa asfáltica y asfaltos naturales desde el siglo XIX. (Schoonover y Crim, 2015, p. 22).

Según Herrera y Chahuares (2021) indica que la observación de vías en los últimos años presenta daños constantes por el alto tránsito vehicular a nivel mundial y generan molestias en usuarios. Detectándose patologías diferentes en la rodadura de la carpeta del pavimento siendo estas, hundimientos, ondulaciones, fisuraciones, baches entre otras, estos problemas en las viales están en su mayoría en países de Latinoamérica en comparación de EE.UU., el cual diseña con metodologías avanzadas en el diseño del pavimento, con tecnologías aplicadas a la ingeniería facilitando el adecuado trabajo en vía. (Shtayat et al., 2020, p. 630).

En la actualidad los materiales del lugar donde se ejecutan los proyectos viales no cumplen las características para la conformación para la carpeta del pavimento según los estudios de geotecnia, presentando comportamientos como suelos sueltos, suelos altamente permeable, suelos muy comprensibles, suelos expansivos, siendo los más problemáticos los suelos dispersos y suelos expansivos caracterizado por estudios como suelo de mala calidad, y los suelo dispersos proveniente de erosiones internas de la tierra los cuales presentan dificultades y

problemas en la estructura del pavimento y por ende en la ingeniería del proceso constructivo. (Turkoz et al., 2015, pag. 1).

Sin embargo, con la estabilización tradicional con dosificadores de suelos genera mejoras en propiedades de suelos arcillosos, la cual genera mediciones comparativas entre dos suelos, adicionándose a uno de ellos aditivos para mejora de las características del suelo o incrementado la calidad al suelo. (Fonseca, Becerra y Muñoz, 2020, pag.1).

Según Rivera, Aguirre, Mejía y OROBIO (2020) indican que los estudios buscan lograr las dosificaciones de cada estabilizante ya sea tradicional o con aditivos en donde estos, mostraran las ventajas en la mejora de los suelos arcillosos con la comparación del estudio de dos suelos uno sin alterar y otro con adición del aditivo, el cual es mejorado para el ahorro en la estabilización del suelo.

Al incrementar la capacidad de soporte de los suelos nativos, se puede utilizar estabilizantes mejorando así la resistencia al corte, minimizar la permeabilidad del agua, aumentar el peso unitario del suelo, disminuir la plasticidad del suelo.

El Perú tiene varios tipos de suelos, siendo estos suelos estables y suelos inestables entre ellos los suelos que presentan mayores problemas en la construcción de vías aquellos inestables como son las arcillas y limos. Siendo importante el tratamiento de estos suelos descritos en el manual de carreteras por el MTC donde es importante la estabilización de los suelos para mejorar la calidad y sus propiedades físicas con la aplicación de productos conocidos como aditivos interactuando con el suelo siendo estos productos sintéticos o naturales adicionados al suelo para mejorar sus propiedades y soportar mayores cargas. (Vilchez, 2019, pag. 1).

En el departamento de Puno existen problemas notorios en el pavimento, ya que estos no llegan a su vida útil por muchas circunstancias como son: alto tránsito, factores climatológicos, falta de mantenimiento, los mencionados problemas en el pavimento, tienen como finalidad solucionar algunos de estos problemas los cuales se plasman en el presente estudio. (Paucar, 2019, pag. 13)

Según Mohod y Kadam (2016) menciona sobre que las vías no pavimentadas con rodadura sobre el suelo, son preocupantes sobre todo en la temporada de venidas pluviales, donde estos se malogran y no se pueden transitar y se malogran las vías de rodadura, no se consideran suelos granulares para su conformación o construcción del pavimento según el MTC – 2018. Esto sucede constantemente en el caso de las carreteras afirmadas, como muchos dentro de las comunidades campesinas las vías no cuentan con propiedades mecánicas y físicas con garantía y las respectivas normas correspondientes.

Así entonces se genera el problema principal: ¿Cuál es el comportamiento en la estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022? Y algunos Problemas específicos: ¿Cuál es el comportamiento del aditivo Terrasil en el límite de consistencia en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022?, ¿Cuál es el comportamiento del aditivo Terrasil en el proctor modificado en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022?, ¿Cuál es el comportamiento del aditivo Terrasil en el CBR en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022?

La presente investigación se justifica dentro del marco teórico por que espera plantear nuevos procedimientos de estabilización de suelos empleando como insumo el aditivo Terrasil, en la mejora de las capacidades físico - mecánicas como el límite de consistencia, proctor modificado, CBR para el mejoramiento de carretera afirmada, Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022.

El presente estudio se justifica socialmente espera brindar mejoras en la carretera afirmada para la circulación de las unidades vehiculares de los usuarios, asimismo reducción del tiempo de viajes entre las localidades de Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022.

El presente estudio se justifica económicamente por que espera reducir y optimizar los costos de mantenimiento de la carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa,

Azángaro, Puno, 2022, ya que el aditivo Terrasil cuenta con un precio menor que el cemento así mismo la carretera afirmada sirve al desarrollo de las comunidades de la zona.

También se justifica ambientalmente sabiendo que los trabajos en construcción de carreteras o vías, es la causante de mayores impactos negativos origina, es así que la extracción en cantidad de material provenientes de canteras, generan bastante movimiento de máquinas y por ende contaminación ambiental, con la creación de tecnologías nuevas, la de emplear aditivos que no sean nocivos para el suelo y la población como Terrasil, con la finalidad de reducir y en cumplimiento de todos los controles de calidad planteados dentro de los proyectos de infraestructura vial, los cuales incluyen temas contaminación de las áreas verdes, aire, agua, zonas de reserva, aledañas a la intervención del proyecto de la carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno.

El objetivo general presentado es, determinar la estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022. Asi mismo se generaron algunos objetivos específicos, Determinar el comportamiento del aditivo Terrasil en el límite de consistencia en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022. Determinar el comportamiento del aditivo Terrasil en el proctor modificado en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022. Determinar el comportamiento del aditivo Terrasil en el CBR en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022.

En la investigación presente se formula hipótesis general: el aditivo Terrasil influye de manera positiva en la estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022. También se plantearon algunas Hipótesis específicas, el aditivo Terrasil disminuye el índice de plasticidad y contenido de humedad en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022. El aditivo Terrasil mejora el proctor modificado en la

estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022. El aditivo Terrasil aumenta la capacidad del CBR en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Puno, 2022.

II.- MARCO TEÓRICO

Para entender sobre el tema de la presente investigación tómanos en consideración investigaciones del ámbito **internacional**:

Gavilanes (2015) en su tesis para ingeniería civil que titulado: *Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur en la Universidad Internacional del Ecuador de Ecuador*, el objetivo de la investigación es evaluar como también analizar algunas propiedades físicas también propiedades mecánicas con la modificación de subrasante estabilizando el suelo en el barrio colinas del sur del sector de Santos Pamba aplicando adición de cemento y cal en porcentajes diferentes para determinar la estabilización de la plasticidad en el material subrasante de la vía. Se obtuvo resultados donde indican el tipo de suelo que es limo arenoso de color café claro en pomez todo esto de los estudios realizados en la calle, en donde los lineamientos internaciones o normas según los ensayos en la estabilización de suelos determinan que se deberá de utilizar cemento como estabilizante. La disminución del índice de plasticidad se da con cada porcentaje de cemento adicionado al suelo natural. Se observa en los suelos naturales que son estabilizados con aditivo cemento donde se observa una densidad seca máxima superior y un contenido de humedad optimo inferior. Para estabilizar el suelo se usa cemento siendo ventajoso ya que reduce el espesor de la rodadura de la estructura planteada en relación del estado natural ya sea con hormigón rígido o asfáltico. En el aspecto constructivo favorece la disminución del costo constructivo. El suelo tratado con cemento incrementa la capacidad de soporte a valores mayores a los que especifica el MOP en la norma para mejorar la subrasante.

Ramos y Lozano (2019) en su tesis para ingeniero civil titulado: *Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos, en la Universidad Católica de Colombia en Colombia*, el objetivo de la investigación fue analizar las características físicas y características mecánicas del suelo para la subrasante, mediante alternativas usadas como aditivos las cuales podrían ser cenizas de carbón y aditivos conocidos como cal. Las conclusiones fueron con fundamento de evidencias obtenidas con

pruebas realizadas para estabilizar el suelo con aditivos alternativos, las características físicas y características mecánicas donde se obtuvieron resultados diferentes por cada concentración de los diferentes aditivos. permitiendo la clasificación en el comportamiento de cada mezcla de una forma más óptima determinando el mejor comportamiento. Con los datos obtenidos para el caso de la cal, la mejor optima mezcla para la estabilización del suelo es con S90-C10, ya que se observa un mayor esfuerzo máximo soportado, también tiene una mejor relación calidad – precio tiene. En el caso de las cenizas la mezcla mejor para la estabilización del suelo es S60-CCM40, dando resultados aceptables en las dos mezclas para cada una de las pruebas realizadas mejorando significativamente el suelo base, además tenía una mejor relación entre calidad - precio. Si se trata de los ensayos de compresión confinada y el corte directo, con la adición de la cal, la mejor mezcla es S80-C20, debido a en ambas pruebas esta mezcla dio resultados aceptables. Por el contrario, cuando el aditivo es la ceniza, la mejor mezcla es S60-CCM40, ya que en ambas pruebas su comportamiento dio mejor que el del suelo base y el de las otras mezclas. Como se aprecia los análisis de costos, la estabilización con el insumo cal es muy costosa, ese problema no ocurre cuando se cambia de aditivo a ceniza, donde se recomienda utilizar estabilizante para el suelo con es el insumo de ceniza, por tener un menor costo mejorando el suelo significativamente.

Hernández (2021) en su tesis para ingeniero civil titulado: *Evaluación de la estabilización de suelos finos característicos de la ciudad de Rafaela con la incorporación de aditivos químicos en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rafaela en Argentina*, el objetivo de la investigación fue determinar la capacidad de estabilización de suelos de Rafaela con proporciones de (10%, 20% y 30%) con aditivos iónicos. Las conclusiones fueron el comportamiento recomendado por fabricantes del aditivo fue demostrado en la investigación. Observándose notables cambios importantes en ambas muestras producidas por la interacción del producto con las partículas de arcilla. También se comprobó comparar los resultados del Índice Plástico donde disminuye a medida que incrementa la cantidad de producto incorporado. No hay incremento en la densidad seca máxima como se esperaba en las muestras. Según las

especificaciones el incremento se demuestra mediante la pérdida de agua y una recompactación debida al tránsito. El cual es difícil de poder medir mediante ensayos de laboratorio. Mientras la capacidad portante del suelo incremento valores del 200% del valor inicial. A pesar del incremento obtenido como evidencia, sigue siendo menor en comparación con otros métodos de estabilización. Requiriendo combinación con diferentes técnicas para obtener un mayor valor de soporte.

Así mismo se consideraron algunas investigaciones con Antecedentes **nacionales**:

Gutiérrez, Cerón (2020) con su tesis para ingeniero civil titulado: *Análisis de la optimización del suelo de la base con aditivo químico Terrasil para el diseño de pavimentos industriales del almacén de concentrados mineros – almacenes Logisminsa, Ventanilla – Callao en la Universidad Peruana*, el objetivo de la investigación fue de ciencias aplicadas fue determinar el mejoramiento de la capacidad de soporte del suelo para la base del pavimento industrial con diferentes dosificaciones del aditivo químico Terrasil en el almacén de concentrados mineros Logisminsa en el distrito de Ventanilla. Las conclusiones del proyecto de investigación fue que el suelo tiene un CBR no adecuado para la estructura de capa de Base, teniendo un valor de CBR de 46%. Para ello, se concluye necesaria la estabilización, debiendo de ser económica y confiable, según el alcance del proyecto.

Hidalgo, Hidalgo (2020) con su tesis para ingeniero civil titulado: *Estabilización química de subrasantes de suelos arcillosos en carreteras no pavimentadas en selva baja. aplicación de aditivos Terrasil y Proes en vía de acceso "Moralillos", Loreto, 2018* en la Universidad Científica del Perú, el objetivo es de ejecutar la el procedimiento de estabilización química de la subrasante para suelos arcillosos en carreteras no pavimentadas en la selva baja para un volumen de tránsito bajo con la aplicación de aditivos Terrasil y Proes en vía de acceso Moralillos, Loreto, 2018. Las conclusiones fueron que los aditivos Proes y Terrasil presentan resultados positivos en suelos arcillosos. Según los planteado se determina que desde un 10% a 15% se recomienda la adición del aditivo Terrasil o Proes para una mejor trabajabilidad por mínima variación porcentual de CBR. El aditivo Proes muestra

datos positivos mejorando el suelo de acuerdo a la curva según cada proporción de aditivo: Con la adición del aditivo Terrasil con porcentajes propuestos se variaciones del CBR al 95% donde una proporción del 10% de adición del aditivo concluye una estabilización óptima, cuando se incrementa una proporción del 15% del aditivo Terrasil el CBR al 95% baja la estabilización óptima del suelo.

Molina (2019) con su tesis para ingeniero civil titulado: *Optimización del afirmado de la cantera La Campana incorporando Terrasil con propósito de pavimentación en los Jardines de Shangrila – Puente Piedra, Lima 2019* en la Universidad Cesar Vallejo, el objetivo fue la optimización de la cantera la Campana con la incorporación del Terrasil, con la propósito de usar este material de afirmado como recurso de calidad en la pavimentación, de la zona urbana Asociación Los Jardines de Shangrila en el distrito de Puente Piedra, solucionando las necesidades básicas como vías de transporte en la población. Las conclusiones son que en la actualidad la cantera la Campana es una de las más utilizadas en la zona de Lima Norte para la construcción estructuras veredas, pavimentos, losas deportivas, etcétera. Teniendo limitaciones como cantera con el concepto de todo tipo de usos. El contenido de material fino producido por su desgaste y estancia en el material es debido a que el cerro, de donde se extrae el material sufre diversas exposiciones dañinas en la intemperie como lluvias, erosión, etcétera. Determinándose, que con la adición del Terrasil optimiza la cantera Campana en el afirmado mejorando propiedades físicas y mecánicas con eficiencia con una dosificación de 1.50 L/m³. Sin embargo, en otras propiedades como la pureza de las arenas de la cantera, el aditivo Terrasil no demuestra optimizar estos parámetros de calidad en la fracción fina de los suelos realizando el ensayo de equivalente de arena modificado.

También es importante mencionar conceptos sobre el suelo, sobre su caracterización y propiedades de ellos y como es su comportamiento en las carreteras afirmadas.

El Suelo es considerado como recursos naturales esenciales de la Tierra más importante, en el cual se mantienen el sistema viviente donde se repara y mantiene

la vida en la tierra, tiene ecosistema que varían notablemente según los lugares y factores diversos como clima, vida entre otros. (Encina y Ibarra, 2005).

Según Quiñonez y Sánchez (2020), El menciona que el aditivo Terrasil en el agua es soluble, al calor es estable y también estable radiación y luz ultravioleta compuesta por organosilanos al 100%; Terrasil en contacto con el agua y adicionado a todo tipo de suelo presenta reacción química con un efecto de impermeabilizando / hidrofugacion del suelo.

El aditivo Terrasil dota a la superficie del suelo con características como impermeabilización permanente por reacción del aditivo con los silicatos del suelo el cual tiene silanol, estos repelen las moléculas de agua. Confiriendo al suelo incremento en el CBR y se reduce la capa estructura del pavimento, repele la expansividad de la arcilla, aumenta la erosión del agua, y principalmente baja el costo.



Figura 1 Aditivo Terrasil

Fuente (Optimasoil Nanotechnology, 2020)

Tabla 1 Características Físicas del Terrasil

Apariencia	Líquida
Coloración	Rojizo Pálido
Inflamación	Mayor a 90°C
Ebullición	200°C
Característica Explosivas	No Explosivo
Viscosidad (25°C)	100-500 Cps
Densidad	1.04 G/MI
Forma	Líquida
Color	Rojizo Pálido

Fuente (Optimasoil Nanotechnology, 2020)

Terrasil mejora artificialmente las características granulométricas finas y disminuyendo la plasticidad incrementando la resistencia del suelo y es mínima la variación en volumen del suelo, permitiendo que el aditivo Terrasil tenga aplicación tanto en terraplenes, mantenimientos viales, explanaciones aeroportuarias, ferroviarias entre otras.

Tabla 2 Ventajas del aditivo Terrasil

ECONÓMICAS	OPERATIVAS	MEDIOAMBIENTALES
<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento es económico. • Reducción de espesores de diseño. • Disminuye el mantenimiento. • Vida útil larga. • Posibilita el uso de suelos marginales. • Ahorro en material de las canteras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación fácil y rápida. • Aditivo concentrado poco volumen. • Aplica impuestos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto ecológico positivo sostenibilidad. • Color sin alterar. • No hay lixiviación.
TÉCNICAS		
<ul style="list-style-type: none"> • Permeabilidad, suelo resistente al agua. • Incremento del CBR. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evita reacciones químicas • Provee los movimientos de finos. 	

<ul style="list-style-type: none"> • Vida larga • Reduce mantenimiento. • Topo tipo de suelos. • No hay absorción de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuye la expansividad del suelo. • Disminuye los efectos del hielo / deshielo. • No hay absorción de agua.
--	--

Fuente: (Quiñonez y Sánchez, 2020)

Modo de Trabajo, Según Optimasoil indica que al aplicar el aditivo Terrasil al suelo las moléculas de agua se repelen volviendo impermeable al suelo.

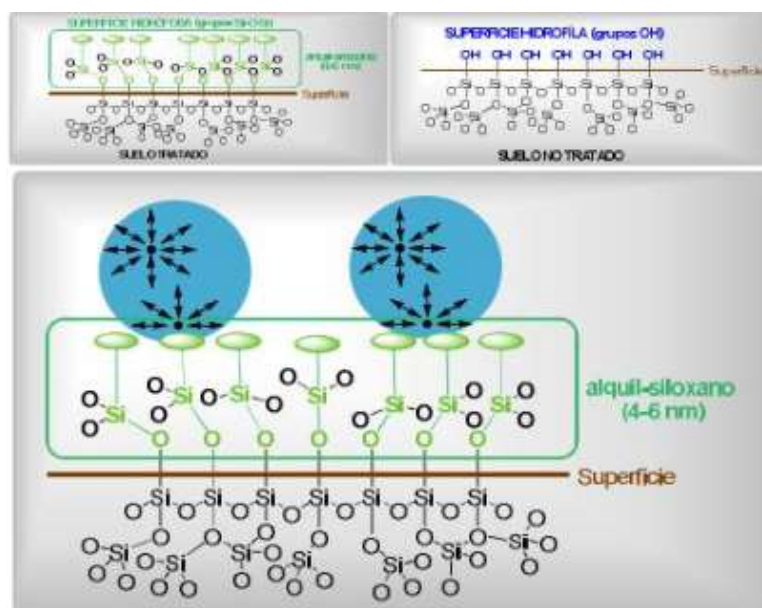


Figura 2 Repulsión del suelo al agua

Fuente: (Optimasoil)

A falta de grupos polares en la capa de subrasante del suelo, la formación del agua en gotas no sufre ruptura en sus moléculas, por no tener enlaces de hidrogeno que son los que generan la ruptura de las gotas, manteniendo la tensión superficial de las gotas de agua.



Figura 3 Tensión superficial

Fuente: (Optimasoil)

Los asentamientos en los terrenos de fundación, Según Olivera (2004) menciona que un grave problema presenta un suelo con conformación de suelos fino como también compresible, es el asentamiento que se producen al soportar sobrecarga en los terraplenes, causando asentamientos:

- Desaparición de bombeo, presión en la corona es mayor a comparación de los hombros es el cual genera perdida de bombeo.
- Por heterogeneidad cedencia del terreno de cimentación, presenta asentamiento diferencial longitudinalmente, fallas en la estructura del camino y falla en del drenaje.
- Zonas inundables, disminución de la altura del terraplén.
- Hundimiento en el centro reduce el drenaje, presentando agrietamientos y deformaciones en la vía, más aún si la vía del terraplén presenta bermas.

Los productos estabilizadores de suelos para la mejora del suelo buscan solucionar las mejoras en propiedades de la subrasante del suelo para las carreteras afirmadas u obras viales, las cuales tiene como materia prima materiales provenientes de canteras, incrementando los precios del transporte por las distancias, es ahí donde intervienen los estabilizadores de suelos para generar

ahorro con ventajas añadiendo mejoras a las características de los suelos subrasante. (Fonseca, Becerra y Muñoz, 2020).

Según Alarcón y Otros (2020) indica que estabilizar es mejorar la calidad del suelo con mejoras en propiedades físicas y mecánicas durante el transcurso del tiempo, para la aplicación de un aditivo estabilizante de suelos primero se requiere clasificar al suelo con sus características propias para hacer un comparativo con el aditivo donde se puede estimar la cantidad y tipo del estatizante, y los procesos que estos impliquen. Las metodologías aplicadas para la adición del aditivo en el diseño del pavimento son complejas al establecer patrones de cantidad por la existencia de muchas variables en los suelos para el diseño del pavimento. las técnicas de estabilización de suelo muestran ciertos parámetros, que se pueden observar según los diferentes ensayos, la cuales requieren como medios de pruebas la compresión, índice plástico, entre otras.

El método para mejorar las características del suelo es la estabilización, el cual surge mezclando aditivos, materiales, etc. con otros materiales. Los adictivos Incrementan la resistente al corte en los suelos. (Habiba, 2017).

La clasificación del suelo determina propiedades de la subrasante de los suelos, con los conceptos anteriores presentados, se realizar una aproximada estimación del comportamiento de cada subrasante en el suelo, conociendo los conceptos de la granulometría, límite de consistencia o plasticidad con su respectivo índice de grupo para su clasificación de suelo. La clasificación de los suelos es efectuada con el sistema que se visualiza en el cuadro clasificándolo el cual permite predecir un aproximado comportamiento en el suelo, donde se delimita el sector homogéneo con una visión de la geotecnia.

Así entonces el sistema basado en su comportamiento de los suelos, son clasificados en grupos que son en total ocho desde el A-1 al A-8 simbólicamente. el suelo se clasifica en un sistema de suelos inorgánicos que formas un grupo de 7 que están seleccionado simbólicamente del A-1 al A-7. Dividas en subgrupos con un total de 12; está el otro grupo con mayor proporción de materia orgánica que se clasifica en un grupo designado A-8. (Juárez, y Rico, 2014, pág. 52).

Tabla 3 Sistema de clasificación AASHTO y ASTM (SUCS)

Clasificación de suelos AASHTO	Clasificación de suelos ASTM (SUCS)
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

Fuente (US Army Corps of Engineers)

Existen métodos de estabilización según Improvement of weak soils by the deep soil mixing method (2011), menciona que los materiales sueltos pueden ser estabilizados con aditivos como el cemento, cal, cenizas, aditivos entre otros. Los suelos son estabilizados con diferentes métodos son resistentes y menos permeables también disminuye su compresibilidad en comparación de u suelo natural, el aditivo confiere propiedades de mejoras a la resistencia contra los esfuerzos de tracción y espectros de deformación.

La estabilización química se genera al mezclar el aditivo con el material a mejorar generando cambios en el suelo a nivel molecular, uniendo las partículas y mejorando la resistencia, es la funcionalidad de los aditivos estabilizantes o químicos que adicionan a las propiedades del suelo. (Solminihac, y otros, 2020).

Según amos y Lozano (2019) menciona para cambiar las propiedades del suelo, están se tiene hacer por reacciones a nivel molecular o iónicas, con ciertas sustancias químicas conocidas como estabilizantes, siendo los más comunes son:

- **Cemento.** Aumenta la resistencia del suelo, siendo más usado con arenas y gravas con porciones finas Cal. Disminuye el valor de la plasticidad en los suelos arcillosos.

- Productos Petróleos. Compuesto asfáltico principalmente siendo un material chancado o triturado para una mínima cohesión.
- Cloruro sodio, Cloruro de Calcio. Confiere aumento impermeable al suelo, minimizando los suelos limosos.
- Escorias de la fundición, incrementa la resistencia del suelo, utilizados en carpetas rígidas y asfálticas.
- Polímeros, generan mayor resistencia incrementado la vida útil, también para mejorar la impermeabilidad usados en carpetas asfálticas.

Según Ramos y Lozano (2019), La estabilización mecánica es aquella mejora de un sin reacción química del suelo importantes. Siendo el compactado, la mejora que se añade en la estructura del terraplén, subbase y base y en las carpetas de asfalto.

Por medio de la compactación se minimizan los espacios vacíos en el suelo, también, cumplen con la función de incrementar la calidad del suelo en las características como por ejemplo tiene un mejor comportamiento de la resistencia al corte y la capacidad de soporte de los suelos expansivos en especial.

Según Ramos y Lozano (2019), la estabilización física en un tipo de estabilización de suelos se realiza por medio de mezclas de suelo mejorando las propiedades de suelo, en los cuales se pueden aplicar metodologías distintas, estas pueden ser con geotextiles teniendo ventajas por no sufrir biodegradación y son semipermeables utilizado como filtro de control de erosión; otra metodología puede ser vibro flotación en la mecanizas de suelos incrementa la densidad de los suelos no cohesivos la vibración reduce los espacios vacíos entre dos partículas incrementado una mayor densidad del suelo.

La estabilización física tiene la finalidad de mejorar la cohesión, fricción y permeabilidad en un suelo, para regular el ensayo granulométrico del suelo, esta característica determina las propiedades físicas. (Higuera y otros, 2012).

De la cruz y Salcedo (2016), en la estabilización iónica menciona que la sal se usa como disminución y reducción del polvo en la base de la estructura del pavimento también se puede aplicar en la subrasante o superficies de rodamiento para tránsito ligero. El uso de sal es utilizado en para evitar que el agua se evapore para la compactación en zonas muy secas, siendo las sales las que observen la humedad del aire y de cualquier material que lo rodean, teniendo la sal propiedades higroscópico con un contenido alto de humedad. También se utilizan en lugares o zonas secas o muy secas para poder evitar la rápida evaporación del agua de compactación. Siendo la sal un aditivo higroscópico.

Según la experiencia se tiene dosificación por cada centímetro es de 150gramos por metro cuadrado de espesor de la capa que se estabiliza sumando una capa máxima de 8cm. La sal puede ser preparada como salmuera o también puede ser triturada. En la mezcla con materiales existen muchos métodos mecánicos como batido con maquinaria pesada o con riego de la salmuera al material a batir. Posteriormente se ejecuta la compactación de la superficie perfilada, en caso no se observe presencia de la sal por acción del tránsito o lluvias esta se debe reforzar en la superficie con una proporción de 450 gr/m². (De la cruz y Salcedo, 2016)

Así también la Estabilización con polímeros con el avance de la tecnología y buscando resinas como anilina y furfural de naturaleza orgánica, los cuales generan una estructura impermeable al agua para la protección del suelo, esto polímeros incrementan la cohesión del suelo mejorando las propiedades del suelo como la resistencia mecánica, compactación. La estabilización con polímeros es conocido como agentes que mejoran la compactación. Es importante mencionar que la efectividad de los polímeros varía según al tipo de suelo el cual será tratado. Estabilización con enzimas orgánicas. (De la cruz y Salcedo, 2016)

Según Escobar, Quispe, Quispe, Arana y Huarcaya (2020) mencionan que la subrasante es la superficie de la estructura que soporta al pavimento, también conocido como terreno natural de rodadura de la vía, la subrasante es la que recibe las cargas que provienen del tránsito los cuales son transmitidas al suelo o material que soporta el pavimento. La subrasante al soportar cargas deberá de estar conformada con suelos que tengan características admisibles y compactadas por capas, es importante que la subrasante pueda resistir cargas del tránsito durante su vida útil.

Las Propiedades de la subrasante (mecánica y física) de La subrasante depende de la clasificación y resistencia del suelo o terreno de fundación, las cuales presentan propiedades físicas y mecánicas, una vez conocido las características del suelo o terreno de fundación se elabora el diseño para conformación de la capa subrasante, con características propias para la admisión de las cargas del tránsito presente en la vía. (Aracayo y Machaca, 2021).

Las Propiedades físicas de la subrasante más importantes son:

Según O`Kelly, Vardanega y Haigh (2018), la granulometría se determina por el análisis de tamices, las cuales generan mediciones de los granos pasantes en una conformación sedimentaria conformada por partículas de diferentes tamaños previstos para la escala granulométrica.

Tabla 4 Tamaño de las partículas de suelo

TIPO DE MATERIAL	TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS
Grava	75mm-2mm
Arena	Arena gruesa: 2mm-0.2mm
Limo	Arena fina: 0.2mm-0.05mm
Arcilla	Menor a 0.005mm

Fuente (MTC, 2008)

Según Martínez (2020), menciona que el límites de Atterberg es el comportamiento del suelo con la humedad contenida, alterando el estado del suelo hasta convertirse en líquido si la humedad es el proporciones altas, los suelos presentan diferentes comportamientos ante la presencia de humedad, siendo esta una característica del límite de consistencia las cuales se clasifican en LL límite líquido, LP límite plástico y el IP índice de plasticidad, así mismo la humedad contenida en el suelo puede cambiar los estados del suelo, ejemplo estado plástico al estado semisólido o viceversa.

El límite liquido (LL) es el contenido de agua en el suelo en donde existe una transición de comportamiento plástico al comportamiento liquido gradual en referencia al contenido de agua, pero la resistencia al cizallamiento del suelo es baja pero no es cero en el LL. los valores del límite líquido dependen según sus propiedades mineralógicas, su clasificación y composición del suelo, en particular la cantidad de agua entre las capas de arcilla los cuales son expansibles y deformables. (O`Kelly; Vardanega y Haigh, 2018).

También es el porcentaje del agua expresado en relación del peso seco del suelo, donde cualquier cambio en el contenido de humedad produce cambio volumétrico, determinado por ensayos por efectos físicos según norma ASTM como copa Casagrande, norma británica como penetrómetro de cono de caída. (Duarte y Rojas, 2017)

El límite plástico es determinado por el estado semisólido a estado plástico, por presencia de humedad donde el suelo tiene comportamiento plástico, presentando cambios irreversible sin sufrir fracturas, existen varias normas para determinar el límite plástico, método de laminado donde el suelo se enrolla con presión manual con frecuencia normada y el rollo es aproximadamente de 3mm donde presenta fisuras y no podrá modelarse, son prácticas en ingeniería del suelos donde se cuantifica las diferentes cantidades físicas, de la misma manera se ha verifica que el límite plástico es una medida de fragilidad del suelo y no compete a la resistencia fija del suelo. (Sharma y Sridharan, 2018).

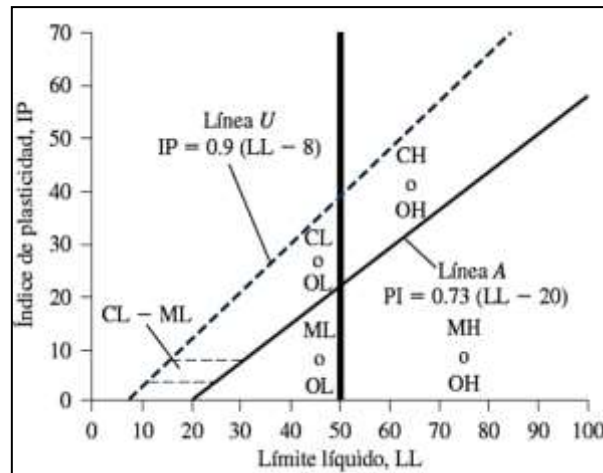


Figura 4 Carta de plasticidad de Casagrande

Fuente (Sharma y Sridharan, 2018)

Según Sharma y Sridharan (2018) mencionan que el índice de plasticidad en cual se expresa en porcentaje del peso seco de la muestra de suelo, también indica la medida del intervalo variante del contenido de humedad donde se mantiene plástico el suelo.

Tabla 5 Clasificación de suelo

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	CARACTERÍSTICA
IP > 20	Suelos muy arcillosos
20 > IP > 10	Suelos arcillosos
10 > IP > 4	Suelos poco arcillosos
IP = 0	Suelos exentos de arcilla

Fuente (MTC, 2008)

Según Aguilar (2012), indica que la relación humedad densidad es importante para las propiedades o características del suelo tanto para la resistencia como para la deformabilidad, presentando propiedades mecánicas determinadas por el proctor estándar y modificado en donde se alcanza la máxima densidad con la humedad óptima.

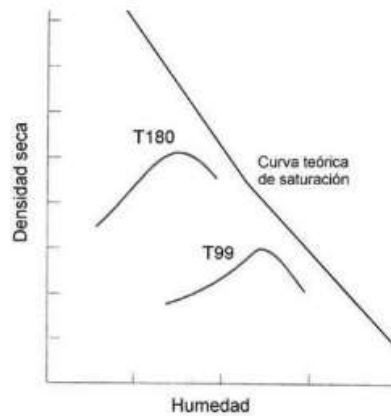


Figura 5 Curvas de humedad-densidad de proctor

Fuente (AGUILAR,2012)

Así mismo es importante mencionar algunas propiedades mecánicas:

Según Camacho y otros (2007) los ensayos de compactación proctor modificado donde se aplican energía mediante impactos, sobre el amasado en laboratorio y en obra se realiza la aplicación de impactos mediante maquinaria pesada las cuales son mayores,

La aplicación en obras viales sobre el uso del proctor es determinar en agua contenida con el peso seco unitario del suelo elaborado en laboratorio con la finalidad de calcular la relación de agua-peso seco del suelo.

Mediante el ensayo del proctor se determina la densidad máxima del suelo con relación al contenido de humedad, existiendo dos ensayos según la normal ASTM D698/AASTHO T99, método C para el proctor estándar y D1557/AASTH T180, método D para el proctor modificado, teniendo como diferencias entre si la energía utilizada en relación al peso del pisón o la altura de caída. (Ulloa, 2011).



Figura 6 Probeta obtenida luego de finalizada la prueba

Fuente (Camacho y otros, 2007)

El California Bearing Ratio (CBR), de la subrasante presenta propiedades en las diferentes capas de la estructura del pavimento siendo este la rigidez mediante los ensayos de CBR de laboratorio. (Sandoval y Rivera, 2019).

Según Araujo (2014), es la que se encarga de medir la capacidad de resistencia de los suelos en la estructura del pavimento ya sea en la capa subrasante, subbase y base que conforman el pavimento flexible o rígido, también conocido por otros autores como el método para determinar la calidad relativa del suelo. Para determinar el proctor estándar o modificado es necesario contar con molde cilíndrico con 4.96 cm de diámetro en donde se aplica la muestra del suelo aplicando los golpes a una velocidad de 1.3 mm/min, para este método se pueden aplicar cualquier tipo de suelo estos materiales no deben ser alterado, Para la compactación se utiliza instrumentos de proctor ya se modificado o estándar, teniendo medidas del molde 15cm de diámetro y una altura de 17.5cm. con una carga de discos para el molde, este método es usado en laboratorio y campo.

Se usa diagramas de relación densidad y humedad de contorno del desempeño de campo por medio de laboratorios, estos ensayos de CBR se determinan con una muestra remoldeada y compactada con la mejor humedad representativa con su densidad máxima seca.

Según MTC (2008) El CBR de la subrasante puede ser por capas del terreno superficial, terreno natural o plataforma de relleno, las capas a determinar por los 1.50m últimos del espesor debajo del nivel de la subrasante proyectada, salvo se revisen los planos o también indiquen en las especificaciones indiquen los diferentes espesores, el diseño estructural del pavimento será colocado encima de acuerdo a las variables básicas según las características del tránsito, características de los materiales de construcción para la superficie de rodadura y la capacidad de soporte. La subrasante es el fondo de la excavación del terreno natural o la última capa de terraplén, siendo clasificado en el CBR en función del diseño, por cinco categorías:

Tabla 6 Categorías de la subrasante según el CBR

Categorías de la subrasante	CBR
S_0 : Subrasante muy pobre	< 3%
S_1 : Subrasante pobre	3% - 5%
S_2 : Subrasante regular	6% - 10%
S_3 : Subrasante buena	11% - 19%
S_4 : Subrasante muy buena	>20%

Fuente (MTC, 2008)

Según el MTC (2013) menciona que en los ensayos en laboratorio determinarán las características físicas, características químicas y características mecánicas de los materiales de las canteras o camino afirmados están se efectúan de acuerdo al Manual de Ensayo de Material para Carreteras del MTC (vigente) y serán las que indiquen las especificaciones técnicas generales en la construcción de vía o carreteras del MTC (vigente). Siendo los ensayos diferentes para los materiales siendo estos:

- Por capas del Estrato.
- Conjunto de los materiales.

En los laboratorios competentes deben ser ejecutados ensayos contando con:

- personas calificadas
- Instalación donde facilita ejecución de los ensayos de forma correcta.
- Procedimiento con métodos apropiados para la ejecución de los ensayos, acogiendo al MTC con sus ensayos normados o ASTM o AASHTO como normas internacionales, teniendo como resultados de los ensayos datos analizados estadísticamente.
- Los equipos deben estar calibrados, para garantizar los datos de exactitud con validez ensayos y sus resultados. Al principio de los ensayos como también de la puesta en servicio el proveedor debe presentar los certificados de cada equipo calibrado, por Laboratorios acreditados.
- Aseguras la calidad de los resultados de cada ensayo.

- Certificado escrito para cada ensayo con su respectivo Informe expresando resultados exactos, claros y objetivos según los métodos para cada ensayo con su específica.

III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014). lo definen como una serie de metodológicas empleadas en una investigación obteniendo conocimientos del problema existente del área que se estudia obteniendo las consideraciones de cada detalle aplicado

Para el presente estudio de investigación es aplicada, porque reforzaran los conceptos estudiados la cuales son aplicados en situaciones reales con estudios teóricos, métodos descritos sobre adición del aditivo Terrasil como variable dependiente para la estabilización de suelos en particular la subrasante se fundamenta en la aplicación del marco teórico aplicada a la realidad, también se realizó las pruebas en laboratorio para resultados que resuelven problemas de la estabilización de suelos con la adición del aditivo Terrasil.

Diseño de la Investigación

Según Borja (2016) indica que el diseño experimental donde plantea definir las modalidades experimentales e indicar el estudio con sus variables y su respectiva medición. El cual determinara la hipótesis planteada.

La investigación tiene la finalidad de indagar, observar las actividades modificadas por el investigador y lograr resultados a través de experimentos realistas, (Behar, 2008).

En nuestro contexto contempla un diseño experimental, para conocer las cantidades del aditivo Terrasil para estabilización de suelos de la carreta afirmada Patapampa – Apissi, porque también se realizó una relación de variable sobre el efecto buscando la dosificación del aditivo Terrasil en la estabilización de los suelos o subrasante.

Enfoque de la Investigación

Se realizó con el enfoque cuantitativo, procesos y metodologías obteniéndose resultados en laboratorio, estas etapas son realizadas a través de pasos con ensayos de laboratorio dando valores numéricos que son medibles y proporcionan características mejoradas a la subrasante en carretera afirmada, comprobando la hipótesis mediante experimentos.

Enfoque Cuantitativo realizándose primeramente el análisis objetivo de la realidad con medidas valoradas en bases numéricas recolectando datos confiables con sus métodos y ensayos basado en la estadística, (Muños, 2015).

La investigación se realizó bajo el enfoque cuantitativo, porque se realiza a través de procesos y en secuencia para obtener los medios probatorios, teniendo una metodología para una serie de conclusiones según se requiera (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.2. Variables y operacionalización

Se explica los procesos de medición de las variables planteadas en la hipótesis, las variables son aplicados a objetos o grupos adquiriendo valores distintos en relación a la variable que se estudia; las variables se descomponen en indicadores que puedan ser medibles, para la recolección de datos utilizando términos operacionales los cuales proporcionen datos cuantificables y concretos (Borja, 2016).

Variable cuantitativa 1:

Aditivo Terrasil: Es un insumo de última generación para la estabilización de suelos, conformado por al 100% por organosilanos, el cual es capaz de repeler el agua, y por tanto elimina el esponjamiento y la absorción del agua en los suelos. Es así que el aditivo Terrasil, es un agente impermeabilizante de los suelos, aportando mejoramientos adicionales en los métodos de estabilización del suelo tradicional.

Variable cuantitativa 2:

Suelo: o la subrasante es la capa de material de suelo que sostendrá al pavimento recibiendo cargas que provienen del tránsito. Es así, que deberá de resguardar que el material compuesto deberá ser capaz de resistir las carga durante su vida útil.

3.3. Población, muestra y muestre

Población:

El total de población, con características diferentes en los cuales se realizaron estudios infinitos o finitos, en donde se define finito a un número contable e infinito un numero infinito no contable, (Valderrama, 2017).

La investigación presente lo conforma la población de carretera afirmada Patapampa – Apissi en una extensión de 5.00 km, la cual esta afirmada en el presente año.

Muestra:

La muestra es un fragmento de la población total representada, con características de la población que son objetivas y fiel reflejo de estas, las respuestas generadas de las muestras representan a los elementos de una población (Carrasco, 2019).

En la presente investigación la muestra representativa es la siguiente: carretera afirmada Patapampa – Apissi (2 calicatas) aperturas según indica el MTC 2013, debido el estudio caracteriza que se trata de un carretera de bajo volumen de tránsito donde se apertura dos calicatas a en la progresiva 1+000 km y 4+000 km, las cuales tuvieron una profundidad de 1.50 m, así mismo para caracterizar la subrasante existente se realizaron ensayos para la granulometría, con los ensayos para límites de consistencia, los ensayos de Proctor modificado y los ensayos de CBR, en tanto con la adición del aditivo Terrasil en tres diferentes dosificaciones, se realizaron ensayos de límites de consistencia, ensayos de Proctor modificado y ensayos de CBR.

Muestreo:

Se define como parte de la realidad de estudios, reduciendo una población estudiada en una investigación científica, siendo una parte de muestra que representa a una población. (Arias, 2017).

En la investigación presente usaremos el muestreo no probabilístico, no intencionada debido a que se usó zonas estudiadas con calicatas elegidas con criterio de forma visual por el investigador, por situaciones que las calicatas representan a la carretera afirmada en lugares donde el comportamiento del terreno es representativo de toda la carretera afirmada.

Unidad medida:

La subrasante.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**Técnicas**

Son normas y procedimientos para alcanzar objetivos planteados a través de una variedad de procesos, pudiendo clasificarse estas en descriptivas, conceptuales y cuantitativas (Ñaupas, y otros, 2018)

La técnica en la tesis utilizada fue de observación directa, porque existió intervención directa por parte del investigador, las cuales son validados y generaron confiabilidad para el uso de la técnica aplicada con el aditivo Terrasil, utilizando mezclas y herramientas empleados para analizar y elaborar el informe mediante formatos de la normativa actual según el MTC

Para la presente tesis se usarán las siguientes técnicas:

- Técnica de observación directa

Instrumentos

Los instrumentos son recursos que se utilizan para la recolección de datos o recolección de información requerida, la recolección de datos o información son analizados para contrastar con los objetivos planteados, existiendo una serie de instrumentos validados necesarias para la recolección de datos. (Ñaupas, y otros, 2018).

Los instrumentos que se usaron para el estudio son registros y fichas de trabajos según la cantidad de ensayos realizados, tenemos para la presente los instrumentos dados:

- Registros de datos del ensayo Granulometría.
- Registros de datos del ensayo Limites de Consistencia.
- Registros de datos del ensayo Proctor modificado.
- Registros de datos del ensayo California Bearing Ratio.

3.5. Procedimientos

Primero: Para la elaboración de la investigación procedí a dirigirme a la carretera afirmada Patapampa – Apissi, ubicado entre las comunicades Patapampa – Apissi dentro del distrito de Arapa en la región de Puno, mediante excavación se apertura calicatas en una extensión es de 5 kilómetros el cual abarca la carretera afirmada.

Para la extracción del material de subrasante esta se realizó en la calicata del km 1 y 4, verificando así el material conformado de la carretera de la afirmada Patapampa – Apissi, las muestras extraídas fueron colocados en sacos, una vez asegurado el material extraído de subrasante se trasladó hasta el departamento de Puno donde está ubicado el laboratorio así mismos se solicitó el aditivo Terrasil de la empresa Enviromental Solutions BREM con sede Lima, tanto las muestras como el aditivo fueron llevados al laboratorio donde fueron sometido a los diferentes ensayos de laboratorio para responder a los objetivos planteados en el informe de investigación.

Segundo. En el laboratorio se determinó propiedades físicas y mecánicas de la subrasante a través de los ensayos siguientes: Ensayo de granulometría según ASTM D-422, MTC E-107; ensayo de límite de consistencia según ASTM D-4318, MTC E110/ ASTM D-4318, MTC E111; ensayo de proctor Modificado ASTM D-1557 y ensayo de CBR California Bearing Ratio ASTM D-1883, MTC – E132.

Tercero. Se procedió a realizar la disolución del aditivo Terrasil en agua con las siguientes proporciones 0.4 L/m³, 0.7 L/m³ y 1.5 L/m³, para determinar con la adición del aditivo Terrasil las características físicas y mecánicas de la subrasante.

Cuarto. Con las dos muestras del material de subrasante y el aditivo Terrasil en las tres proporciones de 0.4 L/m³, 0.7 L/m³ y 1.5 L/m³, se procedió a determinar los ensayos de: límites de consistencia, proctor modificado y CBR.

Quinto. Ya obtenidos los diferentes datos en el laboratorio estos fueron procesados para ser analizados y comparados, determinando así los resultados que son contrastados con las hipótesis planteadas mediante resultados y conclusiones, con cuadros estadísticos comparativos.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos en laboratorio en los diferentes ensayos de mecánica de suelos de la subrasante son procesados analizados e interpretados, desde la muestra de control y con la adición del aditivo Terrasil a la muestra en las proporciones de 0.4 L/m³, 0.7 L/m³ y 1.5 L/m³. Se realizó cuadros comparativos y aplicando la normativa vigente del MTC, así mismo se buscó la relación de todos los resultados con la propuesta planteada en la hipótesis de la investigación; hipótesis investigadas.

En la investigación presente se tomaron muestras de calicatas sometidos a los diferentes ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, donde se determinó sus propiedades del material de subrasante natural, también se determinó las propiedades del material de subrasante con la adición del aditivo Terrasil, en diferentes proporciones, todos los ensayos a los cuales fueron sometidos el

material de subrasante con y sin aditivo fue documentado en formatos, los cuales fueron procesados en hoja de cálculo de Excel 2016, generando gráficos necesarios para la interpretación de resultados.

3.7. Aspectos éticos

El estudio fue desarrollado de acuerdo a la Resolución de consejo universitario N°0126-2017/UCV, con sus reglamentos normativos que establece la Universidad Cesar Vallejo, donde respeta la integridad y autonomía humana, buscando el bien estar de las personas preservando el medio ambiente con justicia sin exclusión alguna respetando con honestidad los derechos de propiedad. Con metodologías de rigor científico, competencia profesional y responsabilidad.

El investigador deberá de tener el consentimiento de las personas donde se realizará el proyecto a investigar comprometiéndose a realizar los ensayos necesarios para datos representativos.

Siendo responsabilidad del investigador registrar los datos y observaciones generados en la investigación durante periodos determinados. Cualquier falta deberá tener consecuencias de sanciones establecidas por la UCV.

IV.- RESULTADOS

La estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022 es:

Tabla 7 Características de las muestras de calicata N°01 y calicata N°02

Ensayos de laboratorio			Muestra calicata N° 01	Muestra calicata N° 02
Granulometría	Pasante del Nro. malla	4	39.86 %	47.36 %
		10	12.46 %	17.84 %
		40	8.51 %	11.63 %
		200	5.02 %	6.35 %
Contenido de humedad Natural			1.73 %	1.88 %
Límites de consistencia	Limite liquido		33.51 %	38.20 %
	Limite plástico		19.91 %	24.49 %
	Índice de plasticidad		13.60 %	13.71 %
Clasificación de suelos	SUCS		GP – GC	GP – GC
	AASHTO		A – 2 – 6 (0)	A – 2 – 6 (0)
Proctor Modificado	Método		D	D
	Óptimo contenido de humedad		9.50 %	9.00 %
	Densidad máxima seca		2.098 g/cm ³	2.090 g/cm ³
California Bearing Ratio	CBR al 95%		34.4 %	32.4 %
	CBR al 100%		41.6%	39.3 %

Fuente: Elaboración propia

En el ensayo de granulometría por tamizado, se puede verificar que el materiales proveniente de la calicata 01 y calicata 02 tiene un pasante de la malla N°200 representa el 5.02% y 6.35%, por lo que la subrasante posee pocos finos, sin embargo se tiene un pasante de 39.86% y 47.36% de material de subrasante pudo atravesar el tamiz N° 4 indicando mezcla de grava y arena, también se observó que se tiene material subrasante que no pasa el tamiz N° 4 porque se tiene presencia

de gravas mal graduadas. se realizó la clasificación del suelos según la clasificación SUCS en GP-GC y clasificación AASHTO en A-2-6(0) donde se interpreta estrato conformado por Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos fino o son finos y gravas arcillosas, mezclas grava -arena-arcilla; Se determinó el **límite de consistencia**, donde se observa un índice de plasticidad del 13.60% y 13.71% siendo este un suelo arcilloso y no cumpliendo con lo establecido en la norma del MTC 2013 para conformación de subrasante. De acuerdo a los resultados de **Proctor modificado** se determinó que el valor de contenido de humedad óptimo de la muestra patrón fue de 9.50% y 9.00%. Obtenido el valor del óptimo contenido de humedad se pudo evidenciar que la **máxima densidad seca** asciende al valor del 2.098 g/cm³ y 2.090 g/cm³, También se determinó los resultados de **CBR al 95%** con valor del 34.4% y 32.4% siendo este un suelo muy bueno.

Tabla 8 Límites de consistencia de calicata N°01 y N° 02 con aditivo

Ensayos de laboratorio		Calicata n° 01 Aditivo al 0.4 L/m ³	Calicata n° 02 Aditivo al 0.4 L/m ³	Calicata n° 01 Aditivo al 0.7 L/m ³	Calicata n° 02 Aditivo al 0.7 L/m ³	Calicata n° 01 Aditivo al 1.5 L/m ³	Calicata n° 02 Aditivo al 1.5 L/m ³
Límites de consistencia	Límite líquido	33.50 %	35.50 %	31.30 %	34.60 %	35.00 %	35.80 %
	Límite plástico	23.32 %	25.22 %	21.32 %	24.72 %	26.25 %	26.68 %
	Índice de plasticidad	10.18 %	10.28 %	9.98 %	9.88 %	8.75 %	9.12 %

Fuente: Elaboración propia

Se determinó el comportamiento del aditivo Terrasil en el límite de consistencia en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera, utilizado proporciones del aditivo Terrasil en 0.4 L/m³, 0.7 L/m³ y 1.5 L/m³, los límites de consistencia en la estabilización de suelos se observa la mejora del índice de plasticidad en la calicata N° 01 en 10.18 %, 9.98 % y 8.75 %, para la calicata N° 02 en 10.28 %, 9.88 % y 9.12 %, mejorando las características o propiedades de la subrasante para aceptación de la norma MTC 2013 .

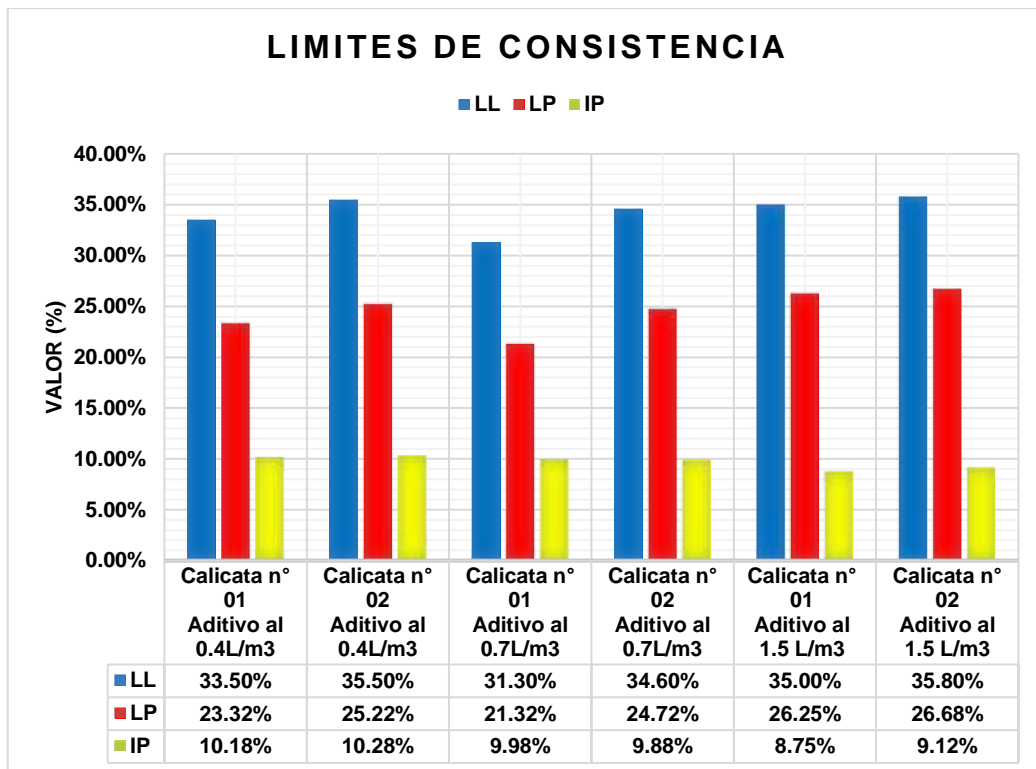


Figura 7 Grafico resumen límites de consistencia con adición del aditivo Terrasil.

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, es posible apreciar que las muestras de la subrasante con adición del aditivo Terrasil disminuye el índice de plasticidad, pasando de un suelo arcilloso a un suelo poco arcilloso.

Tabla 9 Clasificación de suelos SUCS y AASHTO calicata N°01 y N° 02 con aditivo Terrasil.

Ensayos de laboratorio	SUCS	Calicata n° 01 Aditivo al 0.4 L/m ³	Calicata n° 02 Aditivo al 0.4 L/m ³	Calicata n° 01 Aditivo al 0.7 L/m ³	Calicata n° 02 Aditivo al 0.7 L/m ³	Calicata n° 01 Aditivo al 1.5 L/m ³	Calicata n° 02 Aditivo al 1.5 L/m ³
		GW	GP-GM	GP-GC	GP-GM	GP-GM	GP-GM
Clasificación de suelos	AASHTO	A-2-6(0)	A-2-6(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la clasificación del suelos mejorando de un GP-GC a una clasificación SUCS en GP-GM y clasificación AASHTO en A-2-4(0) donde se interpreta estrato conformado por Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos fino o son finos y gravas CON finos limosas, grava mal graduado muy limoso mezclas grava-arena-arcilla.

Tabla 10 Proctor Modificado calicata N°01 y N° 02 con aditivo Terrasil

Ensayos de laboratorio		Calicata n° 01 Aditivo al 0.4 L/m ³	Calicata n° 02 Aditivo al 0.4 L/m ³	Calicata n° 01 Aditivo al 0.7 L/m ³	Calicata n° 02 Aditivo al 0.7 L/m ³	Calicata n° 01 Aditivo al 1.5 L/m ³	Calicata n° 02 Aditivo al 1.5 L/m ³
Proctor Modificado	Método	D	D	D	D	D	D
	Optimo contenido de humedad	10.00%	9.40%	10.10%	10.70%	10.60%	11.50%
	Densidad máxima seca	2.050 g/cm ³	2.082 g/cm ³	2.037 g/cm ³	2.070 g/cm ³	2.026 g/cm ³	2.065 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Se determinó el comportamiento del aditivo Terrasil en el proctor modificado en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada, utilizado proporciones del aditivo Terrasil en 0.4 L/m³, 0. L/m³ y 1.5 L/m³, observándose variaciones mínimas de los valores con el óptimo contenido de humedad en la calicata N° 01 en 10.00%, 10.10% y 10.60 %, para la calicata N° 02 en 9.40%, 10.70 % y 11.50 %, así también se verifican la disminución de las densidad máxima seca según en la calicata N° 01 en 2.050 g/cm³, 2.037 g/cm³ y 2.026 g/cm³, para la calicata N° 02 en 2.082 g/cm³, 2.070 g/cm³ y 2.065 g/cm³, los resultados no mejoran como se espera guardando relación inversamente proporcional con respecto a las proporciones de la adición del aditivo Terrasil.

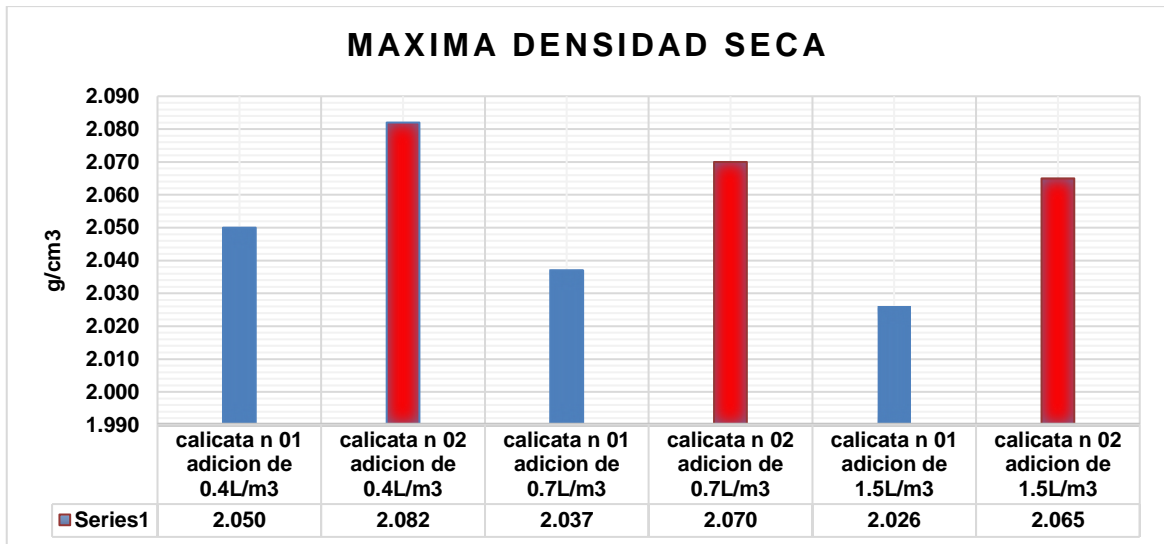


Figura 8 Proctor modificado calicata N°01 y calicata N°02 con aditivo Terrasil

Fuente: Elaboración propia

Obtenido el valor del óptimo contenido de humedad se pudo evidenciar que la **máxima densidad seca** asciende al valor hasta 2.026 g/cm³ y 2.065 g/cm³ en calicata N° 01 y N° 02 respectivamente.

Tabla 11 CBR calicata N°01 y N° 02 con aditivo Terrasil

Ensayos de laboratorio		Calicata n° 01 Aditivo al 0.4 L/m ³	Calicata n° 02 Aditivo al 0.4 L/m ³	Calicata n° 01 Aditivo al 0.7 L/m ³	Calicata n° 02 Aditivo al 0.7 L/m ³	Calicata n° 01 Aditivo al 1.5 L/m ³	Calicata n° 02 Aditivo al 1.5 L/m ³
California Bearing Ratio	CBR al 95%	35.1%	33.10 %	36.2 %	33.8 %	37.0 %	34.5 %
	CBR al 100%	42.4 %	40.0 %	43.0 %	41.7 %	43.7 %	42.00 %

Fuente: Elaboración propia

Se determinó el comportamiento del aditivo Terrasil en el CBR en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada, utilizado proporciones del aditivo Terrasil en 0.4 L/m³, 0.7 L/m³ y 1. L/m³, mostrando resultados positivos, debido a que a medida se incrementa la proporción del aditivo Terrasil se incrementa los valores de la capacidad de soporte con un CBR al 95% en la calicata N° 01 en 35.1%, 36.2% y 37.0%, para la calicata N° 02 en 33.10%, 33.8 % y 34.5%, mejorando así una de las propiedades mecánicas de la subrasante ya que la subrasante alcanzó una categoría de excelente.

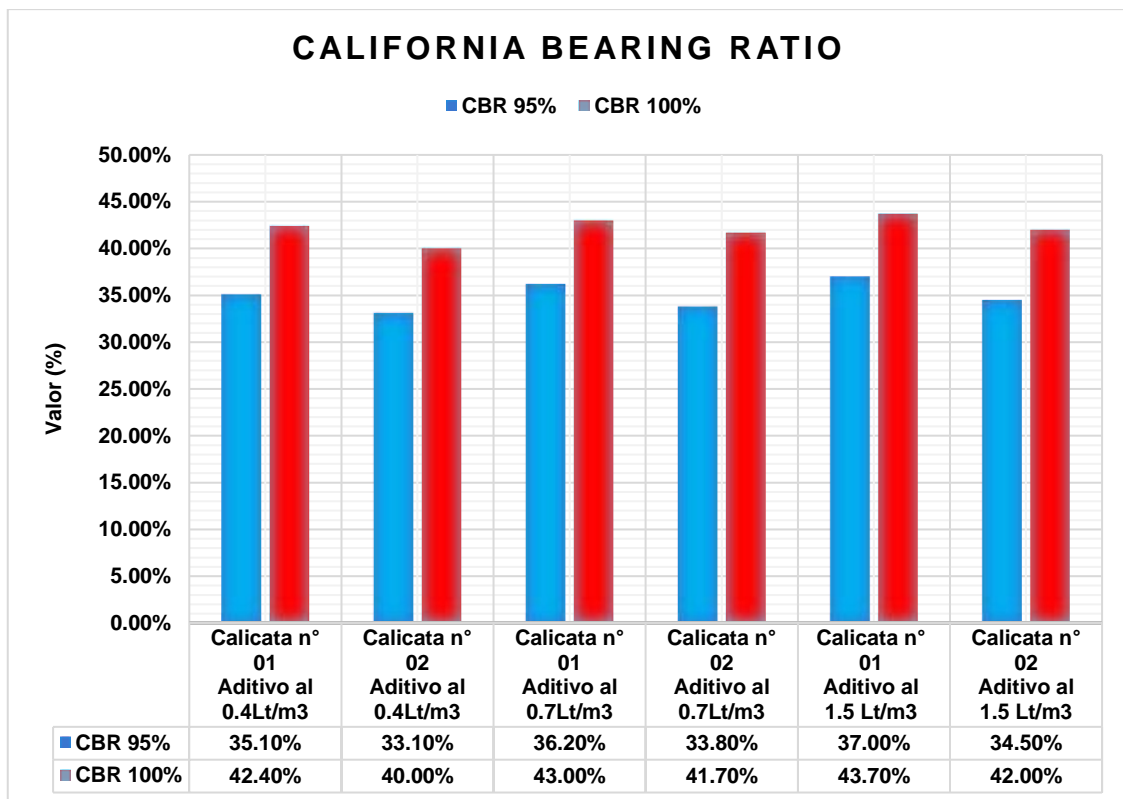


Figura 9 Grafico resumen CBR con aditivo Terrasil

Fuente: Elaboración propia

V.- DISCUSIÓN

Según las figuras de 7, 8 y 9 Se determinó el comportamiento del aditivo Terrasil en el límite de consistencia en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera, utilizado proporciones del aditivo Terrasil en 0.4 L/m^3 , 0.7 L/m^3 y 1.5 L/m^3 , los límites de consistencia en la estabilización de suelos se observa la mejora del índice de plasticidad en la calicata N° 01 en 10.88 %, 9.98% y 8.75 %, para la calicata N° 02 en 10.28 %, 9.88 % y 9.12 %, cumpliendo con lo establecido en la norma del MTC para conformación de afirmado con estabilización de química, Se determinó el comportamiento del aditivo Terrasil en el proctor modificado en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada, utilizado proporciones del aditivo Terrasil en 0.4 L/m^3 , 0.7 L/m^3 y 1.5 L/m^3 , observándose variaciones mínimas de los valores con el óptimo contenido de humedad en la calicata N° 01 en 10.00%, 10.10% y 10.60%, para la calicata N° 02 en 9.40%, 10.70 % y 11.5 %, así también se verifican la disminución de las densidad máxima seca según en la calicata N° 01 en 2.050 g/m^3 , 2.037 g/cm^3 y 2.026 g/cm^3 , para la calicata N° 02 en 2.082 g/m^3 , 2.070 g/cm^3 y 2.065 g/cm^3 , los resultados no mejoran como se espera guardando relación inversamente proporcional con respecto a las proporciones de la adición del aditivo Terrasil, también se determinó el comportamiento del aditivo Terrasil en el CBR en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada, utilizado proporciones del aditivo Terrasil en 0.4 L/m^3 , 0.7 L/m^3 y 1.5 L/m^3 , mostrando resultados positivos, debido a que a medida se incrementa la proporción del aditivo Terrasil se incrementa los valores de la capacidad de soporte con un CBR al 95% en la calicata N° 01 en 35.1%, 36.2% y 37.0%, para la calicata N° 02 en 33.1%, 33.8 % y 34.5 %, mejorando así una de las propiedades mecánicas de la subrasante ya que la subrasante alcanzó una categoría de excelente, teniendo relación con lo que concluye Hidalgo, Hidalgo (2020) ya que concluye que los aditivos tienen resultados positivos en suelos arcillosos, también indica que con aditivo Terrasil se tiene una mejora de CBR.

Según los resultados obtenidos a través en los diferentes ensayos de laboratorio con la adición de aditivos en diferentes proporciones, se determinó la estabilización

de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de la carretera afirmada, cumpliendo con las especificaciones mínimas para conformación de la subrasante según MTC-2013.

El empleo de la metodología para determinar la estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de la carretera afirmada fue la adecuada ya que con respecto al análisis de resultados alcanzados de laboratorio y en la comparación de estos trabajos de gabinete se pudo lograr los objetivos planteados.

D1. De acuerdo a la tabla 7, se determinó las características de la carretera afirmada con muestras de calicata N°01 y calicata N°02 sin adición del aditivo Terrasil es la siguiente:

En el ensayo de granulometría por tamizado, se puede verificar que el materiales proveniente de la calicata 01 y calicata 02 tiene un pasante de la malla N° 200 representa el 5.02% y 6.35%, por lo que la subrasante posee pocos finos, sin embargo se tiene un pasante de 39.86% y 47.36% de material de subrasante pudo atravesar el tamiz N° 4 indicando mezcla de grava y arena, también se observó que se tiene material subrasante que no pasa el tamiz N° 4 porque se tiene presencia de gravas mal graduadas. se realizó la clasificación del suelos según la clasificación SUCS en GP-GC y clasificación AASHTO en A-2-6(0) donde se interpreta estrato conformado por Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos fino o son finos y gravas arcillosas, mezclas grava -arena-arcilla; Se determinó el límite de consistencia, donde se observa un índice de plasticidad del 13.60% y 13.71% siendo este un suelo arcilloso y no cumpliendo con lo establecido en la norma del MTC para conformación de subrasante. De acuerdo a los resultados de Proctor modificado se determinó que el valor de contenido de humedad óptimo de la muestra patrón fue de 9.50% y 9.00%. Obtenido el valor del óptimo contenido de humedad se pudo evidenciar que la máxima densidad seca asciende al valor del 2.098 g/cm³ y 2.090 g/cm³, También se determinó los resultados de CBR al 95% con valor del 34.4% y 32.4% siendo este un suelo excelente, según Gutiérrez, Cerón (2020) concluyen que aun teniendo un suelo con un valor de CBR de 46%. Existen suelos que necesariamente deberán ser estabilizadas.

Según ambos resultados obtenidos no cumplen con algunas las especificaciones mínimas requeridas por el MTC -2013 para la conformación de la subrasante, teniendo que buscar alternativas que ayuden a mejorar la estabilización de suelos, lo que genera la presente investigación a determinar la estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada.

La metodología para obtener los resultados a través en los diferentes ensayos de laboratorio se lograron determinar el límite de consistencia, proctor modificado y CBR, para ser comparados con la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada y poder cumplir los objetivos planteados.

D2. De acuerdo a la tabla 8, se determinó el comportamiento del aditivo Terrasil en el límite de consistencia en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera, utilizado proporciones del aditivo Terrasil en 0.4 L/m^3 , 0.7 L/m^3 y 1.5 L/m^3 , los límites de consistencia en la estabilización de suelos se observa la mejora del índice de plasticidad en la calicata N° 01 en 10.18 %, 9.98% y 8.75 %, para la calicata N° 02 en 10.28 %, 9.88 % y 9.12 %, según Gavilanes (2015) determina que la disminución del índice de plasticidad se da con cada porcentaje de cemento adicionado al suelo natural.

Según los resultados obtenidos en los estudios indican que al adicionar porcentajes de aditivos estabilizantes estos disminuyen el índice de plasticidad cumpliendo con las especificaciones mínimas del índice de plasticidad menor a 9% para conformación de la subrasante según MTC-2013, resultando como solución el comportamiento del aditivo Terrasil en el límite de consistencia en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada mejorando la característica de un suelo poco arcilloso.

la metodología aplicada con ensayos de laboratorio logró recolectar datos para determinar el comportamiento del aditivo Terrasil en el límite de consistencia en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada pudiendo cumplir el objetivo planteado.

D3. De acuerdo a la tabla 10, se determinó el comportamiento del aditivo Terrasil en el proctor modificado en la estabilización de suelos para el mejoramiento de

carretera afirmada, utilizando proporciones del aditivo Terrasil en 0.4 L/m³, 0.7 L/m³ y 1.5 L/m³, observándose variaciones mínimas de los valores con el óptimo contenido de humedad en la calicata N° 01 en 10.00%, 10.10% y 10.60 %, para la calicata N° 02 en 9.40%, 10.70 % y 11.5 %, así también se verifican la disminución de las densidad máxima seca según en la calicata N° 01 en 2.050 g/cm³, 2.037 g/cm³ y 2.026 g/cm³, para la calicata N° 02 en 2.082 g/cm³, 2.070 g/cm³ y 2.065 g/cm³, los resultados no mejoran como se espera guardando relación inversamente proporcional con respecto a las proporciones de la adición del aditivo Terrasil así mismo lo menciona Hernández (2021). Ya que en ese estudio no hubo un aumento en la densidad seca máxima de las muestras como se esperaba.

Los resultados obtenidos en ambas investigaciones muestran variaciones mínimas en la determinación del comportamiento del aditivo Terrasil en el proctor modificado en la estabilización de suelos, según especificaciones la mejora se presenta con la disminución o pérdida de los porcentajes de humedad con una compactación adecuada para el tránsito.

la metodología aplicada con ensayos de laboratorio logró recolectar datos para determinar el comportamiento del aditivo Terrasil en el proctor modificado en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada no pudiendo cumplir el objetivo planteado.

D4. De acuerdo a la tabla 11, se determinó el comportamiento del aditivo Terrasil en el CBR en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada, utilizando proporciones del aditivo Terrasil en 0.4 L/m³, 0.7 L/m³ y 1.5 L/m³, mostrando resultados positivos, debido a que a medida se incrementa la proporción del aditivo Terrasil se incrementa los valores de la capacidad de soporte con un CBR al 95% en la calicata N° 01 en 35.1%, 36.2% y 37.0%, para la calicata N° 02 en 33.1%, 33.8 % y 34.5 %, mejorando así una de las propiedades mecánicas de la subrasante ya que la subrasante alcanzó una categoría de excelente, según Hidalgo, Hidalgo (2020) la adición de aditivos Proes y Terrasil muestras resultados positivos mejorando porcentual el CBR al 95% de acuerdo a cada porcentaje de aditivo.

Los resultados obtenidos en ambas investigaciones muestran mejoras en la determinación del comportamiento del aditivo Terrasil en el CBR en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada, según resultados se observa el incremento de CBR al 95% mayor a 20% categorizando como subrasante muy buena según MTC.

la metodología aplicada con ensayos de laboratorio logró recolectar datos positivos de mejora para determinación del comportamiento del aditivo Terrasil en el CBR en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada cumpliendo el objetivo planteado.

VI.- CONCLUSIONES

Dando respuesta al objetivo general, se concluye que la estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada utilizando proporciones del aditivo Terrasil en 0.4 L/m^3 , 0.7 L/m^3 y 1.5 L/m^3 , muestra mejoras en la disminución del índice de plasticidad, en cuanto al proctor modificado en la estabilización de suelos no hubo un aumento en la densidad seca máxima de las muestras como se esperaba, del comportamiento del aditivo Terrasil en el CBR al 95% muestra mejoras en la carretera afirmadas, cumpliendo con las especificaciones mínimas para conformación de subrasante en afirmado según MTC.

Dando respuesta al objetivo específico 1, se concluyó que el comportamiento del aditivo Terrasil en el límite de consistencia en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada, indica que al adicionar porcentajes de aditivos de estabilizantes en 0.7 L/m^3 y 1.5 L/m^3 estos mejoran con la disminución de los índices de plasticidad según calicata N° 01 en 9.98% y 8.75 %, para la calicata N° 02 en 9.88 % y 9.12 %, mejorando la característica de un suelo arcilloso a un suelo poco arcilloso, cumpliendo con las especificaciones mínimas del índice de plasticidad menor a 9% para conformación de la subrasante según MTC-2013.

Dando respuesta al objetivo específico 2, se concluyó que el comportamiento del aditivo Terrasil en el proctor modificado en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada, observándose variaciones mínimas de los valores con el óptimo contenido de humedad en la calicata N° 01 en 10.00%, 10.10% y 10.60 %, para la calicata N° 02 en 9.40%, 10.70 % y 11.50 %, así también se verifican la disminución de las densidad máxima seca según en la calicata N° 01 en 2.050 gr/m^3 , 2.1037 g/cm^3 y 2.026 g/cm^3 , para la calicata N° 02 en 2.082 g/cm^3 , 2.070 gr/m^3 y 2.065 g/cm^3 , los resultados no mejoran como se espera ya que no hubo un aumento en la densidad seca máxima, tampoco disminución o pérdida de los porcentajes de humedad.

Dando respuesta al objetivo específico 3, se concluyó que el comportamiento del aditivo Terrasil en el CBR en la estabilización de suelos para el mejoramiento de

carretera afirmada, mostrando resultados positivos, debido a que a medida se incrementa la proporción del aditivo Terrasil de 0.4 L/m³, 0.7 L/m³ y 1.5 L/m³ se incrementa los valores de la capacidad de soporte con un CBR al 95% en la calicata N° 01 en 35.1%, 36.2% y 37.0%, para la calicata N° 02 en 33.10%, 33.8 % y 34.5 %, mejorando así una de las propiedades mecánicas de la subrasante ya que la subrasante alcanzó una categoría de excelente, según CBR al 95% mayor a 20% categorizando como subrasante muy buena según MTC.

VII.- RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con investigaciones mediante la adición del aditivo Terrasil con otras dosificaciones en L/m³, para el mejoramiento de las carretas afirmadas.

Se sugiere realizar investigaciones con la adición de cemento más Terrasil para IP > 15% en suelos finos, en los límites de consistencia para el mejoramiento de la carretera afirmada.

Se recomienda realizar investigaciones con aditivo Terrasil más otro agregado para el mejoramiento del proctor modificado en la carretera afirmada.

Se sugiere que para incrementar el CBR del suelo se adicione cal o cemento más aditivo Terrasil para incremento del porcentaje de CBR al 95% en la carretera afirmada.

REFERENCIAS

- AGUILAR PARAVICINO, H. O., & BRAVO GUTIERRÉZ, J. C. (2020). Evaluación de la ceniza de fondo para la estabilización de suelos arcillosos provenientes de la zona ladrillera del distrito de San Jerónimo-Cusco.
- ALARCÓN, J., JIMÉNEZ, M., & BENÍTEZ, R. (2020). Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso. *Revista ingeniería de construcción*, 35(1), 5-20.
- ARACAYO ARACAYO, C. I., & MACHACA CONDORI, H. D. (2021). Influencia de residuos de pavimento rígido en las propiedades del suelo cohesivo de la cantera Yanaoco, Huancané-2021.
- ARAUJO RENGIFO, C. L. (2014). Calidad de suelos en diferentes sistemas de uso en el centro poblado de San Antonio en la provincia de Huamalíes.
- ARIAS, José. *Diseño y Metodología de la investigación* 1^a. ed. Enfoques consulting EIRL, (7) 114, 2021. ISBN: 978-612-48444-2-3.
- BEHAR, Daniel. *Metodología de la investigación*. ed. Ruberia, ed. Shalom (4) 21, 2008.
- BORJA, Manuel. *Metodología de la investigación científica para ingenieros* (4) 26-27, 2016.
- CAMACHO TAUTA, J. F., REYES ORTIZ, O. J., & MÉNDEZ GONZÁLEZ, D. F. (2007). Ensayo de compactación giratoria en suelos como alternativa al ensayo de compactación proctor. *Ciencia E Ingeniería Neogranadina*, 17(2), 67-81. <https://doi.org/10.18359/rcin.1075>
- CARRASCO, Sergio, *Metodología de la investigación científica*. 19a. ed. San Marcos EIR LTDA, () 236, 2019. ISBN: 978-9972-38-344-1.
- DE LA CRUZ GUTIERREZ, L. M., & SALCEDO ROJAS, K. K. (2016). Estabilización de Suelos Cohesivos por Medio de Aditivos (Eco Road 2000) para Pavimentación en Palian Huancayo-Junín.
- DUARTE, Maria, ROJAS, Herman. *Obtención del límite líquido y límite plástico usando el penetrómetro de cono de caída, considerando los diferentes conos existentes en la literatura para un suelo bentonítico*, Bogota, DC 2017.
- ESCOBAR SULCA, J. J., QUISPE SÁNCHEZ, G. D., QUISPE SALAZAR, F. R., ARANA SOTO, J. B., & HUARCAYA QUIQUIA, R. B. (2021). Estabilización

de una subrasante arcillosa de baja plasticidad con cenizas de cáscara de arroz.

- ENCINA, Arnulfo, IBARRA, José. La degradación del suelo y sus efectos sobre la población. *Población y Desarrollo*. 2020. ISBN: 2076-0531.
- ESTABRAGH, A., RANJBARI, S. y JAVADI, A., 2018. Properties of Clay Soil and Soil Cement Reinforced with Polypropylene Fibers. *ACI Materials Journal* [en línea], Enero-marzo 2018. n.o. 1 [Fecha de consulta 22 de noviembre de 2021] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/146503015.pdf>
- FONSECA, Kattia, BECERRA, Yafanor, MUÑOZ, Socrates. Uso de estabilizadores para suelos arcillosos una revisión literaria. *Enfoques, SUELOS ECUATORIALES*. 2020. 50(1y2) 54-59. ISBN: 0562-5351.
- FONSECA DÁVILA, S. M. (2022). Impacto vial y desgaste del pavimento en el puente Joaquín Garay durante la construcción del puente Esteban Pavletich-Huánuco 2021.
- GUTIÉRREZ ROSALES, J. M., & CERON RIVERA, E. C. Análisis de la optimización del suelo de la base con aditivo químico Terrasil para el diseño de pavimentos industriales del almacén de concentrados mineros–Almacenes Logisminsa, Ventanilla–Callao, 2020.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6ª. ed. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A., (1) 4. (3) 42-43, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- HERNÁNDEZ-Sampieri, R., FERNÁNDEZ-Collado, R., & Baptista-Lucio, P. (2017). Selección de la muestra.
- HERRERA, Gianmarco y CHAUHUARES, Leonel. Evaluation of the asphalt pavement deterioration on the Aspuzana Nuevo Progreso branch using the VIZIR methodology in the year 2021. *iRevista Campus* [en línea], Julio-diciembre vol. 26, no. 32. [Fecha de consulta 22 de noviembre de 2021] ISSN: 2523-1820 Disponible en <https://www.usmp.edu.pe/campus/pdf/revista32/articulo7.pdf>
- HIDALGO REATEGUI, F. R., & HIDALGO REATEGUI, J. (2021). Estabilización química de subrasantes de suelos arcillosos en carreteras no pavimentadas en selva baja. Aplicación de aditivos Terrasil y proes en vía de acceso “Moralillos”, Loreto, 2018.
- JUAREZ, Eulalio, RICO, Alonso. “Mecánica de suelos, fundamentos de la mecánica de suelos”. Vol. (1). Mexico, pp. 135-152, 2014. ISBN: 968-18-0069-9.

- LOZANO-GÓMEZ, J. P., & RAMOS-VÁSQUEZ, J. D. (2019). Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos.
- MARTÍNEZ BECERRA, R. A. (2021). Estabilización de la subrasante incorporando caucho y cal, en la Av. Chimpu Ocllo, Carabaylo, 2020.
- MOLINA CÁRDENAS, J. L. (2019). Optimización del afirmado de la cantera La Campana incorporando Terrasil con propósito de pavimentación en los Jardines de Shangrila–Puente Piedra, Lima 2019.
- MOHOD, M. V. y KADAM, K.N., 2016. A Comparative Study on Rigid and Flexible Pavement: A Review. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, vol. 13, no. 3, pp. 84-88. [Fecha de consulta 22 de noviembre de 2021] DOI 10.9790/1684-1303078488. Disponible en: https://www.academia.edu/27170074/A_Comparative_Study_on_Rigid_and_Flexible_Pavement_A_Review
- MUÑOZ, Carlos. Metodología de la investigación. 1ª ed. Progreso S.A., (6) 86, 2015. ISBN: 9786074265422.
- ÑAUPAS, H., VALDIVIA, M., PALACIOS, J., & ROMERO, H. 9.4. 4. Diseño de Investigación Causal o Explicativa. Metodología de la investigación, 367.
- O'Kelly, B. C., Vardanega, P. J., & Haigh, S. K. (2018). Use of fall cones to determine Atterberg limits: a review. Géotechnique, 68(10), 843-856.
- PAUCAR BALVIN, L. M. (2019). Incidencia del método línea de balance en la productividad de la mano de obra para proyectos de pavimentación urbana–Huancayo.
- QUIÑONES, Edel, SÁNCHEZ, Lisette. Influencia de los aditivos con enzimas orgánicas terrasil y perma zyme para la estabilización de la subrasante de una carretera no pavimentada, mache, otuzco, la libertad 2019. 2020.
- RAMOS VASQUEZ, Juan D., LOZANO GOMEZ Juan P. (2019). Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos, Bogota, DC, 2019.
- RIBERA, Jhonathan, AGUIRRE, Ana, MEJIA, Rubi, OROBIO, Armando. Estabilización química de suelos-Materiales convencionales y activados alcalinamente. ed. Enfoques consulting EIRL, (1) 2, 2020. ISBN 10.23850/22565035.2530.
- SANDOVAL VALLEJO, Eimar, RIVERA, William. “Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada”. Vol. 29(1). Granada, pp. 135-152,

2019. ISSN: 0124-8170 ▪ ISSN-e: 1909-7735. DOI.
<https://doi.org/10.18359/rcin.3478>

SHARMA, B., & SRIDHARAN, A. (2018). Liquid and plastic limits of clays by cone method. *International Journal of Geo-Engineering*, 9(1), 1-10.

SCHOONOVER, J.E. y CRIM, J.F., 2015. An Introduction to Soil Concepts and the Role of Soils in Watershed Management. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, vol. 154, no. 1, pp. 21-47. [Fecha de consulta 22 de noviembre de 2021] ISSN 1936-7031. DOI 10.1111/j.1936-704x.2015.03186x. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/j.1936-704x.2015.03186x>

SHTAYAT, A., MORIDPOUR, S., BEST, B., SHROFF, A. y RAOL, D., 2020. A review of monitoring systems of pavement condition in paved and unpaved roads. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)* [en línea], vol. 7, no. 5, pp. 629-638. [Fecha de consulta 22 de noviembre de 2021] ISSN 20957564. DOI 10.1016/j.jtte.2020.03.004. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756420301173>

TURKOZ, M., SAVAS, H., ACAZ, A. y TOSUN, H., 2015. The effect of magnesium chloride solution on the engineering properties of clay soil with expansive and dispersive characteristics. *Applied Clay Science* [en línea], vol. 101, pp. 1-9. ISSN 01691317. [Fecha de consulta 22 de noviembre de 2021] DOI 10.1016/j.clay.2014.08.007. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2014.08.007>.

VALDERRAMA, Santiago, Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. 1a. ed. Lima, (6) 163, 2017. ISBN: 978-9972-38-041-9.

VILCHEZ BURGA, A. D. (2019). Aplicación de ceniza de cascara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de Evitamiento Jaén-Cajamarca, 2019.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Aditivo Terrasil	formado por organosilanos, capaz de repeler el agua, un agente impermeabilizante de suelos, que aporta ventajas adicionales a la estabilización tradicional de suelos.	Adición del Aditivo Terrasil con proporciones siguientes de dosificaciones que son en 0.4 L/m ³ , 0.7 L/m ³ , 1.5 L/m ³ , los cuales mejoran en las propiedades físicas y mecánicas para estabilizar la subrasante.	Dosificaciones	0.4 L/m ³	Razón
				0.7 L/m ³	
				1.5 L/m ³	
Suelo	Es la subrasante es el material de suelo que sostendrá al pavimento y por ende recibirá las cargas provenientes del tránsito.	El mejoramiento de las propiedades de la subrasante se logra añadiendo el aditivo Terrasil, en dosificaciones para mejorar el porcentaje del índice de plasticidad, CBR, y proctor modificado	Porcentaje del Índice de Plasticidad	Ensayo del límite líquido y límite plástico	Razón
			Óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca	Ensayo de Proctor Modificado	
			Resistencia	Ensayo del CBR	

ANEXO 2. Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cuál es el comportamiento en la estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022?	Determinar la estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022.	El aditivo Terrasil influye de manera positiva en la estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022.	VI Terrasil	dosificaciones	4 Lt/m3 7 Lt/m3 1.5Lt/m3	<p>Tipo de Investigación Investigación aplicada</p> <p>Nivel de Investigación Descriptivo – Explicativo</p> <p>Diseño de investigación Experimental</p> <p>Población Carretera afirmada (subrasante)</p> <p>Muestra Vía Patapampa – Apissi (2 calicatas representativas)</p> <p>Técnicas Recolección de datos preliminares Obtención de material a incorporar Realización de calicatas Extracción de muestras Ensayos de laboratorio Análisis de resultados Interpretación de resultados</p> <p>Instrumentos Fichas de recolección de datos para: Ensayo granulométrico Límites de consistencia Proctor modificado CBR</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos				
¿Cuál es el comportamiento del aditivo Terrasil para el límite de consistencia en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022?	Determinar el aditivo Terrasil para el límite de consistencia en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022.	El aditivo Terrasil disminuye el índice de plasticidad y contenido de humedad en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022.				
¿Cuál es el comportamiento del aditivo Terrasil para el proctor modificado en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022?	Determinar el aditivo Terrasil para el proctor modificado en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022.	El aditivo Terrasil mejora el proctor modificado en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022.	VD Estabilización de suelos para carretera afirmada	Propiedades físicas	Análisis granulométrico Contenido de humedad Límites de consistencia	
¿Cuál es el comportamiento del aditivo Terrasil para el CBR en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022?	Determinar el aditivo Terrasil para el CBR en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022.	El aditivo Terrasil aumenta la capacidad del CBR en la estabilización de suelos para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022.				
				propiedades mecánicas	Máxima densidad seca Óptimo contenido de humedad Capacidad de soporte.	

ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS	
Título del proyecto de tesis:	Estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022
ESPECIALISTA	
Estimado:	Ing. Cristhian Joel Mamani Gómez
Detalle:	De acuerdo al perfil profesional y ámbito laboral, se le nombra como JUEZ EXPERTO a fin de revisar y analizar los instrumentos de recopilación de datos.
FICHA DE OBSERVACIÓN	
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD
Para la observación características físicas del suelo proveniente de calicata N° 01, 02	
Basado en la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene enfoque CUANTITATIVO; Línea de investigación: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.	
RESULTADOS	
Permite verificar la validez del contenido de la recopilación de datos del proyecto de tesis.	
Sin otro particular, agradezco sus aportes.	
	

FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTOS

I. Datos Generales

fecha:	30/09/2022
Validador:	Ina. Christian Joel Mamani Gómez
Cargo:	Consejero Peru obra "Representante legal"
Instrumentos a validar:	Ficha de observación de CONTENIDO DE HUMEDAD
Objetivo:	Obtener los valores de CONTENIDO DE HUMEDAD
Autor:	Mario HIDALGO BRUNA

II. Criterios de validación del instrumento

Revisión de ítem del instrumento de recopilación de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la Ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos si menos del 30% de cada ítem, cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems, cumplen con el indicador
3	Bueno (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 la 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 redactadas 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				30	

III. Coeficiente de validez:

$$\frac{D+R+B}{30} = 1.00$$




 Ing. Christian Joel Mamani Gómez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 139623

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS	
Título del proyecto de tesis:	Estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022
ESPECIALISTA	
Estimado:	Ing. Cristhian Joel Mamani Gómez
Detalle:	De acuerdo al perfil profesional y ámbito laboral, se le nombra como JUEZ EXPERTO a fin de revisar y analizar los instrumentos de recopilación de datos.
FICHA DE OBSERVACIÓN	
ENSAYO:	GRANULOMETRÍA
Para la observación características físicas del suelo proveniente de calicata N° 01, 02	
Basado en la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene enfoque CUANTITATIVO; Línea de investigación: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.	
RESULTADOS	
Permite verificar la validez del contenido de la recopilación de datos del proyecto de tesis.	
Sin otro particular, agradezco sus aportes.	
	

FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTOS

I. Datos Generales

fecha:	30/09/2022
Validador:	Ing. Christian Joel Mamani Gómez
Cargo:	Consejero Peru-Baos "Representante legal"
Instrumentos a validar:	Ficha de observación de GRANULOMETRÍA
Objetivo:	Obtener los valores de GRANULOMETRÍA
Autor:	Mario HIDALGO BRUNA

II. Criterios de validación del instrumento

Revisión de ítem del instrumento de recopilación de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la Ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos si menos del 30% de cada ítem, cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems, cumplen con el indicador
3	Bueno (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 la 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 redactadas 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				30	

III. Coeficiente de validez:

$\frac{D+R+B}{30} = 1.00$	
---------------------------	--

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS	
Título del proyecto de tesis:	Estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022
ESPECIALISTA	
Estimado:	Ing. Cristian Joel Mamaní Gómez
Detalle:	De acuerdo al perfil profesional y ámbito laboral, se le nombra como JUEZ EXPERTO a fin de revisar y analizar los instrumentos de recopilación de datos.
FICHA DE OBSERVACIÓN	
ENSAYO:	LIMITES DE CONSISTENCIA
Para la observación características físicas del suelo proveniente de calicata N° 01, 02	
Basado en la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene enfoque CUANTITATIVO; Línea de investigación: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.	
RESULTADOS	
Permite verificar la validez del contenido de la recopilación de datos del proyecto de tesis.	
Sin otro particular, agradezco sus aportes.	
	

FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTOS

I. Datos Generales

fecha:	30/09/2022
Validador:	Ing. Cristhian Joel Momeni Gómez
Cargo:	Consejero Perito Obras "Representante legal"
Instrumentos a validar:	Ficha de observación de LIMITES DE CONSISTENCIA
Objetivo:	Obtener los valores de LIMITES DE CONSISTENCIA
Autor:	Mario HIDALGO BRUNA

II. Criterios de validación del instrumento

Revisión de ítem del instrumento de recopilación de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la Ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos si menos del 30% de cada ítem, cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems, cumplen con el indicador
3	Bueno (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 la 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 redactadas 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			2	27	

III. Coeficiente de validez:

$\frac{D+R+B}{30} = 0.97$	
---------------------------	--

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS	
Título del proyecto de tesis:	Estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022
ESPECIALISTA	
Estimado:	Ing. Cristhian Joel Mamani Gómez
Detalle:	De acuerdo al perfil profesional y ámbito laboral, se le nombra como JUEZ EXPERTO a fin de revisar y analizar los instrumentos de recopilación de datos.
FICHA DE OBSERVACIÓN	
ENSAYO:	PROCTOR MODIFICADO
Para la observación características físicas del suelo proveniente de calicata N° 01, 02	
Basado en la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene enfoque CUANTITATIVO; Línea de investigación: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.	
RESULTADOS	
Permite verificar la validez del contenido de la recopilación de datos del proyecto de tesis.	
Sin otro particular, agradezco sus aportes.	
	

FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTOS

I. Datos Generales

fecha:	30/09/2022
Validador:	Ing. Christian Joel Mamani Gómez
Cargo:	Consortio Peru - obras "Representación Tecnológica"
Instrumentos a validar:	Ficha de observación de PROCTOR MODIFICADO
Objetivo:	Obtener los valores de PROCTOR MODIFICADO
Autor:	Mario HIDALGO BRUNA

II. Criterios de validación del instrumento

Revisión de ítem del instrumento de recopilación de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la Ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos si menos del 30% de cada ítem, cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems, cumplen con el indicador
3	Bueno (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 la 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 redactadas 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	24	

III. Coeficiente de validez:

$$\frac{D+R+B}{30} = 0.93$$




 Ing. Christian del Usque Torres
 Ingeniero Civil
 CIP. 133623

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS	
Título del proyecto de tesis:	Estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022
ESPECIALISTA	
Estimado:	Ing. Cristhian Joel Mamani Gómez
Detalle:	De acuerdo al perfil profesional y ámbito laboral, se le nombra como JUEZ EXPERTO a fin de revisar y analizar los instrumentos de recopilación de datos.
FICHA DE OBSERVACIÓN	
ENSAYO:	CBR
Para la observación características físicas del suelo proveniente de calicata N° 01, 02	
Basado en la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene enfoque CUANTITATIVO; Línea de investigación: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.	
RESULTADOS	
Permite verificar la validez del contenido de la recopilación de datos del proyecto de tesis.	
Sin otro particular, agradezco sus aportes.	
	

FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTOS

I. Datos Generales

fecha:	30/09/2022
Validador:	Ingr. Cristhón Joel Momoni Gómez
Cargo:	Consejero Perito-obros "Representante legal"
Instrumentos a validar:	Ficha de observación de CBR
Objetivo:	Obtener los valores de CBR
Autor:	Mario HIDALGO BRUNA

II. Criterios de validación del instrumento

Revisión de ítem del instrumento de recopilación de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la Ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de cada ítem, cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems, cumplen con el indicador
3	Bueno (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 la 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 redactadas 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			2	27	

III. Coeficiente de validez:

$$\frac{D+R+B}{30} = 0.97$$




 Ing. Cristhón Joel Momoni Gómez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 123523

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS	
Título del proyecto de tesis:	Estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022
ESPECIALISTA	
Estimado:	Ing. Walter Obando Colla
Detalle:	De acuerdo al perfil profesional y ámbito laboral, se le nombra como JUEZ EXPERTO a fin de revisar y analizar los instrumentos de recopilación de datos.
FICHA DE OBSERVACIÓN	
ENSAYO:	LIMITES DE CONSISTENCIA + ADITIVO
Para la observación características físicas del suelo proveniente de calicata N° 01, 02	
Basado en la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene enfoque CUANTITATIVO; Línea de investigación: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.	
RESULTADOS	
Permite verificar la validez del contenido de la recopilación de datos del proyecto de tesis.	
Sin otro particular, agradezco sus aportes.	
 	
Ing. Walter Obando Colla INGENIERO CIVIL CIP: 115091	

FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTOS

I. Datos Generales

fecha:	30/09/2022
Validador:	Ing. Walter Obando Ccalla
Cargo:	Supervisor de Obra - Municipalidad San Ramón
Instrumentos a validar:	Ficha de observación de LIMITES DE CONSISTENCIA + ADITIVO
Objetivo:	Obtener los valores de LIMITES DE CONSISTENCIA + ADITIVO
Autor:	Mario HIDALGO BRUNA

II. Criterios de validación del instrumento

Revisión de ítem del instrumento de recopilación de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la Ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos si menos del 30% de cada ítem, cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems, cumplen con el indicador
3	Bueno (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 la 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 redactadas 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	24	

III. Coeficiente de validez:

$D+R+B = \frac{0.93}{30}$



Ing. Walter Obando Ccalla
INGENIERO CIVIL
CIR 115091

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS	
Título del proyecto de tesis:	Estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022
ESPECIALISTA	
Estimado:	Ing. Walter Obando Cevallo
Detalle:	De acuerdo al perfil profesional y ámbito laboral, se le nombra como JUEZ EXPERTO a fin de revisar y analizar los instrumentos de recopilación de datos.
FICHA DE OBSERVACIÓN	
ENSAYO:	PROCTOR MODIFICADO + ADITIVO
Para la observación características físicas del suelo proveniente de calicata N° 01, 02	
Basado en la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene enfoque CUANTITATIVO; Línea de investigación: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.	
RESULTADOS	
Permite verificar la validez del contenido de la recopilación de datos del proyecto de tesis.	
Sin otro particular, agradezco sus aportes.	
  Ing. Walter Obando Cevallo INGENIERO CIVIL CIP. 115091	

FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTOS

I. Datos Generales

fecha:	30/09/2022
Validador:	Ing. Walter Obando (Calle)
Cargo:	Supervisor de Obra "Municipalidad San Ramón"
Instrumentos a validar:	Ficha de observación de PROCTOR MODIFICADO + ADITIVO
Objetivo:	Obtener los valores de PROCTOR MODIFICADO + ADITIVO
Autor:	Mario HIDALGO BRUNA

II. Criterios de validación del instrumento

Revisión de ítem del instrumento de recopilación de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la Ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos si menos del 30% de cada ítem, cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems, cumplen con el indicador
3	Bueno (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 la 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 redactadas 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	24	

III. Coeficiente de validez:

$\frac{D+R+B}{30} = 0.93$



Ing. Walter Obando (Calle)
INGENIERO CIVIL
CIP: 115091

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS	
Título del proyecto de tesis:	Estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022
ESPECIALISTA	
Estimado:	Ing. Walter Obando Ccailla
Detalle:	De acuerdo al perfil profesional y ámbito laboral, se le nombra como JUEZ EXPERTO a fin de revisar y analizar los instrumentos de recopilación de datos.
FICHA DE OBSERVACIÓN	
ENSAYO:	CBR + ADITIVO
Para la observación características físicas del suelo proveniente de calicata N° 01, 02	
Basado en la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene enfoque CUANTITATIVO; Línea de investigación: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.	
RESULTADOS	
Permite verificar la validez del contenido de la recopilación de datos del proyecto de tesis.	
Sin otro particular, agradezco sus aportes.	
 	
Ing. Walter Obando Ccailla INGENIERO CIVIL CIP. 115091	

FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTOS

I. Datos Generales

fecha:	30/09/2022
Validador:	Ing. Walter Obando Ccallo
Cargo:	Supervisor de obra "Municipalidad San Ramón"
Instrumentos a validar:	Ficha de observación de CBR + ADITIVO
Objetivo:	Obtener los valores de CBR + ADITIVO
Autor:	Mario HIDALGO BRUNA

II. Criterios de validación del instrumento

Revisión de Item del instrumento de recopilación de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la Ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos si menos del 30% de cada ítem, 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 la 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 redactadas 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			2	27	

III. Coeficiente de validez:

$\frac{D+R+B}{30} = 0.97$



Ing. Walter Obando Ccallo
INGENIERO CIVIL
CIP: 115081

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS	
Título del proyecto de tesis:	Estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022
ESPECIALISTA	
Estimado:	<i>Ing. Grover Corzales Torres</i>
Detalle:	De acuerdo al perfil profesional y ámbito laboral, se le nombra como JUEZ EXPERTO a fin de revisar y analizar los instrumentos de recopilación de datos.
FICHA DE OBSERVACIÓN	
ENSAYO:	LIMITES DE CONSISTENCIA + ADITIVO
Para la observación características físicas del suelo proveniente de calicata N° 01, 02	
Basado en la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene enfoque CUANTITATIVO; Línea de investigación: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.	
RESULTADOS	
Permite verificar la validez del contenido de la recopilación de datos del proyecto de tesis.	
Sin otro particular, agradezco sus aportes.	
	

FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTOS

I. Datos Generales

fecha:	30/09/2022
Validador:	Ingr. Grouer Carrizales Torres
Cargo:	Presidente de Oficina de Gobierno Regional Puno
Instrumentos a validar:	Ficha de observación de LIMITES DE CONSISTENCIA + ADITIVO
Objetivo:	Obtener los valores de LIMITES DE CONSISTENCIA + ADITIVO
Autor:	Mario HIDALGO BRUNA

II. Criterios de validación del instrumento


Revisión de ítem del instrumento de recopilación de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la Ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos si menos del 30% de cada ítem, cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems, cumplen con el indicador
3	Bueno (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 la 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 redactadas 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			2	27	

III. Coeficiente de validez:

$$\frac{D+R+B}{30} = 0.97$$

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS	
Título del proyecto de tesis:	Estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022
ESPECIALISTA	
Estimado:	<i>Ing. GÓMEZ CARRIZALES TORRES</i>
Detalle:	De acuerdo al perfil profesional y ámbito laboral, se le nombra como JUEZ EXPERTO a fin de revisar y analizar los instrumentos de recopilación de datos.
FICHA DE OBSERVACIÓN	
ENSAYO:	PROCTOR MODIFICADO + ADITIVO
Para la observación características físicas del suelo proveniente de calicata N° 01, 02	
Basado en la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene enfoque CUANTITATIVO; Línea de investigación: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.	
RESULTADOS	
Permite verificar la validez del contenido de la recopilación de datos del proyecto de tesis.	
Sin otro particular, agradezco sus aportes.	
	

FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTOS

I. Datos Generales

fecha:	20/09/2022
Validador:	Dra. Guoher Carrizosa Torres
Cargo:	Presidente de Cere - Gobierno Regional Puno
Instrumentos a validar:	Ficha de observación de PROCTOR MODIFICADO + ADITIVO
Objetivo:	Obtener los valores de PROCTOR MODIFICADO + ADITIVO
Autor:	Mario HIDALGO BRUNA

II. Criterios de validación del instrumento

Revisión de ítem del instrumento de recopilación de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la Ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos si menos del 30% de cada ítem, cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems, cumplen con el indicador
3	Bueno (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 la 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 redactadas 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	24	

III. Coeficiente de validez:

$\frac{D+R+B}{30} = 0.93$	
---------------------------	--

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS	
Título del proyecto de tesis:	Estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, Arapa, Azángaro, Puno, 2022
ESPECIALISTA	
Estimado:	<i>Ing. Grover Carrizales Torres</i>
Detalle:	De acuerdo al perfil profesional y ámbito laboral, se le nombra como JUEZ EXPERTO a fin de revisar y analizar los instrumentos de recopilación de datos.
FICHA DE OBSERVACIÓN	
ENSAYO:	CBR + ADITIVO
Para la observación características físicas del suelo proveniente de calicata N° 01, 02	
Basado en la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene enfoque CUANTITATIVO; Línea de investigación: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.	
RESULTADOS	
Permite verificar la validez del contenido de la recopilación de datos del proyecto de tesis.	
Sin otro particular, agradezco sus aportes.	
	

FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTOS

I. Datos Generales

fecha:	30/09/2022
Validador:	M. GONZÁLEZ TORRES
Cargo:	Residente de CBR + Aditivo Regional Prov.
Instrumentos a validar:	Ficha de observación de CBR + ADITIVO
Objetivo:	Obtener los valores de CBR + ADITIVO
Autor:	Mario HIDALGO BRUNA


II. Criterios de validación del instrumento

Revisión de ítem del instrumento de recopilación de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la Ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos si menos del 30% de cada ítem, cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems, cumplen con el indicador
3	Bueno (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 la 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 redactadas 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				30	

III. Coeficiente de validez:

$\frac{D+R+B}{30} = 1.00$	
---------------------------	--

ANEXO 4: Informe de ensayos de laboratorio



"ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022"

LABORATORIO REGIONAL
ANÁLISIS DE SUELOS, OBRAS DE
INSTRUMENTACIÓN, CONCRETO Y MATERIAS

ESTUDIO GEOTECNICO DE CALICATAS

TESIS : "ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022"

SOLICITA : BACH. MARIO HIDALGO BRUNA

CONTIENE :

1. Ensayos de las Características Físicas del Suelo

- Perfil textométrico
- Contenido de Humedad.
- Granulometría.
- Límite Líquido.
- Límite Plástico.
- Índice de Plasticidad.
- Proctor Modificado
- CBR
- Clasificación SUCS, AASHTO

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2022

CONTENIDO

1 GENERALIDADES	3
1.1 INTRODUCCIÓN.....	3
1.2 OBJETIVO.....	3
1.3 UBICACIÓN.....	4
1.4 ACCESIBILIDAD.....	4
1.4.1 TRABAJOS DE CAMPO.....	6
1.4.2 EXCAVACIÓN DE CALICATAS.....	6
1.4.3 ENSAYOS EN LABORATORIO.....	7
1.4.4 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS CALICATAS.....	8
2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	9
2.1 CONCLUSIONES.....	9
2.2 RECOMENDACIONES.....	9
3. PANEL FOTOGRAFICO	11



INFORME DE ESTUDIO GEOTECNICO

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN.

Los trabajos de mecánica de suelos realizados en canteras para el Proyecto: "ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022". Se desarrollaron con la finalidad de investigar las características de los materiales que permitan establecer que canteras serán utilizadas como capa estructural (afirmado) que servirá como superficie de rodadura. Seleccionando únicamente aquellas que demuestren que la cantidad y calidad del material existente sean los adecuados y suficientes para la construcción de la vía para la ejecución de las partidas inmensas en el presente mantenimiento vial.

Los trabajos de campo se orientan a explorar la calidad y propiedades de las canteras, mediante la toma de muestras de las canteras. Se tomaron muestras disturbadas de cada una de las canteras, las mismas que fueron transportadas al laboratorio que alquilo los equipos para sus análisis correspondientes.

Los trabajos de laboratorio se orientarán a determinar las características físicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo, que servirán de base para determinar las características de cada tipo de cantera y definir su uso como afirmado u otros fines.

1.2 OBJETIVO.

El objetivo del presente informe es el de determinar las características físicas mecánicas de los materiales a utilizar en el mantenimiento vial, con el fin de obtener un pavimento a nivel de Afirmado tal que brinde a la vía una servicialidad adecuada, confort y seguridad con materiales apropiados que garanticen la vida útil; así mismo se determinará las canteras (Afirmado, afirmado mejorado, etc.), y que cumplan con los requerimientos técnico mínimos exigidos en las normas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones con las cantidades necesarias para el requerimiento del servicio.



Dr. JULIO ESTEBAN ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

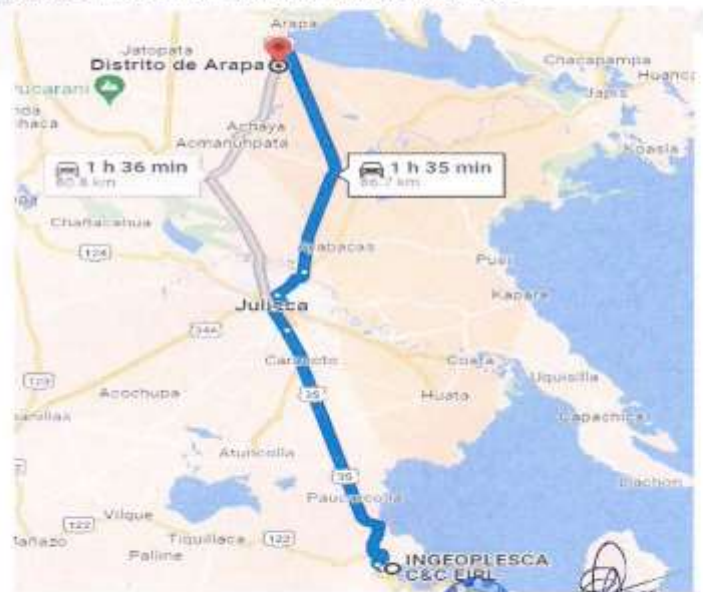
1.3 UBICACIÓN.

ApiSSI se encuentra ubicado en las coordenadas 15° 11' 33.9" S, 70° 7' 23.4" W. Este distrito se encuentra situado en la Provincia de Melgar, en la zona norte del departamento de Puno y en la parte sur del territorio peruano.

Noroeste: distrito de San Antón	Norte: distrito de San Antón y distrito de Muñani	Noreste: distrito de Muñani
Oeste: distrito de San Antón y distrito de Asillo		Este: distrito de Muñani
Suroeste distrito de Asillo	Sur: distrito de Azángaro	Sureste: distrito de Azángaro

1.4 ACCESIBILIDAD.

Para llegar al inicio del camino vecinal materia del presente servicio, se realiza desde Puno, pasando por las ciudades de Juliaca, para luego empalmarse con el inicio del tramo en la ciudad de Arapa. La distancia es de 87 Km y un tiempo estimado de 1 hora y 40 minutos de viaje en camioneta.



DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZURIGA - JR. VELA VELA N° 420
 TELEFONO: 051 - 365471.
 CELULAR: RPM #956607320 - 953704660
 CORREO : ingeoplesca_cyc@hotmail.com
 PUNO - PERU



Dr. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
 CIP. 91558
 ESPECIALIDAD EN COLAS Y PAVIMENTOS
 GEOTECNIA

CUADRO DE RESUMEN N°01: DISTANCIAS DE ACCESIBILIDAD

N°	TRAMO	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (Hrs.)	TIPO DE VIA	VIA PRINCIPAL
1	PUNO – JULIACA	42.8	0:52	Asfaltado	PUNO – JULIACA
2	JULIACA – ARAPA	48.7	0:38	Asfaltado	CARR. JULIACA AZANGARO

1.5.- CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA. -

El clima de las localidades corresponde a una zona con clima frío, características de la zona- teniéndose la época de lluvias entre los meses de Setiembre - abril mientras que la época de estiaje es entre los meses de mayo y agosto.

GEOLOGÍA DEL ÁREA EN ESTUDIO

GEOLOGÍA LOCAL

DEPOSITOS ALUVIALES

Estos depósitos se encuentran relacionados a fondos de valle, depresiones, llanuras y laderas de montaña, aquí se observan litologías como: arcillas y limos, arenas y gravas no consolidadas depositadas por la corriente de los ríos flujos de agua y corriente laminares todas ellas incluyen sedimentos fluviales y coluviales. En los valles principales los sedimentos coluviales y los depósitos fluviales jóvenes con los más antiguos, pueden distinguirse perfectamente.

Las llanuras aluviales consisten predominantemente de arenas bien clasificadas derivadas en parte de los retrabajamientos de depósitos lacustrinos antiguos. En las áreas de tierras altas muchos de estos materiales aluviales han sido derivados del reatrabajamiento de detritos glaciares de morrena y de fluvioglaciares de bloques de grava inconsolidados y de gravas de canto que han rellenado muchos valles.

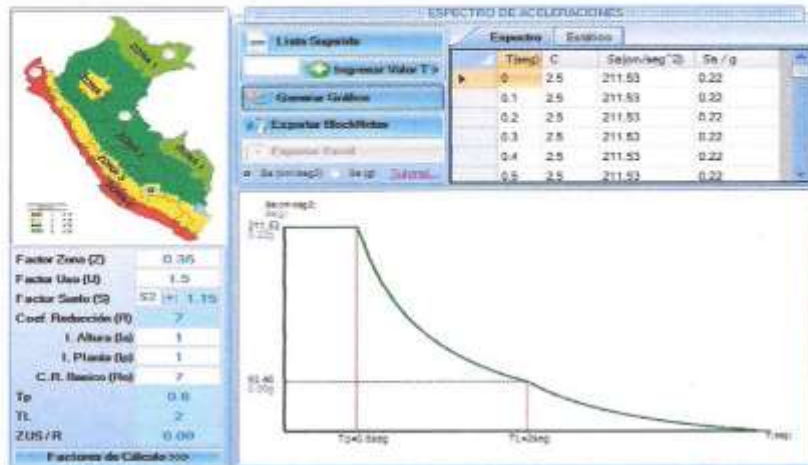
SISMICIDAD

El Perú por estar comprendido como una de las regiones de más alta actividad sísmica, forma parte del Cinturón Circumpacífico, que es una de las zonas sísmicas más activas del mundo.

De acuerdo al Mapa del Reglamento Nacional de Edificaciones, Normas de Diseño Sismo-resistente [1] y del mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú y basándose en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y recientes sismos, se concluye que el área de estudio se encuentra dentro de la Zona de alta Sismicidad (Zona 3) por lo que se deberá tener presente la posibilidad

de que ocurran sismos de gran magnitud, con intensidades moderadas como de VII a IX en la Escala de Mercalli Modificada.

Según las características geológicas y de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones, se tiene:



1.4.1 TRABAJOS DE CAMPO.

El estudio de calicatas se realizó con la finalidad de conocer las propiedades de los materiales utilizados para la conformación del afirmado y que deberán satisfacer las necesidades del camino en mención respecto de la calidad.

Se realizaron calicatas exploratorias; de las cuales se retiraron muestras representativas de la conformación del afirmado en cantidades necesarias para ser estudiadas y procesadas en laboratorio.

1.4.2 EXCAVACIÓN DE CALICATAS.

En cada cantera se han realizado excavación de calicatas, con un total de 02 calicatas para determinar las características del material.

En cada calicata, se ha realizado el registro y/o perfil estratigráfico (ver anexos), describiendo el tipo de material encontrado: clasificación técnica; forma del material; color; porcentaje de bolonería y presencia de material orgánico; contenido de humedad. En cada calicata se extrajo muestras representativas para su evaluación en el laboratorio.



CUADRO DE RESUMEN N°03: CALICATAS EN LAS CANTERAS REALIZADAS

CANTERA N°	COORDENADAS WGS84	
	N	E
CALICATA 1	8385829	340259
CALICATA 2	8388596	336660

1.4.3 ENSAYOS EN LABORATORIO.

Los trabajos de laboratorio permitirán evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos mecánicos y químicos. Las muestras disturbadas de suelos, provenientes de cada una de las exploraciones, serán sometidas a ensayos de acuerdo a las recomendaciones de la American Society of Testing and Materials (ASTM).

Los ensayos de laboratorio para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales de cantera; se efectuarán de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras el MTC (EM-2000) y son:

- Análisis granulométricos por tamizado
- Límite Líquido
- Límite e Índice Plástico
- Relación Humedad – Densidad (Proctor modificado)
- Contenido de humedad
- Clasificación SUCS
- Clasificación AASTHO

- ASTM D - 422, MTC E 107
- ASTM D - 4318, MTC E 110
- ASTM D - 4318, MTC E 111
- ASTM D - 1557
- ASTM D - 2216, MTC E 108
- ASTM D - 2487
- ASTM D - 328

Propiedades Físicas

Cabe notar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos que permiten su Clasificación de Suelos por el Método SUCS y AASHTO.

El sistema más usual de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

El Sistema de Clasificación para Construcción de Carreteras AASHTO, es también muy usado de manera general. Los suelos pueden ser también clasificados en grandes grupos, pueden ser Morosos. De grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi cohesivo y no cohesivo.

Otra característica importante de los suelos es su humedad natural, puesto que la resistencia de los suelos de subrasante, en especial de los finos, se encuentra



INGEOPLESKA CONSULTORA Y CONSTRUCTORA
INGE. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
 C.º 90558
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 GEOTECNIA

directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estas suetas presentan.

Con los resultados de propiedades físicas y análisis granulométrico, se presenta el cuadro "Clasificación de Materiales de Canteras", que resume los resultados principales de los materiales ensayados, incluyendo las clasificaciones RUCR y ASTM.

Propiedades Mecánicas

Los ensayos que permiten determinar la resistencia de los suetas o comportamiento frente a las sollicitaciones de carga.

Ensayo de Fricción Modificado (ASTM D-1557)

El ensayo de Fricción Modificado, se efectúa para obtener un último contenido de humedad, para lo cual se consigue la máxima densidad seca del sueta con una compactación determinada. Este ensayo se debe realizar antes de usar el agregado sobre el terreno, para así saber qué cantidad de agua se debe agregar para obtener la mejor compactación.

CUADRO DE RESULTADOS

FIGURAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL MATERIAL DE TERRENO DE LAS CALICATAS														
CANTON	ASTM	W _p	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅	G ₆	G ₇	G ₈	G ₉	G ₁₀	ASTM	W _p
CALICATA 1	87	20.00	11.40	0.07	0.00	1.10	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	87	18.76 gravel
CALICATA 2	87	27.00	11.00	11.00	0.00	1.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	87	18.76 gravel

Figura: Distribución de los resultados

1.4.4 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS CALICATAS

Se realizó el levantamiento con GPS de las canteras, las suetas van a ser utilizadas en el mantenimiento vial para de esta manera determinar los volúmenes y potencia del banco de materiales, de igual manera se definió a través de coordenadas UTM dichas canteras.

Las canteras a ser usadas en el camino vial serán evaluadas para medir la calidad (potencia, rendimiento y accesibilidad, estado de las vías de acceso y por el aspecto legal (sine dependencia)

De igual manera se calculó el volumen de material utilizado y depositado, el perfilo y consistencia de utilización y el rendimiento por cada uso.



el proceso de explotación y su disponibilidad para proporcionar los distintos materiales para ser utilizados.

La calidad de los agregados de las Canteras estará dada por el cumplimiento de la totalidad de las Especificaciones Técnicas de acuerdo al uso que se propone. En los párrafos siguientes se describirán las canteras que se proponen para ser utilizadas en la ejecución del mantenimiento vial:

2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.1 CONCLUSIONES

- 1.- El estudio de calicatas comprendió la ubicación, investigación y comprobación de las propiedades física - mecánicas de los materiales para los diferentes usos propuestos.
- 2.- Se realizaron la evaluación de Calicatas que son para los trabajos del Proyecto: "ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022" las cuales con los resultados de ensayos efectuados se han realizado el perfil estratigráfico (ver anexos).
- 3.- Dado la naturaleza de los estratos, donde el suelo tiene una matriz que está conformado por Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos y Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla (GP-GC).

RESUMEN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL MATERIAL DE TERRENO DE LAS CANTERAS													
CANTERA N°	ESTRATO	N°4	N° 10	N°40	N°200	H.N.	LL.	L.P.	I.P.	ASSHTO	SUCS	D. M	H. O
CALICATA 1	01	39.86	12.46	8.51	5.02	1.73	33.51	19.91	13.60	A-2-6 (0)	GP-GC	2.098 gr/cm 3	9.50%
CALICATA 2	01	47.36	17.84	11.83	6.35	1.88	38.20	24.49	13.71	A-2-6 (0)	GP-GC	2.090 gr/cm 3	9.00%

- 4.- Las calicatas seleccionadas son aquellas que presentan materiales cuya cantidad y calidad del material existente son adecuadas.
- 5.- Se determino que estas muestras provenían del Afirmado, mismos que a los que fueron mejorados para garantizar la mejora de las propiedades físicas.

2.2 RECOMENDACIONES

- 1.- Por lo expuesto anteriormente, y bajo responsabilidad de los ejecutores del servicio, se recomienda efectuar el control permanente de las características físico-mecánicas de los agregados usados en la conformación del afirmado.



Ing. JUAN ESCOBEDO ARIZACA
CUI 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

- 2.- La utilización de los valores arriba mencionadas, dependerá de acuerdo con los, criterios del Ing. Residente y el Ing. Supervisor.
- 3.- Para cumplir adecuadamente con el Control de Calidad del servicio de mantenimiento (materiales y proceso constructivo), es indispensable el cumplimiento estricto de las Especificaciones Técnicas.
- 4.- Cabe mencionar que los puntos no contemplados en las Especificaciones del presente estudio, deben estar en concordancia con las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras del MTC (EG — 2013).
- 5.- Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán efectuar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá ejecutarlos en la vía.
- 6.- La buena calidad depende de que se efectúe un Control permanente y oportuno de los parámetros de calidad de los materiales antes y durante la ejecución del servicio (proceso constructivo).



3. PANEL FOTOGRAFICO



EN LA FOTO SE OBSERVA LOS EQUIPOS DE LABORATORIO PARA REALIZAR LOS ENSAYOS DE GRANULOMETRIA Y EL PERSONAL TECNICO DE LABORATORIO.



EN LA FOTO SE OBSERVA LOS EQUIPOS DE LABORATORIO PARA REALIZAR LOS ENSAYOS DE LIMITES DE CONSISTENCIA PERSONAL TECNICO PREPARANDO MUESTRAS.

CALICATA N°01 SIN ADITIVO



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS . CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE CALICATAS

TESIS	: ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APESSI ARAPA, AZANGARÓ, PUNO 2002*	FECHA	: 22/02/02
UBICACIÓN	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARÓ, DEP. PUNO.	ING. RESPONS.	: J.E.A
MUESTRA	: CALICATA No 1	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD PATAPAMPA	TECNICO	: LA.E.P

CALICATA N°	: CALICATA No 1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
SECTOR	: COMUNIDAD PATAPAMPA	ANCHO	: 1.00 m
PROGRESIVA	: 1+000	LARGO	: 1.00 m
LADO	: IZQUIERDO	PROFUNDIDAD	: 1.50 m
MUESTRA DE	: CALICATA ALTERADA		

PROF.	SIMB.	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS									
			% QUE PASA N° DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LÍQUIDO	LIMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	SUS	ASTHO
			4	10	40	200						
-0.10		Estrato conformado por Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o en finos y Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	39.86	12.46	8.51	5.02	1.73	33.51	19.91	13.60	GP-GC	A-2-6 (0)
-0.20												
-0.30												
-0.40												
-0.50												
-0.60												
-0.70												
-0.80												
-0.90												
-1.00												
-1.10												
-1.20												
-1.30												
-1.40												
-1.50												
-1.60												
-1.70												
-1.80												
-1.90												
-2.00												
-2.10												
-2.20												
-2.30												
-2.40												
-2.50												
-2.60												
-2.70												
-2.80												
-2.90												
-3.00												
-3.10												

Observaciones: MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP: 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZURIGA - JR. VELA VELA N° 420
TELEFONO: 051 - 385471, CELULAR: RPM #986687520 - 953704606
PUNO - PERU

Jr. CUSCO N° 308 AYAVIRI
CELULAR: 960063836

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS	: ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRAJE, PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APSOL ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022	FECHA	: 22/9/2022
UBICACIÓN	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. RESPONS.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 01	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD PATAPAMPA	TECNICO	: L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	1	1		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	8,424.00	8,424.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	8,204.00	8,204.00		
Agua	Gr.	130.00	130.00		
Peso del Tarro	Gr.	770.00	770.00		
Suelo Seco	Gr.	7,524.00	7,524.00		
% de Humedad	%	1.73	1.73		
% de Humedad promedio	%			1.73	

Observaciones:



ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS	: * ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APSSS, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022*	FECHA	: 22/6/2022
UBICACIÓN	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. ESPECIALISTA	: J.E.A
MUESTRA	: CALICATA N° 01	ASIST. GEOTECNIA	:
SECTOR	: COMUNIDAD PATAPAMPA	TECNICO	: L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	193.00	2.57	2.57	97.43
1 1/2"	38.10	234.00	3.11	5.68	94.32
1"	25.40	2,241.00	29.78	35.46	64.54
3/4"	19.05	784.00	10.15	45.61	54.39
1/2"	12.70	1,093.00	14.53	60.14	39.86
3/8"	9.53	710.00	9.44	69.58	30.42
1/4"	6.35	0.00	0.00	69.58	30.42
N° 4	4.76	1,094.00	14.54	84.12	15.88
N° 6	3.36	0.00	0.00	84.12	15.88
N° 8	2.38	0.00	0.00	84.12	15.88
N° 10	2.00	107.88	3.42	87.54	12.46
N° 16	1.19	0.00	0.00	87.54	12.46
N° 20	0.84	76.76	2.44	89.98	10.02
N° 30	0.59	0.00	0.00	89.98	10.02
N° 40	0.43	47.70	1.52	91.49	8.51
N° 50	0.30	0.00	0.00	91.49	8.51
N° 80	0.18	0.00	0.00	91.49	8.51
N° 100	0.15	70.64	2.24	93.74	6.26
N° 200	0.07	39.31	1.25	94.99	5.02
-200.00		157.91	5.02	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.	
DATOS INICIALES	
Peso Inicial	: 7,524.00
Peso Fracción	: 500.00
RESULTADOS DEL ENSAYO	
Limite Líquido	: 33.51 %
Limite Plástico	: 19.91 %
Índice Plástico	: 13.60 %
CLASIFICACION DE SUELOS:	
AASHTO	: A-2-6 (0)
SUCS	: GP-GC
IG	: 0
CC	:
CU	:
Hum. Natural	: 1.73 %
Dens. Proctor	: 2,098 gr/cm3
Cont. H. Optima	: 9.50 %
C.B.R. Al 100%	:
C.B.R. Al 95%	:
EQUIV. ARENA.	:
ABR. ANGELES.	:

Estrato conformado por Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos y Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla





EDUARDO ARIZACA
 CIP 00558
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022	FECHA	: 22/9/2022
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. RESPON.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 01	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD PATAPAMPA	TECNICO	: I.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	52	1		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	39.14	42.55		
T. + Suelo Seco	Gr.	33.40	35.88		
Agua	Gr.	5.74	6.67		
Peso del Tarro	Gr.	15.20	16.22		
Suelo Seco	Gr.	18.20	19.66		
% de Humedad	%	31.54	33.93		
Nro. De Golpes	N°	29	23		

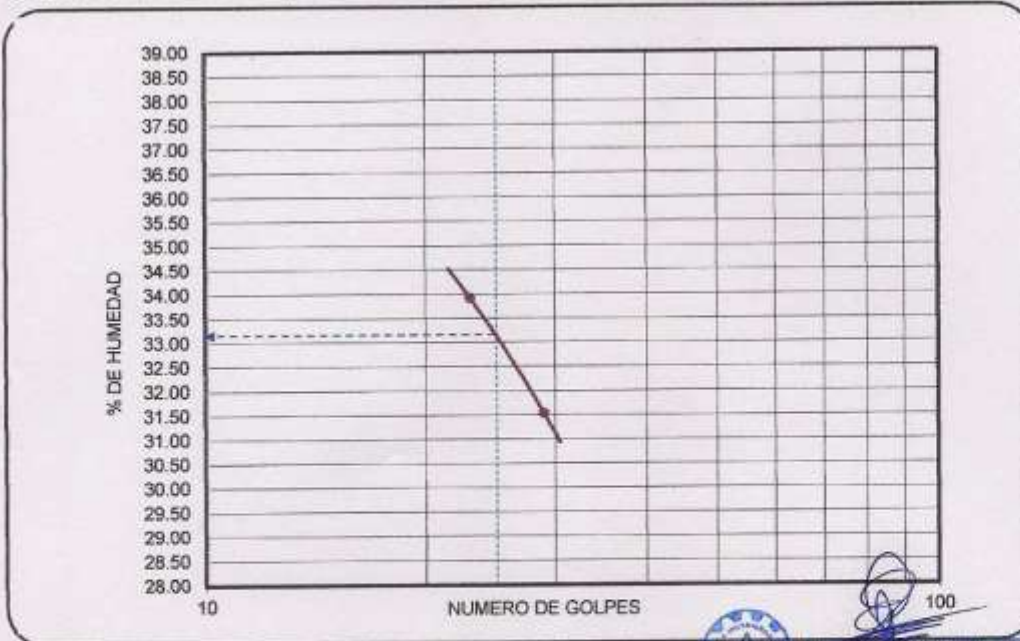
LIMITE PLASTICO (MTC E111 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	3	3		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.06	17.06		
T. + Suelo Seco	Gr.	16.62	16.62		
Agua	Gr.	0.44	0.44		
Peso del Tarro	Gr.	14.41	14.41		
Suelo Seco	Gr.	2.21	2.21		
% de Humedad	%	19.91	19.91		
Humedad Promedio	%		19.91		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.121} = 32.89 \%$
DONDE
 LL = Límite Líquido
 Wn = Contenido de humedad prom
 N = Número de Golpes

L.L.	33.51 %
L.P.	19.91 %
I.P.	13.60 %



ING. JUAN ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90658
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - 2000, ASTM D 1557

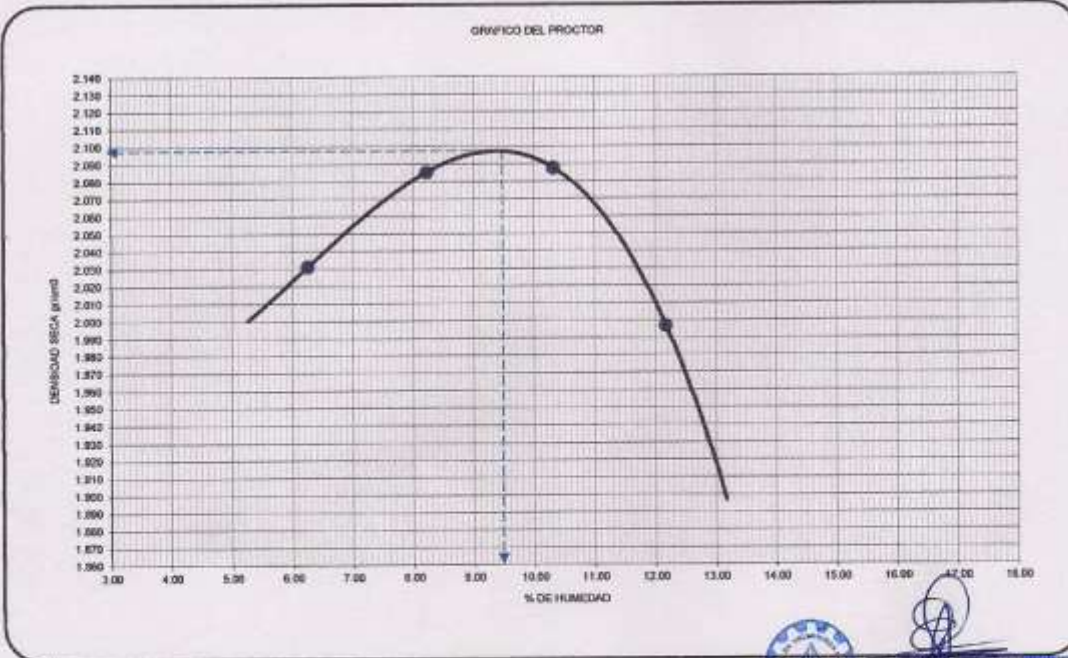
TESIS	: "ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022"	FECHA	: 22/9/2022
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. ESPECIALISTA	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 01	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD PATAPAMPA	TECNICO	: L.A.E.P.

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde + Muestra	gr.	8,988.00	9,200.00	9,299.00	9,163.00
Peso del Molde	gr.	4,345.00	4,345.00	4,345.00	4,345.00
Peso de la muestra compacta	gr.	4,643.00	4,855.00	4,954.00	4,818.00
Volumen del molde	cc.	2,151.00	2,151.00	2,151.00	2,151.00
Densidad Humeda	gr/cc.	2.16	2.26	2.30	2.24
Contenido de Humedad	%	6.26	8.23	10.32	12.17
Densidad Seca	gr/cc.	2.031	2.086	2.088	1.997

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro	N°	2	2	7	7	12	12	58	58
Peso del Tarro	gr.	14.46	14.46	14.95	14.96	15.01	15.01	14.41	14.41
Peso del Tarro + Suelo Humedo	gr.	187.18	187.18	171.38	171.38	181.28	181.28	191.33	191.33
Peso del Tarro + Suelo Seco	gr.	177.01	177.01	159.49	159.49	165.72	165.72	172.13	172.13
Peso del Agua	gr.	10.17	10.17	11.89	11.89	15.56	15.56	19.20	19.20
Peso del Suelo Seco	gr.	162.55	162.55	144.53	144.53	150.71	150.71	157.72	157.72
Contenido de Humedad	%	6.26	6.26	8.23	8.23	10.32	10.32	12.17	12.17
Promedio de Humedad	%	6.26		8.23		10.32		12.17	

MÉTODO	"D"	DENSIDAD MÁXIMA	2.098 gr/cm ³	HUMEDAD OPTIMA	9.50 %
---------------	-----	------------------------	--------------------------	-----------------------	--------



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90568
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)
MTC E 139 - 2000

TESIS	ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APUSSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022*
SOLICITANTE	: BACH. MARIO HIDALGO BRUNO
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.
MUESTRA	: CALICALA N° 1
Sector	: COMUNIDAD PATAPAMPA

FECHA	: 22/9/2022
ING. JEFE PROYECTO.	
ING. RESPONS.	: J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA.	
TECNICO	: I.A.E.P.

COMPACTACION

MOLDE N°	1		2		3	
	5		25		12	
N° DE CAPAS						
N° DE GOLPES / CAPA	55		25		12	
COND. DE LA MUEST.	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO MOLDE + SUELO H.	13,444	13,500	13,225	13,470	12,959	13,109
PESO DEL MOLDE	8,540	8,540	8,581	8,581	8,565	8,565
PESO DEL SUELO HUM.	4,904	4,960	4,644	4,889	4,434	4,544
VOLUMEN DEL SUELO	2,126	2,126	2,113	2,113	2,122	2,122
DENSIDAD HUMEDA	2.31	2.33	2.20	2.31	2.09	2.14
DENSIDAD SECA	2.087	2.111	2.00	1.96	1.83	1.82
TARRO N°	10	58	11	152	12	13
TARRO + SUELO HUM.	138.02	115.36	125.36	103.48	139.89	128.31
TARRO + SUELO SECO	126.38	106.85	115.31	90.06	124.18	111.31
AGUA	11.64	9.51	10.05	13.43	15.71	17.00
PESO DEL TARRO	15.64	15.47	14.89	15.15	15.64	15.64
PESO DEL SUELO SECO	110.74	90.38	100.42	74.91	108.54	96.67
% DE HUMEDAD	10.51	10.52	10.01	17.83	14.47	17.77
% DE HUM. PROMEDIO	10.51	10.52	10.01	17.93	14.47	17.77

EXPANSION = 16.64 %

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
22-09-22	11:00	00:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23-09-22	11:00	24:00	12.00	12.00	10.60	18.00	18.00	15.80	19.00	19.00	16.78
24-09-22	11:00	48:00	13.50	13.50	11.93	19.00	19.00	16.76	20.00	20.00	17.67
25-09-22	11:00	72:00	14.00	14.00	12.37	20.50	20.50	18.11	22.00	22.00	19.43

PENETRACION

PENET. Pulg.	CARGA estd. PSI	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION	
		CARGA Lb.	Lb	Psi	%	CARGA Lb.	Lb	Psi	%	CARGA Lb.	Lb	Psi	%
0.000		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.025		173.00	1,758	601		202.77	2,984	1,013		280.00	2,806	990	
0.050		544.00	5,492	1,877		583.54	5,894	1,946		300.00	3,943	1,347	
0.075		900.00	9,078	3,192		766.39	7,933	2,711		498.00	5,030	1,719	
0.100	1,000	1208.00	12,178	4,161	41.61%	956.50	10,053	3,435	34.35%	591.00	5,996	2,039	
		1356.00	13,668	4,670		1212.54	12,223	4,177		681.00	6,671	2,279	
		1904.00	19,184	6,555		1354.30	13,650	4,894		741.00	7,476	2,655	
		2205.00	22,214	7,591		1452.18	14,536	5,001		813.00	8,201	2,802	



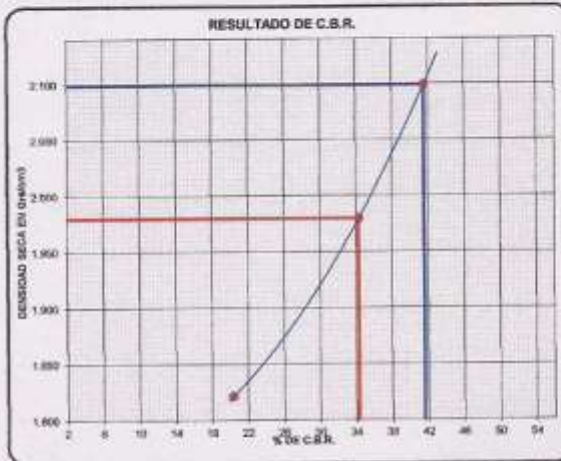
Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP: 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)
MTC E 139 - 2000

TESIS	ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRAZOL PARA EL MEJORAMIENTO DE
SOLICITANTE	CARRETERA AFIRMADA PATATEMBA - APISSE, ARAPA, AZANGARO, PUNO 3027
UBICACION	RASH. MARIO HIDALGO BRUNO
MUESTRA	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO,
Sector	: CALICATA N° 1
	: COMUNIDAD PATATEMBA

Metodo de compactación	T-180 "D"
Máxima Densidad Seca (gr/cc)	2.098
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.50%
CBR 100% MDS	41.6%
CBR 95% MDS	34.4%



ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR

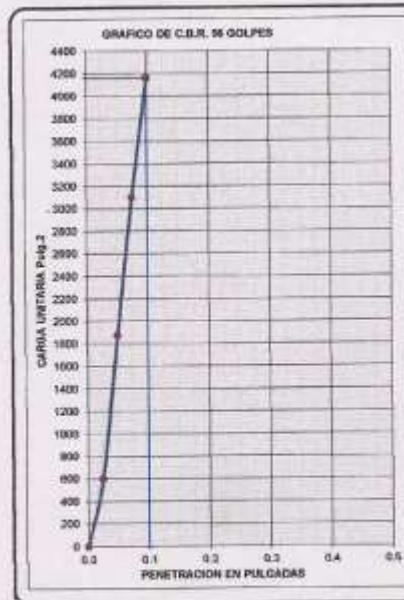
METODO DE COMPACTACION	D
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.098
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.50%
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.99

COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES

MOLDE N°	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	10
DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.099	1.980	1.822
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.5	10.0	14.5
C.B.R. %	0.1"	41.6	34.4
C.B.R. %	0.2"		20.4

RESULTADOS

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	41.6	0.2"
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	34.4	0.2"




Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
C.P. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CALICATA N°01 + 0.4 L/m3 CON ADITIVO



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESES	ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA AZANGARO, PUNO 2022	FECHA	22/9/2022
UBICACION	DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. RESPON.	J.E.A.
MUESTRA	CALICATA N° 01 + 0.4 L/m3	ASIST. GEOTECNIA	0
SECTOR	COMUNIDAD PATAPAMPA	TECNICO	L.A.P.

LIMITE LIQUIDO (MTCE 110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	52	22
T. + Suelo Húmedo	Gr.	38.59	41.84
T. + Suelo Seco	Gr.	32.77	35.19
Agua	Gr.	5.82	6.65
Peso del Tarro	Gr.	15.15	15.44
Suelo Seco	Gr.	17.62	19.75
% de Humedad	%	33.03	33.67
Nro. De Golpes	N°	31	24

LIMITE PLASTICO (MTCE 111 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	3	3
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.16	17.16
T. + Suelo Seco	Gr.	16.64	16.64
Agua	Gr.	0.52	0.52
Peso del Tarro	Gr.	14.41	14.41
Suelo Seco	Gr.	2.23	2.23
% de Humedad	%	23.32	23.32
Humedad Promedio	%	23.32	

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.121} = 33.74 \%$

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

LL = Límite Líquido
W_n = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

LL	33.50 %
L.P.	23.32 %
I.P.	10.18 %



Ing. JUAN VESGODEO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZUÑIGA - JR. VELA VELA N° 420
TELÉFONO: 051 - 365471, CELULAR: RPM #958667520 - 953704600
PUNO - PERÚ

Jr. CUSCO N° 366 AYAVIRI
CELULAR: 960063638

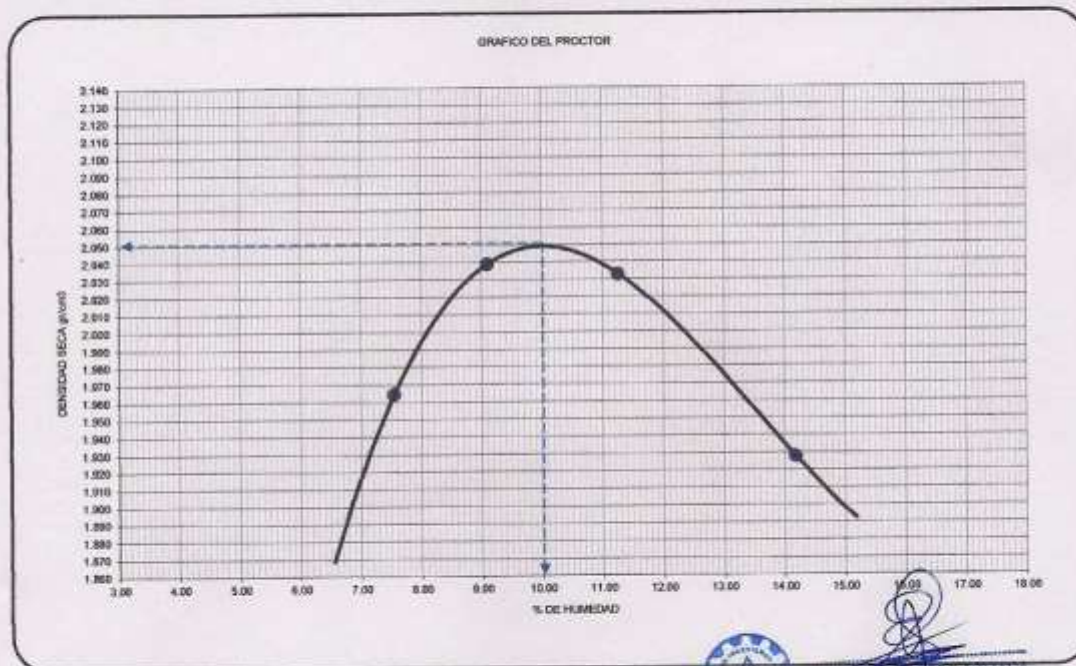
**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - 2000, ASTM D 1557**

TESIS	: ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022"	FECHA	: 22/9/2022
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. ESPECIALISTA	: JEA
MUESTRA	: CALICATA N° 01 + 0.4 L/M3	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD PATAPAMPA	TECNICO	: LAEP

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde + Muestra	gr.	8,890.00	9,130.00	9,210.00	9,080.00
Peso del Molde	gr.	4,345.00	4,345.00	4,345.00	4,345.00
Peso de la muestra compacta	gr.	4,545.00	4,785.00	4,865.00	4,735.00
Volumen del molde	cc.	2,151.00	2,151.00	2,151.00	2,151.00
Densidad Humeda	gr/cc.	2.11	2.22	2.26	2.20
Contenido de Humedad	%	7.55	9.10	11.26	14.18
Densidad Seca	gr/cc.	1.965	2.039	2.033	1.928

CONTENIDO DE HUMEDAD									
Tarro	N°	5	5	9	9	11	11	16	16
Peso del Tarro	gr.	15.24	15.24	14.58	14.58	15.36	15.36	16.10	16.10
Peso del Tarro + Suelo Humedo	gr.	189.21	189.21	173.34	173.34	184.47	184.47	194.81	194.81
Peso del Tarro + Suelo Seco	gr.	177.00	177.00	160.10	160.10	167.36	167.36	172.62	172.62
Peso del Agua	gr.	12.21	12.21	13.24	13.24	17.11	17.11	22.19	22.19
Peso del Suelo Seco	gr.	161.76	161.76	145.52	145.52	152.00	152.00	156.52	156.52
Contenido de Humedad	%	7.55	7.55	9.10	9.10	11.26	11.26	14.18	14.18
Promedio de Humedad	%	7.55		9.10		11.26		14.18	

MÉTODO	"D"	DENSIDAD MÁXIMA	2.050 gr/cm3	HUMEDAD OPTIMA	10.00 %
--------	-----	-----------------	--------------	----------------	---------



Ing. ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)
MTC E 139 - 2000

TESIS	ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRAZIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022*	FECHA	: 22/9/2022
SOLICITANTE	: BACH. MARIO HIDALGO DRUÑO	ING. JEFE PROYECTO	
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. RESPON.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICALA N° 1 + 0.4 Mts TERRAZIL	ASIST. GEOTECNIA	
Sector	: COMUNIDAD PATAPAMPA	TECNICO	: I.A.E.P.

COMPACTACION

MOLDE N° N° DE CAPAS N° DE GOLPES / CAPA	1 5 50		2 5 25		3 5 12	
	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
COND. DE LA MUEST.						
PESO MOLDE + SUELO H.	13,350	13,400	13,250	13,500	13,100	13,200
PESO DEL MOLDE	8,540	8,540	8,580	8,590	8,660	8,560
PESO DEL SUELO HUM.	4,810	4,860	4,670	4,910	4,440	4,540
VOLUMEN DEL SUELO	2,126	2,126	2,113	2,113	2,122	2,122
DENSIDAD HUMEDA	2,26	2,29	2,21	2,33	2,09	2,14
DENSIDAD SECA	2,090	2,049	2,01	2,00	1,83	1,84
TARRO N°	5	8	61	33	10	14
TARRO + SUELO HUM.	136,24	119,36	128,44	103	138,20	129,11
TARRO + SUELO SECO	124,11	105,88	116,42	90,84	123,11	113,09
AGUA	11,13	10,48	10,02	12,16	15,09	16,11
PESO DEL TARRO	16,74	15,44	15,09	15,77	16,34	15,64
PESO DEL SUELO SECO	107,37	90,44	101,33	75,07	106,77	97,36
% DE HUMEDAD	10,37	11,59	9,89	16,20	14,13	16,55
% DE HUM. PROMEDIO	10,37	11,59	9,89	16,20	14,13	16,55

EXPANSION = 14.87 %

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
22-09-22	11:00	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23-09-22	11:00	24:00	10.00	10.00	8.83	15.00	15.00	13.25	17.00	17.00	15.82
24-09-22	11:00	48:00	11.20	11.20	9.88	16.00	16.00	14.13	18.00	18.00	16.90
25-09-22	11:00	72:00	13.00	13.00	11.48	17.00	17.00	15.46	20.00	20.00	17.82

PENETRACION

PENET. Prof.	CARGA est. PSI	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		N° DE GOLPES / CAPA 56				N° DE GOLPES / CAPA 25				N° DE GOLPES / CAPA 12			
		CARGA Lb.	Correccion Lb.	Psi	%	CARGA Lb.	Correccion Lb.	Psi	%	CARGA Lb.	Correccion Lb.	Psi	%
0.000		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.025		191.00	1,940	663		308.66	3,124	1,067		324.15	3,289	1,121	
0.050		581.00	5,866	2,004		576.80	5,824	1,990		418.00	4,225	1,444	
0.075		935.00	9,168	3,133		802.61	8,097	2,767		531.61	5,368	1,834	
0.100	1,000	1230.00	12,399	4,237	42.37%	1020.00	10,205	3,514	35.14%	640.19	6,461	2,208	
		1402.00	14,131	4,829		1239.61	12,495	4,266		661.40	6,676	2,350	
		1637.00	16,517	5,669		1408.00	14,171	4,842		796.28	7,731	2,642	
		2151.00	21,671	7,405		1483.84	14,955	5,110		809.00	8,161	2,789	

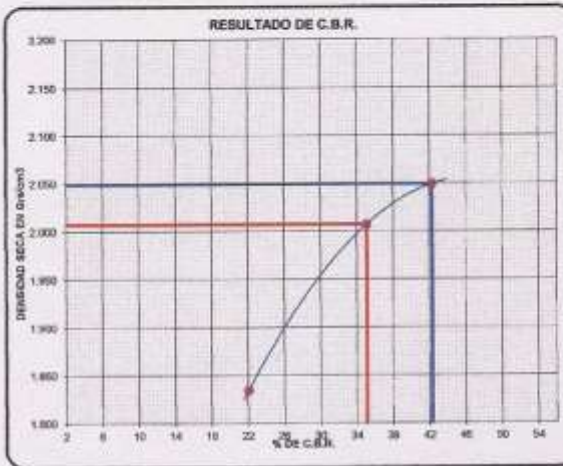


Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
C.I.F. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

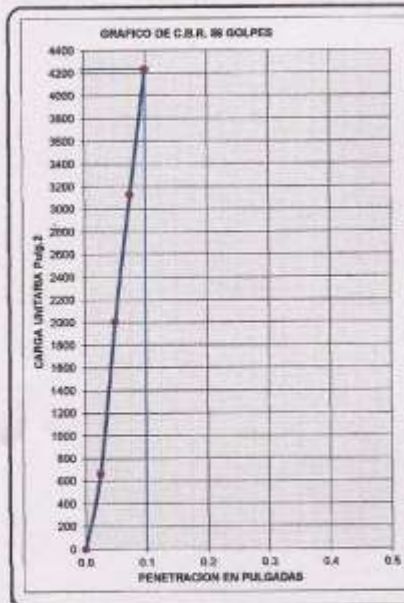
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NCRMA - AASHTO T-193, ASTM D 1883)
MTC E 139 - 2000

TESIS	ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRAZOL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APMSE, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022	Metodo de compactación	T-180 "D"
SOLICITANTE	BACH. MARIO HIDALGO BRUNO	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	2.120
UBICACIÓN	DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	Optimo Contenido de Humedad (%)	10.00%
MUESTRA	CALCALA N° 1 + 0.4 (m)3 TERRAZOL	CBR 100% MDS	42.4%
Sector	COMUNIDAD PATAPAMPA	CBR 95% MDS	35.1%



ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR			
METODO DE COMPACTACION	D		
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc)	2.090		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.00%		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc)	1.95		
COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES			
MOLDE N°	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	10
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.049	2.007	1.835
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.4	9.9	14.1
C.B.R. %	0.1"	42.4	35.1
C.B.R. %	0.2"		
RESULTADOS			
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	42.4		
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	35.1		



 **ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA**
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CALICATA N°01 + 0.7 L/m3 CON ADITIVO



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESES	ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022*	FECHA	22/9/2022
UBICACIÓN	DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. RESPONS.	J.E.A.
MUESTRA	CALICATA N° 01 + 0.7 l/m3	ASST. GEOTECNIA	0
SECTOR	COMUNIDAD PATAPAMPA	TECNICO	L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTCE 110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	11	5
T. + Suelo Húmedo	Gr.	39.63	42.61
T. + Suelo Seco	Gr.	33.84	36.10
Agua	Gr.	5.79	6.51
Peso del Tarro	Gr.	15.15	15.44
Suelo Seco	Gr.	18.89	20.66
% de Humedad	%	30.86	31.51
Nro. De Golpes	N°	29	23

LIMITE PLASTICO (MTCE 111 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	3	3
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.34	17.34
T. + Suelo Seco	Gr.	16.86	16.86
Agua	Gr.	0.66	0.66
Peso del Tarro	Gr.	13.47	13.47
Suelo Seco	Gr.	3.19	3.19
% de Humedad	%	21.32	21.32
Humedad Promedio	%		21.32

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn \cdot (N/25)^{0.1181} = 31.39 \%$

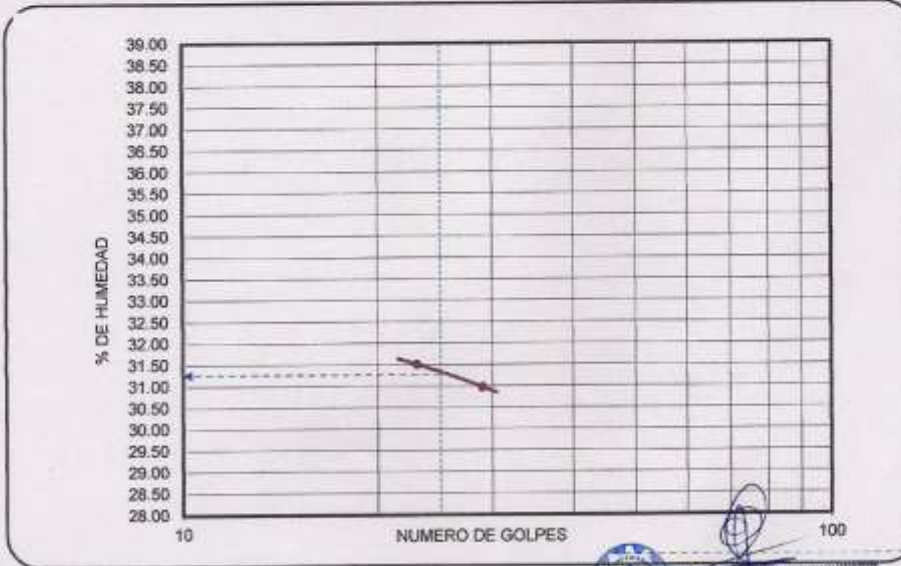
DONDE

LL = Límite Líquido

Wn = Contenido de humedad prom

N = Número de Golpes

LL	31.30 %
L.P.	21.32 %
I.P.	9.98 %



ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
C.P. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZURIGA - JR. VELA VELA N° 420
TELÉFONO: 051 - 365471. CELULAR: RPM #998887520 - 953704686
PUNO - PERÚ

J. CUSCO N° 388 AYAVIRI
CELULAR: 950063838

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - 2000, ASTM D 1557

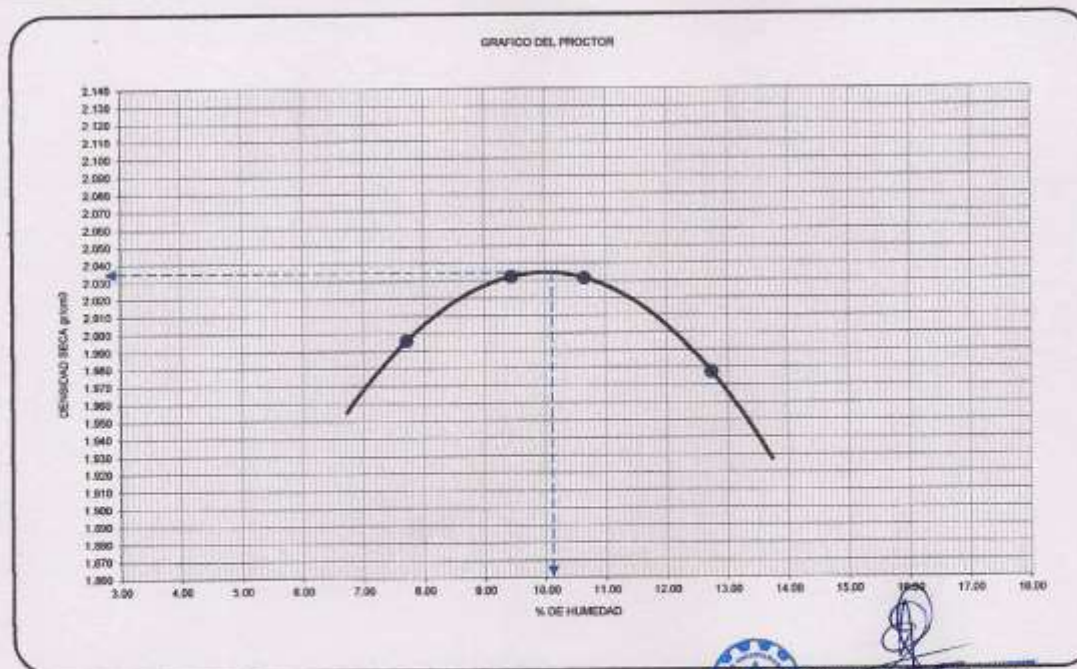
TESIS	: * ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISLI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022*	FECHA	: 22/9/2022
UBICACIÓN	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO	ING. ESPECIALISTA	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 01 + 0.7 m ³	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD PATAPAMPA	TECNICO	: LA.E.P.

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde + Muestra	gr.	8,970.00	9,130.00	9,180.00	9,140.00
Peso del Molde	gr.	4,345.00	4,345.00	4,345.00	4,345.00
Peso de la muestra compacta	gr.	4,625.00	4,785.00	4,835.00	4,795.00
Volumen del molde	cc.	2,151.00	2,151.00	2,151.00	2,151.00
Densidad Humeda	gr/cc.	2.15	2.22	2.25	2.23
Contenido de Humedad	%	7.72	9.45	10.65	12.74
Densidad Seca	gr/cc.	1.996	2.033	2.032	1.977

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro	N°	8	8	11	11	10	10	21	21
Peso del Tarro	gr.	16.22	16.22	16.41	16.41	15.33	15.33	15.27	15.27
Peso del Tarro + Suelo Humedo	gr.	187.61	187.61	169.67	169.67	166.44	166.44	181.51	181.51
Peso del Tarro + Suelo Seco	gr.	175.33	175.33	156.44	156.44	151.90	151.90	162.73	162.73
Peso del Agua	gr.	12.28	12.28	13.23	13.23	14.54	14.54	18.78	18.78
Peso del Suelo Seco	gr.	159.11	159.11	140.03	140.03	136.57	136.57	147.46	147.46
Contenido de Humedad	%	7.72	7.72	9.45	9.45	10.65	10.65	12.74	12.74
Promedio de Humedad	%	7.72		9.45		10.65		12.74	

MÉTODO	"D"	DENSIDAD MÁXIMA	2.037 gr/cm ³	HUMEDAD OPTIMA	10.10 %
--------	-----	-----------------	--------------------------	----------------	---------



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)
MTC E 139 - 2000

TESIS

ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRAZIL PARA EL MEJORAMIENTO DE
CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - ARISSLARAPA, AZANGARO, PUNO 2022

SOLICITANTE
UBICACIÓN
MUESTRA
Sector

IAQH. MARIO HIDALGO BRUNO
- DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.
CALICALA N° 1 + 0.7 km3 TERRAZIL
- COMUNIDAD PATAPAMPA

FECHA : 22/9/2022

ING. JEFE PROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA :
TECNICO : I.A.E.P.

COMPACTACIÓN

MOLDE N° N° DE CAPAS N° DE GOLPES / CAPA	1		2		3	
	5	56	5	25	5	12
COND. DE LA MUEST.	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO MOLDE + SUELO H.	13,370	13,200	13,350	13,400	13,150	13,200
PESO DEL MOLDE	8,540	8,540	8,580	8,580	8,660	8,660
PESO DEL SUELO HUM.	4,780	4,810	4,770	4,820	4,490	4,540
VOLUMEN DEL SUELO	2,126	2,126	2,113	2,113	2,122	2,122
DENSIDAD HUMEDA	2.25	2.25	2.26	2.26	2.12	2.14
DENSIDAD SECA	2.033	2.040	1.98	1.98	1.79	1.80
TARRO N°	9	11	1	3	10	5
TARRO + SUELO HUM.	136.11	160.64	115.46	109.51	130.77	134.18
TARRO + SUELO SECO	124.61	145.41	103.46	97.1	117.49	115.41
AGUA	11.5	14.23	12	12.41	18.28	18.77
PESO DEL TARRO	15.81	15.84	16.4	16.1	15.77	16.33
PESO DEL SUELO SECO	106.5	130.57	87.06	81	101.72	99.08
% DE HUMEDAD	10.57	10.90	13.78	15.32	17.97	18.94
% DE HUM. PROMEDIO	10.57	10.90	13.78	15.32	17.97	18.94

EXPANSION = 12.22 %

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
22-06-22	11:00	00:00	0.00	8.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23-06-22	11:00	24:00	8.00	8.00	7.07	11.00	11.00	9.72	14.00	14.00	12.37
24-06-22	11:00	48:00	10.10	10.10	8.92	12.00	12.00	10.88	15.00	15.00	14.13
25-06-22	11:00	72:00	11.00	11.00	9.72	13.00	13.00	11.93	17.00	17.00	15.02

PENETRACIÓN

PENET. Pulg.	CARGA std. PSI	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		N° DE GOLPES / CAPA 56				N° DE GOLPES / CAPA 25				N° DE GOLPES / CAPA 12			
		CARGA Lb.	Lb.	Psi	%	CARGA Lb.	Lb.	Psi	%	CARGA Lb.	Lb.	Psi	%
0.000		0	0	0		0	0		0	0	0		
0.025		184.00	1,869	638		430.00	4,044	1,382		254.00	2,976	1,017	
0.050		563.00	5,684	1,942		951.00	5,864	1,935		389.00	3,933	1,344	
0.075		853.00	8,604	2,940		773.00	7,799	2,665		499.00	5,040	1,722	
0.100	1,000	1248.00	12,580	4,299	42.99%	1050.00	10,587	3,618	36.18%	605.00	6,107	2,067	
		1320.00	13,305	4,545		1183.00	11,526	4,075		673.00	6,792	2,321	
		1870.00	18,842	6,438		1353.00	13,837	4,660		716.00	7,245	2,476	
		2065.00	20,815	7,112		1456.00	14,674	5,014		820.00	8,272	2,827	

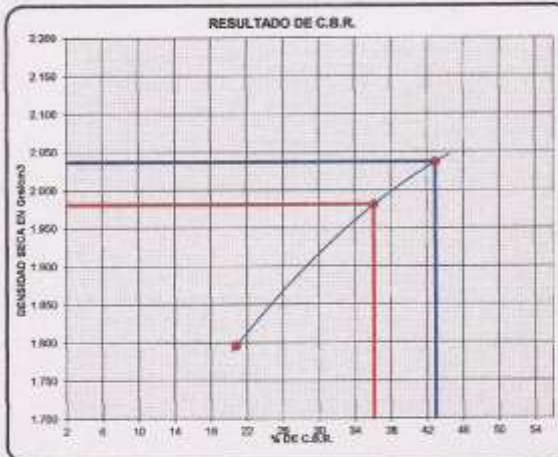


Ing. JUAN CARLOS OBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

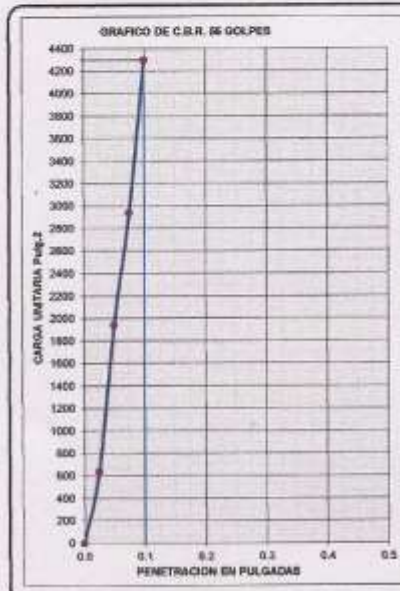
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)
MTC E 139 - 2000

TESIS	ESTABLACION DE BAJOS CON ADITIVO TERMIPLAVIA, EL MEJORAMIENTO DE	Metodo de compactación	T-180 "D"
SOLICITANTE	CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - J/1531 ARAPA, AZANGARO, PUNO 2027	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	2.037
UBICACIÓN	BACH. MARIO HIDALGO BRUNO	Óptimo Contenido de Humedad ()	10.10%
MUESTRA	DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	CBR 100% MDS	43.0%
Sector	CALICALA N° 1 + 0.7 (m) TERRAZA	CBR 95% MDS	36.2%
	COMUNIDAD PATAPAMPA		



ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR				
METODO DE COMPACTACION	D			
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.037			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.10%			
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.94			
COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES				
MOLDE N°	1	2	3	
N° DE CAPAS	5	5	5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	10	
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.037	1.981	1.796	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.6	13.8	18.0	
C.B.R. %	0.1"	43.0	36.2	20.0
C.B.R. %	0.2"			
RESULTADOS				
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	43.0			
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	36.2			



 **ING. JUAN ESCOBEDO ARIZACA**
CIP 80558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA - APESSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022	FECHA	: 22/9/2022
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. RESPONS.	: J.E.A.
MUESTRA	: CANTERA + 1.5 l/m3 DE TERRASIL	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD PATAPAMPA	TECNICO	: L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	11	5
T. + Suelo Húmedo	Gr.	33.66	37.82
T. + Suelo Seco	Gr.	28.30	31.78
Agua	Gr.	4.36	6.04
Peso del Tarro	Gr.	16.24	15.09
Suelo Seco	Gr.	13.06	10.69
% de Humedad	%	33.38	36.19
Nro. De Golpes	N°	27	23

LIMITE PLASTICO (MTC E111 - 2000)

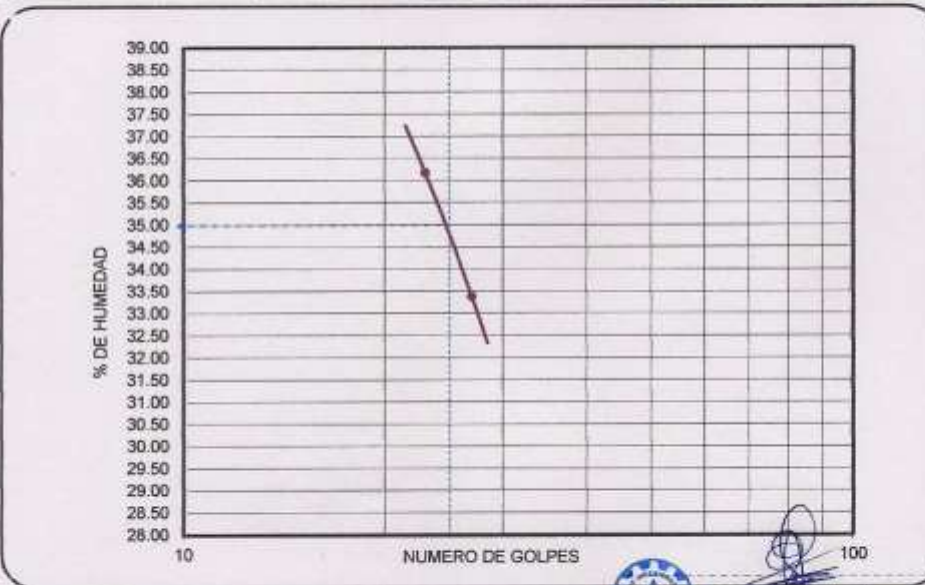
Nro. De Tarro	N°	3	3
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.38	17.38
T. + Suelo Seco	Gr.	16.70	16.70
Agua	Gr.	0.68	0.68
Peso del Tarro	Gr.	14.11	14.11
Suelo Seco	Gr.	2.59	2.59
% de Humedad	%	26.25	26.25
Humedad Promedio	%	26.25	

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn \cdot (N/25)^{0.121} = 34.79 \%$

DONDE:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	35.00 %
L.P.	26.25 %
I.P.	8.75 %




ING. JULIO SCOBEDO ARIZACA
 D.P. 00558
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 GEOTECNIA

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZUÑIGA - JR. VELA VELA N° 420
 TELÉFONO: 051 - 365471. CELULAR: RPM #05687520 - 963704686
 PUNO - PERÚ

Jr. CUSCO N° 388 AYAVIRI
 CELULAR: 960063838

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - 2000, ASTM D 1557

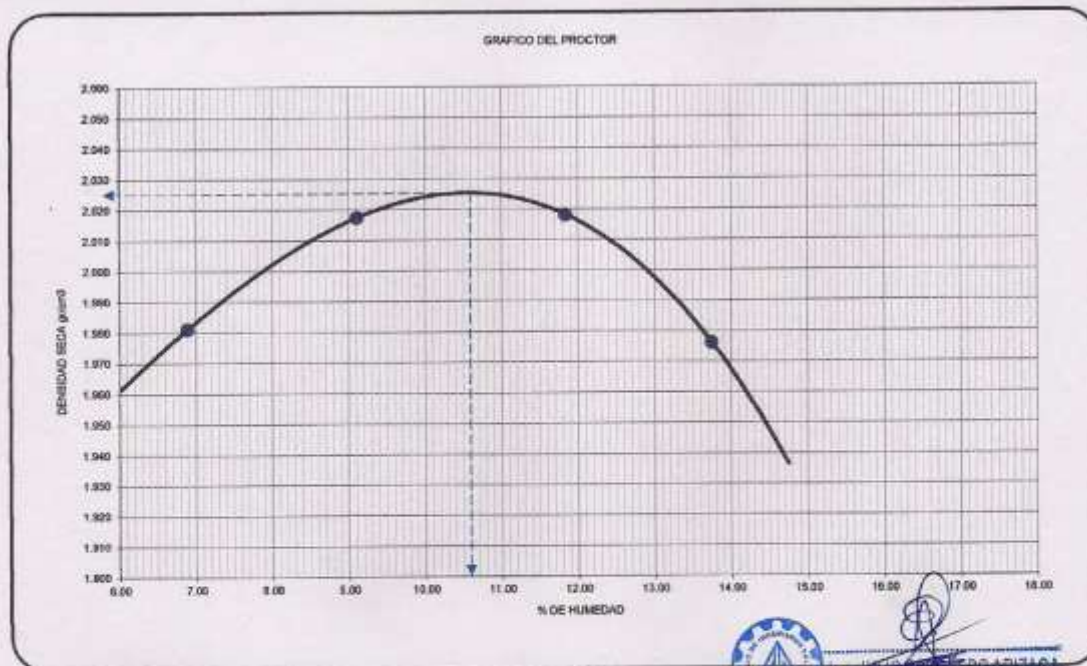
TESIS	: * ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022*	FECHA	: 22/9/2022
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. ESPECIALISTA	: J.E.A.
MUESTRA	: CANTERA + 1.5 l/m ³ DE TERRASIL	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD PATAPAMPA	TECNICO	: L.A.E.P.

Determinación	Nº	1	2	3	4
Peso del Molde + Muestra	gr.	8,900.00	9,080.00	9,200.00	9,180.00
Peso del Molde	gr.	4,345.00	4,345.00	4,345.00	4,345.00
Peso de la muestra compacta	gr.	4,555.00	4,735.00	4,855.00	4,835.00
Volumen del molde	cc.	2,151.00	2,151.00	2,151.00	2,151.00
Densidad Humeda	gr/cc.	2.12	2.20	2.26	2.25
Contenido de Humedad	%	6.89	9.11	11.84	13.74
Densidad Seca	gr/cc.	1.981	2.018	2.018	1.976

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro	Nº	3	3	11	11	10	10	21	21
Peso del Tarro	gr.	15.27	15.27	17.01	17.01	16.24	16.24	15.81	15.81
Peso del Tarro + Suelo Humedo	gr.	175.25	175.25	170.08	170.08	157.00	157.00	192.61	192.61
Peso del Tarro + Suelo Seco	gr.	164.94	164.94	157.30	157.30	142.10	142.10	171.25	171.25
Peso del Agua	gr.	10.31	10.31	12.78	12.78	14.90	14.90	21.36	21.36
Peso del Suelo Seco	gr.	149.67	149.67	140.29	140.29	125.86	125.86	155.44	155.44
Contenido de Humedad	%	6.89	6.89	9.11	9.11	11.84	11.84	13.74	13.74
Promedio de Humedad	%	6.89		9.11		11.84		13.74	

MÉTODO	"D"	DENSIDAD MÁXIMA	2.026 gr/cm ³	HUMEDAD OPTIMA	10.60 %
--------	-----	-----------------	--------------------------	----------------	---------



ING. JESÚS EDUARDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)
MTC E 139 - 2000

TESIS	ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRAZIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISIL, ARIAPA, AZANGARO, PUNO 2022	FECHA	: 22/9/2022
SOLICITANTE	- BACH. MARIO HIDALGO BRUNO	ING. JEFE PROYECTO	
UBICACION	: DIST. ARIAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. RESPON.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICALA N° 1 + 1.5 W/3 TERRAZIL	ASIST. GEOTECNIA	
Sector	: COMUNIDAD PATAPAMPA	TECNICO	: L.A.E.P.

COMPACTACION

MOLDE N°	1		2		3	
	5	5	5	5	5	5
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES / CAPA	56		25		12	
COND. DE LA MUEST.	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO MOLDE + SUELO H.	13,290	13,300	13,150	13,190	13,150	13,200
PESO DEL MOLDE	8,540	8,540	8,580	8,580	8,560	8,660
PESO DEL SUELO HUM.	4,750	4,760	4,580	4,610	4,490	4,540
VOLUMEN DEL SUELO	2,128	2,126	2,113	2,113	2,122	2,122
DENSIDAD HUMEDA	2.23	2.24	2.17	2.18	2.12	2.14
DENSIDAD SECA	2.027	2.028	1.93	1.94	1.82	1.84
TARRO N°	5	4	7	7	13	21
TARRO + SUELO HUM.	133.18	142.11	128.41	133.05	142.08	136.22
TARRO + SUELO SECO	122.16	130.1	116.26	120.37	124.56	118.25
AGUA	11.02	12.01	12.15	12.69	17.53	16.97
PESO DEL TARRO	14.25	14.67	16.24	17.27	16.11	15.80
PESO DEL SUELO SECO	107.91	115.43	96.02	103.1	108.44	102.45
% DE HUMEDAD	10.21	10.40	12.40	12.31	16.17	16.56
% DE HUM. PROMEDIO	10.21	10.40	12.40	12.31	16.17	16.56

EXPANCIÓN = 10.31 %

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm.)	EXPANSIÓN		DIAL (mm.)	EXPANSIÓN		DIAL (mm.)	EXPANSIÓN	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
22-09-22	11.00	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23-09-22	11.00	24.00	3.00	5.00	4.42	8.00	7.07	11.00	11.00	6.72	
24-09-22	11.00	48.00	7.00	7.00	6.18	10.00	8.83	13.00	13.00	11.48	
25-09-22	11.00	72.00	9.00	9.00	7.95	12.00	10.80	14.00	14.00	12.37	

PENETRACION

PENET. Pulg.	CARGA estd. PSI	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION	
		CARGA Lb.	Paí	Lb	Paí	CARGA Lb.	Paí	Lb	Paí	CARGA Lb.	Paí	Lb	Paí
0.000		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.025		236.00	2,393	818		410.00	4,144	1,416		361.00	3,651	1,248	
0.050		583.00	5,886	2,011		593.00	5,986	2,045		448.00	4,527	1,547	
0.075		924.00	9,319	3,184		811.00	8,181	2,796		593.00	5,986	2,045	
0.100	1,000	1270.00	12,802	4,374	43.74%	1075.00	10,839	3,704	37.04%	818.00	8,252	2,820	
		1350.00	13,607	4,650		1223.00	12,335	4,557		838.00	8,453	2,888	
		1764.00	17,775	6,074		1453.00	14,745	5,038		889.00	8,956	3,050	
		1910.00	19,245	6,576		1518.00	15,299	5,227		9067.00	91,294	31,195	



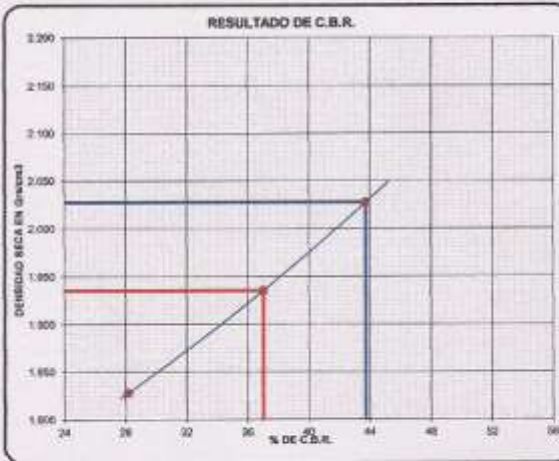
Ing. JUAN ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)
MTC E.139 - 2000

TESIS	ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERMINAL PARA EL MEJORAMIENTO DE
SOLICITANTE	CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - AP033, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022
UBICACION	BACH. MARIO HIDALGO BRUNO
MUESTRA	- DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.
Sector	CALICOLA N° 1 + 1.5Wd TERRAZL COMUNIDAD PATAPAMPA.

Metodo de compactación	T-160 "D"
Máxima Densidad Seca (gr/cc)	2.026
Optimo Contenido de Humedad (%)	10.80%
CBR 100% MDS	43.7%
CBR 95% MDS	37.0%



ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR			
METODO DE COMPACTACION	D		
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.026		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.80%		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.92		
COMPACTACION DE LOS MOLDES			
MOLDE N°	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
HUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	10
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.026	1.935	1.828
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.2	12.4	16.2
C.B.R. %	0.1'	43.7	37.0
C.B.R. %	0.2'		28.2
RESULTADOS			
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1'	43.7		
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1'	37.0		



Ing. JULIO ROBERTO ARIZACA
BOSSB
ESTADISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CALICATA N°02 SIN ADITIVO



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE CALICATAS

TESIS : * ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATARAMPA - ARISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022* UBICACIÓN : DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO. MUESTRA : CALICATA No 2 SECTOR : COMUNIDAD ARISSI	FECHA : 23/9/2022 ING. RESPON. : J.E.A. ASIST. GEOTECNIA : 0 TECNICO : L.A.E.P.
CALICATA N° : CALICATA No 2 SECTOR : COMUNIDAD ARISSI PROGRESIVA : 4+000 LADO : IZQUIERDO MUESTRA DE : CALICATA ALTERADA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA ANCHO : 1.00 m LARGO : 1.00 m PROFUNDIDAD : 1.50 m

PROF.	SIMB.	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS									
			% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	ASTHO
			4	10	40	200						
-1.10	▨	Extrato conformado por Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos y Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	47.35	17.94	11.83	6.35	1.88	38.20	24.40	13.71	GP-GC	A-2-6 (0)
-1.20												
-1.30												
-1.40												
-1.50												
-1.60												
-1.70												
-1.80												
-1.90												
-2.00												
-2.10												
-2.20												
-2.30												
-2.40												
-2.50												
-2.60												
-2.70												
-2.80												
-2.90												
-3.00												
-3.10												

Observaciones: MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE



JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 30558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZUÑIGA - JR. VELA VELA N° 420
TELÉFONO: 051-365471. CELULAR: RPM #956887520 - 953704686
PUNO - PERÚ

J. CUSCO N° 388 AYAVIRI
CELULAR: 960063838

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS	: "ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASE, PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APUSSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022"	FECHA	: 23/9/2022
UBICACIÓN	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. RESPONS.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 2	ASIST. GEOTECNIA.	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD APUSSI	TECNICO	: L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	1	1		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	8,348.00	8,348.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	8,210.00	8,210.00		
Agua	Gr.	138.00	138.00		
Peso del Tarro	Gr.	850.00	850.00		
Suelo Seco	Gr.	7,360.00	7,360.00		
% de Humedad	%	1.88	1.88		
% de Humedad promedio	%			1.88	

Observaciones:



Ing. JOLYCES ROBEDO ARIZACA
CIP: 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

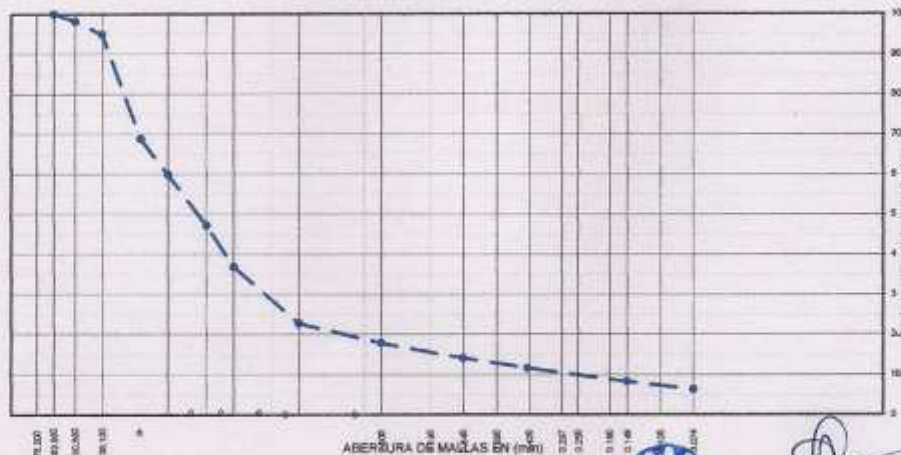
TESIS	* ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022	FECHA	: 23/9/2022
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO	ING. ESPECIALISTA	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 2	ASIST. GEOTECNIA	:
SECTOR	: COMUNIDAD APISSI	TECNICO	: LAEP.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	143.00	1.83	1.83	98.17
1 1/2"	38.10	254.00	3.26	5.09	94.91
1"	25.40	2,031.00	26.05	31.14	68.86
3/4"	19.05	893.00	8.89	40.02	59.98
1/2"	12.70	984.00	12.62	52.64	47.36
3/8"	9.53	810.00	10.39	63.03	36.97
1/4"	6.35	0.00	0.00	63.03	36.97
N° 4	4.76	1,106.00	14.18	77.21	22.79
N° 6	3.36	0.00	0.00	77.21	22.79
N° 8	2.38	0.00	0.00	77.21	22.79
N° 10	2.00	108.61	4.95	82.16	17.84
N° 16	1.19	0.00	0.00	82.16	17.84
N° 20	0.84	81.21	3.70	85.86	14.14
N° 30	0.59	0.00	0.00	85.86	14.14
N° 40	0.43	55.11	2.51	88.37	11.63
N° 50	0.30	0.00	0.00	88.37	11.63
N° 80	0.18	0.00	0.00	88.37	11.63
N° 100	0.15	73.64	3.38	91.73	8.27
N° 200	0.07	42.18	1.92	93.65	6.35
200.00		139.25	6.35	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.	
DATOS INICIALES	
Peso Inicial	: 7,798.00
Peso Fracción	: 500.00
RESULTADOS DEL ENSAYO	
Limite Líquido	: 38.20 %
Limite Plástico	: 24.49 %
Índice Plástico	: 13.71 %
CLASIFICACION DE SUELOS:	
AASHTO	: A-2-6 (0)
SUCS	: GP-GC
IG	: 0
CC	:
CU	:
Hum. Natural	: 1.88 %
Dens. Proctor	: 2.090 gr/cm ³
Cont.H.Optima	: 9.00 %
C.B.R. Al 100%	:
C.B.R. Al 95%	:
EQUIV ARENA	:
ABR. ANGELES	:

Estado conformado por Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos y Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. JULIO ESCOBAR ARIZACA
N° 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZUÑIGA - JR. VELA VELA N° 420
TELÉFONO: 051 - 365471, CELULAR: RPM #956687520 - 953704686
PUNO - PERÚ

Jr. CUSCO N° 388 AYAVIRI
CELULAR: 950063838

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: " ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022"	FECHA	: 23/9/2022
UBICACIÓN	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. RESPON.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 2	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD APISSI	TECNICO	: I.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	11	14
T. + Suelo Húmedo	Gr.	39.15	40.18
T. + Suelo Seco	Gr.	33.18	33.68
Agua	Gr.	5.97	6.50
Peso del Tarro	Gr.	17.12	16.84
Suelo Seco	Gr.	16.06	16.84
% de Humedad	%	37.17	38.60
Nro. De Golpes	N°	29	23

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	9	9
T. + Suelo Húmedo	Gr.	18.22	18.22
T. + Suelo Seco	Gr.	17.62	17.62
Agua	Gr.	0.60	0.60
Peso del Tarro	Gr.	15.17	15.17
Suelo Seco	Gr.	2.45	2.45
% de Humedad	%	24.49	24.49
Humedad Promedio	%	24.49	

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.121} = 38.07 \%$
 DONDE
 LL = Límite Líquido
 Wn = Contenido de humedad prom
 N = Número de Golpes

LL	38.20 %
L.P.	24.49 %
I.P.	13.71 %




 Ing. JUAN SCOBEDO ARIZACA
 CIP. 90658
 ESPECIALIDAD EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 GEOTECNIA

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - 2000, ASTM D 1557

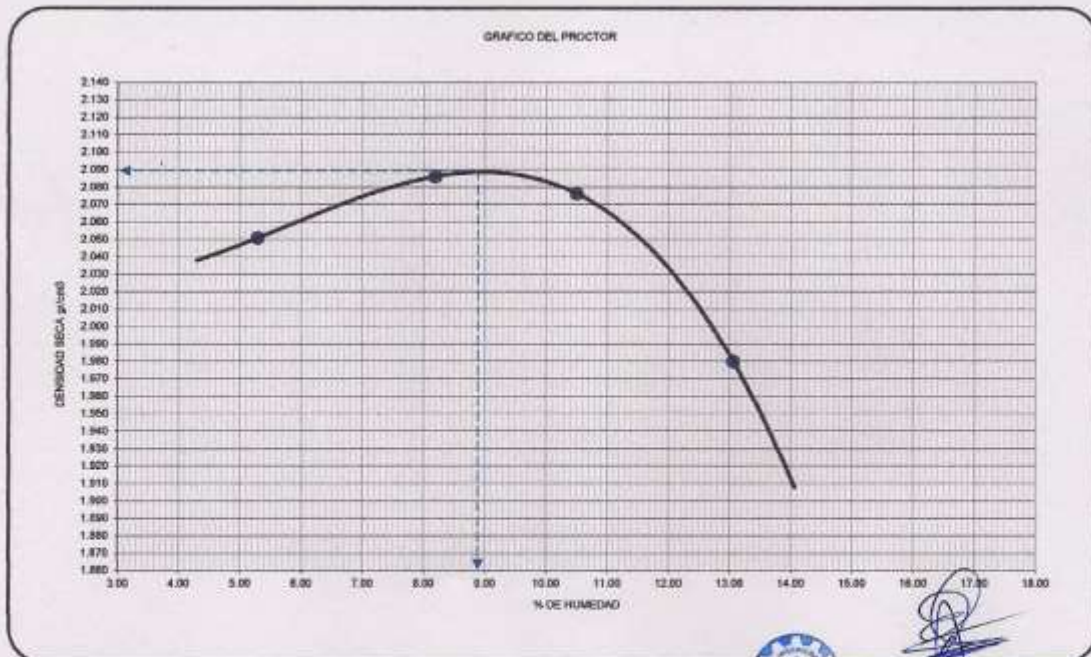
TESIS	: * ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022*	FECHA	: 23/9/2022
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. ESPECIALISTA	: J.E.A
MUESTRA	: CALICATA N° 2	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD APISSI	TECNICO	: L.A.E.P.

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde + Muestra	gr.	8,990.00	9,200.00	9,280.00	9,160.00
Peso del Molde	gr.	4,345.00	4,345.00	4,345.00	4,345.00
Peso de la muestra compacta	gr.	4,645.00	4,855.00	4,935.00	4,815.00
Volumen del molde	cc.	2,151.00	2,151.00	2,151.00	2,151.00
Densidad Humeda	gr/cc.	2.16	2.26	2.29	2.24
Contenido de Humedad	%	5.29	8.19	10.50	13.06
Densidad Seca	gr/cc.	2.051	2.086	2.076	1.980

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro	N°	5	5	9	9	10	10	11	11
Peso del Tarro	gr.	16.24	16.24	15.48	15.48	15.24	15.24	14.68	14.68
Peso del Tarro + Suelo Humedo	gr.	188.25	188.25	178.61	178.61	184.33	184.33	182.37	182.37
Peso del Tarro + Suelo Seco	gr.	179.61	179.61	166.26	166.26	168.26	168.26	163.00	163.00
Peso del Agua	gr.	8.64	8.64	12.35	12.35	16.07	16.07	19.37	19.37
Peso del Suelo Seco	gr.	163.37	163.37	150.78	150.78	153.02	153.02	148.32	148.32
Contenido de Humedad	%	5.29	5.29	8.19	8.19	10.50	10.50	13.06	13.06
Promedio de Humedad	%	5.29		8.19		10.50		13.06	

MÉTODO	"D"	DENSIDAD MÁXIMA	2.090 gr/cm3	HUMEDAD OPTIMA	9.00 %
--------	-----	-----------------	--------------	----------------	--------



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
C.A.P. 90658
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA: AASHTO T-193, ASTM D 1883)
MTC E 139 - 2000

TESIS	ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - ARISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022	FECHA	: 23/8/2022
SOLICITANTE	: BACH. MARIO HIDALGO BRUNO	ING. JEFE ROYECTO.	
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. RESPONS.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICALA N° 2	ASIST. GEOTECNIA:	
Sector	: COMUNIDAD ARISSI	TECMICO	: LA.E.P.

COMPACTACION

MOLDE N°	1		2		3	
	56		25		12	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES / CAPA	56		25		12	
COND. DE LA MUEST.	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO MOLDE + SUELO H.	13,370	13,400	13,150	13,200	13,000	13,100
PESO DEL MOLDE	8,540	8,540	8,581	8,581	8,565	8,565
PESO DEL SUELO HUM.	4,830	4,860	4,569	4,619	4,435	4,535
VOLUMEN DEL SUELO	2,126	2,126	2,113	2,113	2,122	2,122
DENSIDAD HUMEDA	2,27	2,29	2,16	2,19	2,08	2,14
DENSIDAD SECA	2,995	2,967	1,92	1,88	1,81	1,81
TARRO N°	8	9	4	10	11	18
TARRO + SUELO HUM.	141,36	117,69	131,55	109,33	135,22	138,47
TARRO + SUELO SECO	131,63	108,84	118,36	93,66	119,24	119,41
AGUA	9,73	8,85	13,19	12,67	15,98	19,06
PESO DEL TARRO	98,14	15,88	15,36	15,41	17,22	14,80
PESO DEL SUELO SECO	115,49	92,96	103	78,25	102,02	104,51
% DE HUMEDAD	8,42	9,52	12,81	16,19	15,66	16,22
% DE HUM. PROMEDIO	8,42	9,52	12,81	16,19	15,66	16,22

EXPANSION = 14.43 %

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
23-06-22	11:00	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24-06-22	11:00	24:00	10.00	10.00	8.83	15.30	15.30	13.89	17.50	17.50	15.46
25-06-22	11:00	48:00	11.50	11.50	14.16	18.50	18.50	14.55	18.50	18.00	15.90
26-06-22	11:00	72:00	12.00	12.00	16.60	17.00	17.00	15.62	20.00	20.00	17.67

PENETRACION

PENET. Psig.	CARGA std. PSI	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION	
		Lb.	Lb.	Psi	%	Lb.	Lb.	Psi	%	Lb.	Lb.	Psi	%
0.000		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.025		166.00	1,688	577		282.00	2,856	976		271.00	2,745	938	
0.050		492.00	4,970	1,688		514.00	5,181	1,774		350.00	3,540	1,210	
0.075		880.00	8,876	3,033		711.00	7,174	2,451		482.00	4,869	1,664	
0.100	1,000	1140.00	11,493	3,927	39.27%	940.00	9,480	3,239	32.39%	700.00	7,064	2,414	24.14%
		1260.00	12,701	4,340		1190.00	11,594	3,962		710.00	7,164	2,448	
		1800.00	18,339	6,266		1430.00	14,413	4,925		762.00	7,688	2,627	
		2100.00	21,157	7,229		1510.00	15,218	5,200		822.00	8,298	3,177	



ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)
MTC E 139 - 2000

TESIS	ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022	Metodo de compactación	T-160 "D"
SOLICITANTE	BACH. MARIO HIDALGO BRUNO	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	2.082
UBICACIÓN	DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.40%
MUESTRA	CAJICALA N° 2	CBR 100% MDS	39.3%
Sector	COMUNIDAD APISSI	CBR 95% MDS	32.4%



ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR	
METODO DE COMPACTACION	D
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.082
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.40%
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.98

COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES			
MOLDE N°	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	95	25	10
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.091	1.889	1.807
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.4	12.8	15.7
C.B.R. %	0.1*	39.3	24.1
C.B.R. %	0.2*		

RESULTADOS	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1* 39.3 0.2*
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1* 32.4 0.2*




Ing. JUVAN ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 00558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CALICATA N°02 + 0.4 L/m3 CON ADITIVO



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	* ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARÓ, PUNO 2022*	FECHA	: 23/02/2022
UBICACIÓN	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARÓ, DEP. PUNO.	ING. RESPONS.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 2 + 0.4 l/m3 TERRAZIL	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD APISSI	TECNICO	: LAEP

LIMITE LIQUIDO (MTCE 110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	33	14
T. + Suelo Húmedo	Gr.	43.62	40.63
T. + Suelo Seco	Gr.	36.65	34.62
Agua	Gr.	6.94	6.01
Peso del Tarro	Gr.	15.81	18.22
Suelo Seco	Gr.	21.07	16.40
% de Humedad	%	32.94	36.65
Nro. De Golpes	N°	29	23

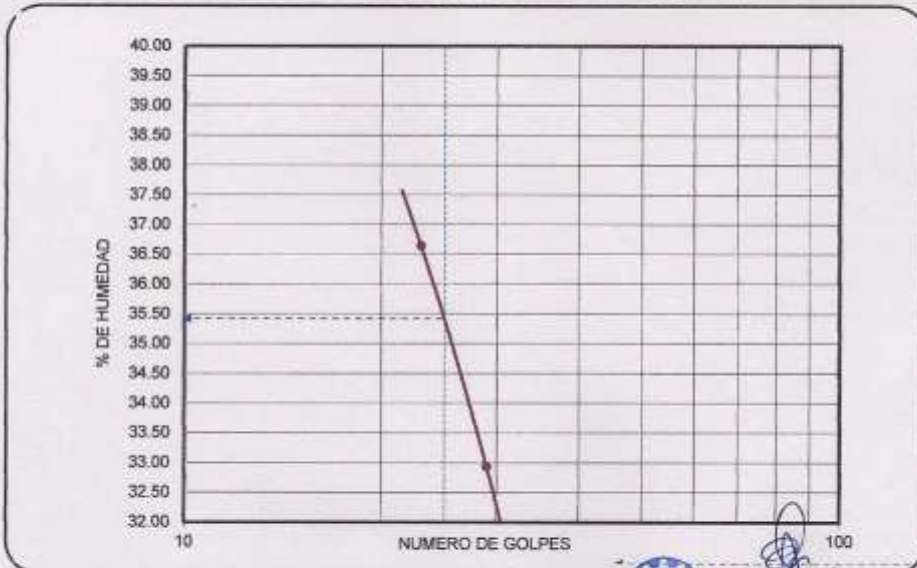
LIMITE PLASTICO (MTCE 111 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	8	8
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.24	17.24
T. + Suelo Seco	Gr.	16.66	16.66
Agua	Gr.	0.58	0.58
Peso del Tarro	Gr.	14.36	14.36
Suelo Seco	Gr.	2.30	2.30
% de Humedad	%	25.22	25.22
Humedad Promedio	%	25.22	

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.171} = 34.65 \%$
 $LL = 35.50 \%$
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

LL	35.50 %
L.P.	25.22 %
I.P.	10.28 %



ING. JESUS GONZALEZ ARIZACA
CIP 00558
ESPECIALIDAD: PAVIMENTOS
GEOTECNIA

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZUÑIGA - JR. VELA VELA N° 420
TELÉFONO: 051 - 985471. CELULAR: RPM 996687520 - 953704086
PUNO - PERÚ

Jr. CUSCO N° 388 AYAVIRI
CELULAR: 950063838

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - 2000, ASTM D 1557**

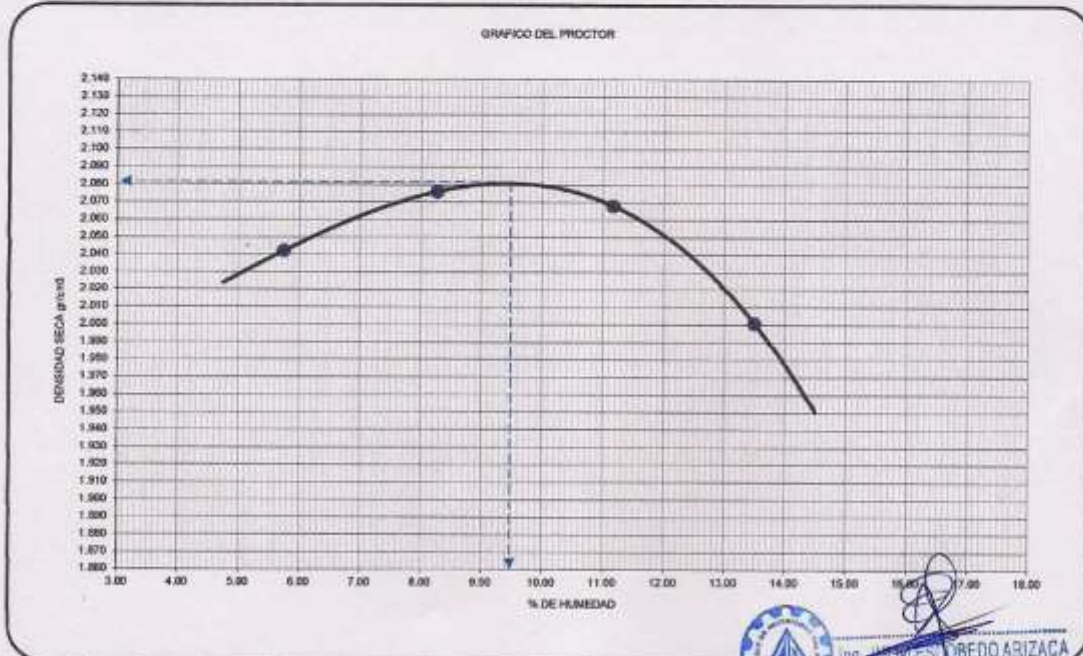
TESIS	: " ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022"	FECHA	: 23/9/2022
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. ESPECIALISTA	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 2 + 0.4 km ³ TERRAZIL	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD APISSI	TECNICO	: LAEP.

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde + Muestra	gr.	8,990.00	9,180.00	9,290.00	9,230.00
Peso del Molde	gr.	4,345.00	4,345.00	4,345.00	4,345.00
Peso de la muestra compacta	gr.	4,645.00	4,835.00	4,945.00	4,885.00
Volumen del molde	cc.	2,151.00	2,151.00	2,151.00	2,151.00
Densidad Humeda	gr/cc.	2.16	2.25	2.30	2.27
Contenido de Humedad	%	5.74	8.27	11.16	13.50
Densidad Seca	gr/cc.	2.042	2.076	2.068	2.001

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro	N°	4	4	6	6	16	16	12	12
Peso del Tarro	gr.	15.28	15.28	16.08	16.08	15.39	15.39	15.48	15.48
Peso del Tarro + Suelo Humedo	gr.	173.58	173.58	168.89	168.89	167.25	167.25	182.36	182.36
Peso del Tarro + Suelo Seco	gr.	164.98	164.98	157.22	157.22	152.00	152.00	162.51	162.51
Peso del Agua	gr.	8.60	8.60	11.67	11.67	15.25	15.25	19.85	19.85
Peso del Suelo Seco	gr.	149.70	149.70	141.14	141.14	136.61	136.61	147.03	147.03
Contenido de Humedad	%	5.74	5.74	8.27	8.27	11.16	11.16	13.50	13.50
Promedio de Humedad	%	5.74		8.27		11.16		13.50	

MÉTODO	"D"	DENSIDAD MÁXIMA	2.082 gr/cm ³	HUMEDAD OPTIMA	9.40 %
--------	-----	-----------------	--------------------------	----------------	--------



ING. ROBERTO OBEDO ARIZACA
CIP PUNO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)
MTC E 139 - 2000

TESIS	ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRAZIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022	FECHA	: 23/9/2022
SOLICITANTE	: BACH. MARIO HIDALGO BRUNO	ING. JEFE ROYECTO.	
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. RESPONS.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICALA N° 2 + 0.4 3m3 TERRAZIL	ASIST. GEOTECNIA.	
Sector	: COMUNIDAD APISSI	TECNICO	: J.A.E.P.

COMPACTACION

MOLDE N°	1		2		3	
	56		25		12	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES / CAPA	56		25		12	
COND. DE LA MUEST.	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO MOLDE + SUELO H.	13,350	13,370	13,130	13,160	12,980	13,080
PESO DEL MOLDE	8,540	8,540	8,581	8,581	8,585	8,585
PESO DEL SUELO HUM.	4,810	4,830	4,549	4,599	4,415	4,515
VOLUMEN DEL SUELO	2,126	2,126	2,113	2,113	2,122	2,122
DENSIDAD HUMEDA	2,26	2,27	2,15	2,18	2,08	2,13
DENSIDAD SECA	2,087	2,074	1,91	1,87	1,80	1,80
TARRO N°	8	9	4	10	11	18
TARRO + SUELO HUM.	141,38	117,89	131,55	106,33	135,22	138,47
TARRO + SUELO SECO	131,63	108,84	118,36	83,60	119,24	119,41
AGUA	9,73	8,85	13,19	12,67	15,98	19,06
PESO DEL TARRO	16,14	15,88	15,36	15,41	17,22	14,80
PESO DEL SUELO SECO	115,49	92,96	103	78,25	102,02	104,61
% DE HUMEDAD	8,42	9,52	12,81	16,19	15,66	18,22
% DE HUM. PROMEDIO	8,42	9,52	12,81	16,19	15,66	18,22

EXPANSION = 14.13 %

i)	HORA	TIEMPO	DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
23-09-22	11:00	30:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24-09-22	11:00	24:00	9,00	9,00	7,95	14,00	14,00	12,37	15,00	15,00	13,25
25-09-22	11:00	48:00	10,00	10,00	8,83	15,00	15,00	13,25	16,00	16,00	14,13
26-09-22	11:00	72:00	11,50	11,50	10,18	18,50	18,50	14,58	20,00	20,00	17,87

PENETRACION

PENET. Puig.	CARGA std. PSI	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		N° DE GOLPES / CAPA 56				N° DE GOLPES / CAPA 25				N° DE GOLPES / CAPA 12			
		CARGA Lb.	CORRECCION			CARGA Lb.	CORRECCION			CARGA Lb.	CORRECCION		
		Lb.	Psi	%		Lb.	Psi	%		Lb.	Psi	%	
0.000		0	0	0	0	0	0		0	0	0		
0.025		195,00	1,688	577	282,00	2,856	976		271,00	2,745	938		
0.050		492,00	4,670	1,698	514,00	5,191	1,774		350,00	3,540	1,210		
0.075		690,00	6,876	3,033	711,00	7,174	2,451		482,00	4,869	1,664		
0.100	1,000	1160,00	11,894	3,996	29,96%	960,00	9,681	3,308	33,08%	730,00	7,366	2,517	25,17%
		1280,00	12,701	4,340		1150,00	11,594	3,952		760,00	7,668	2,620	
		1820,00	18,339	6,266		1430,00	14,413	4,925		760,00	7,970	2,723	
		2100,00	21,157	7,229		1510,00	15,218	5,200		922,00	9,298	3,177	



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1983)
MTC E 139 - 2000

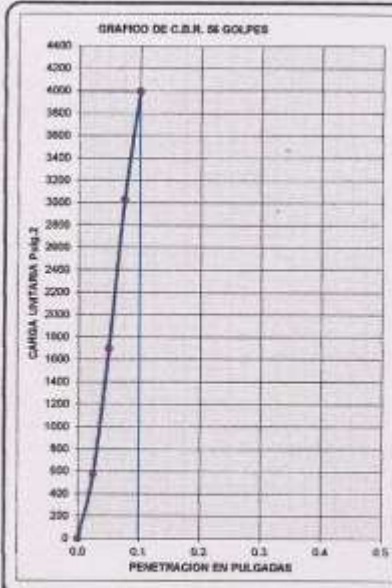
TESIS	ESTABILIZACION DE SUELO CON ADITIVO TERRAZOL PARA EL MEJORAMIENTO DE	Metodo de compactación	T-180 "D"
SOLICITANTE	CARRETERA ATIRMOCA PUNTA PAMPA - APISSE, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2027	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	2.082
UBICACIÓN	: BACH. MARIO HIDALGO BRUNO	Optimo Contenido de Humedad (9.40%
MUESTRA	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	CBR 100% MDS	40.0%
Sector	: CALICLA N° 2 + 0.4 km TERRAZOL	CBR 95% MDS	33.1%
	: COMUNIDAD APISSE		



ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR	
METODO DE COMPACTACION	D
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.082
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.40%
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.98

COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES			
MOLDE N°	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	10
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.081	1.891	1.796
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.4	12.8	15.7
C.B.R. %	0.1"	40.0	33.1
C.B.R. %	0.2"		25.2

RESULTADOS		
C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1"	40.0
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1"	33.1



 **Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA**
CIP: 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CALICATA N°02 + 0.7 L/m3 CON ADITIVO



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: " ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRAZIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA AZANGARO, PUNO 2022"	FECHA	: 22/9/2022
UBICACIÓN	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO	ING. RESPONS.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 2 + 0.7 l/m3 TERRAZIL	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD APISSI	TECNICO	: LAEP

LIMITE LIQUIDO (MTCE 110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	10	19		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	35.44	39.21		
T. + Suelo Seco	Gr.	31.24	33.15		
Agua	Gr.	5.20	6.06		
Peso del Tarro	Gr.	15.36	16.11		
Suelo Seco	Gr.	15.88	17.04		
% de Humedad	%	32.75	35.56		
Nro. De Golpes	N°	29	23		

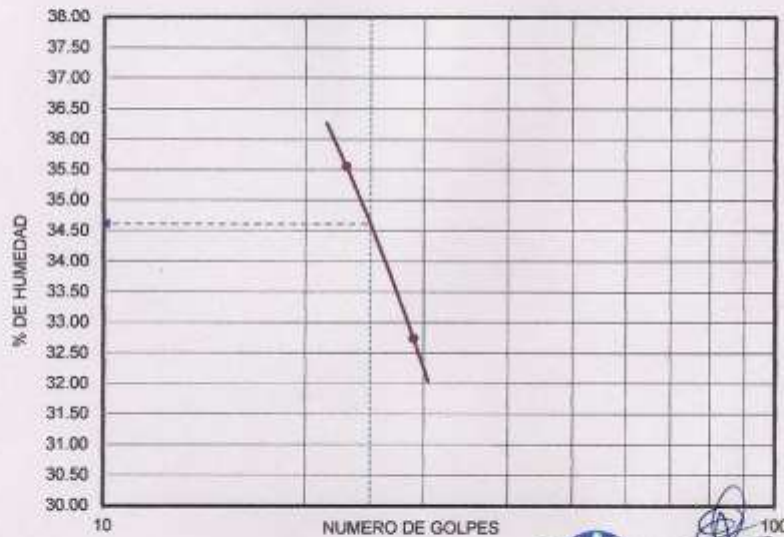
LIMITE PLASTICO (MTCE 111 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	9	9		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.39	17.39		
T. + Suelo Seco	Gr.	16.95	16.95		
Agua	Gr.	0.44	0.44		
Peso del Tarro	Gr.	15.17	15.17		
Suelo Seco	Gr.	1.78	1.78		
% de Humedad	%	24.72	24.72		
Humedad Promedio	%		24.72		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn \cdot (N/25)^{0.121} = 34.32 \%$
 DONDE
 LL = Límite Líquido
 Wn = Contenido de humedad prom
 N = Número de Golpes

LL	34.60 %
L.P.	24.72 %
I.P.	9.88 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP: 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZUÑIGA - JR. VELA VELA N° 420
TELÉFONO: 051 - 365471; CELULAR: RPM #956997520 - 953704886
PUNO - PERÚ

Jr. CUSCO N° 388 AYAVIRI
CELULAR: 950063638

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - 2000, ASTM D 1557

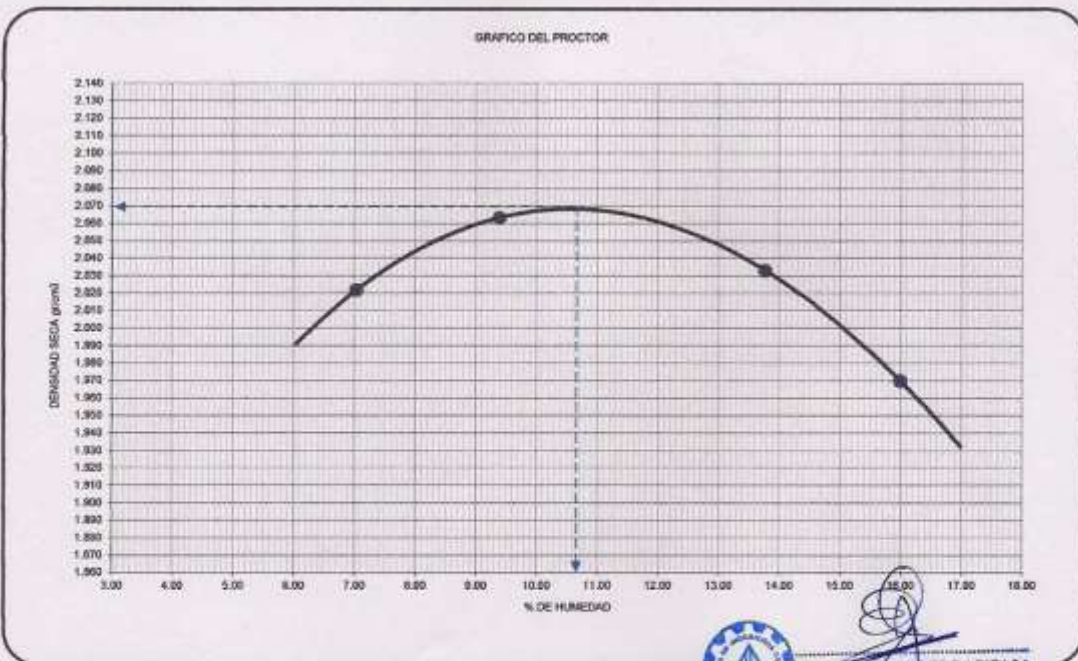
TESIS	: * ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRAZIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022*	FECHA	: 22/9/2022
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO,	ING. ESPECIALISTA	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 2 + 0.7 Km3 TERRAZIL	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD APISSI	TECNICO	: L.A.E.P.

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde + Muestra	gr.	9,000.00	9,200.00	9,320.00	9,260.00
Peso del Molde	gr.	4,345.00	4,345.00	4,345.00	4,345.00
Peso de la muestra compacta	gr.	4,655.00	4,855.00	4,975.00	4,915.00
Volumen del molde	cc.	2,151.00	2,151.00	2,151.00	2,151.00
Densidad Humeda	gr/cc.	2.16	2.26	2.31	2.26
Contenido de Humedad	%	7.03	9.39	13.77	15.99
Densidad Seca	gr/cc.	2.022	2.063	2.033	1.970

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro	N°	10	10	9	9	14	14	16	16
Peso del Tarro	gr.	15.27	15.27	15.11	15.11	16.84	16.84	15.47	15.47
Peso del Tarro + Suelo Humedo	gr.	173.68	173.68	179.39	179.39	189.36	189.36	181.28	181.28
Peso del Tarro + Suelo Seco	gr.	163.27	163.27	165.29	165.29	166.48	166.48	158.42	158.42
Peso del Agua	gr.	10.41	10.41	14.10	14.10	20.88	20.88	22.86	22.86
Peso del Suelo Seco	gr.	148.00	148.00	150.18	150.18	151.64	151.64	142.95	142.95
Contenido de Humedad	%	7.03	7.03	9.39	9.39	13.77	13.77	15.99	15.99
Promedio de Humedad	%	7.03		9.39		13.77		15.99	

MÉTODO	"D"	DENSIDAD MÁXIMA	2.070 gr/cm ³	HUMEDAD OPTIMA	10.70 %
--------	-----	-----------------	--------------------------	----------------	---------



ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)
MTC E 139 - 2000

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON ADITIVO TERRAZIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022	FECHA	: 23/9/2022
SOLICITANTE	: BACH. MARIO HIDALGO BRUNO	ING. JEFE PROYECTO	
UBICACIÓN	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO	ING. RESPON.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICALA N° 2 + 0.7 km ³ TERRAZIL	ASIST. GEOTECNIA	
Sector	: COMUNIDAD APISSI	TECNICO	: I.A.E.P.

COMPACTACIÓN

MOLDE N° N° DE CAPAS N° DE GOLPES / CAPA	1		2		3	
	5	56	5	25	5	12
COND. DE LA MUEST.	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO MOLDE + SUELO H.	13,370	13,400	13,220	13,260	13,200	13,300
PESO DEL MOLDE	8,520	8,520	8,570	8,570	8,550	8,550
PESO DEL SUELO HUM.	4,850	4,880	4,650	4,690	4,650	4,750
VOLUMEN DEL SUELO	2,126	2,126	2,113	2,113	2,122	2,122
DENSIDAD HUMEDA	2.28	2.30	2.20	2.22	2.19	2.24
DENSIDAD SECA	2.071	2.069	1.94	1.93	1.85	1.84
TARRO N°	10	19	8	15	19	22
TARRO + SUELO HUM.	138.56	128.61	136.71	142.17	142.18	152.10
TARRO + SUELO SECO	127.2	117.61	122.72	125.41	122.15	127.50
AGUA	11.36	11	13.99	16.76	20.03	24.60
PESO DEL TARRO	15.27	16.99	17.22	15.21	14.84	15.22
PESO DEL SUELO SECO	111.93	100.62	108.5	110.2	107.31	112.28
% DE HUMEDAD	10.14	10.93	13.26	15.21	18.67	21.91
% DE HUM. PROMEDIO	10.14	10.93	13.26	15.21	18.67	21.91

EXPANSIÓN = 11.93 %

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm.)	EXPANSIÓN		DIAL (mm.)	EXPANSIÓN		DIAL (mm.)	EXPANSIÓN	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
23-09-22	11.00	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24-09-22	11.00	24:00	7.00	7.00	6.18	12.00	12.00	10.60	13.00	13.00	11.48
25-09-22	11.00	48:00	8.00	8.00	7.87	11.00	13.00	11.48	14.00	14.00	12.37
26-09-22	11.00	72:00	9.50	9.50	8.39	14.00	14.00	12.37	17.00	17.00	15.62

PENETRACIÓN

PENET. Pulg.	CARGA std. PSI	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		N° DE GOLPES / CAPA 56				N° DE GOLPES / CAPA 25				N° DE GOLPES / CAPA 12			
		CARGA Lb.	Lb	Psi	%	CARGA Lb.	Lb	Psi	%	CARGA Lb.	Lb	Psi	%
0.000		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.025		180.00	1,828	825		315.00	3,188	1,069		283.00	2,866	979	
0.050		520.00	5,252	1,795		490.00	4,960	1,691		390.00	3,943	1,347	
0.075		930.00	9,379	3,205		810.00	8,171	2,792		510.00	5,151	1,760	
0.100	1,000	1210.00	12,198	4,168	41.68%	980.00	9,882	3,377	33.77%	830.00	8,372	2,861	28.61%
		1420.00	14,312	4,890		1250.00	12,701	4,340		910.00	9,178	3,136	
		1900.00	19,748	6,748		1530.00	15,419	5,269		1000.00	10,084	3,446	
		2220.00	22,365	7,542		1690.00	16,728	5,718		1190.00	11,896	4,065	



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
C.P. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)
MTC E 139 - 2000

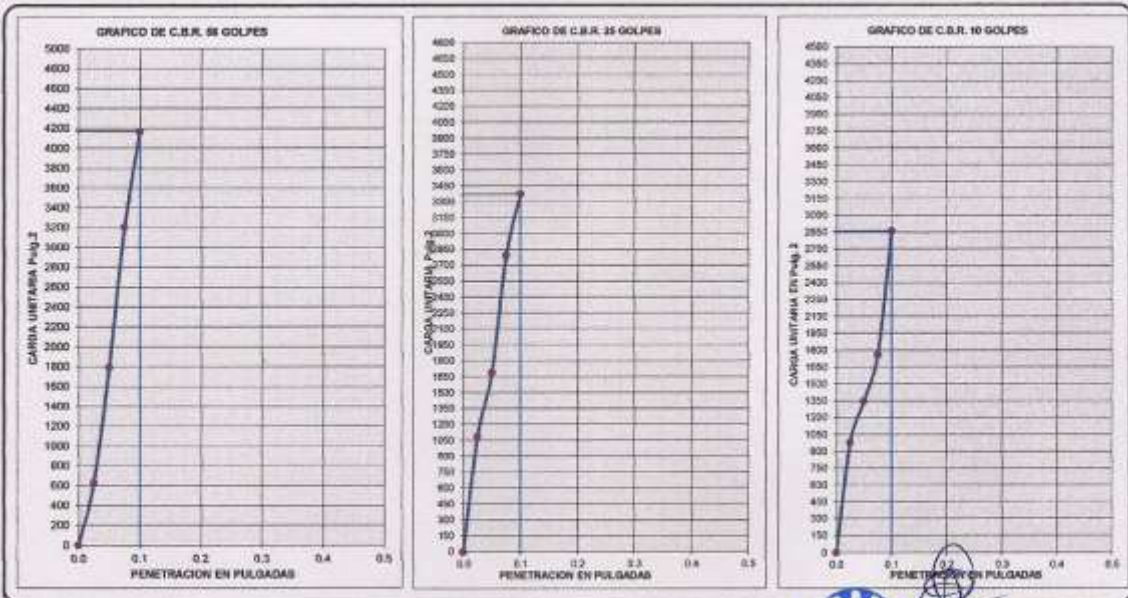
TESIS	ESTABLECIMIENTO DE BUELOS CON ADITIVO TERRAZO PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMBA - APESS, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022	Método de compactación	T-180 "D"
SOLICITANTE	BACH. MARIO HEDALGO BRUNO	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	2.070
UBICACIÓN	DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO	Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.80%
MUESTRA	CALICLA Nº 2 + 0.7 (m) TERRAZO	CBR 100% MDS	41.7%
Sector	COMUNIDAD APESS	CBR 95% MDS	33.8%



ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR	
METODO DE COMPACTACION	D
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.070
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.80%
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.97

COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES			
MOLDE Nº	1	2	3
Nº DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	96	25	10
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.070	1.935	1.841
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.1	13.3	18.7
C.B.R. %	0.1"	41.7	35.8
C.B.R. %	0.2"		28.6

RESULTADOS	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	41.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	33.8



 **JULIO ESCOBEDO ARIZAC**
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CALICATA N°02 + 1.5 L/m3 CON ADITIVO



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022	FECHA	23/9/2022
UBICACION	DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. RESPONS.	J.E.A
MUESTRA	CALICATA N° 2 + 1.5 9m3 TERRAZIL	ASIST. GEOTECNIA	0
SECTOR	COMUNIDAD APISSI	TECNICO	L.A.F.P

LIMITE LIQUIDO (MTCE 110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	5	9
T. + Suelo Húmedo	Gr.	38.42	36.84
T. + Suelo Seco	Gr.	32.94	31.58
Agua	Gr.	5.48	5.26
Peso del Tarro	Gr.	16.67	17.25
Suelo Seco	Gr.	16.07	14.33
% de Humedad	%	34.10	36.71
Nro. De Golpes	N°	29	23

LIMITE PLASTICO (MTCE 111 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	5	5
T. + Suelo Húmedo	Gr.	18.48	18.48
T. + Suelo Seco	Gr.	17.97	17.97
Agua	Gr.	0.50	0.50
Peso del Tarro	Gr.	16.11	16.11
Suelo Seco	Gr.	1.06	1.06
% de Humedad	%	26.68	26.68
Humedad Promedio	%	26.68	

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.121} = 35.57 \%$
 DONDE
 LL = Límite Líquido
 Wn = Contenido de humedad prom
 N = Número de Golpes

LL.	35.80 %
L.P.	26.68 %
I.P.	9.12 %



ING. JESÚS ESCOBEDO ARIZACA
CIP: 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZUÑIGA - JR. VELA VELA N° 420
TELÉFONO: 051 - 365471. CELULAR: RPM #958687520 - 953704698
PUNO - PERÚ

J. CUSCO N° 388 AYAVIRI
CELULAR: 990083838

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - 2000, ASTM D 1557

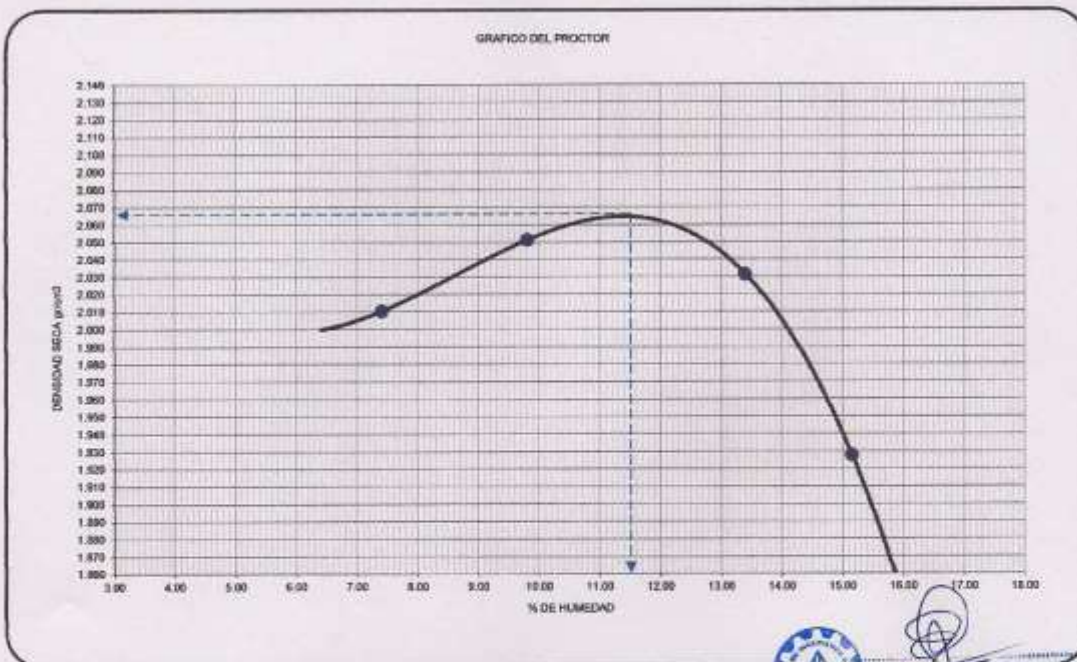
TESIS	: ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022	FECHA	: 23/9/2022
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. ESPECIALISTA	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 2 + 1.5 m ³ TERRAZIL	ASIST. GEOTECNIA	: 0
SECTOR	: COMUNIDAD APISSI	TECNICO	: L.A.E.P

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde + Muestra	gr.	8,990.00	9,190.00	9,300.00	9,120.00
Peso del Molde	gr.	4,345.00	4,345.00	4,345.00	4,345.00
Peso de la muestra compacta	gr.	4,645.00	4,845.00	4,955.00	4,775.00
Volumen del molde	cc.	2,151.00	2,151.00	2,151.00	2,151.00
Densidad Humeda	gr/cc.	2.16	2.25	2.30	2.22
Contenido de Humedad	%	7.41	9.81	13.40	15.15
Densidad Seca	gr/cc.	2.011	2.051	2.031	1.928

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro	N°	10	10	16	16	17	17	6	6
Peso del Tarro	gr.	15.14	15.14	16.28	16.28	14.82	14.82	14.41	14.41
Peso del Tarro + Suelo Humedo	gr.	192.47	192.47	183.66	183.66	186.74	186.74	182.44	182.44
Peso del Tarro + Suelo Seco	gr.	180.24	180.24	168.71	168.71	166.43	166.43	160.33	160.33
Peso del Agua	gr.	12.23	12.23	14.95	14.95	20.31	20.31	22.11	22.11
Peso del Suelo Seco	gr.	165.10	165.10	152.43	152.43	151.61	151.61	145.92	145.92
Contenido de Humedad	%	7.41	7.41	9.81	9.81	13.40	13.40	15.15	15.15
Promedio de Humedad	%	7.41		9.81		13.40		15.15	

MÉTODO	"D"	DENSIDAD MÁXIMA	2.065 gr/cm ³	HUMEDAD OPTIMA	11.50 %
--------	-----	-----------------	--------------------------	----------------	---------



ING. OSCAR ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)
MTC E 139 - 2000

TESIS	ESTABILIZACION DE SUELOS CON ADITIVO TERRAZIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022	FECHA	: 22/9/2022
SOLICITANTE	: BACH. MARIO HIDALGO BRUNO	ING. JEFE ROYECTO.	
UBICACION	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	ING. RESPONSA.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICALA N° 2 + 1.5 m ³ TERRAZIL	ASIST. GEOTECNIA.	: R.R.C.B.
Sector	: COMUNIDAD APISSI	TECNICO	: L.A.E.P.

COMPACTACION

MOLDE N°	1		2		3	
	56		25		12	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES / CAPA	56		25		12	
COND. DE LA MUEST.	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO MOLDE + SUELO H.	13,450	13,470	13,320	13,360	13,210	13,260
PESO DEL MOLDE	8,570	8,570	8,560	8,560	8,520	8,520
PESO DEL SUELO HUM.	4,880	4,900	4,760	4,800	4,690	4,740
VOLUMEN DEL SUELO	2,126	2,126	2,113	2,113	2,122	2,122
DENSIDAD HUMEDA	2,30	2,30	2,25	2,27	2,21	2,23
DENSIDAD SECA	2,065	2,065	1,95	1,95	1,87	1,87
TARRO N°	6	1	8	16	22	13
TARRO + SUELO HUM.	144.51	128.47	142.9	128.8	146.51	138.11
TARRO + SUELO SECO	131.41	118.61	125.91	112.64	126.18	144.10
AGUA	13.1	11.86	16.99	16.16	20.33	25.01
PESO DEL TARRO	14.21	14.65	15.1	16.27	14.24	15.00
PESO DEL SUELO SECO	117.2	104.96	110.81	96.37	111.94	129.10
% DE HUMEDAD	11.18	11.63	15.33	16.77	18.16	19.37
% DE HUM. PROMEDIO	11.18	11.63	15.33	16.77	18.16	19.37

EXPANSION = 9.86 %

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
22-08-22	11:00	30:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23-08-22	11:00	24:00	5.00	5.00	4.43	0.00	0.00	7.07	11.00	11.00	9.12
24-08-22	11:00	48:00	7.50	7.50	6.63	0.00	0.00	7.95	12.00	12.00	10.00
25-08-22	11:00	72:00	8.50	8.50	7.51	11.00	11.00	9.72	14.00	14.00	12.37

PENETRACION

PENET. Psig.	CARGA std. PSI	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		N° DE GOLPES / CAPA 56				N° DE GOLPES / CAPA 25				N° DE GOLPES / CAPA 12			
		CARGA Lb.	Lb.	Psi	%	CARGA Lb.	Lb.	Psi	%	CARGA Lb.	Lb.	Psi	%
0.000		0	0	0		0	0		0	0	0		
0.025		105.00	1,080	677		318.00	3,218	1,100		305.00	3,087	1,055	
0.050		583.00	5,886	2,011		630.00	6,359	2,173		486.00	4,909	1,677	
0.075		986.00	9,943	3,396		810.00	8,171	2,792		594.00	5,997	2,049	
0.100	1,000	1220.00	12,298	4,202	42.02%	1000.00	10,084	3,446	34.46%	860.00	8,674	2,964	
		1530.00	15,419	5,269		1380.00	13,706	4,684		990.00	9,881	3,338	
		1960.00	19,748	6,748		1520.00	15,319	5,235		1000.00	10,084	3,446	
		2219.00	22,365	7,639		1708.00	17,191	5,874		1060.00	10,688	3,662	

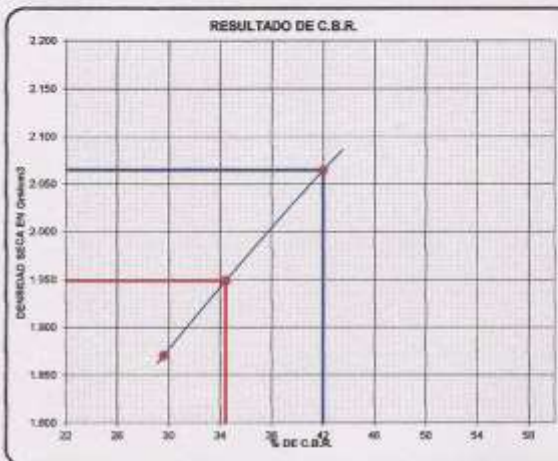


Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
C.I.F. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1983)
MTC E 139 - 2000

TESIS	ESTABLECIMIENTO DE SUELOS CON ACTIVO TERRESTRE PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PACAFAMPA - APISSI, ARAPA, AZANGARO, PUNO 2022	Metodo de compactación	T-190 "D"
SOLICITANTE	: BACH. MARIO HIDALGO BRUNO	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	2.065
UBICACIÓN	: DIST. ARAPA, PROV. AZANGARO, DEP. PUNO.	Óptimo Contenido de Humedad (11.50%
MUESTRA	: CALICATA N° 2 + 1,5 M ³ TERRAZL	CBR 100% MDS	42.0%
Sector	: COMUNIDAD APISSI	CBR 95% MDS	34.5%



ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR	
METODO DE COMPACTACION	D
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.065
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.50%
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.96




COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES			
MOLDE N°	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	10
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.065	1.949	1.671
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.2	15.3	18.2
C.B.R. %	0.1"	42.0	34.5
C.B.R. %	0.2"		39.6

RESULTADOS	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	42.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	34.5




Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANEXO 5: Panel fotográfico

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
PANEL FOTOGRÁFICO	
TESIS	AUTOR
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA – APISSI, ARAPA, AZÁNGARO, PUNO, 2022.	Hidalgo Bruna, Mario
RECOJO DE MUESTRA DE CALICATA	
	
Foto 01. Calicata N° 01	Foto 02 Calicata N°02.
	
Foto 03. Visita al material de cantera de la carretera afirmada.	

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
PANEL FOTOGRÁFICO	
TESIS	AUTOR
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA – APISSI, ARAPA, AZÁNGARO, PUNO, 2022.	Hidalgo Bruna, Mario

GRANULOMETRÍA



Foto 4 ZARANDEO POR TAMIZ



Foto 5 ZARANDEO POR TAMIZ

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
PANEL FOTOGRÁFICO	
TESIS	AUTOR
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA – APISSI, ARAPA, AZÁNGARO, PUNO, 2022.	Hidalgo Bruna, Mario

LÍMITES DE CONSISTENCIA SIN ADITIVO



Foto 6 adición de agua para el cálculo del límite de líquido con equipo casa grande



Foto 7 Ensayo en del límite liquido con equipo casa grande

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS	AUTOR
--------------	--------------

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA – APISSI, ARAPA, AZÁNGARO, PUNO, 2022.	Hidalgo Bruna, Mario
---	----------------------

LIMITE CONSISTENCIA CON ADICIÓN DE ADITIVO TERRASIL



Foto 8 Aditivo terrasil



Foto 9 secado de muestra



Foto 10 disolución del aditivo Terrasil



Foto 11 limite plástico

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
PANEL FOTOGRÁFICO	
TESIS	AUTOR
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA – APISSI, ARAPA, AZÁNGARO, PUNO, 2022.	Hidalgo Bruna, Mario

PROCTOR MODIFICADO



Foto 12 compactación del proctor



Foto 13 ensayo proctor modificado

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
PANEL FOTOGRÁFICO	
TESIS	AUTOR
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE CARRETERA AFIRMADA PATAPAMPA – APISSI, ARAPA, AZÁNGARO, PUNO, 2022.	Hidalgo Bruna, Mario

CBR



Foto 14 retiro de la inmersión de las muestras



Foto 15 prensa CBR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de suelos con aditivo Terrasil para el mejoramiento de carretera afirmada Patapampa – Apissi, distrito de Arapa, Azángaro, 2022", cuyo autor es HIDALGO BRUNA MARIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 26.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 28 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO DNI: 70407573 ORCID: 0000-0003-0254-301X	Firmado electrónicamente por: SLEYTHER el 28-11- 2022 23:29:14

Código documento Trilce: TRI - 0458879