



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Aplicación de aditivos químicos para estabilización de suelos en carreteras no
pavimentadas del tramo: Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA:

Carlos Ventocilla, Lucy Yesenia

<https://orcid.org/0000-0003-3121-0812>

ASESORA:

Dra. Arriola Moscoso, Cecilia

<https://orcid.org/0000-0003-2497-294X>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

En primer lugar, agradezco a Dios por guiarme, y ayudarme en esta etapa de mi carrera, la culminación de mi etapa universitaria, a mi familia por ser mi inspiración y motor, y a mis amigos y amistades por en gran apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradecer en todo momento al todo poderoso, Dios ya que, gracias a su guía, estoy logrando uno de mis grandes objetivos en esta vida, a mi familia, agradecer de todo corazón todo el apoyo que me dan y a mis amigos, ya que, con su aliento, estoy culminando y proyecto de tesis

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CONTENIDOS.....	iv
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1 Tipo y diseño de investigación	17
3.2 Variables y operacionalización	18
3.3 Población, muestra y muestreo	19
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.5 Procedimientos	24
3.6 Método de Análisis de Datos	25
3.7 Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN	46
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS	56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador</i>	9
Tabla 2: <i>Guía Complementaria Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador</i> .	10
Tabla 3: <i>Número de Calicatas para Exploración de Suelos</i>	12
Tabla 4: <i>Número de Ensayos M_R Y CBR</i>	13
Tabla 5: <i>Signos Convencionales para Perfiles de Calicatas – Clasificación</i>	13
Tabla 6: <i>Signos Convencionales para Perfiles de Calicatas – Clasificación AASHTO</i>	14
Tabla 7: <i>Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS</i>	14
Tabla 8: <i>Tamices de talla cuadrada</i>	18
Tabla 8: <i>Categorías de Sub Rasante</i>	16
Tabla 9: <i>Técnicas e instrumento de recolección de datos</i>	19
Tabla 10: <i>Confiabilidad – Índice Kappa</i>	21
Tabla 11: <i>Ubicación de calicatas</i>	25
Tabla 12: <i>Resultado de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice Plasticidad</i>	27
Tabla 13: <i>Resultados Límite Líquido, muestra C-1</i>	27
Tabla 14: <i>Resultados Límite Plástico, muestra C-1</i>	27
Tabla 15: <i>Resultado de Clasificación SUC, AASHTO y contenido de humedad de M-1</i> ..	31
Tabla 16: <i>Resultados de Compactación – Proctor Modificado</i>	31
Tabla 17: <i>Resultados – Proctor Modificado más adición de Cemento, Terrasil y Cal</i>	34
Tabla 18: <i>Resultado de condición de la muestra ensayada M-1, estado natural</i>	35
Tabla 19: <i>Resultado de condición de la muestra ensayada M-1 + 3% Cemento</i>	36
Tabla 20: <i>Resultado de condición de la muestra ensayada M-1 + 3% Terrasil</i>	38
Tabla 21: <i>Resultado de condición de la muestra ensayada M-1 + 3% Cal</i>	39

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> estabilización de suelos con aditivos químicos.....	7
<i>Figura 2:</i> Cemento Porlant.....	7
<i>Figura 3:</i> Terrasil.....	8
<i>Figura 4:</i> Cal.....	8
<i>Figura 5:</i> Estabilización de suelo con Cemento	11
<i>Figura 6:</i> Estabilización de suelo con Cal.....	11
<i>Figura 7:</i> Estabilización de suelo con Terrasil	12
<i>Figura 8:</i> Formula Índice de Plasticidad.....	15
<i>Figura 9:</i> Ubicación de la Zona de Estudio	23
<i>Figura 10:</i> Ubicación Zona de Estudio.....	24
<i>Figura 11:</i> ensayo de la muestra M-1 realizado en Laboratorio	25
<i>Figura 12:</i> ensayo de la muestra M-1 con la adición de aditivos químicos.....	26
<i>Figura 13:</i> Contenido de Humedad (%) vs Número de Golpes, Suelo Natural	28
<i>Figura 14:</i> Resultados Granulométrico en estado natural	30
<i>Figura 15:</i> Diagrama Relación OCH – MDS, Suelo Natural	32
<i>Figura 16:</i> Diagrama Relación OCH – MDS, Suelo + 3% Cemento.....	32
<i>Figura 17:</i> Diagrama Relación OCH – MDS, Suelo + 3% Terrasil	33
<i>Figura 18:</i> Diagrama Relación OCH – MDS, Suelo + 3% Cal.....	33
<i>Figura 19:</i> Diagrama de ensayo CBR en la muestra M-1 en estado natural	35
<i>Figura 20:</i> Diagrama de ensayos de CBR de muestra M-1 en suelo natural	36
<i>Figura 21:</i> Diagrama de ensayo de CBR en la muestra M-1 + 3% Cemento.....	37
<i>Figura 22:</i> Diagrama de ensayos de CBR de muestra M-1 + 3% Cemento	37
<i>Figura 23:</i> Diagrama de ensayo CBR en la muestra M-1 + 3% Terrasil	38
<i>Figura 24:</i> Diagrama de ensayos de CBR de muestra M-1 + 3% Terrasil	39
<i>Figura 25:</i> Diagrama de ensayo CBR en la muestra M-1 + 3% Cal.....	40
<i>Figura 26:</i> Diagrama de ensayos de CBR de muestra M-1 + 3% Cal	40

RESUMEN

En la actualidad una de las principales preocupaciones de todo proyecto respecta en su gran mayoría al suelo natural, ya que este problema es pertinente por los diversos tipos de suelos que presenta las carreteras a nivel nacional. El objetivo general es analizar la estabilización de suelos con la aplicación de aditivos químicos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba- Oxapampa. Teniendo una metodología: tipo de investigación siendo aplicada, presentando un diseño cuasi experimental, nivel de investigación explicativo experimental, con un enfoque cuantitativo. Lo que se busca en este proyecto es una mejora a nivel de subrasante, por medio de 3 estabilizadores químicos que son el cemento, el terrasil y la cal, para luego calcular su índice de plasticidad, posteriormente se realizó el ensayo Proctor Modificado para el cálculo de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad y al obtener estos resultados se pudo elaborar el ensayo del CBR con adición de los aditivos como agentes estabilizadores. Los resultados revelados del ensayo CBR el suelo natural presenta un CBR de 15.6% al 100%, al añadir los aditivos químicos en 3%, presenta un incremento de 20.5%, 21.5% y 25.5% respectivamente.

Palabras Claves: Terrasil, Límite de atterberg, Proctor Modificado, CBR

ABSTRACT

At present, one of the main concerns of any project is mostly related to natural soil, since this problem is pertinent due to the different types of soils that national roads present. The general objective is to analyze the stabilization of soils with the application of chemical additives on unpaved roads of the section: Chontabamba-Oxapampa. Having a methodology: type of research being applied, presenting a quasi-experimental design, experimental explanatory research level, with a quantitative approach. What is sought in this project is an improvement at the subgrade level, by means of 3 chemical stabilizers that are cement, terrasil and lime, to then calculate its plasticity index, later the Modified Proctor test was carried out for the calculation of the maximum dry density and the optimum moisture content and by obtaining these results the CBR test could be elaborated with the addition of additives as stabilizing agents. The results revealed from the CBR test the natural soil presents a CBR of 15.6% to 100%, when adding the chemical additives in 3%, it presents an increase of 20.5%, 21.5% and 25.5% respectively

Keywords: Terrasil, Atterberg Limit, Modified Proctor, CBR

I. INTRODUCCIÓN

El problema a nivel internacional es en carreteras de bajo volumen, están dadas con un nivel más bajo en el sector de transporte terrestre, el propósito primordial de las carreteras o conocido como trochas carrozables de poco tráfico (gran mayoría sin pavimentar) es brindar accesibilidad a los pueblos alejados de la metrópoli. Además, permiten el paso de diversos tipos de vehículos, asegurar el transporte adecuado, garantizando la seguridad de los peatones. En la actualidad, lugares como Colombia presenta un gran déficit en los componentes estructurales viales, ya que presentan muchas fisuras y hundimiento a nivel carpeta asfáltica, todo esto conlleva a los problemas que se originan en el terraplén y también en la fundación del terreno, lo que conlleva a una gran investigación en la estabilización de la subrasante, usando aditivos químicos, ya que la gran mayoría de los suelos suelen ser arcilloso, además México presenta el mismo problema en el terreno de fundación, pero usando una gran alternativa como el uso de geomallas para suelos arcillosos o también zonas pantanosas. El país sureño Bolivia usa alternativas como el Cemento y Cal como agentes estabilizadores, mayormente por temas económicos y su fácil manipulación brindan como agentes estabilizadores para su pronta solución y evitar el retraso en los proyectos que se vienen ejecutando.

A nivel nacional, la formación geológica de los suelos consiste en depósitos cuaternarios de materiales residuales con presencia de pequeñas partículas (arcillas y limos), que son producto de la intemperie de formas clásicas y no clásicas que provocan deformaciones del suelo por efecto de la saturación de agua, lo que provoca la destrucción de varios tipos de recubrimientos al estabilizar el suelo con aditivos. Los suelos inestables son excesivamente peligrosos en trabajos de ingeniería como edificios, puentes, estabilidad de taludes, centrales hidroeléctricas, presas y pavimentos; debido a deformaciones y deposiciones irregulares, provocando pérdidas en la economía.

A nivel local, en la región de Pasco, provincia de Oxapampa, existen áreas críticas por ser carretera no pavimentadas, donde no existe mejoramiento del suelo ya que no se realizó un estudio detallado de la mecánica del suelo, además no de no existir mejoramiento mediante el uso de aditivos químicos que sume la capacidad de soporte del suelo. Actualmente, los caminos están completamente desgastados

debido a factores climáticas como la temperatura, el clima, el agua y otros causando deformaciones y asentamientos en la estructura del camino, Oxapampa tiene varias capas de suelos como arcilla, grava, limo y arena, cada uno de ellos se comporta de manera diferente frente al peso del vehículos y equipos pesados que provocan fallas en las vías. La inestabilidad del suelo provoca fluctuaciones de volumen por cambios de humedad, provocando patologías en la estructura de la carretera, mientras que al mismo tiempo genera problemas a los usuarios como desgaste del vehículo, incomodidad de transporte, tiempos de viaje más largos. Considerando los problemas existentes, hoy en día, a través de diversos tipos de investigaciones, se mejora la capacidad portante del suelo usando aditivos en diferentes porcentajes, de manera que se optimiza calidad del suelo, mejorando las carreteras y en beneficio de la sociedad.

Por ende, la siguiente investigación presenta el problema genera: ¿De que manera influye la adición de aditivos químicos para la estabilización de suelos en carreteras no pavimentadas del tramo Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021? Y los problemas específicos considerados son: ¿En cuanto influye los aditivos químicos en el índice de plasticidad de los suelos en carreteras no pavimentadas del tramo Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021? ¿en cuánto influye los aditivos químicos en la compactación de los suelos en carreteras no pavimentadas del tramo Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021? ¿en cuánto influye los aditivos químicos en la resistencia de los suelos en carreteras no pavimentadas del tramo Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021?

La justificación teórica en este estudio está diseñada para proporcionar conocimientos prácticos sobre el mejoramiento del suelo mediante la adición de aditivos químicos, donde el resultado de este estudio se utilizó como sugerencia y se puede utilizar como un medio para resolver el problema en temas relacionados respecto a la estabilización de suelos a nivel de sub rasante, en las condiciones adecuadas para el proceso de construcción. Así, se analizó la estabilización del suelo utilizando aditivos químicos como Terrasil, cal y cemento.

La justificación metodológica en la siguiente investigación brinda un método de ensayo distinto para la obtención de resultados al añadir aditivos químicos en la estabilización de suelos pobres.

La justificación social en la siguiente investigación para su rápida ejecución hasta el nivel de carpeta asfáltica, evitando polvareda en los lugareños y el rápido traslado por la zona, ya que siendo una trocha carrozable, perjudica a la población por la alta contaminación.

La justificación ambiental en la presente investigación, es muy importante por sus diferentes medios y enfoques, para ello dentro de los principales componentes de los aditivos químicos, estos productos, con el fin de preservar y no generar conflictos tanto sociales como ambientales.

de los suelos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba - Oxapampa, Pasco 2021. Los aditivos químicos influyen de manera positiva en la resistencia de los suelos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba - Oxapampa, Pasco 2021.

Siendo el objetivo principal la de analizar la estabilización de suelos con la aplicación de aditivos químicos en carreteras no pavimentadas del tramo Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021, de la misma manera siendo los objetivos específicos; determinar el índice de plasticidad con la aplicación de aditivos químicos en carreteras no pavimentadas del tramo Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021. Determinar la compactación con la aplicación de aditivos químicos en carreteras no pavimentadas del tramo Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021. Determinar la resistencia con la aplicación de los aditivos químicos en carreteras no pavimentadas del tramo Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021.

Siendo la hipótesis principal, adición de aditivos químicos influye de manera positiva en la estabilización de suelos en carreteras no pavimentadas del tramo Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021. Siendo las hipótesis específicas, los aditivos químicos influyen de manera positiva en el índice de plasticidad en carreteras no pavimentadas del tramo Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021. Los aditivos químicos influyen de manera positiva en la compactación en carreteras no pavimentadas del tramo Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021. Los aditivos químicos influyen de manera positiva en la resistencia en carreteras no pavimentadas del tramo Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel mundial, autores como Bustamante (2016), en su trabajo de investigación demuestra: el objetivo fue decidir el grado de oposición sobre una subrasante, aplicando una geomalla y un geotextil simultáneamente como diseño de soporte y contraste y la obstrucción que puede dar la utilización de geomalla, geotextil y sin soporte, igualmente se examinaron los esfuerzos creados en la capa exterior de la subrasante por las desfiguraciones provocadas por las cargas aplicadas. Se concluye que había una disminución del espesor de la capa sobre la subrasante y se afirmó que el uso de un geotextil y una geomalla simultáneamente no presentaría una mejora en la capa superior.

Pérez (2017) indica lo siguiente: El presente trabajo de investigación, abarca la estabilización de la sub rasante mediante la mezcla del cemento portland y la ceniza de cáscara de arroz en la carretera Puerto los Ángeles Playa Hermosa, por lo cual se recopiló información como: estudio de topografía, estudios de suelos, estudio de tráfico e información bibliográfica. Una vez obtenida la información se procedió al procesamiento de datos, haciendo uso de software. Del estudio de topografía se pudo determinar que la carretera presenta un terreno accidentado, del estudio de suelos se pudo determinar que la zona presenta suelos limosos y arcillosos, de la mezcla del cemento portland y la ceniza de cáscara de arroz, se llegó a establecer que la mezcla influye en la resistencia del suelo, llegando a mejorar la sub rasante.

Parra (2018) en su trabajo de postulación muestra: evaluó la resistencia mecánica de unos cuerpos de prueba de caolín bajo cargas monótonas de flexión y compresión en el centro de investigación, y como indica el Proctor estándar para probar y concentrarse en la suciedad, se añadieron por separado 2%, 4%, 6% y 8% de cal y restos de moscas (Caolín); antes de eso, el material fue primero retratado, y la última intención fue decidir la suciedad por correlación avanzar la circunstancia, y la razón de que la cal tiene mejor protección de caolín en cuanto a la mayor tensión y deformación, mientras que los escombros no funciona esencialmente en la suciedad. Por regla general, tiene mejores propiedades elásticas sin superar el efecto posterior de la cal. En su mayor parte, si la suciedad debe equilibrarse rápidamente, la información obtenida destaca la cal como una decisión superior para la mejora del suelo.

De igual manera Hernández, Mejía y Zelaya (2016), en su exploración demuestran: que tuvieron el objetivo de trabajar en las propiedades de un suelo de barro para poner un asfalto inflexible a través de estabilizadores comparando con cal para lo cual obtuvieron en los resultados que al agregar 5% de cal este construye su límite de rodamiento de 0 1,93% a 54% siendo el mejor de ahí que se presume que el material con suelo-cal al 5% es termina siendo más posible que sea importante para la capa de subrasante para un pavimento rígido.

A nivel nacional, Ushiñahua (2018) indica lo siguiente: El estudio esta efectuado por un diseño experimental, donde mi población según los criterios de la norma EM 2000 Y EG 2013 son 10 calicatas aplicando estudios básicos de campo como también de laboratorio de suelos, teniendo como objetivo evaluar la ascensión capilar de la sub rasante en la carretera Tarapoto- San Roque de Cumbaza y poder determinar los parámetros representativos que puedan ayudar a identificar suelos vulnerables ante aguas subterráneas en esa zona. 5.2. De los ensayos y control de ascensión capilar se ha podido concluir que los suelos con un alto contenido de arena pierden estabilidad ante la presencia de humedad, pero limitan la ascensión capilar, como también se ha podido identificar que los suelos con un alto contenido de arcilla son estables antes la presencia de humedad no obstante facilitan la ascensión capilar identificándose velocidades que superan los 0.9 cm/minuto.

Rojas (2019) indica lo siguiente: la presente investigación logró determinar la influencia de la aplicación del aditivo CON-AID, en la subrasante del pavimento de concreto hidráulico, Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 10cm³/kg, reduce el valor del Índice de plasticidad en 54% con respecto al índice de plasticidad con una dosificación 0cm³/kg de la subrasante del pavimento de concreto hidráulico. Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 20cm³/kg, reduce el valor del Índice de plasticidad en 94% con respecto al índice de plasticidad con una dosificación 0cm³/kg de la subrasante del pavimento de concreto hidráulico. Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 10cm³/kg, aumenta el valor de la relación de soporte (CBR) en 525% con respecto al valor de la relación de soporte (CBR) con una dosificación 0cm³/kg de la subrasante del pavimento de concreto hidráulico. Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con

una dosificación de 20cm³/kg, aumenta el valor de la relación de soporte (CBR) en 656% con respecto al valor de la relación de soporte (CBR) con una dosificación 0cm³/kg de la subrasante del pavimento de concreto hidráulico.

Yampara (2020) en su trabajo de proposición demuestra: Los suelos arcillosos para una subrasante presentan problemas debido a la alta plasticidad, el límite de carga CBR extremadamente bajo y el cambio en contacto con la humedad. En consecuencia, el objetivo de este examen es decidir el nivel ideal de cal para garantizar un aumento del límite de carga CBR. El procedimiento consiste en contrastar la prueba regular del suelo y extensiones de 3%, 5% y 7% de material de compensación aplicado en estado seco. Entre los resultados primarios, se obtuvo una amplia variedad en el límite de carga, donde se logró un CBR del 13,01% añadiendo un 5% de cal al suelo CL y su CBR en su estado regular era del 4,40%, provocando una expansión en la obstrucción del 295,68%. Esto hace que la tierra pase de ser una subrasante carente a una subrasante decente".

Presentando artículos, según los autores Leite, R., Cardoso, R., Cardoso, C., Cavalcante, E., y de Freitas, O. (2016), muestran lo siguiente: realizaron una investigación de ajuste de los suelos de barro con el objetivo de disminuir su potencial de expansión. Para ello, se utilizó cal como estabilizador en medidas de 3%, 6% y 9%. Los resultados afirmaron la idoneidad del ajuste con cal. Se observó que, a medida que se ampliaba el contenido de cal, se producía una disminución de la porción de tierra y una expansión de la pequeña parte de material granular, ampliando así la resistencia al corte de la tierra. La curva de compactación se desplazó y la presión de ampliación libre disminuyó fundamentalmente.

Como nos dicen Decky, M., Remisová, E. Hájek, M., y Pitoňák, M. (2016), presentan el curso de la evaluación de los suelos arcillosos mediante la prueba de California Bearing Ratio (CBR) en el centro de investigación y en el campo. A través del CBR se llevó a cabo la evaluación del límite de carga de las estructuras de tierra, ya que la prueba de California Bearing Ratio es una de las pruebas de centro de investigación más ampliamente utilizadas en la naturaleza de las estructuras de tierra. Los resultados obtenidos de la prueba Proctor permiten relacionar el nivel de humedad para cumplir con los requisitos previos sugeridos para una subrasante de

calle. La consecuencia de las estimaciones de campo del CBR sirve para garantizar los estados objetivo de las estructuras de tierra.

Como bases teóricas, se tuvo lo siguiente: Los aditivos químicos son componentes naturales, compuestas de enzimas, que permiten una adecuada distribución en el suelo, por efecto de su interacción, tienen la propiedad de actuar de manera eficaz, su objetivo principal es mejorar el estado físico y mecánico del suelo.



Figura 1: estabilización de suelos con aditivos químicos

Fuente: brakel Construction Products

El Cemento Portland es un aglomerante que reacciona cuando se agrega agua y actúa como un adhesivo para que las partículas agregadas formen concreto sobre el cemento Portland.



Figura 2: Cemento Porlant

Fuente: Asocem

El terrasil, siendo un componente químico y también trabaja como aditivo en la permeabilidad de suelos pobres.



Figura 3: Terrasil

Fuente: Asocem

La cal se entrega a partir del cambio compuesto de carbonato de calcio (piedra caliza - CaCO_3) en óxido de calcio. La cal hidratada se adquiere cuando la cal viva responde sintéticamente con el agua.



Figura 4: Cal

Fuente: Asocem

Se considera un suelo pobre, o suelo en mejoramiento cuando el CBR sea menor o igual al 6% ya sea en reemplazo del suelo o usando (geotextiles, geomallas u otros).

Tabla 1: Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador

Área	Clase de suelo	Tipo de Estabilizador Recomendado		Restricción en LL e IP del suelo	Restricción en el porcentaje que pasa la malla 200	Observaciones
1 A	SW o SP	(1)	Asfalto			
		(2)	Cemento Portland			
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 B	SW - SM o SP - SM o SW - SC o SP - PC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		
		(2)	Cemento Portland	IP no excede de 30		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM o SC o SM-SC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2)	Cemento Portland	(b)		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 A	GW o GP	(1)	Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Portland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 B	GW - GM o GP - GM o GW - GC o GP-GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Portland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 C	GM o GC o GM - GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Portland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH o CL o MH o ML o OH o OL o ML-CL	(1)	Cemento Portland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2)	Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico (b) $IP = 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla N° 200}) / 4$				Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador	Fuente: US Army Corps of Engineers	

Fuente: Manual Carreteras Sección Suelos y Pavimentos – 2014

Tabla 2: Guía Complementaria Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador

Tipo de Estabilizador Recomendado	Normas Técnicas	Suelo ⁽¹⁾	Dosificación ⁽²⁾	Curado (Apertura Al Tránsito) ⁽³⁾	Observaciones
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 LL > 40% IP ≥ 18% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 o AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO (2) < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO ⁽²⁾ No debe contener Abrasión < 50% % < N° 200: 10 - 35%	1L / 30-33 m ³	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO ⁽²⁾ < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Fuente: Manual Carreteras Sección Suelos y Pavimentos – 2014

La estabilización de suelos con cemento resulta de la combinación de un suelo pobre con hormigón, agua y otros aditivos, seguido de compactación y restauración.



Figura 4: Estabilización de suelo con Cemento

Fuente: brakel Construction Products

La estabilización de suelos con cal es cuando se añade cal a la tierra. Este ciclo también se produce tras la expansión de la cal. El impacto es que la tierra pierde su propiedad de retener el agua.



Figura 5: Estabilización de suelo con Cal

Fuente: Fuente: brakel Construction Products

El terrasil, siendo una sustancia añadida que cambia la sujeción. Comprende en la impermeabilización de suelos y tierras. Posee agrupaciones de silanol, que responden con los silicatos presentes en la sujeción, cambiando su superficie y dándoles propiedades hidrofóbicas súper duraderas.



Figura 06: Estabilización de suelo con Terrasil

Fuente: Fuente: brakel Construction Products

Muestra del suelo: Descubrir la metodología de ensayo de suelos y rocas adecuada que permita relacionar la información particular con las propiedades del suelo, como la versatilidad, la penetrabilidad, el peso unitario, la compresibilidad, la resistencia y el grado; y las propiedades de las rocas, como la resistencia, la estratigrafía, la construcción y la morfología.

Tabla 3: Número de Calicatas para Exploración de Suelos

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

Fuente: Manual carreteras Sección Suelos y Pavimentos – 2014 – MTC/14

Tabla 04: Número de Ensayos M_R Y CBR

Tipo de Carretera	Nº M_R y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> 1 M_R cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR (*)
Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual carreteras Sección Suelos y Pavimentos – 2014 – MTC/14

Los suelos experimentados serán representadas y agrupadas por el sistema para el desarrollo de las calles, la caracterización será realizada por la AASHTT y el SUCS, utilizando los signos tradicionales expuestos debajo:

Tabla 5: Signos Convencionales para Perfiles de Calicatas – Clasificación

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Fuente: Manual carreteras Sección Suelos y Pavimentos – 2014 – MTC/14

Tabla 6: Signos Convencionales para Perfiles de Calicatas – Clasificación AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Fuente: Manual carreteras Sección Suelos y Pavimentos – 2014 – MTC/14

Tabla 7: Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico		
	Turba, suelo considerablemente orgánico		

Fuente: Manual carreteras Sección Suelos y Pavimentos – 2014 – MTC/14

Limite Liquido, propiedad del suelo pasa de estado semi a plástico.

Limite Plástico, cuando el suelo presenta baja resistencia.

Índice de Plasticidad, cuando el suelo logra tener un comportamiento plástico.

$$\mathbf{IP = LL - LP}$$

Figura 6: Formula Índice de Plasticidad

Fuente: Manual carreteras Sección Suelos y Pavimentos – 2014 – MTC/14

La humedad o el contenido de humedad de una tierra es la proporción, comunicada como tasa, de la pesadez del agua en una masa dada de tierra con respecto a la pesadez de las partículas fuertes. Este modo de funcionamiento decide la pesadez de agua eliminada por el secado de la tierra clamada a una carga consistente en una estufa controlada a $100 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}^*$. La pesadez de la tierra que queda del secado en la estufa se utiliza como la pesadez de las partículas fuertes. Las pérdidas de peso debidas al secado se consideran como la pesadez del agua.

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$
$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

Donde:

W	=	es el contenido de humedad, (%)
M _{cws}	=	es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos
M _{cs}	=	es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos
M _c	=	es el peso del contenedor, en gramos
M _w	=	es el peso del agua, en gramos
M _s	=	es el peso de las partículas sólidas, en gramos

Figura 7: Calculo Contenido de Humedad de la Muestra

Fuente: Manual carreteras Sección Suelos y Pavimentos – 2014 – MTC/14

Tabla 8: *Categorías de Sub Rasante*

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

Fuente: Manual carreteras Sección Suelos y Pavimentos – 2014 – MTC/14

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

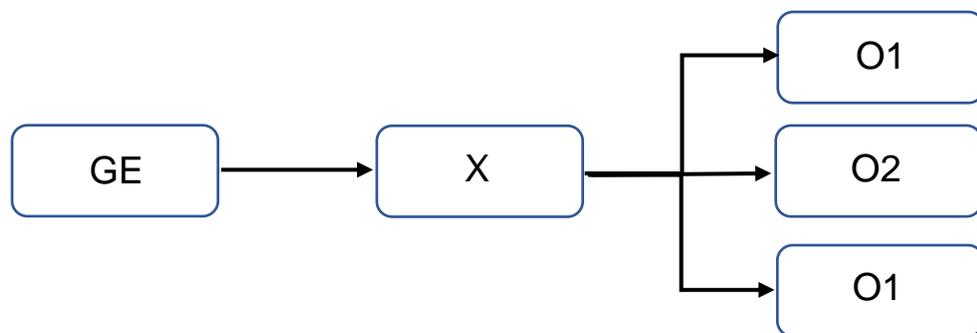
Tipo de investigación

La siguiente investigación es de tipo aplicada, ya que contribuye al conocimiento científico de los estudios anteriores.

Diseño de investigación

La siguiente investigación es cuasi experimental, ya que el investigador manipula una o varias variables.

Se desea conocer el diseño de investigación a través del siguiente esquema:



GE = Grupo Experimental

X = Variable Independiente

O1 = Observación Experimental (Cemento)

O2 = Observación Experimental (Terrasil)

O3 = Observación Experimental (Cal)

Nivel de investigación

La siguiente investigación es explicativo correlacional. Por ende, en la mejora de las propiedades físicas – mecánicas de suelo, es necesario estudiar la estabilización de subrasante con diferente dosis de aditivos químicos.

Enfoque de investigación

La siguiente investigación es cuantitativa, dado que se aplican cálculos estadísticos, iniciando de las muestras representativas para mostrar resultados numéricos.

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente

Aditivos químicos.

Definición Conceptual

La estabilización química hace referencia al uso de sustancias químicas patentadas usados normalmente en suelos no pavimentadas para darle mayor resistencia, porcentaje de compactación, capacidad portante del suelo tratado y prolongar su vida útil.

Definición Operacional

Proceso realizado técnicamente, para determinar su estado y composición química como aditivo estabilizante, con la intención de mejorar el Índice de plasticidad, el porcentaje de compactación y la capacidad portante de la subrasante.

Variable dependiente

estabilización de suelos.

Definición Conceptual

La estabilización del suelo, determina en conocer las propiedades de su resistencia mecánica.

Definición Operacional

La estabilización del suelo presenta 3 dimensiones y cinco indicadores, y también de los instrumentos para controlar la adición del terrasil, cemento y cal en la estabilización.

Operacionalización de Variable

La tabla (Anexo 02) presenta la Matriz de Operacionalización.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

“La población se le denomina al número de individuos u elementos del cual se requerirá obtener una información necesaria para el estudio”

La población está compuesta por toda la sub rasante que se encuentra en carreteras no pavimentadas del tramo, Chontabamba - Oxapampa, la cual se encuentra ubicada en el Departamento de Pasco.

Muestra

En la presente investigación, la muestra conformada por la sub rasante de la carretera Chontabamba hasta Oxapampa, una longitud de 1 km, extrayendo muestra de suelo de una calicata a una profundidad de 1.5 m. (ver anexo 4) para la ubicación del tramo Chontabamba y Oxapampa.

Muestreo

Para la siguiente investigación, el muestreo es no probabilístico, ya que estas fueron elegidas por el mismo tesista, considerando características en la excavación de la calicata y conocer el nivel estratigráfico del suelo natural.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La participación y la observación del investigador de forma similar a los entornos visuales con mayor interacción y dinamismo que incluye la observación del autor.

Instrumento de recolección de datos

La primera técnica es la recolección de datos, usando las fichas de recolección de datos que fueron validados por especialistas (ver anexo 3) en la estabilización del suelo tratado con el uso de aditivos químicos.

La segunda técnica es la recolección de los resultados obtenidos de laboratorio haciendo uso como instrumento a la ficha de registro de datos, esta ficha sirve de registro de los resultados obtenidos del laboratorio para realizar un análisis estadístico y llegar a la interpretación de resultados de forma cuantitativa.

Tabla 9: *Técnicas e instrumento de recolección de datos*

Descripción	Técnicas	Instrumentos
Dosificación Cemento (3%)	Observación Directa	Ficha de recolección de datos
Dosificación Terrasil (3%)	Observación Directa	Ficha de recolección de datos
Dosificación Cal (3%)	Observación Directa	Ficha de recolección de datos
Límite Líquido	Observación Experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Límite Plástico	Observación Experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Clasificación de Suelos	Observación Directa	Ficha de resultados de laboratorio
Contenido de Humedad y Máxima Densidad Seca	Observación Experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Capacidad portante del suelo	Observación Experimental	Ficha de resultados de laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Validez

La siguiente investigación se realiza con el procedimiento de datos al obtener del laboratorio, plasmados en fichas técnicas y que fueron validadas por 3 expertos para obtener datos precisos de los indicadores.

Confiabilidad

Cada uno de los instrumentos usados fueron validados tomando como medida el índice Kappa, a través de este se evaluó la concordancia entre expertos teniendo como únicos a dos aspectos distintos para el estudio de fiabilidad. El resultado del fue 0.856, este valor se interpreta que existe una concordancia muy buena, es decir, los instrumentos son válidos y aptos para su uso.

Tabla 11: Confiabilidad – índice Kappa

Valor de K	Fuerza de la concordancia
<0.20	Pobre
0.21-0.40	Débil
0.41-0.60	Moderada
0.61-0.80	Buena
0.81-1.00	Muy buena

Fuente: Kappa 2014

3.5 Procedimientos

La obtención de resultados en la presente investigación, iniciando con la obtención de datos a través de la calicata, para luego seguir en laboratorio y proseguir con los ensayos como la clasificación de los suelos con los métodos AASHTO y SUCS, para luego realizar el ensayo de LL, LP e ID y conocer la plasticidad del suelo, seguidamente el ensayo de compactación para conocer el porcentaje de compactación mediante el calculo de la MDS y OCH. Por último, el ensayo CBR evalúa la capacidad portante del suelo y conocer la resistencia del suelo a tratar.

3.6 Método de Análisis de Datos

Para el análisis de datos, obtenidos de los ensayos que son representadas a través de tablas y figuras con el fin de dar un rápido y sencillo análisis e interpretación. Estos valores obtenidos en laboratorio, el resultado del análisis estadístico fue la base para la interpretación de resultados y la contrastación de hipótesis.

3.7 Aspectos Éticos

Toda la información plasmados en la presente investigación, fue citadas a los autores correspondientes, respetando la opinión de cada autor y generando aportaciones para esta investigación.

IV. RESULTADOS

4.1 Ubicación Geográfica

Ubicación de la Zona de Estudio

La siguiente investigación se realizó en “Chontabamba, que conforma uno de los 5 Distritos de la Provincia de Oxapampa, ubicada en el departamento de Pasco”.



Figura 8: Ubicación de la Zona de Estudio

Fuente: Google Earth

Área de ejecución de la presente investigación está ubicada en

Región: Pasco

Departamento: Pasco

Provincia: Oxapampa

Región Geográfica: Sierra Central

Distrito: Chontabamba

El Distrito de Chontabamba tiene un total de 3.504 Habitantes con una densidad de 7.9 hab/km², es uno de los 5 distritos de la Provincia de Oxapampa, en el departamento de Pasco, limitando por el norte con Oxapampa, por el Sur, con Villa Rica, por el Oeste con Huancabamba y por el Este con Oxapampa.

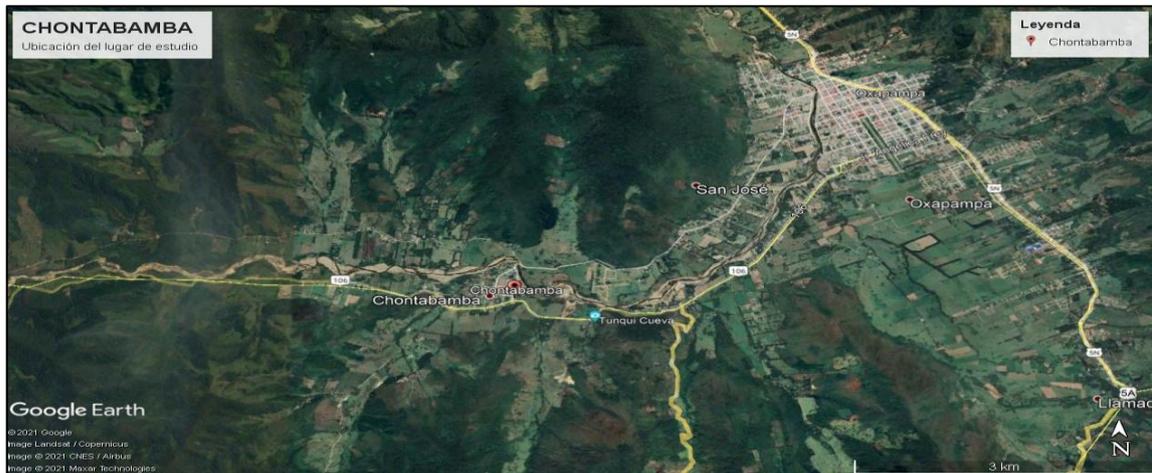


Figura 9: Ubicación Zona de Estudio

Fuente: Google Earth

4.2 Trabajos Preliminares

En esta sección se procede a describir los procesos efectuados de la presente investigación.

Trabajo de Campo



Figura 10: Obtención del Material

Fuente: Elaboración Propia

En primer paso, se realizó la visita a la carretera del tramo Chontabamba – Oxapampa, ubicada en el departamento de Pasco para realizar la excavación y perfilado de calicata, para obtener las muestras correspondientes, las cuales fueron trasladados al laboratorio para su respectivo análisis, como se ve en la figura 10.

Tabla 12. *Ubicación de calicatas.*

N° de Calicatas	Ubicación	Profundidad (m)	N° de Muestras Alteradas
M-1	Progresiva Km: 03+700	0.20 – 1.50	1

Fuente: Elaboración Propia

Se obtuvo 1 calicata, a una profundidad de 1.50 metros, distribuidas en la vía no pavimentada “Trocha Carrozable” con el objetivo de obtener material suficiente, para conocer las características del suelo natural, y obtener muestras en los diferentes estratos del suelo, para luego ser llevados al laboratorio, la ubicación de la calicata con su respectiva progresiva, se detallan en la tabla 12.

Trabajo de Laboratorio

Una vez obtenido la muestra de la calicata M-1, se procede a realizar los siguientes ensayos como Clasificación de Suelos por Tamizados, IP, Proctor Modificado y CBR.



Figura 11: ensayo de la muestra M-1 realizado en Laboratorio

Fuente: Resultados Laboratorio



Figura 12: ensayo de la muestra M-1 realizado en Laboratorio con la adición de aditivos químicos

Fuente: Resultados Laboratorio



Figura 13: ensayo de la muestra M-1 realizado en Laboratorio con la adición de aditivos químicos

Fuente: Resultados Laboratorio

4.3 Influencia de los aditivos químicos en el Índice de Plasticidad de los Suelos en Carreteras no Pavimentadas

Límite de atterberg ASTM 4318

Se realizó el ensayo de Límites de Atterberg a la muestra M-1 para determinar el LL, LP e IP, en la tabla 13 se observa los resultados dados por el laboratorio, dando como resultado que el LL es de 33.6%, LP es de 22.5% y el IP siendo de diferencia de ambas 11.1% por lo que corresponde según la clasificación de Suelos a un tipo arcilloso, según el rango de $IP \leq 20$ a $IP > 7$.

Tabla 13: Resultado de LL, LP e IP, muestra M-1

Muestra	Progresiva	LL	LP	IP
C-1	Km 3+700	33.6%	22.5%	11.1%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Resultados LL, muestra M-1

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
Nº TARA		1	3	4	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	53,11	55,15	56,14	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	49,98	51,51	52,42	
PESO DE AGUA	(gr.)	3,13	3,64	3,72	
PESO DE LA TARA	(gr.)	40,38	40,76	41,70	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	9,60	10,75	10,72	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32,60	33,86	34,70	
NUMERO DE GOLPES		35	25	16	

Fuente: Certificado Laboratorio

Tabla 15: Resultados LP, muestra C-1

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
Nº TARA		2	3		PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	26,75	26,32		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	25,64	25,27		
PESO DE LA TARA	(gr.)	20,81	20,49		
PESO DEL AGUA	(gr.)	1,11	1,05		
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	4,83	4,78		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22,98	21,97		22,5

Fuente: Certificado Laboratorio

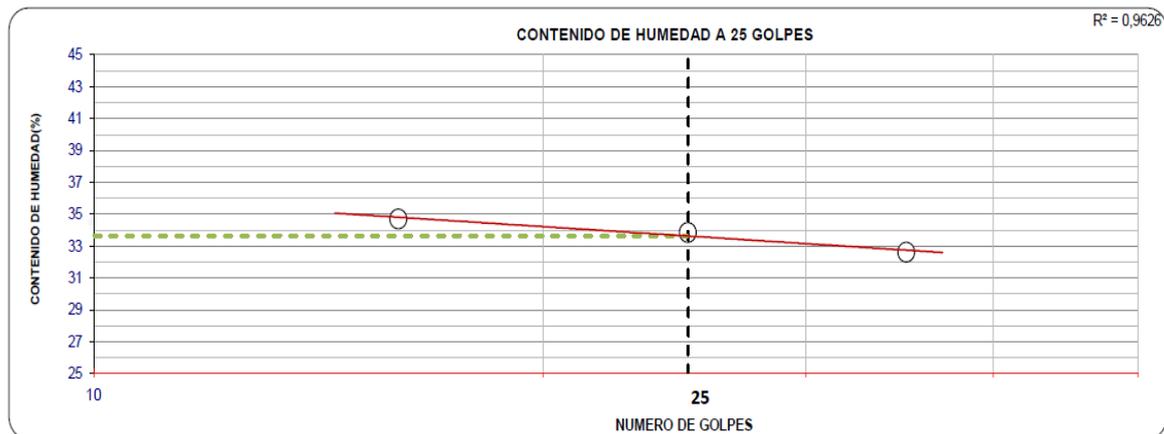


Figura 14: Contenido de Humedad (%) vs Número de Golpes, Suelo Natural
Fuente: Resultados Laboratorio

Según la tabla 13, el resultado de laboratorio de la muestra M-1 presenta un LL de 33.6%, un LP 22.5% y un IP de 11.1%, dentro del rango $IP \leq 20 - IP > 7$ teniendo Un IP de 11.1% presentando una plasticidad media (Suelos Arcillosos)

Tabla 16: Resultado de LL, LP e IP, muestra M-1 + 3% aditivos químicos

Muestra	Progresiva	LL	LP	IP
M-1	Km 3+700	33.60%	22.50%	11.10%
M-1 +3% Cal	Km 3+700	34.60%	24.50%	10.10%
M-1 + 3% Terrasil	Km 3+700	33.50%	24.50%	9.00%
M-1 + 3% Cemento	Km 3+700	34.20%	23.50%	10.70%

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 16, el resultado de laboratorio de la muestra M-1, presenta un LL de 33.60%, al añadir 3% aditivos químicos, presenta un LL de 34.6% para un 3% Cal, 33.5% para un 3% Terrasil, y 34.2% al 3% Cemento, un LP de 22.5% al añadir 3% Cal, 24.5% al añadir 3% Terrasil y 24.5% al añadir 3% Cemento presenta 23.50%, la muestra M-1 presenta un IP de 11.1% al añadir 3% Cal, 10.1% al añadir 3% Terrasil y 9.00% al añadir 3% Cemento 10.70%, dentro del rango $IP \leq 20 - IP > 7$ teniendo Un IP de 11.10%, 10.10% , 9.00 % y 10.70% respectivamente presentando una plasticidad media (Suelos Arcillosos).

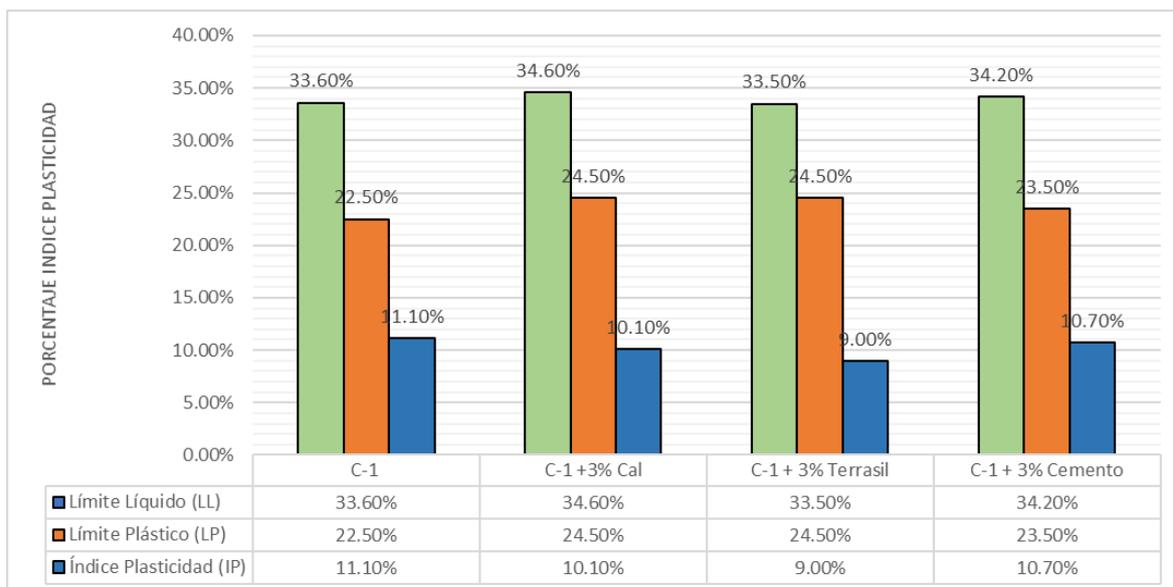


Figura N° 15: Resumen LL, LP e IP, Suelo Natural más adición del 3% Cal, Terrasil y Cal, muestra M-1

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede apreciar en la figura N° 15, el resumen del ensayo para la obtención del LL, LP e IP del suelo natural, presentando un IP de 11.10%, al añadir 3% Cal disminuye a 10.10%, al añadir 3% Terrasil disminuye a 9.00% y por último al añadir 3% Cal, este disminuye a 10.70%.

4.4 Influencia de los aditivos químicos en la compactación de los suelos en Carreteras no Pavimentadas

Análisis Granulométrico ASTM 422:

En primera instancia, el ensayo granulométrico, evalúa las características físicas del suelo mediante la muestra M-1 en estado natural, clasificando y seleccionando de acuerdo a su tamaño.

Tabla 17: Granulometría de la muestra de la calicata M-1 en estado natural

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET. PARCIAL	PESO RET.	%RET. PARC	%RET. AC.	% Q' PASA
3"	76,200					
2 1/2"	63,500					
2"	50,800					100,0
1 1/2"	38,100		0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,400		0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,100		0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,700		0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,520	12	12,2	2,1	2,1	97,9
1/4"	6,350		0,0	0,0	2,1	97,9
# 4	4,760	11	10,6	1,8	3,9	96,1
# 10	2,000	5,1	5,0	0,9	4,8	95,2
# 20	0,850	7,4	7,4	1,3	6,1	94,0
# 40	0,420	18,4	18,4	3,2	9,2	90,8
# 60	0,250	38,8	38,8	6,7	15,9	84,1
# 100	0,150	69,6	69,6	11,9	27,8	72,2
# 200	0,074	81,2	81,2	13,9	41,8	58,2
< # 200	FONDO	339,2	339,1	58,2	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 17, se presenta el análisis granulométrico de la muestra M-1, visualizando el porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200, siendo un suelo arcilloso, de plasticidad media.

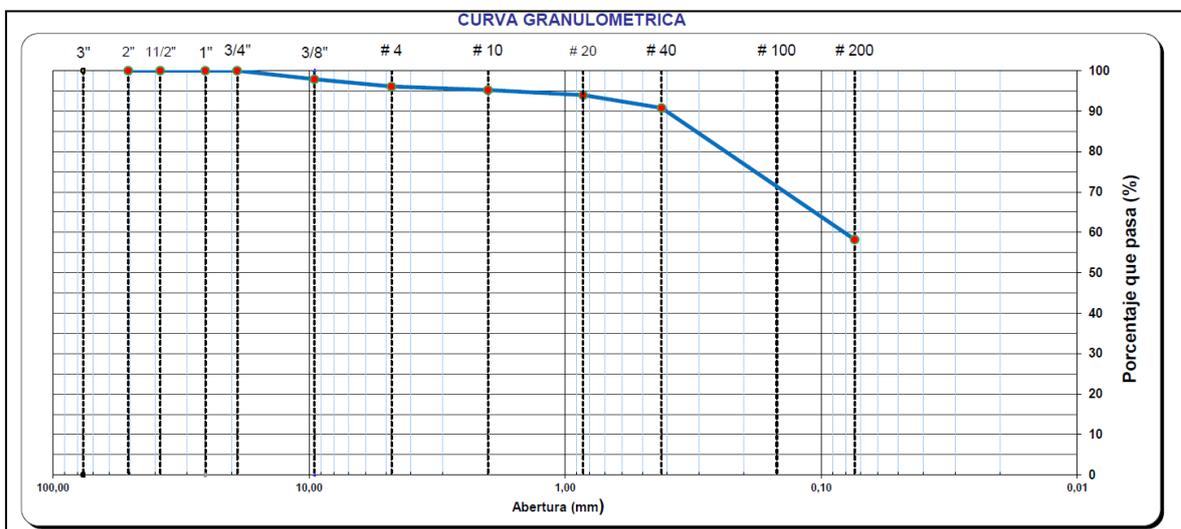


Figura 16: Resultados Granulométrico en estado natural

Fuente: Resultados Laboratorio

En la figura 16 se verifica la curva granulométrica del suelo natural de la muestra M-1 donde se muestra el material que pasa por la malla N°200 más del 35% considerando un suelo fino (58,8 %).

Tabla 18: *Resultado de Clasificación SUC, AASHTO y contenido de humedad de M-1*

Muestra	Progresiva	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Contenido de Humedad%
M-1	Km 03+700	CL	A-6	7.9

Fuente: Elaboración propia

El material pasa por la malla N° 200, siendo más del 35% que pasa, no presentando Plasticidad en la muestra, siendo material A-6, lo que indica que es un suelo arcilloso.

Proctor Modificado:

El ensayo del Proctor Modificado, siendo como referencia el método “C”, para conocer la curva de compactación, siendo la muestra M-1 en estado natural, para luego en la adición de aditivos en dosis de 1% y 3% y conocer el OCH y MDS.

Tabla 19: *Resultados de Compactación – Proctor Modificado*

Muestra	Identificación	OCH	MDS
M-1	Estado Natural	14.1%	1.875 gr/cm ³
M-1	Suelo + 3% Cemento	10.8%	1.932 gr/cm ³
M-1	Suelo +3% Terrasil	10.4%	2.007 gr/cm ³
M-1	Suelo +3% Cal	11.6%	1.944 gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 19 se puede visualizar los resultados del ensayo Proctor Modificado realizado en la muestra M-1, la cual se obtuvo el OCH de 14.1% en relación a su MDS de 1.875 gr/cm³, de la misma manera con la adición del 3% de Cemento, obteniendo el OCH de 10.8% en relación a su MDS de 1.932 gr/cm³, la adición del 3% de Terrasil, obteniendo el OCH de 10.4% en relación a su MDS de 2.007 gr/cm³, la adición del 3% de Cal, obteniendo el OCH de 11.6% en relación a su MDS de

1.944 gr/cm³, concluyendo que este suelo presenta plasticidad debido a la retención de Humedad.

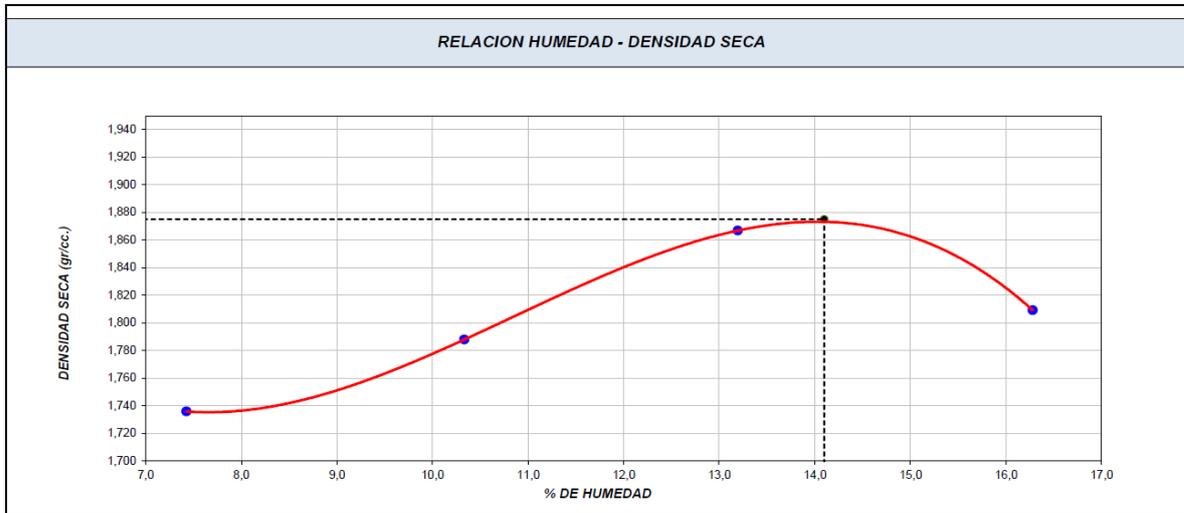


Figura 17: Relación OCH – MDS, Suelo Natural

Fuente: Resultados Laboratorio

En la figura 17 se visualiza la curva de OCH en relación de la MDS de la muestra M-1 en estado natural donde el OCH es de 14.1% y la MDS es de 1.875 gr/cm³.

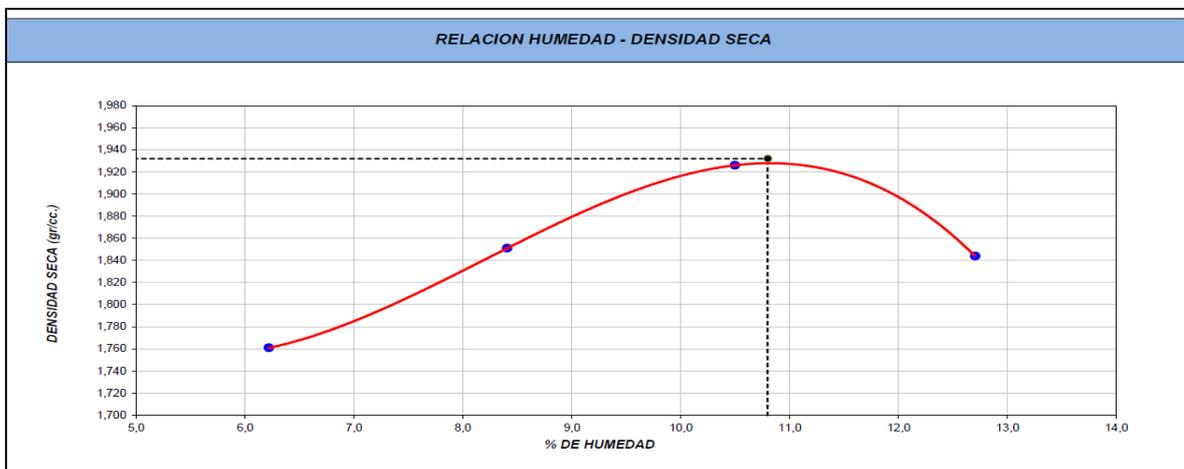


Figura 18: Relación OCH – MDS, Suelo + 3% Cemento

Fuente: Resultados Laboratorio

En la figura 18 se visualiza la curva de OCH en relación de la MDS de la muestra M-1 más la adición del 3% Cemento donde el OCH es de 10.8% y la MDS es de 1.932 gr/cm3.

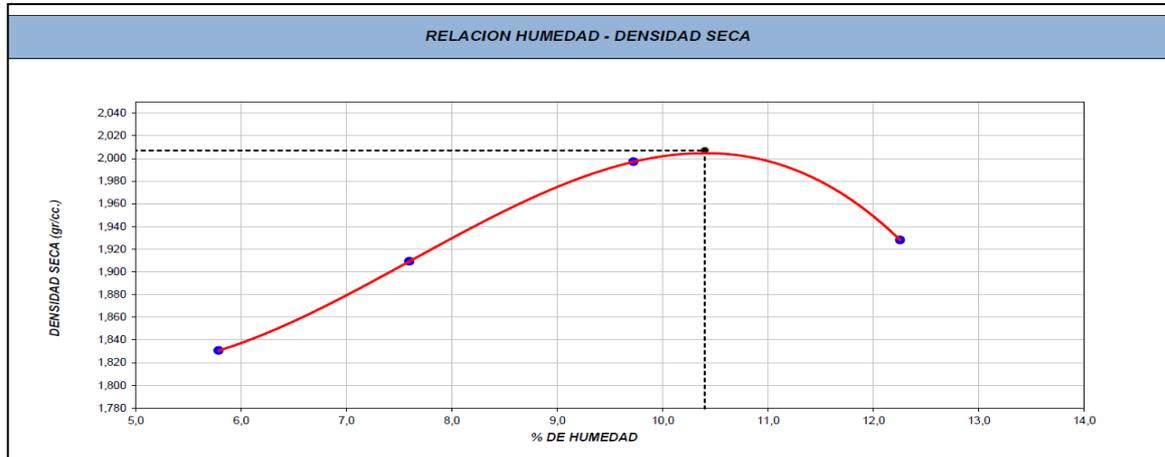


Figura 19: Relación OCH – MDS, Suelo + 3% Terrasil

Fuente: Resultados Laboratorio

En la Figura 19 se visualiza la curva de OCH en relación de la MDS de la muestra M-1 más la adición del 3% Terrasil donde el OCH es de 10.4% y la MDS es de 2.007 gr/cm3.

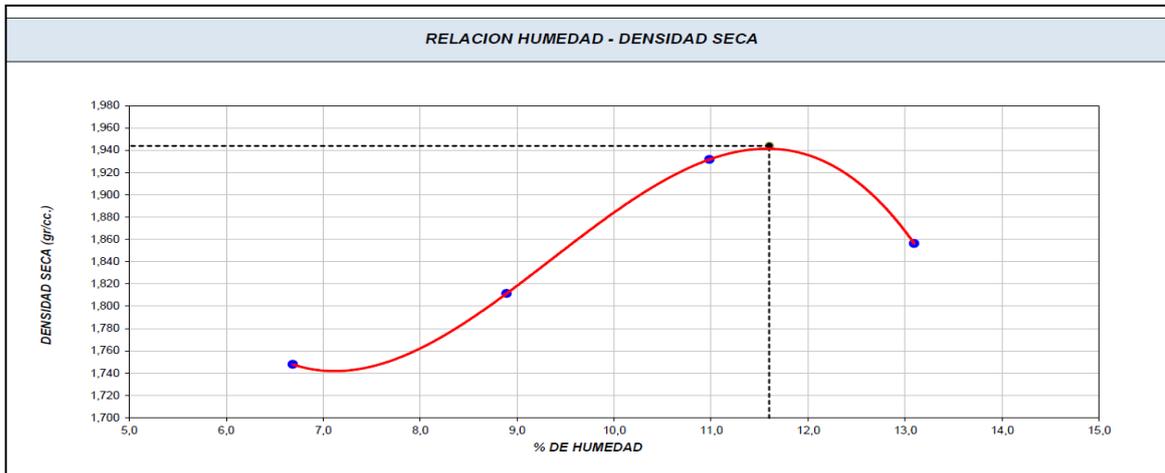


Figura 20: Relación OCH – MDS, Suelo + 3% Cal

Fuente: Resultados Laboratorio

En la figura 20 se visualiza la curva de OCH en relación de la MDS de la muestra M-1 más la adición del 3% Cal donde el OCH es de 11.6% y la MDS es de 1.944 gr/cm³.

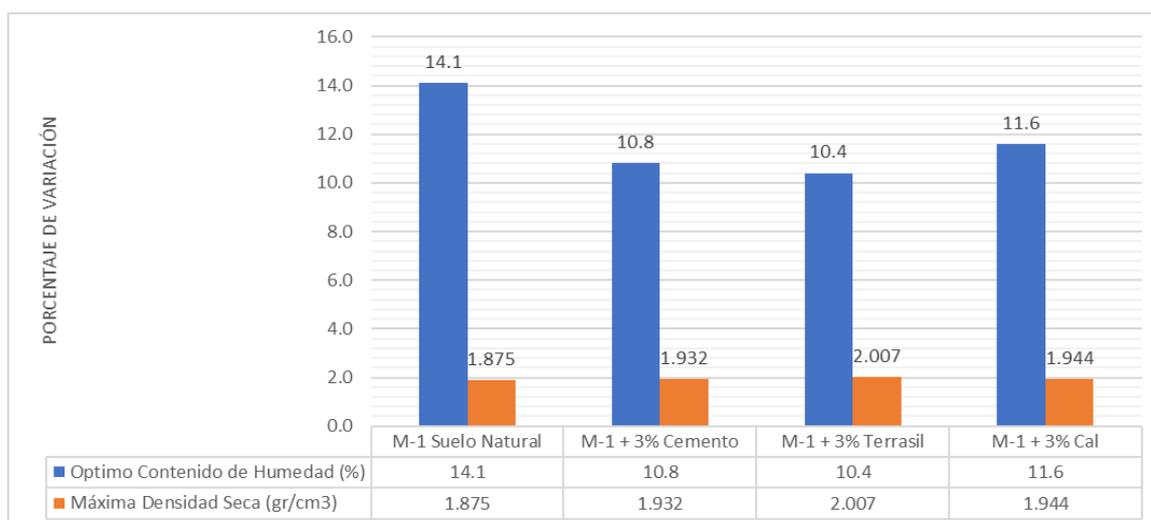
Tabla 20: Cuadro Comparativo de Resultados – Proctor Modificado de la muestra M-1 más adición de Cemento, Terrasil y Cal

Condición de la Muestra	OCH	MDS
M-1 Suelo Natural	14.1%	1.875 gr/cm ³
M-1 + 3% Cemento	10.8%	1.932 gr/cm ³
M-1 + 3% Terrasil	10.4%	2.007 gr/cm ³
M-1 + 3% Cal	11.6%	1.944 gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 20 se puede visualizar los resultados de compactación – Proctor Modificado de la muestra M-1, se visualiza los valores del OCH siendo 14.1% a comparación de su MDS de 1.875 gr/cm³, la adición del 3% Cemento, presenta los valores del OCH siendo 10.8% a comparación de su MDS de 1.932 gr/cm³, la adición del 3% Terrasil, presenta los valores del OCH siendo 10.4% a comparación de su MDS de 2.007 gr/cm³, la adición del 3% Cal, presenta los valores del OCH siendo 11.6% a comparación de su MDS de 1.944 gr/cm³.

Figura 21: Resultados relación OCH y MDS del suelo natural + adición de 3% Cemento, 3% Terrasil y 3% Cal.



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la figura N° 21 la relación de los resultados entra el OCH y MDS del suelo natural y al momento de añadir 3% de Cemento, Terrasil y Cal, presentando una mejoría en cuanto a su relación de la adición de los aditivos propuestos.

4.5 Influencia de los aditivos químicos en la resistencia de los suelos en Carreteras no Pavimentadas

California Baring Ratio (CRB) ASTM 1883

Los ensayos realizados a la muestra M-1, el ensayo CBR es la más importante, ya que esto determina la capacidad portante del suelo tratado empleado como sub rasante en el diseño de infraestructura vial, se realizó ensayo CBR tal como se muestra en la tabla 20.

Tabla 21: Resultado de condición de la muestra ensayada M-1, estado natural

Muestra	Estado de la Muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
M-1	Suelo Natural	0.1"	15.6%	8.7%

Fuente: Elaboración Propia

Se ejecutó el ensayo CBR a la muestra M-1 en estado natural, el ensayo CRB al 100% resultó 15.6% y al 95% 8.7%, siendo considerado regular para su uso como sub rasante, tal como se muestra en la figura 22:

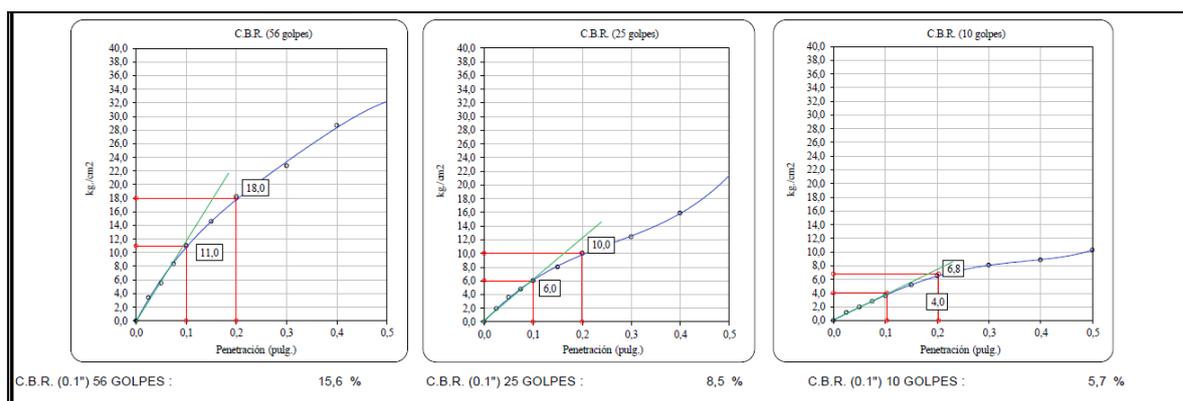


Figura 22: Ensayo CBR de los 3 especímenes en la muestra M-1 en estado natural

Fuente: Certificados Laboratorio

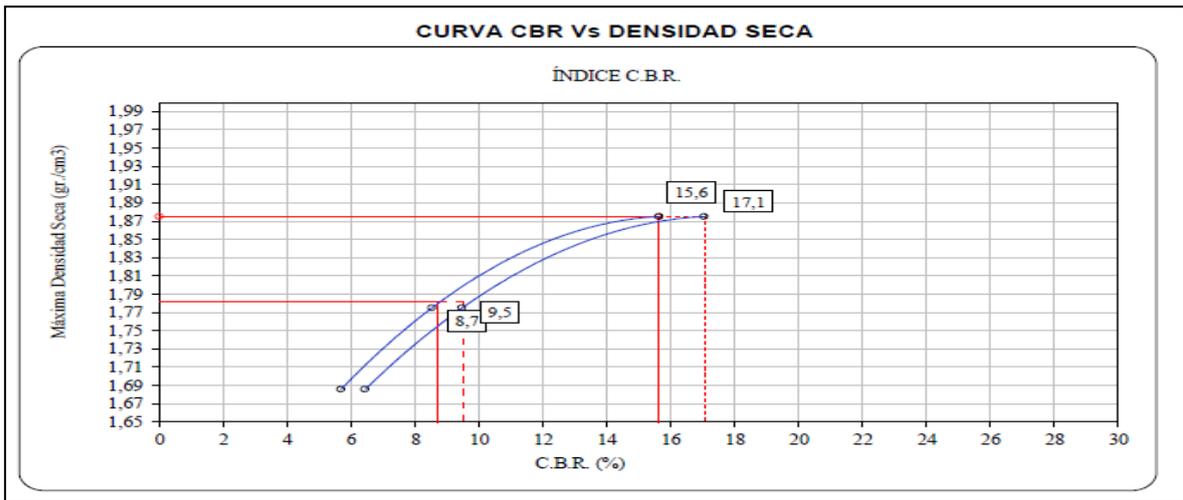


Figura 23: Ensayos de CBR de muestra M-1 en suelo natural

Fuente: Certificados Laboratorio

En la figura 23 se visualiza la curva gráfica de la relación de CBR respecto a la Densidad Seca, para el CBR al 100% la MDS es de 1.875 gr/cm³, el CBR es de 15.6%, por lo que estos valores determinan como una subrasante pobre, aceptable.

Muestra M-1 + 3% Cemento

la muestra M-1 + 3% Cemento, sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, tal como se muestra en la tabla 21.

Tabla 22: Resultado de condición de la muestra ensayada M-1 + 3% Cemento

Muestra	Estado de la Muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
M-1	M-1 + 3% Cemento	0.1"	21.6%	14.1%

Fuente: Elaboración Propia

Se ejecutó el ensayo CBR a la muestra M-1 con la adición de 3% Cemento, el ensayo CRB al 100% resultó 21.6% y al 95% 14.1% siendo considerado buena para su uso como sub rasante, tal como se muestra en la figura 24:

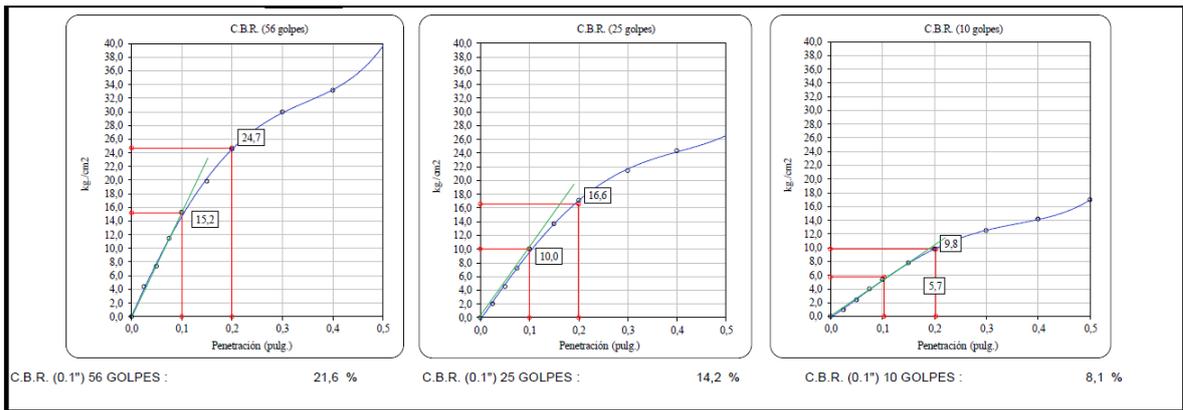


Figura 24: Ensayo CBR de los 3 especímenes en la muestra M-1 + 3% Cemento
 Fuente: Certificados Laboratorio

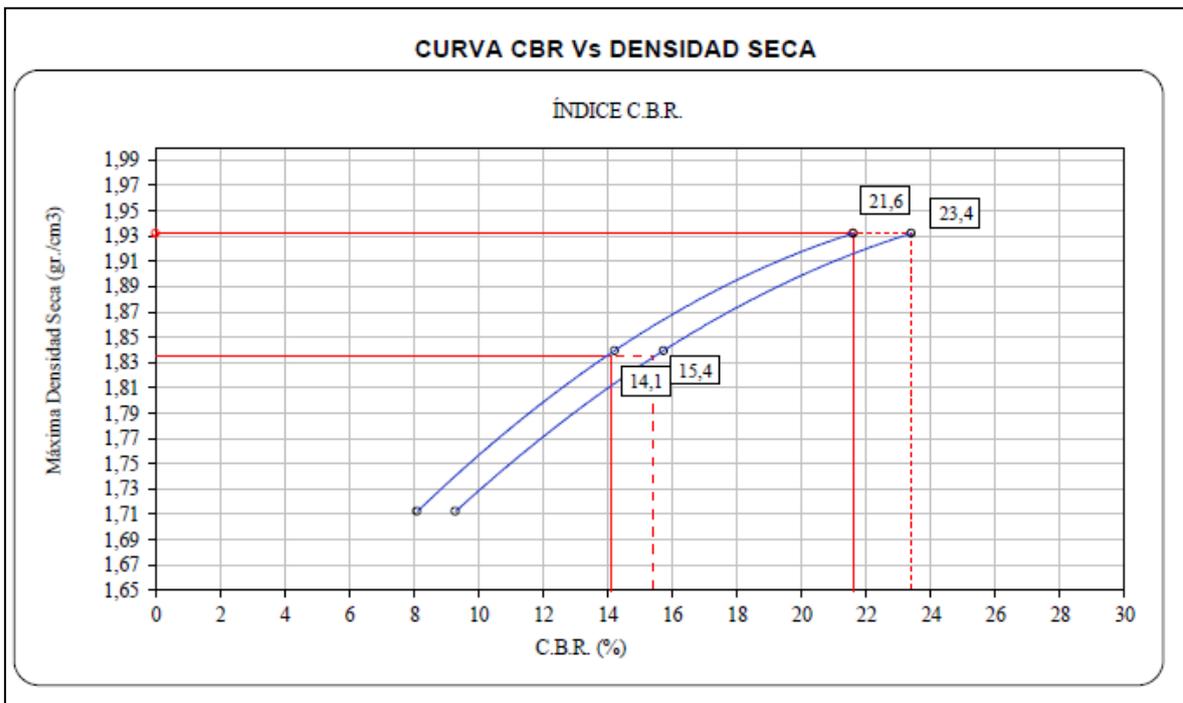


Figura 25: Ensayos de CBR de muestra M-1 + 3% Cemento
 Fuente: Certificados Laboratorio

En la figura 25 se visualiza la curva gráfica de la relación de CBR respecto a la Densidad Seca, para el CBR al 100% la MDS es de 1.932 gr/cm³, el CBR es de 21.6%.

Muestra M-1 + 3% Terrasil

la muestra M-1 + 3% Terrasil, sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, tal como se muestra en la tabla 23.

Tabla 23: Resultado de condición de la muestra ensayada M-1 + 3% Terrasil

Muestra	Estado de la Muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
M-1	M-1 + 3% Terrasil	0.1"	25.5%	17.7%

Fuente: Elaboración Propia

Se ejecutó el ensayo CBR a la muestra M-1 con la adición de 3% Terrasil, el ensayo CRB al 100% resultó 25.5% y al 95% 17.7% siendo considerado muy buena para su uso como sub rasante, tal como se muestra en la figura 26:

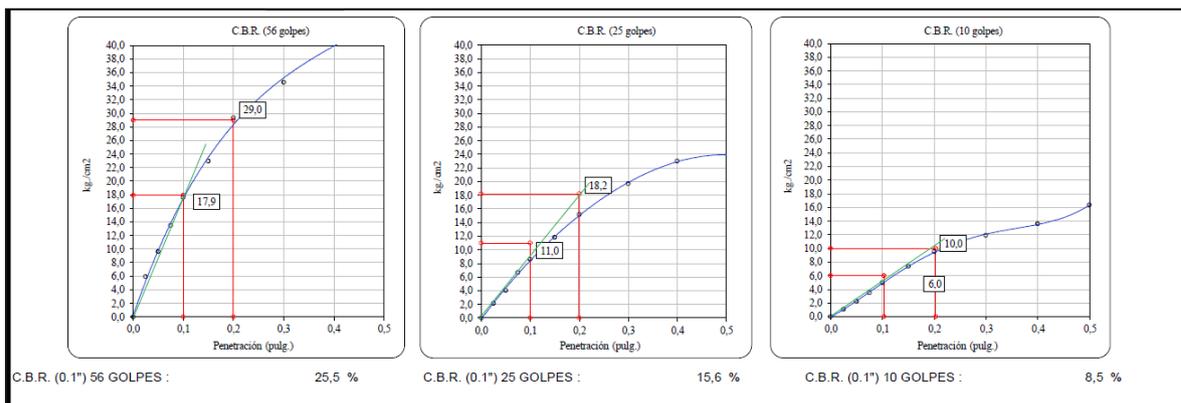


Figura 26: Ensayo CBR de los 3 especímenes en la muestra M-1 + 3% Terrasil

Fuente: Certificados Laboratorio

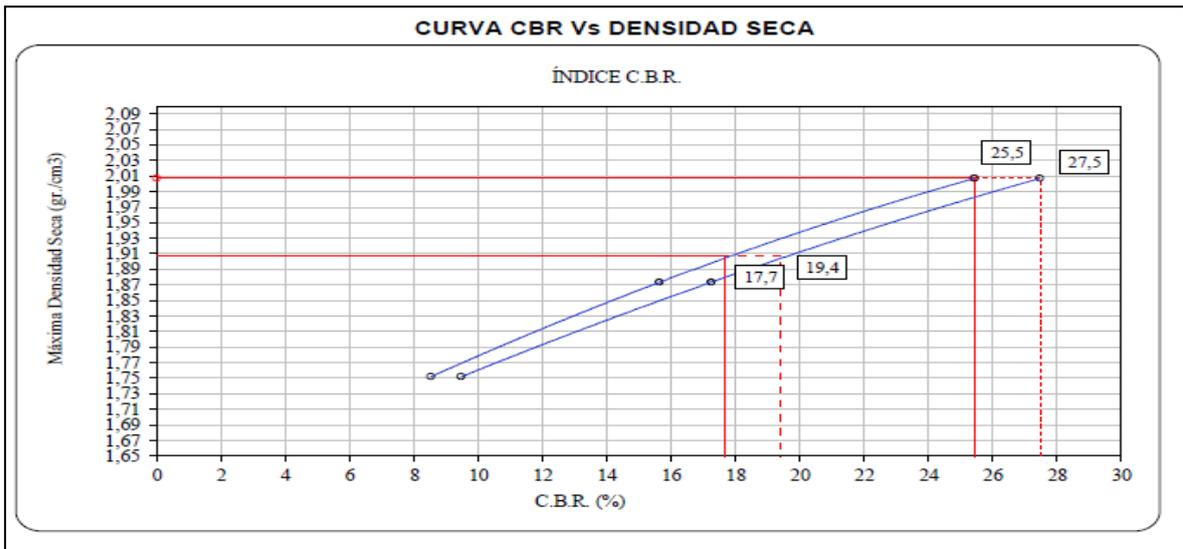


Figura 27: Ensayos de CBR de muestra M-1 + 3% Terrasil

Fuente: Certificados Laboratorio

En la figura 27 se visualiza la curva gráfica de la relación de CBR respecto a la Densidad Seca, para el CBR al 100% la MDS es de 2.007 gr/cm³, el CBR es de 25.5%.

Muestra M-1 + 3% Cal

la muestra M-1 + 3% Cal, sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, tal como se muestra en la tabla 24.

Tabla 24: Resultado de condición de la muestra ensayada M-1 + 3% Cal

Muestra	Estado de la Muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
M-1	M-1 + 3% Cal	0.1"	20.6%	12.9%

Fuente: Elaboración Propia

Se ejecutó el ensayo CBR a la muestra M-1 con la adición de 3% Cal, el ensayo CBR al 100% resultó 20.6% y al 95% 12.9% siendo considerado buena para su uso como sub rasante, tal como se muestra en la figura 28:

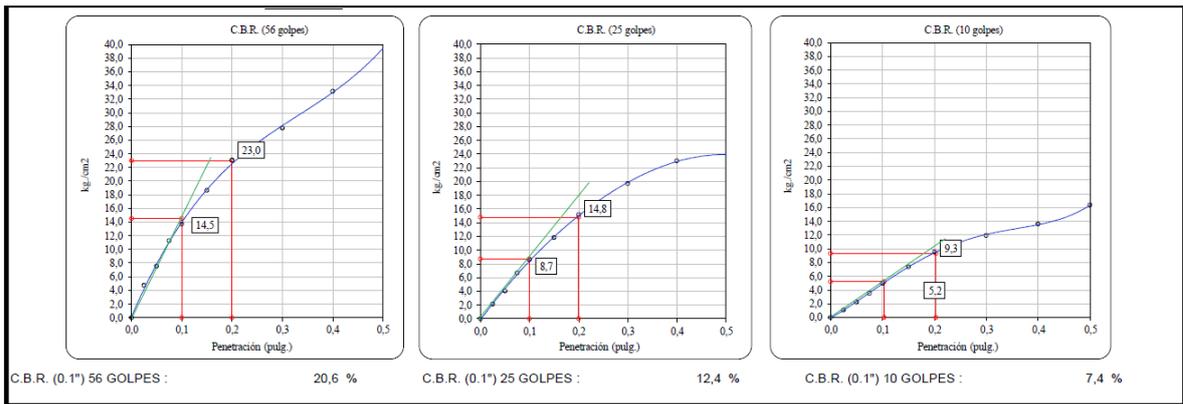


Figura 28: Ensayo CBR de los 3 especímenes en la muestra M-1 + 3% Cal
Fuente: Certificados Laboratorio

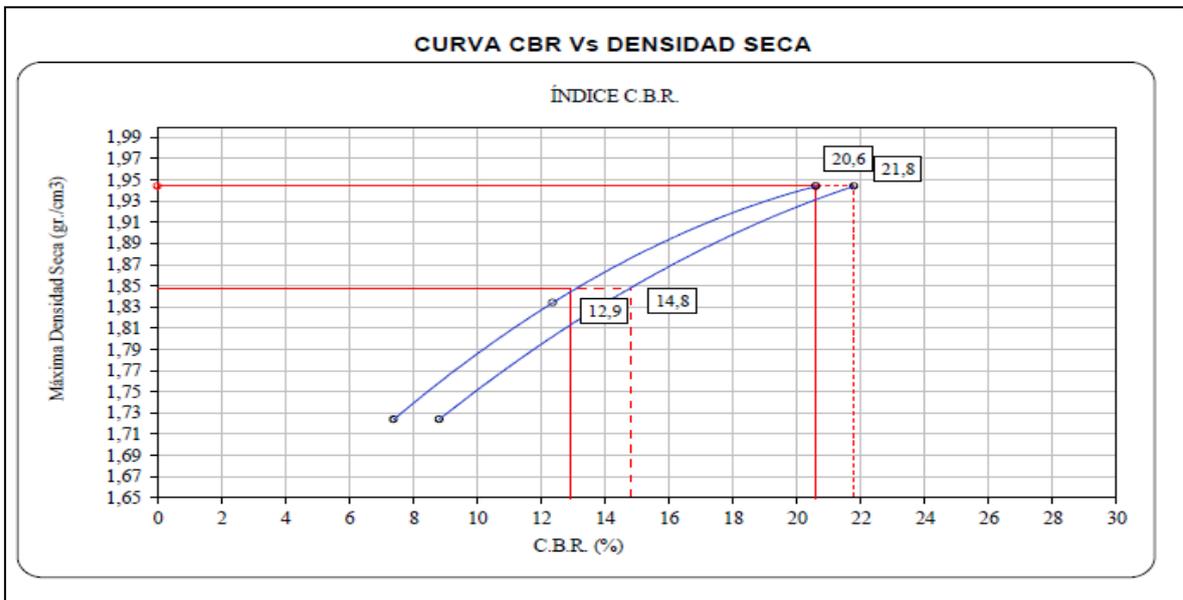


Figura 29: Ensayos de CBR de muestra M-1 + 3% Cal
Fuente: Certificados Laboratorio

En la figura 29 se visualiza la curva gráfica de la relación de CBR respecto a la Densidad Seca, para el CBR al 100% la MDS es de 1.944 gr/cm³, el CBR es de 20.6%.

Tabla 25: Resultados Ensayo CBR al 95% y 100% del suelo natural + adición del 3% Cemento, Terrasil y Cal

Muestra	Estado de la Muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
M-1	Suelo Natural	0.1"	15.60%	8.70%
M-1	M-1 + 3% Cemento	0.1"	21.60%	14.10%
M-1	M-1 + 3% Terrasil	0.1"	25.50%	17.70%
M-1	M-1 + 3% Cal	0.1"	20.60%	12.90%

Fuente: Elaboración Propia

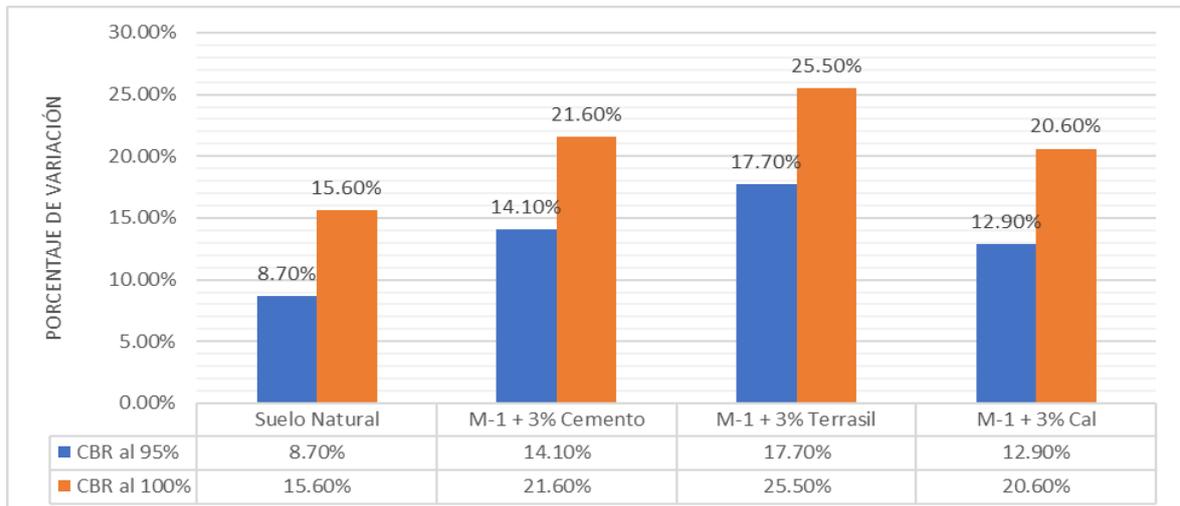


Figura N° 30: Resultados CBR al 95% y 100% del suelo natural más adición del 3% Cemento, Terrasil y Cal.

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la figura 30, los resultados obtenidos del laboratorio al 95% y 100% del ensayo CBR aplicado en suelo natural más adición del 3% cemento, Terrasil y Cal, presentado un incremento a la capacidad portante, al añadir estos aditivos en su mejoría del suelo natural.

4.6 Contrastación de Hipótesis

Contraste de hipótesis: Influencia de los aditivos químicos en el Índice de plasticidad de los suelos en carreteras no pavimentadas

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: los aditivos químicos no influyen positivamente en el índice de plasticidad en carreteras no pavimentadas.

H_a: los aditivos químicos influyen positivamente en el índice de plasticidad en carreteras no pavimentadas.

a) Límite Líquido: Para la muestra del suelo natural, presenta un LL de 33.6%, al añadir Cemento del 3%, presenta un LL de 34.6% generando un incremento, al añadir Terrasil del 3%, presenta un LL de 33.5% generando un incremento, al añadir Cal del 3%, presenta un LL de 34.2% generando un incremento respecto al terreno natural.

Tabla N° 26: Influencia de los aditivos químicos en el IP (Límite Líquido)

Muestra	Suelo Natural	SN + 3% Cal	SN 3% Terrasil	SN +3% Cemento
M-1	33.60%	34.60%	33.50%	34.20%

Fuente: Elaboración Propia

b) Límite Plástico: Para la muestra del suelo natural, presenta un LP de 22.5%, al añadir Cemento del 3%, presenta un LP de 21.5% generando un incremento, al añadir Terrasil del 3%, presenta un LP de 20.6% generando un incremento, al añadir Cal del 3%, presenta un LP de 22.1% generando un incremento.

Tabla N° 27: Influencia de los aditivos químicos en el IP (Límite Plástico)

Muestra	Suelo Natural	SN + 3% Cal	SN 3% Terrasil	SN +3% Cemento
M-1	22.50%	24.50%	24.50%	23.50%

Fuente: Elaboración Propia

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que los aditivos químicos influyen de manera positiva en el índice de plasticidad en carreteras no pavimentadas.

Contraste de hipótesis: Influencia de los aditivos químicos en la compactación de los suelos en carreteras no pavimentadas

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H_0 : los aditivos químicos no influyen positivamente en la compactación de los suelos en carreteras no pavimentadas.

H_a : los aditivos químicos influyen positivamente en la compactación de los suelos en carreteras no pavimentadas.

- a) **Clasificación de Suelos:** según los resultados del laboratorio, el tipo de suelo obtenido presenta un CL (Limo Organizado de plasticidad baja o mediano) según la clasificación SUCS y un A-6 según la clasificación AASHTO
- b) **Contenido de Humedad y Máxima Densidad Seca:** Para la muestra del suelo natural presenta un OCH de 14.1% y MDS de 1.875 g/cm³, al añadir 3% Cemento, su OCH baja a 10.80% y su MDS aumenta a 1.932 g/cm³, al añadir 3% Terrasil, su OCH baja a 10.40% y su MDS aumenta a 2.007 g/cm³, al añadir 3% Cal, su OCH baja a 11.6% y su MDS aumenta a 1.944 g/cm³.

Tabla N° 28: Influencia de los aditivos químicos en la compactación de los suelos en carreteras no pavimentadas (OCH)

Muestra	Suelo Natural	SN + 3% Cal	SN 3% Terrasil	SN +3% Cemento
M-1	14.10%	10.80%	10.40%	11.60%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 29: Influencia de los aditivos químicos en la compactación de los suelos en carreteras no pavimentadas (MDS)

Muestra	Suelo Natural	SN + 3% Cal	SN 3% Terrasil	SN +3% Cemento
M-1	1.875 g/cm ³	1.932 g/cm ³	2.007 g/cm ³	1.944 g/cm ³

Fuente: Elaboración Propia

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que los aditivos químicos influyen de manera positiva en la compactación de los suelos en carreteras no pavimentadas.

Contraste de hipótesis: Influencia de los aditivos químicos en la resistencia de los suelos en carreteras no pavimentadas

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H_0 : los aditivos químicos no influyen positivamente en la resistencia de los suelos en carreteras no pavimentadas.

H_a : los aditivos químicos influyen positivamente en la resistencia de los suelos en carreteras no pavimentadas.

a) Capacidad Portante del Suelo: Para la muestra del suelo natural, el CBR obtenido al 100% presenta 15.6%, al añadir 3% Cemento su CBR incrementa a 21.6% al 100%, al añadir 3% terrasil su CBR incrementa a 25.5% al 100%, al añadir 3% Cal su CBR incrementa a 20.6% al 100%.

Tabla N° 30: Influencia de los aditivos químicos en la resistencia de los suelos en carreteras no pavimentadas al 95%

Muestra	Suelo Natural	SN + 3% Cal	SN 3% Terrasil	SN +3% Cemento
M-1	8.70 %	14.10 %	17.70 %	12.90 %

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 31: Influencia de los aditivos químicos en la resistencia de los suelos en carreteras no pavimentadas al 100%

Muestra	Suelo Natural	SN + 3% Cal	SN 3% Terrasil	SN +3% Cemento
M-1	15.60 %	21.60 %	25.50 %	20.60 %

Fuente: Elaboración Propia

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que los aditivos químicos influyen de manera positiva en la resistencia de los suelos en carreteras no pavimentadas.

V. DISCUSIÓN

Según Urquiza (2020) en su investigación presenta: un suelo tipo A-7, con un CBR de 7.8% y 10%, al añadir terrasil, presenta un incremento de hasta 8 veces su valor con el suelo natural. La presente investigación busca realizar una buena estabilización en suelo natural, teniendo un IP de 11% (suelo arcilloso), con un CBR de 15.6%, dando la oportunidad de una mejoría con una propuesta de aditivos químicos, añadiendo solo el 3% presenta una mejoría hasta el 25.5%, dando como resultado incremento en suelo natural.

Según Robles (2020) en su investigación presenta: el ensayo de granulometría por tamizado, material que pasa la malla N° 200, es de 66.6% siendo un suelo de baja plasticidad, con un IP del 7% un OCH de 12.6% pero al añadir caucho, este valor reduce hasta un 9.20%. en la presente investigación, a través del ensayo granulométrico, el material que pasa la malla N° 200 es de 58.2%, siendo un suelo de baja plasticidad, con un IP de 11%, al añadir 3% de aditivos químicos este disminuye a 10%.

Según Robles (2020) en su investigación presenta: siendo su MDS de 1.983g/cm³, pero al añadir caucho este tiende a disminuir hasta 1.787 g/cm³, concluyendo que la adición de caucho, mejora la MDS en relación a su OCH. La presente investigación siendo un suelo de baja plasticidad, presenta una MDS de 1.875 g/cm³ y OCH de 14.1%, la adición de los aditivos químicos en dosis del 3%, su MDS tiende a incrementar hasta 2.007g/cm² y su OCH tiende a disminuir hasta 10.4%, favoreciendo la compactación en suelo natural.

Según Urquiza (2020) en su investigación presenta: un CBR de 10% en estado natural, al añadir terrasil este tiende a incrementar más de 8 veces su valor inicial, en la presente investigación, presenta un CBR de 15.6%, al añadir los aditivos químicos incrementa hasta un 25.5%, dando como resultado final el incremento en la resistencia del suelo natural.

VI. CONCLUSIONES

Primero: Se ha determinado que los aditivos químicos influyen de manera positiva en la estabilización de suelos en carreteras no pavimentadas, respecto al incremento de su resistencia al añadir aditivos químicos como el cemento, terrasil y cal mejora significativamente al estado natural del suelo, ya que requiere de un incremento después de los resultados obtenidos del laboratorio.

Segundo: Se ha determinado que los aditivos químicos influyen de manera positiva en el Índice de Plasticidad de los suelos en carreteras no pavimentadas, la aplicación de los aditivos químicos como el cemento, terrasil y cal al terreno natural, influyen su índice de plasticidad, ya que los resultados obtenidos, respecto al terreno natural, presenta un IP de 11.1%, al añadir los aditivos químicos, disminuyen hasta el 9.00% su IP.

Tercero: Se ha determinado que los aditivos químicos influyen de manera positiva en la compactación de los suelos en carreteras no pavimentadas, la aplicación de los aditivos químicos como el cemento, terrasil y cal para obtener un OCH, esta mejora significativamente, presentando una humedad del 14%, estos aditivos reducen su porcentaje de humedad, de la misma manera su MDS este incrementa al añadir estos aditivos al terreno natural.

Cuarto: Se ha determinado que los aditivos químicos influyen de manera positiva en la resistencia de los suelos en carreteras no pavimentadas, la aplicación de los aditivos químicos como el cemento, terrasil y cal para obtener una buena resistencia al terreno natural, aumentando significativamente, ya que su resistencia presenta un porcentaje del 15%, y al añadir los aditivos químicos, esta mejora más del 50%. Este tiende a mejorar su capacidad portante.

VII. RECOMENDACIONES

Primero: Respecto a la estabilización de suelos con la aplicación de aditivos químicos en carreteras no pavimentadas, se recomienda para un suelo con regular plasticidad el uso de los aditivos químicos, de acuerdo a los resultados obtenidos ha sido el Terrasil quien brinda mayor influencia, presentando mayor influencia respecto al porcentaje del 3%, ya que, según antecedentes presentados, el incremento de mayor porcentaje, disminuye su influencia en el suelo natural, la adición de 0.5%, 1.0 % y 2%, incrementa la influencia del suelo natural, a diferencia del Cal y Cemento, presenta incremento en su influencia de bajo porcentaje.

Segundo: Respecto al Índice de plasticidad de los suelos con la aplicación de aditivos químicos en carreteras no pavimentadas, se recomienda para un suelo de regular plasticidad el uso de los aditivos químicos, de acuerdo a los resultados obtenidos, mayor influencia ha tenido el Terrasil, disminuyendo si IP a diferencia del Cal y Cemento, ya que el incremento del mismo aditivo, incrementa su IP. De acuerdo a los antecedentes obtenidos, el 0.5%. 1.0% y 2.0% de los aditivos químicos, presenta disminución en su IP, ya que añadir más porcentaje de los aditivos, empieza a incrementar.

Tercero: Respecto a la compactación de los suelos con la aplicación de aditivos químicos en carreteras no pavimentadas, se recomienda para un suelo de regular plasticidad el uso de los aditivos químicos, de acuerdo a los resultados obtenidos, mayor influencia tuvo el terrasil, presentando buena relación entre el OCH y MDS, a diferencia del Cal y Cemento, presentando de la misma manera, buena relación de bajo porcentaje, ya que, al añadir un mayor porcentaje de estos aditivos, disminuyes su buena relación, de acuerdo a los antecedentes presentados, a diferencia del porcentaje de 0.5%, 1.0% y 2.0%, también presenta buena relación de OCH y MDS.

Cuarto: Respecto a la resistencia de los suelos con la aplicación de los aditivos químicos en carreteras no pavimentadas, se recomienda para un suelo de regular plasticidad el uso de los aditivos químicos, de acuerdo a los resultados obtenidos, mayor influencia tuvo el terrasil, presentando mayor porcentaje respecto a su resistencia (capacidad portante) presentando un gran incremento, más del 50% respecto al suelo natural, de la misma manera para el Cemento, presentando un gran incremento, a diferencia del Cal, presentando un ligero incremento, ya que al

añadir mayor porcentaje respecto al 3%, tiende a disminuir de acuerdo a los antecedentes presentados, a diferencia del 0.5%, 1.0% y 2.0%, presenta incremento de acuerdo a los antecedentes presentados.

REFERENCIAS

- Análisis y evaluación de la estabilización de suelos arcillosos en la Av Pícol Orcompugio mediante la adición de cal al 10% y puzolana volcánica de la cantera de Raqchi al 15, 25 y 30%. Universidad Nacional del Cusco. [Consultado 15 Abril 2021]. Obtenido de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/3549>
- ESCOBAR, Gonzalo, 2016, Estructura de suelo y granulometría. Tesis pregrado. Universidad de Colombia.
- GARCÍA, A. (2017). Subrasante para pavimentos. Recuperado de: <https://documento/365080614/Subrasante-Para-Pavimentos>.
- HERNÁNDEZ, MEJÍA y ZELAYA (2016), en su tesis titulada “Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de el salvador” Tesis para obtener el título de ingeniero civil de la universidad del Salvador. [Consultado 25 Abril 2021]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14342/1/50108285.pdf>
- ULLOA, Horacio (2015). En la tesis titulada “Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas” para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. [Consultado 27 Abril 2021]. Disponible en <http://repositorio.unan.edu.ni/6456/1/51667.pdf>
- CAVIERES, Waldemar (2008). “Comportamiento de las soluciones básicas de carpetas de rodadura aplicadas a caminos de bajo tránsito”. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad de Chile, Santiago – Chile. [Consultado 25 Abril 2021]. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103143>.
- CUADROS, Claudia (2017). En la tesis titulada “Mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016”. Tesis para optar el título profesional de ingeniería civil Universidad Peruana Los Andes, Huancayo-Perú. [Consultado 25 Abril 2021]. Disponible en <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/80/browse?value=Cuadros+Surich+aqui%2C+C>

- ANGULO, Diego y ROJAS, Hember (2016). En su tesis titulada “Ensayo de fiabilidad con aditivo proes para la estabilización del suelo en el AA. HH. El Milagro, 2016” Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad Científica del Perú. [Consultado 25 Abril 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/142>
- LÓPEZ SUMARRIVA, J. J., ORTÍZ PINARES, G. (2018). Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay. Universidad Tecnológica de los Andes. [Consultado 10 Abril 2021]. Obtenido de <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/152>
- QUEZADA OSORIO, S. (2017). Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación (Tesis de pregrado). Universidad de Piura, 122. [Consultado 20 Abril 2021]. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3207/ICI_242.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- SÁENZ SERPA, A. A. (2017). Análisis para estabilidad de taludes en roca utilizando mallas galvanizadas ancladas, ciudad nueva Buena bamba–Apurímac. Tesis de pregrado, 157. [Consultado 20 Abril 2021]. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3874/Saenz%20Serpa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yabar, Y. (2017). Evaluación de la proporción de la cal viva en el proceso de mejoramiento de la calidad del suelo arcilloso, en el sector de Puca Puca de la carretera moyocorral baja de la provincia de Abancay del departamento de Apurímac año 2017. tesis de pregrado.
- MECÁNICA de Suelos 1 Ensayo de compresión Simple de la Universidad Tecnológica de México. [Consultado 25 Abril 2021]. Disponible en <https://mecanicadesuelos1unitec.wordpress.com/ensayo-compresion-simple/>
- SOLMINIHAC, Hernán, ECHEVERRÍA, Gerardo y THENOUX, Guillermo en una revista de Chile titulada: “Estabilización Química de Suelos - Revista Ingeniería de Construcción”. [Consultado 27 Abril 2021]. Disponible en: <http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/viewFile/323/pdf>.

- VÁSQUEZ CABRERA, A. M. (2018). Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de subrasante. Universidad San Pedro, 122.
- RAVICHANDRAN, P.T [et al], Effect of Addition of Waste Tyre Crumb Rubber on Weak Soil Stabilisation. Indian Journal of Science and Technology [en línea], Vol. 9. 9 de Febrero de 2016. [Fecha de consulta: 24 de abril 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/297651029_Effect_of_Addition_of_Waste_Tyre_Crumb_Rubber_on_Weak_Soil_Stabilisation
- MUKHERJEE, Dipanjan. Selection and application of lime stabilizer for soil subgrade stabilization. International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology [en línea]. Vol.1, N.º7. Septiembre 2014. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: http://www.ijiset.com/v1s7/IJISSET_V1_I7_12.pdfISSN: 2348 – 7968
- HASHEMIAN, Leila; KAVUSSI, Amir y ABOALMAALI, Homayoun. Case studies in construction materials. ScienceDirect [en línea]. Vol. 1. 2014. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509514000199>ISSN: 2214-5095
- RIAZ, Shoaib.; AADIL, Naseem. y WASEEM. Uzma. Stabilization of subgrade soils using cement and lime: a case study of Kala Shah Kaku, Lahore, Pakistan. Pakistan Journal of science [en línea]. Vol. 1. N.º1. marzo 2014. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/29467374/STABILIZATION_OF_SUBGRADE_SOILS_USING_CEMENT_AND_LIME_A_CASE_STUDY_OF_KALASHAH_KAKU_LAHORE_PAKISTAN
- KHALID, Norazlan. et al. The California Bearing Ratio (CBR) Value for Banting Soft Soil Subgrade Stabilization Using Lime-Pofa Mixtures. EJGE [en línea]. Vol. 19. 2014. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://www.ejge.com/2014/Ppr2014.013nar.pdf>
- AYALA, Miguel Ángel (2015). Artículo sobre: “Mejoramiento de la vía terciaria san Rafael en el municipio de la calera mediante la aplicación de probase road system”. [Consultado 25 Abril 2021]. Disponible en <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/13279?locale=es>.

- CUADROS SURICHAQUI, C. M. (2017). Mejoramiento de las propiedades físico –mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la Región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016. Universidad Peruana Los Andes, 229. [Consultado 10 Abril 2021]. Obtenido de <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/297>
- INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO (ICPC). (2008.). Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.
- MOHEDAS DÍAZ, M., & MORENO VEJA, A. (2014). Apertura y Mantenimiento de Vías Forestales. España: Ediciones Nobel S.A. Montesinos Cervantes, J. A., Mamani García, J., Ramírez Rondán, M. B. (2019).
- PEÑA, Luis. Soluciones básicas y recuperación de carreteras convencionales, [Consultado 27 Abril 2021]. Disponible en: http://www.proviasnac.gob.pe/Archivos/file/Documentos_de_Interes/II_Seminario_de_Conservacion_Vial_por_Resultados/Ing_%20Alfonso%20Pe%C3%B1a%20%20Pavimentos%20b%C3%A1sicos%20en%20el%20Per%C3%BA.pdf.
- YAVAR, Y. (2017). Evaluación de la proporción de la cal viva en el proceso de mejoramiento de la calidad del suelo arcilloso, en el sector de Puca Puca de la carretera moyocorral baja de la provincia de Abancay del departamento de Apurímac año 2017. tesis de pregrado.
- Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. [Consultado 25 Abril 2021]. Disponible en <http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf>
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC). (2014). Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos.
- MTC. (2014). Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima. MTC. (2018). Manual de ensayo de laboratorios. Lima.
- NORMA CE.020. (2012). SUELOS Y TALUDES. PARRA GÓMEZ, M. G. (2018). Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante (Tesis de pregrado). Universidad Católica De Colombia, 81. [Consultado 15 Abril 2021]. Obtenido de

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22856/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20MANUEL%20GERARDO%20PARRA%20GOMEZ%20505587.pdf>.

- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC). (2013). Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos.
- MTC. (2014). Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima. MTC. (2018). Manual de ensayo de laboratorios. Lima.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC). (2014). Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos.
- MTC. (2014). Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima. MTC. (2018). Manual de ensayo de laboratorios. Lima.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC). (2013). Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos.
- MTC. (2014). Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima. MTC. (2018). Manual de ensayo de laboratorios. Lima.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC). (2013). Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos.
- MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. Manual de Carreteras: Suelo, Geología, geotecnia y pavimentos. 2013. [Consultado 27 Abril 2021]. Disponible en http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., BAPTISTA LUCIO, M. (2014). Metodología de la investigación quinta edición. México: McGRAW.HILL/INTERAMERICANA, S.A. DE C.V. [Consultado 10 Abril 2021]. Obtenido de https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
- NIÑO SANTIESTEBAN, A. I. (2018). Adición de cal para mejora de suelos con fines de cimentación en condominio Monte - Carmelo, distrito el Carmen - Chíncha - Ica, 2018. Universidad César Vallejo, 93. [Consultado 15 Abril 2021].

- Obtenido de
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/43548/Ni%C3%B1o_SAI.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, Fernández y Baptista. (2014). Metodología de la Investigación. Ciudad de México, México: Mc Graw Hill - Sexta edición.
 - HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., BAPTISTA LUCIO, M. (2014). Metodología de la investigación quinta edición. México: McGRAW.HILL/INTERAMERICANA, S.A. DE C.V. [Consultado 10 Abril 2021].
 Obtenido de
https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
 - NIÑO SANTIESTEBAN, A. I. (2018). Adición de cal para mejora de suelos con fines de cimentación en condominio Monte - Carmelo, distrito el Carmen - Chincha - Ica, 2018. Universidad César Vallejo, 93. [Consultado 15 Abril 2021].
 Obtenido de
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/43548/Ni%C3%B1o_SAI.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 - Hernández, Fernández y Baptista. (2014). Metodología de la Investigación. Ciudad de México, México: Mc Graw Hill - Sexta edición.
 - HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., BAPTISTA LUCIO, M. (2014). Metodología de la investigación quinta edición. México: McGRAW.HILL/INTERAMERICANA, S.A. DE C.V. [Consultado 10 Abril 2021].
 Obtenido de
https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "Aplicación de aditivos químicos para estabilización de suelos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba - Oxapampa, Pasco 2021"

AUTOR: Carlos Ventocilla, Lucy Yesenia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	Variable Independiente (Aditivos Químicos)	Dosificación (Cemento)	S + 3 % Cemento	Ficha de recolección de datos
¿De que manera influye la adición de aditivos químicos para la estabilización de suelos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba - Oxapampa, Pasco 2021?	Evaluar la estabilización de suelos con la aplicación de aditivos químicos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba- Oxapampa, Pasco 2021.	La adición de aditivos químicos influyen de manera positiva en la estabilización de suelos en carretera no pavimentadas del tramo: Chontabamba Oxapampa - Pasco 2021.		Dosificación (Terrasil)	S + 3 % Terrasil	
				Dosificación (Cal)	S + 3 % Cal	
PROBLEMA ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	Variable Dependiente (Estabilización de Suelos)	Indice de Plasticidad	Límite Líquido	Fichas de resultados de laboratorio MTC E110 - ASTM D4318
¿En cuanto influyen los aditivos químicos en el Índice de plasticidad de los suelos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021?	Determinar el Índice de plasticidad de los suelos con la aplicación de aditivos químicos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba - Oxapampa, Pasco 2021	Los aditivos químicos influyen de manera positiva en el Índice de plasticidad de los suelos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba - Oxapampa, Pasco 2021			Límite Plástico	Fichas de resultados de laboratorio MTC E111 - ASTM D4318
¿En cuanto influyen los aditivos químicos en la compactación de los suelos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021?	Determinar la compactación de los suelos con la aplicación de aditivos químicos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba - Oxapampa, Pasco 2021	Los aditivos químicos influyen de manera positiva en la compactación de los suelos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba - Oxapampa, Pasco 2021		Compactación	Clasificación de Suelos	Fichas de resultados de laboratorio MTC E107 - ASTM D2487
					Contenido de Humedad y Máxima Densidad Seca	Fichas de resultados de laboratorio MTC E115 - ASTM D2216
¿En cuanto influyen los aditivos químicos en la resistencia de los suelos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba - Oxapampa, Pasco 2021?	Determinar la resistencia de los suelos con la aplicación de los aditivos químicos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba - Oxapampa, Pasco 2021	Los aditivos químicos influyen de manera positiva en la resistencia de los suelos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba - Oxapampa, Pasco 2021	Resistencia	Capacidad Portante del Suelo	Fichas de resultados de laboratorio MTC E132 - ASTM D1883	

ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

TÍTULO: "Aplicación de aditivos químicos para estabilización de suelos en carreteras no pavimentadas del tramo; Chontabamba - Oxapampa, Pasco 2021"

AUTOR: Carlos Ventocilla, Lucy Yesenia

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
Variable Independiente (Aditivos Químicos)	Según Arce, E. (2020) indica lo siguiente: los aditivos químicos son materiales naturales extraídos y procesados, tienen efectos orgánicos con la capacidad de dar propiedades estabilizantes a los suelos cohesivos, disminuye la plasticidad, genera un rápido secado de suelos muy húmedos, genera una adecuada compactación con humedad natural del suelo	La variable independiente tiene tres dimensiones y tres indicadores los que fueron medidos. Una dimensión en común.	Dosificación (Cemento)	S + 3 % Cemento	Razón	Tipo de Investigación: Aplicada Nivel de Investigación: Explicativo Correlacional Enfoque: Cuantitativo Diseño de Investigación: Cuasi - Experimental
			Dosificación (Terrasil)	S + 3 % Terrasil	Razón	
			Dosificación (Cal)	S + 3 % Cal	Razón	
Variable Dependiente (Estabilización de Suelos)	Según el Manual Suelos y Pavimentos – 2014 MTC/14 indica lo siguiente: "La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación".	La variable dependiente que es la estabilización de suelos tiene tres dimensiones y cinco indicadores y tiene cuatro instrumentos con la que fue medida para controlar la dosificación del cemento, terrasil y cal para la estabilización de suelos en carreteras no pavimentadas del tramo; Chontabamba - Oxapampa, Pasco 2021	Índice de Plasticidad	Límite Líquido	Razón	Población: Conformada por todo el terreno natural de la carreteras no pavimentadas del tramo Chontabamba - Oxapampa - Pasco Muestra: Conformada por 1 Km de terreno natural del carril izquierdo de la carretera no pavimentada del tramo chotabamba - Oxapampa - Pasco
				Límite Plástico	Razón	
			Compactación	Clasificación de Suelos	Nominal	Muestreo: No Probabilístico Técnica: Observación Directa, Observación Experimental
				Contenido de Humedad y Máxima Densidad Seca	Razón	
Resistencia	Capacidad Portante del Suelo	Razón	Instrumentos de Recolección de Datos: Fichas de recolección de Datos - Fichas resultados de laboratorio			

Anexo 3: Criterios de Validación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Facultad de Ingeniería Civil
VALIDACIÓN POR EXPERTOS

“Aplicación de aditivos químicos para estabilización de suelos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021”

Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombres : Licet Coromoto Vargas
- Grado académico : Maestría
- Título profesional : Ingeniería Civil
- N° de registro CIP : 2401 - T

Parte B: Aspectos a considerar

Puntuación

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una “X” la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

0. En desacuerdo
1. De acuerdo

Validez

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

Especificaciones

- Claridad
- Objetividad
- Consistencia
- Coherencia
- Pertinencia

- Suficiencia
- Relevancia

Parte C: Validación

Validez	Pregunta		Puntuación		Observaciones
			0	1	
De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		1	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		1	
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?		1	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		1	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		1	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?		1	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores		1	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		1	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		1	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		1	
	11	¿Los indicadores son medibles?		1	
De criterio	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		1	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		1	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		1	
	15	No es necesario considerar otros campos		1	
Total				15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: _____

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: _____

N° de registro CIP: _____



CONSORCIO CESEI - CAL Y MAYOR
Mantenimiento, Rehabilitación, Conservación y Operación del
Carrilero Via Lata-Canta-Huancayo-De. Cochabamba - Esp III
ING. LICET COROMOTO VARGAS
Esp. en Sucesos y Prevención III

Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Facultad de Ingeniería Civil
VALIDACIÓN POR EXPERTOS

“Aplicación de aditivos químicos para estabilización de suelos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021”

Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombres : Lilia de la Cruz Neyra
- Grado académico : Maestría
- Título profesional : Ingeniería Civil
- N° de registro CIP : 48506

Parte B: Aspectos a considerar

Puntuación

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una “X” la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

1. En desacuerdo
2. De acuerdo

Validez

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

Especificaciones

- Claridad
- Objetividad
- Consistencia
- Coherencia
- Pertinencia
- Suficiencia
- Relevancia

Parte C: Validación

Validez	Pregunta		Puntuación		Observaciones
			0	1	
De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		1	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		1	
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?		1	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		1	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		1	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?		1	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores		1	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		1	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		1	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		1	
	11	¿Los indicadores son medibles?		1	
De criterio	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		1	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		1	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		1	
	15	No es necesario considerar otros campos		1	
Total				15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir
No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: _____

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: _____

N° de registro CIP: _____

CONSORCIO CESEI - CAL Y MAYOR
Integración, Rehabilitación, Conservación y Operación del
Corredor Vial Lima-Cusco-Huancayo-Dr. Cocharcas - Emp. 3M
[Firma manuscrita]
ING. LILIA DE LA CRUZ NEYRA
Especialista en Matemática, Física y Valoraciones III
Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Facultad de Ingeniería Civil
VALIDACIÓN POR EXPERTOS

“Aplicación de aditivos químicos para estabilización de suelos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021”

Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombres : Carlos Eduardo Li Canales
- Grado académico : Maestría
- Título profesional : Ingeniería Civil
- N° de registro CIP : 81977

Parte B: Aspectos a considerar

Puntuación

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una “X” la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

2. En desacuerdo
3. De acuerdo

Validez

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

Especificaciones

- Claridad
- Objetividad
- Consistencia
- Coherencia
- Pertinencia
- Suficiencia
- Relevancia

Parte C: Validación

Validez	Pregunta		Puntuación		Observaciones
			0	1	
De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		1	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		1	
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?		1	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		1	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		1	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?		1	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores		1	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		1	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		1	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		1	
	11	¿Los indicadores son medibles?		1	
De criterio	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		1	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		1	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		1	
	15	No es necesario considerar otros campos		1	
Total				15	

Observaciones (precisar si hay
suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir
No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: _____

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: _____

N° de registro CIP: _____

CONSORCIO CESEL - CAL Y MAYOR
Mejoramiento Rehabilitación, Conservación y Operación del
Corredor Vial Lima Canta-Muylay -Dv. Coahuamarca -Emp. 3N
.....
ING. Carlos Eduardo Li Canales
Especialista en Conservación Vial III

Firma y Sello

Anexo 4: Resultados Laboratorio

Nº 004044



A&A TERRA LAB S.A.C.

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	A&A-QC-PR-004-01
		REVISIÓN: 01
	CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD EVAPORABLE MEDIANTE SECADO ASTM D 2216	Pagina 1 de 1

HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO -2021	
SOLICITANTE : LUCY YESENIA CARLOS VENTOCILLA	
UBICACIÓN : DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA	
CALICATA : Nº 1	N.F. : -
MUESTRA : TERRENO NATURAL	FECHA : 01/10/21
PROF. (m) : 1.50 m.	HECHO POR : AMMA

Nº TARA		1
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr.	803,64
PESO TARA + SUELO SECO	gr.	559,56
PESO DE AGUA	gr.	44,08
PESO DE LA TARA	gr.	0,00
PESO DEL SUELO SECO	gr.	559,56
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	7,9

OBSERVACIONES _____

ELABORADO POR:	APROBADO POR:
Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO	Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCA HUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 148762
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

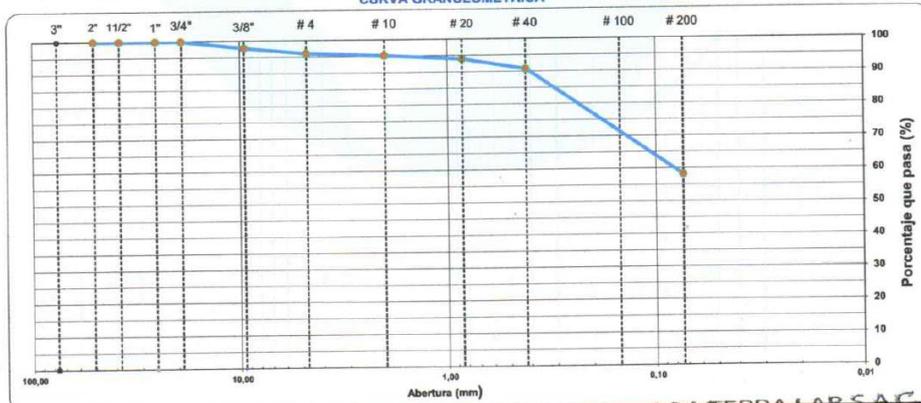
A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU
 Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506
 administracion@ayaterralab.com / gerencia@ayaterralab.com / www.ayaterralab.com



A&A TERRA LAB S.A.C.

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D 6913 - NTP 339,128)		A&A-QC-PR-002-01 REVISIÓN: 01 15/09/2018 Pag: 1 de 1				
	PROYECTO : APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO -2021						
	SOLICITANTE: LUCY YESENIA CARLOS VENTOCILLA UBICACION: DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA MUESTRA : C-1 /0.10-1.50 m. fecha de ensayo: 01-10-2021 Hecho por : J.R.P.						
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. %RET. PARC	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200						PESO TOTAL = 582,3 gr
2 1/2"	63,500						PESO MAT. < # 4 = 559,60 gr
2"	50,800				100,0		PESO FRACCION = 559,6 gr
1 1/2"	38,100		0,0	0,0	0,0		LIMITE LIQUIDO = 33,5 %
1"	25,400		0,0	0,0	0,0		LIMITE PLASTICO = 22,5 %
3/4"	19,100		0,0	0,0	0,0		INDICE PLASTICO = 11,0 %
1/2"	12,700		0,0	0,0	0,0		CLASF. AASHTO = A-6 (4)
3/8"	9,520	12	12,2	2,1	2,1		CLASF. SUCCS = CL
1/4"	6,350		0,0	0,0	2,1		
# 4	4,760	11	10,6	1,8	3,9		
# 10	2,000	5,1	5,0	0,9	4,8		
# 20	0,850	7,4	7,4	1,3	6,1		
# 40	0,420	18,4	18,4	3,2	9,2		OBSERVACIONES :
# 60	0,250	38,8	38,8	6,7	15,9		
# 100	0,150	69,6	69,6	11,9	27,8		
# 200	0,074	81,2	81,2	13,9	41,8		
< # 200	FONDO	339,2	339,1	58,2	100,0		

CURVA GRANULOMETRICA



Nº BALANZA: 1

PROCEDIMIENTO DE SECADO:

A&A TERRA LAB S.A.C.
 HORNO SECADO: x
 Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN
 JEFE DE LABORATORIO
 C.P. 189762



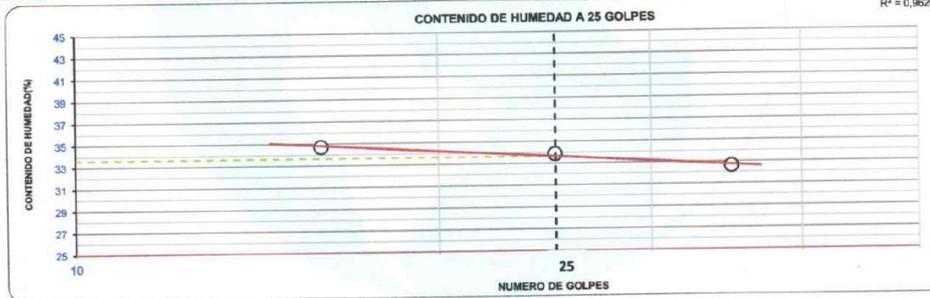
A&A TERRA LAB S.A.C.

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	A&A-QC-PR-003-01
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS ASTM D 4318	REVISIÓN: 01
		Página 1 de 1

DATOS DE LA MUESTRA	
PROYECTO	: APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA PASCO -2021
SOLICITANTE	: LUCY YESENIA CARLOS VENTOCILLA
UBICACIÓN	: DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA
CALICATA	: Nº 1
MUESTRA	: TERRENO NATURAL
PROF. (m)	: 1.50 m.
N.F.	: -
FECHA	: 01/10/21
HECHO POR	: AMMA

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
Nº TARA		1	3	4
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	53,11	55,15	56,14
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	49,98	51,51	52,42
PESO DE AGUA	(gr.)	3,13	3,64	3,72
PESO DE LA TARA	(gr.)	40,38	40,76	41,70
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	9,80	10,75	10,72
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32,60	33,86	34,70
NUMERO DE GOLPES		35	25	15

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
Nº TARA		2	3	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	26,75	26,32	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	25,64	25,27	
PESO DE LA TARA	(gr.)	20,81	20,49	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1,11	1,05	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	4,83	4,78	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22,98	21,97	22,5



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	33,6
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22,5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	11,1

Observaciones: _____

<p style="text-align: center;">ELABORADO POR:</p> <p>Firma: </p> <p style="text-align: center;">A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO</p>	<p style="text-align: center;">APROBADO POR:</p> <p>Firma: </p> <p style="text-align: center;">A&A TERRA LAB S.A.C. Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO C.P. 145702</p>
Nombre: _____	Nombre: _____
Fecha: _____	Fecha: _____



A&A TERRA LAB S.A.C.

Proyecto	: APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS				
Solicitante	: NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO - 2021				
Ubicación de Proyecto	: DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA			Muestreado por :	Solicitante
Material	: Material propio (Terreno Natural)			Ensayado por :	Jos Ramos
Identificación	: CL (ARCILLA)			Fecha de Ensayo:	01/10/2021
Sondaje / Calicata	: C-1			Turno:	Duomo
Nº de Muestra	: M-1			Profundidad:	1.50 m
Progresiva	: 03 + 700			Norte:	—
				Este:	—
				Cota:	—

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR						
ASTM D1557 / ASTM D1883						
	Volumen Mólde	2113		cm ³		
	Peso Mólde	5865		gr.		

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Mólde	gr.	9.805	10.033	10.330	10.310	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3.940	4.168	4.465	4.445	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.865	1.973	2.113	2.104	
Recipiente Numero		0	0	0	0	
Peso de la Tara	gr.	0,0	0,0	0,0	0,0	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	401,5	298,5	313,9	330,5	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	373,7	270,5	277,3	284,2	
Peso del agua	gr.	27,8	28,0	36,6	46,3	
Peso del suelo seco	gr.	374	271	277	284	
Contenido de agua	%	7,4	10,3	13,2	16,3	
Densidad Seca	gr/cc	1,736	1,788	1,867	1,809	

Densidad Máxima Seca:	1,875	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Óptima:	14,10	%
-----------------------	-------	----------------------	---------------------------	-------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA

The graph plots Dry Density (gr/cc) against % Humidity. The y-axis ranges from 1.700 to 1.940 gr/cc, and the x-axis ranges from 7.0 to 17.0 % humidity. A smooth curve is drawn through the data points, showing a peak at approximately 14.1% humidity and 1.875 gr/cc dry density. A vertical dashed line marks the peak, and a horizontal dashed line indicates the maximum dry density.

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.

ELABORADO POR:	APROBADO POR:
Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO	Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:



A&A TERRA LAB S.A.C.

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		AAA-QC-PR-023-01		
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883		REVISIÓN: 01		
Página: 01 de 03					
INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
Proyecto	: APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS				
Solicitante	: NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO -2021		Muestreado por :	Solicitante	
Ubicación de Proyecto	: DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA		Ensayado por :	Jens Ramos	
Material	: Material propio (Terreno Natural)		Fecha de Ensayo:	01/10/2021	
Identificación	: CL (ARCILLA)		Turno:	Diurno	
Procedencia	: C-1		Profundidad:	1,50	
N° de Muestra	: M-1		Norte:	---	
Progresiva	: 03 + 700		Este:	---	
			Cota:	---	
Volumen Molde		2113	cm ³		
Peso Molde		5865	gr.		
NUMERO DE ENSAYOS					
		1	2	3	4
Densidad Humeda	gr.	1,865	1,973	2,113	2,104
Contenido de Humedad	%	7,4	10,3	13,2	16,3
Densidad Seca	gr/cc	1,736	1,788	1,667	1,609
Densidad Máxima Seca:		1,875 gr/cm ³ .		Contenido Humedad Optima: 14,1 %	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA					
OBSERVACIONES: * Muestra provista e identificada por el solicitante * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.					
ELABORADO POR:		APROBADO POR:			
Firma:	 A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TECNICO		Firma:	A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762	
Nombre:			Nombre:		
Fecha:			Fecha:		



A&A TERRA LAB S.A.C.

A&A Terra Lab		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				AAA-QC-PR-202-01							
		ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. ASTM D1883				REVISIÓN 01							
						Página 02 de 02							
INFORMACIÓN DEL CLIENTE													
Proyecto	APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO -2021												
Solicitante	LUCY YESENIA CARLOS VENTOCILLA			Muestreado por :	Solicitante								
Ubicación de Proyecto	DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA			Ensayado por :	Jors Ramos								
Material	Material propio (Terreno Natural)			Fecha de Ensayo:	05/10/2021								
Identificación	CL (ARCILLA)			Turno:	Diurno								
Procedencia	C-1			Profundidad:	1.50 m								
N° de Muestra	M-1			Norte:	—								
Progresiva	+ 03 + 700			Este:	—								
				Cota:	—								
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	8		14		15								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	56		25		10								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	11314	11440	11050	11212	10855	11074							
Peso molde (gr.)	6740	6740	6720	6720	6730	6730							
Peso suelo compactado (gr.)	4574	4700	4330	4492	4125	4344							
Volumen del molde (cm³)	2138,1	2138,1	2138,1	2138,1	2144,4	2144,4							
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,198	2,198	2,025	2,101	1,924	2,026							
Densidad Seca (gr./cm³)	1,875	1,892	1,775	1,786	1,699	1,720							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	0,0		0,0		0,0								
Tara + suelo húmedo (gr.)	456,2		410,7		391,4								
Tara + suelo seco (gr.)	401,6		359,9		343,0								
Peso de agua (gr.)	56,6		50,8		48,4								
Peso de suelo seco (gr.)	401,6		359,9		343,0								
Humedad (%)	14,1		16,2		14,1								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
01-oct	10:12	0	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00		
02-oct	10:12	24	24	0,61	0,52	46,5	1,18	1,01	58	1,47	1,26		
03-oct	10:12	48	27	0,69	0,59	55	1,40	1,20	62	1,57	1,35		
04-oct	10:12	72	29	0,74	0,63	59	1,50	1,29	67	1,70	1,46		
05-oct	10:12	96	32	0,81	0,70	63	1,60	1,37	71	1,80	1,56		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 8				Molde N° 14				Molde N° 15			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección
0,025		67	3,4	38	1,9	23	1,2	109	5,6	70	3,6	39	2,0
0,050		109	5,6	70	3,6	39	2,0	164	8,4	94	4,8	55	2,8
0,075		164	8,4	94	4,8	55	2,8	217	11,1	110	5,8	71	3,6
0,100	70,307	217	11,1	110	5,8	71	3,6	287	14,8	158	8,0	102	5,2
0,150		287	14,8	158	8,0	102	5,2	359	18,3	197	10,0	128	6,5
0,200	106,460	359	18,3	197	10,0	128	6,5	447	22,8	244	12,4	158	8,1
0,300		447	22,8	244	12,4	158	8,1	563	28,7	312	15,9	174	8,9
0,400		563	28,7	312	15,9	174	8,9	631	32,1	420	21,4	202	10,3
0,500		631	32,1	420	21,4	202	10,3						
OBSERVACIONES:													
* Muestra provista e identificada por el solicitante													
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.													
ELABORADO POR:						APROBADO POR:							
Firma:						Firma:							
A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO						A&A TERRA LAB S.A.C. ING. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762							
Nombre:						Nombre:							
Fecha:						Fecha:							

A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU

Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506

administracion@ayaterralab.com / gerencia@ayaterralab.com / www.ayaterralab.com



A&A TERRA LAB S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		ABA-QC-FR-003-01			
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.		REVISIÓN: 01			
ASTM D1883		Página			
		03 de 03			
INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
Proyecto	: APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS				
Solicitante	: NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO - 2021				
Ubicación de Proyecto	: DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA	Muestreado por : Solicitante			
Material	: Material propio (Terreno Natural)	Ensayado por : Jors Ramos			
		Fecha de Ensayo: 05/10/2021			
		Turno: Diurno			
Identificación	: CL (ARCILLA)	Profundidad: 1,50 m			
Procedencia	: CA1	Norte: ---			
Nº de Muestra	: M-1	Este: ---			
Progresiva	: 03 + 700	Cota: ---			
Datos de muestra					
Máxima Densidad Seca	: 1,875 gr/cm ³	Óptimo Contenido de Humedad : 14,10 %			
Máxima Densidad Seca al 95%	: 1,781 gr/cm ³				
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :	15,6 %	C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :	8,6 %	C.B.R. (0.1") 10 GOLPES :	5,7 %
CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557					
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	15,6 %	C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	17,1 %		
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	8,7 %	C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	9,5 %		
OBSERVACIONES:					
* Muestra provista e identificada por el solicitante					
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.					
ELABORADO POR:		APROBADO POR:			
Firma:		Firma:			
A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO		A&A TERRA LAB S.A.C. JORS RAMOS JEFE DE LABORATORIO C.P. 1-9702			
Nombre:		Nombre:			
Fecha:		Fecha:			



A&A TERRA LAB S.A.C.

Proyecto	: APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS				
Solicitante	: NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO - 2021			Muestreado por :	Solicitante
Ubicación de Proyecto	: DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA			Ensayado por :	Jors Ramos
Material	: Material propio + Adición de 3% CAL			Fecha de Ensayo:	01/10/2021
Identificación	: CL (ARCILLA)			Turno:	Diurno
Sondaje / Calicata	: C-1			Profundidad:	1.50 m
Nº de Muestra	: M-1			Norte:	---
Progresiva	: 03 + 700			Este:	---
				Cota:	---
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
		Volumen Molde	2113	cm ³	
		Peso Molde	5865	gr.	
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	9.805	10.033	10.395	10.301
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3.940	4.168	4.530	4.436
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.885	1.973	2.144	2.099
Recipiente: Numero		0	0	0	0
Peso de la Tara	gr.	0,0	0,0	0,0	0,0
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	365,4	467,8	345,6	287,5
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	342,5	429,6	311,4	254,2
Peso del agua	gr.	22,9	38,2	34,2	33,3
Peso del suelo seco	gr.	343	430	311	254
Contenido de agua	%	6,7	8,9	11,0	13,1
Densidad Seca	gr/cc	1,748	1,811	1,932	1,856
Densidad Máxima Seca:		1,944 gr/cm ³ .		Contenido Humedad Optima: 11,60 %	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA					
<p>The graph plots Dry Density (gr/cc) against % Humedad. The Y-axis ranges from 1.700 to 1.960 in increments of 0.020. The X-axis ranges from 5.0 to 14.0 in increments of 1.0. Five data points are plotted, and a smooth curve is drawn through them. The peak of the curve is at approximately 11.6% humidity and 1.944 gr/cc dry density. A vertical dashed line extends from this peak to the X-axis, and a horizontal dashed line extends from the peak to the Y-axis.</p>					
OBSERVACIONES:					
* Muestra provista e identificada por el solicitante					
* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.					
ELABORADO POR:			APROBADO POR:		
Firma:	 A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO		Firma:	 A&A TERRA LAB S.A.C. Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP-1-9762	
Nombre:			Nombre:		
Fecha:			Fecha:		



A&A TERRA LAB S.A.C.

		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		A&A-QC-PR-023-01		
		ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		REVISIÓN: 01		
		ASTM D1557 / ASTM D1883		Página 01 de 03		
INFORMACION DEL CLIENTE						
Proyecto Solicitante Ubicación de Proyecto Material Identificación Procedencia N° de Muestra Progresiva	: APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO -2021 : LUCY YESENA CARLOS VENTOCILLA : DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA : Material propio + Adición de 3% CAL : CL (ARCILLA) : C-1 : M-1 : 03 + 700			Muestreado por : Ensayado por : Fecha de Ensayo: Turno:	Solicitante Jors Ramos 01/10/2021 Diurno	
		Volumen Molde Peso Molde	2113 5865	cm ³ gr.		
NUMERO DE ENSAYOS						
		1	2	3	4	
Densidad Humeda	gr.	1,865	1,973	2,144	2,099	
Contenido de Humedad	%	6,7	8,9	11,0	13,1	
Densidad Seca	gr/cc	1,748	1,811	1,932	1,856	
Densidad Máxima Seca:		1,944 gr/cm ³	Contenido Humedad Óptima:		11,6 %	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA						
OBSERVACIONES: * Muestra provista e identificada por el solicitante * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.						
ELABORADO POR:			APROBADO POR:			
Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO			Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO C.P. 1-9762			
Nombre: Fecha:			Nombre: Fecha:			



A&A TERRA LAB S.A.C.

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. ASTM D1863				AAA-Q2-PR-0041 REVISIÓN 01 Fecha 02-09-03									
	INFORMACIÓN DEL CLIENTE													
Proyecto : APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO - 2021 Solicitante : LUCY YESENIA CARLOS VENTOCILLA Ubicación de Proyecto : DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA Material : Material propio + Adición de 3% CAL Identificación : CL (ARCILLA) Procedencia : C-1 N° de Muestra : M-1 Progresiva : 03 + 700	Muestreado por : Ensayado por : Fecha de Ensayo: Turno:		Solicitante Jors Ramos 05/10/2021 Día Noche Este Cota:											
CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)														
Molde N°	1		2		3									
Número de capas	5		5		5									
Número de golpes	56		25		10									
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO								
Peso suelo + molde (gr.)	11379	11467	11096	11216	10855	11074								
Peso molde (gr.)	6740	6740	6720	6720	6730	6730								
Peso suelo compactado (gr.)	4639	4727	4376	4496	4125	4344								
Volumen del molde (cm³)	2138,1	2138,1	2138,1	2138,1	2144,4	2144,4								
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,170	2,211	2,047	2,103	1,924	2,026								
Densidad Seca (gr./cm³)	1,844	1,860	1,834	1,856	1,724	1,770								
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Peso de tara (gr.)	0,0		0,0		0,0									
Tara + suelo húmedo (gr.)	340,8		309,0		278,4									
Tara + suelo seco (gr.)	305,4		276,9		249,5									
Peso de agua (gr.)	35,4		32,1		28,9									
Peso de suelo seco (gr.)	305,4		276,9		249,5									
Humedad (%)	11,6		11,6		11,6									
EXPANSIÓN														
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0,01"		Expansión		Dial		Expansión		Dial		Expansión	
			mm %		mm %		mm %		mm %		mm %		mm %	
01-oct	11:40	0	0,00 0,00		0,00 0,00		0,00 0,00		0,00 0,00		0,00 0,00		0,00 0,00	
02-oct	11:40	24	9 0,23 0,20		14 0,36 0,30		16 0,41 0,35		16 0,41 0,35		16 0,41 0,35		16 0,41 0,35	
03-oct	11:40	48	15 0,38 0,33		21 0,53 0,48		25 0,64 0,55		25 0,64 0,55		25 0,64 0,55		25 0,64 0,55	
04-oct	11:40	72	18 0,46 0,39		28 0,71 0,61		27 0,69 0,59		27 0,69 0,59		27 0,69 0,59		27 0,69 0,59	
05-oct	11:40	96	20 0,74 0,63		35 0,89 0,78		39 0,99 0,85		39 0,99 0,85		39 0,99 0,85		39 0,99 0,85	
PENETRACIÓN														
Penetración (dlg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3				
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección		
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	
0,025		93	4,7			42	2,1			21	1,1			
0,050		148	7,5			79	4,0			44	2,2			
0,075		221	11,3			131	6,7			68	3,5			
0,100	70,307	269	13,7	14,5	26,6	169	8,6	8,7	12,4	98	5,0	5,2	7,4	
0,150		398	19,8			232	11,8			145	7,4			
0,200	105,460	453	23,1	23,0	21,8	298	15,2	14,8	14,9	167	9,5	9,3	8,8	
0,300		545	27,8			387	19,7			234	11,9			
0,400		651	33,2			452	23,0			267	13,6			
0,500		774	39,4			469	23,9			321	16,3			
OBSERVACIONES: * Muestra provista e identificada por el solicitante * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.														
ELABORADO POR:							APROBADO POR:							
Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO							Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP: 14-9762							
Nombre:							Nombre:							
Fecha:							Fecha:							



A&A TERRA LAB S.A.C.

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. ASTM D1883	A&A-QC-PR-023-01 REVISIÓN: 01 Página 03 de 03
INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
Proyecto : APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO -2021 Solicitante : LUCY YESENIA CARLOS VENTOCILLA Ubicación de Proyecto : DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA Material : Material propio + Adición de 3% CAL		
Identificación : CL (ARCILLA) Procedencia : C-1 N° de Muestra : M-1 Progresiva : 03 + 700		Muestreado por : Solicitante Ensayado por : Jors Ramos Fecha de Ensayo: 05/10/2021 Turno: Diurno
Profundidad: 1.50 m Norte: --- Este: --- Cota: ---		
Datos de muestra Máxima Densidad Seca : 1,844 gr/cm ³ Óptimo Contenido de Humedad : 11,60 % Mínima Densidad Seca al 95% : 1,847 gr/cm ³		
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 20,6 %	C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 12,4 %	C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 7,4 %
CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557 		CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 20,6 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 12,9 %	C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 21,8 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 14,8 %	
OBSERVACIONES: * Muestra provista e identificada por el solicitante * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.		
ELABORADO POR: Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO	APROBADO POR: Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762	
Nombre: Fecha:	Nombre: Fecha:	

A&A TERRA LAB S.A.C. sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU
 Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506
 administracion@ayaterralab.com / gerencia@ayaterralab.com / www.ayaterralab.com



A&A TERRA LAB S.A.C.

Proyecto	: APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO - 2021		
Solicitante	: LUCY YESENA CARLOS VENTOCILLA	Muestreado por :	Solicitante Jors Ramos
Ubicación de Proyecto	: DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA		Ensayado por :
Material	: Material propio + Adición de 3% CEMENTO	Fecha de Ensayo:	01/10/2021
Identificación	: C- (ARCILLA)	Profundidad:	1.50 m
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: 03 + 700	Cota:	---

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2113	cm ³
Peso Molde	5865	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	9.817	10.105	10.362	10.256	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3.952	4.240	4.497	4.391	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.870	2.007	2.128	2.078	
Recipiente Numero		0	0	0	0	
Peso de la Tara	gr.	0,0	0,0	0,0	0,0	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	261,3	350,7	289,4	301,6	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	246,0	323,5	261,9	267,6	
Peso del agua	gr.	15,3	27,2	27,5	34,0	
Peso del suelo seco	gr.	246	324	262	268	
Contenido de agua	%	6,2	8,4	10,5	12,7	
Densidad Seca	gr/cc	1,761	1,851	1,926	1,844	

Densidad Máxima Seca: 1,932 gr/cm³. Contenido Humedad Óptima: 10,80 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.

ELABORADO POR:	APROBADO POR:
Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO	Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:



A&A TERRA LAB S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		AAA-OC-PR-023-01	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		REVISIÓN: 01	
ASTM D1557 / ASTM D1883		Página	
		01 de 02	
INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Proyecto	: APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO - 2021		
Solicitante	: LUCY YESENIA CARLOS VENTOCILLA		Muestreado por : Solicitante
Ubicación de Proyecto	: DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA		Ensayado por : Jons Ramos
Material	: Material propio + Adición de 3% CEMENTO		Fecha de Ensayo: 01/10/2021
Identificación	: CL (ARCILLA)		Turno: Diurno
Procedencia	: C-1		Profundidad: 1.50
N° de Muestra	: M-1		Norte: ---
Progresiva	: 03 + 700		Este: ---
			Cota: ---
Volumen Molde		2113	cm ³
Peso Molde		5865	gr.
NUMERO DE ENSAYOS		1	2
Densidad Humeda	gr.	1,870	2,007
Contenido de Humedad	%	6,2	8,4
Densidad Seca	gr/cc	1,781	1,851
			1,926
			1,844
Densidad Máxima Seca:		1,932	gr/cm ³ .
Contenido Humedad Optima:		10,8	%
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA			
<p>The graph plots Dry Density (gr/cc) on the y-axis (ranging from 1.700 to 1.980) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 5.0 to 14.0). A red curve shows the relationship, with a peak at approximately 10.8% moisture content and 1.932 gr/cc dry density. A vertical dashed line marks the peak, and a horizontal dashed line indicates the maximum dry density.</p>			
OBSERVACIONES: * Muestra provista e identificada por el solicitante * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.			
ELABORADO POR:		APROBADO POR:	
Firma:	 A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO		Firma:
	 Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 14-9762		
Nombre:			Nombre:
Fecha:			Fecha:



A&A TERRA LAB S.A.C.

A&A Terra Lab		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				ABA-QC-FR-023-01							
		ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. ASTM D1883				REVISIÓN: 01							
						Página							
						02 de 03							
INFORMACIÓN DEL CLIENTE													
Proyecto	: APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO-2021												
Solicitante	: LUCY YESENIA CARLOS VENTOCILLA			Muestrado por :	Solicitante								
Ubicación de Proyecto	: DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA			Ensayado por :	Jors Ramos								
Material	: Material propio + Adición de 3% CEMENTO			Fecha de Ensayo :	05/10/2021								
				Turno:	Diurno								
Identificación	: DL (ARCILLA)			Profundidad:	1.50 m								
Procedencia	: C-1			Norte:	---								
Nº de Muestra	: M-1			Este:	---								
Progresiva	: 03 + 700			Cota:	---								
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Módulo N°	19		20		21								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	56		28		19								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	11317	11401	11078	11189	10798	11074							
Peso molde (gr.)	6749	6749	6720	6720	6730	6730							
Peso suelo compactado (gr.)	4577	4651	4358	4469	4068	4344							
Volumen del molde (cm³)	2138,1	2138,1	2138,1	2138,1	2144,4	2144,4							
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,141	2,180	2,038	2,090	1,897	2,028							
Densidad Seca (gr./cm³)	1,932	1,864	1,830	1,855	1,712	1,780							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
Tara + suelo húmedo (gr.)	289,5	282,9	347,5	309,6	451,8	355,0							
Tara + suelo seco (gr.)	261,3	235,6	313,6	274,7	407,8	311,9							
Peso de agua (gr.)	28,2	27,3	33,9	34,9	44,0	43,1							
Peso de suelo seco (gr.)	261,3	235,6	313,6	274,7	407,8	311,9							
Humedad (%)	10,8	11,8	10,8	12,7	10,8	13,8							
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
01-oct	14:22	0	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00		
02-oct	14:22	24	8	0,20	0,17	13	0,33	0,28	19	0,48	0,42		
03-oct	14:22	48	15	0,38	0,33	22	0,56	0,48	25	0,64	0,55		
04-oct	14:22	72	20	0,51	0,44	28	0,71	0,61	30	0,76	0,66		
05-oct	14:22	96	28	0,71	0,61	37	0,94	0,81	41	1,04	0,90		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg)	Carga Standard (kg/cm²)	Módulo N° 19				Módulo N° 20				Módulo N° 21			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0,025		85	4,4			40	2,0			19	1,0		
0,050		145	7,4			89	4,5			47	2,4		
0,075		225	11,5			141	7,2			78	4,0		
0,100	70,307	300	15,3	15,2	21,6	197	10,0	10,0	14,2	105	5,3	5,7	8,1
0,150		385	19,8			269	13,7			153	7,8		
0,200	105,460	462	24,5	24,7	23,4	336	17,1	16,6	15,7	192	9,8	9,8	9,3
0,300		585	30,0			421	21,4			245	12,5		
0,400		661	33,2			478	24,3			278	14,2		
0,500		779	39,7			521	26,5			333	17,0		
OBSERVACIONES:													
* Muestra provista e identificada por el solicitante													
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.													
ELABORADO POR:						APROBADO POR:							
Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO						Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762							
Nombre:						Nombre:							
Fecha:						Fecha:							



A&A TERRA LAB S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		AAA-02-PR-022-01
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.		REVISION: 01
ASTM D1883		Página
		03 de 03
INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
Proyecto	: APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO - 2021	
Solicitante	: LUCY YESENIA CARLOS VENTOCILLA	
Ubicación de Proyecto	: DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA	Muestreado por : Solicitante Ensayado por : Jors Ramos Fecha de Ensayo : 05/10/2021 Turno : Diurno
Material	: Material propio + Adición de 3% CEMENTO	
Identificación	: CL (ARCILLA)	Profundidad: 1.50 m
Procedencia	: C-1	Norte: ---
Nº de Muestra	: M-1	Este: ---
Progresiva	: 03 + 700	Cota: ---
Datos de muestra		
Máxima Densidad Seca	1.832 gr/cm ³	
Máxima Densidad Seca al 95%	1.835 gr/cm ³	
Óptimo Contenido de Humedad 10.80 %		
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :	21,6 %	C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 14,2 %
		C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 8,1 %
CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557		
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	21,6 %	C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 23,4 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	14,1 %	C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 15,4 %
INDICE C.B.R.		
<p>OBSERVACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Muestra provista e identificada por el solicitante * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C. 		
ELABORADO POR:		APROBADO POR:
Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO		Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO C.P. 149762
Nombre:		Nombre:
Fecha:		Fecha:



A&A TERRA LAB S.A.C.

Proyecto	: APLICACION DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA ESTABILIZACION DE SUELOS EN CARRETERAS				
Solicitante	: NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO - 2021				
Ubicación de Proyecto	: DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA			Muestreado por :	Solicitante
Material	: Material propio + Adición de 3% TERRASIL			Ensayado por :	Jors Ramos
Identificación	: CL (ARCILLA)			Fecha de Ensayo:	01/10/2021
Sondaje / Calicata	: C-1			Turno:	Diurno
Nº de Muestra	: M-1			Profundidad:	1.50 m
Progresiva	: 03 + 700			Norte:	---
				Este:	---
				Cota:	---
ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
		Volumen Molde	2113	cm ³	
		Peso Molde	5865	gr.	
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	9,957	10,206	10,495	10,438
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,092	4,341	4,630	4,573
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,937	2,054	2,191	2,164
Recipiente Numero		0	0	0	0
Peso de la Tara	gr.	0,0	0,0	0,0	0,0
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	362,0	463,1	302,4	350,8
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	342,2	430,4	275,6	312,5
Peso del agua	gr.	19,8	32,7	26,8	38,3
Peso del suelo seco	gr.	342	430	276	313
Contenido de agua	%	5,8	7,6	9,7	12,3
Densidad Seca	gr/cc	1,831	1,909	1,997	1,928
Densidad Máxima Seca:		2,007 gr/cm ³		Contenido Humedad Optima: 10,40 %	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA					
<p>The graph plots Dry Density (gr/cc) on the y-axis (ranging from 1.770 to 2.050) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 5.0 to 14.0). A red curve shows the relationship, with a peak at approximately 10.4% moisture content and 2.007 gr/cc dry density. A vertical dashed line marks the peak, and a horizontal dashed line extends from the peak to the y-axis.</p>					
OBSERVACIONES:					
<ul style="list-style-type: none"> * Muestra provista e identificada por el solicitante * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C. 					
ELABORADO POR:			APROBADO POR:		
Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TECNICO			Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762		
Nombre:			Nombre:		
Fecha:			Fecha:		



A&A TERRA LAB S.A.C.

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		ABA-QC-PR-023-01		
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883		REVISIÓN: 01 Página: 01 de 03		
INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
Proyecto : APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO-2021 Solicitante : LUCY YESENIA CARLOS VENTOGILLA Ubicación de Proyecto : DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA Material : Material propio + Adición de 3% TERRASIL	Muestreado por : Ensayado por : Fecha de Ensayo: Turno:	Solicitante: Jore Ramos 01/10/2021 Diurno			
Identificación : CL (ARCILLA) Procedencia : C-1 N° de Muestra : M-1 Progresiva : 03+700	Profundidad: 1.50 Norte: --- Este: --- Cola: ---				
Volumen Molde: 2113 cm ³ Peso Molde: 5865 gr.					
NUMERO DE ENSAYOS					
		1	2	3	4
Densidad Humada	gr.	1.937	2.054	2.191	2.164
Contenido de Humedad	%	5,8	7,6	9,7	12,3
Densidad Seca	gr/cc	1.831	1.909	1.997	1.928
Densidad Máxima Seca: 2,007 gr/cm ³ .		Contenido Humedad Óptima: 10,4 %			
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA					
<p>The graph plots Dry Density (gr/cc) on the y-axis (ranging from 1.780 to 2.040) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 5.0 to 14.0). A smooth curve is drawn through four data points, with a vertical dashed line indicating the peak at 10.4% moisture content and 2.007 gr/cc dry density.</p>					
OBSERVACIONES: * Muestra provista e identificada por el solicitante * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.					
ELABORADO POR:		APROBADO POR:			
Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO		Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762			
Nombre:		Nombre:			
Fecha:		Fecha:			



A&A TERRA LAB S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		AMA-QC-PR-025-01											
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.		REVISIÓN 01											
ASTM D1883		Página											
		02 de 03											
INFORMACION DEL CLIENTE													
Proyecto	: APLICACION DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA ESTABILIZACION DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO - 2021												
Solicitante	: LUCY YESENIA CARLOS VENTOCILLA	Muestreado por :	Solicitante										
Ubicación de Proyecto	: DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA	Ensayado por :	Jors Ramos										
Material	: Material propio + Adición de 3% TERRASIL	Fecha de Ensayo:	05/10/2021										
		Turno:	Diurno										
Identificación	: CL (ARCILLA)	Profundidad:	1.50 m										
Procedencia	: C-1	Norte:	---										
Nº de Muestra	: M-1	Este:	---										
Progresiva	: 03 + 700	Cota:	---										
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde Nº	24		25	26									
Número de capas	5		5	5									
Número de golpes	56		25	10									
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO									
Peso suelo + molde (gr.)	11478	11537	11142	10979									
Peso molde (gr.)	6740	6740	6720	6730									
Peso suelo compactado (gr.)	4738	4797	4422	4501									
Volumen del molde (cm³)	2136.1	2136.1	2136.1	2144.4									
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.216	2.244	2.066	2.105									
Densidad Seca (gr./cm³)	2.007	2.017	1.873	1.888									
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	0.0		0.0	0.0									
Tara + suelo húmedo (gr.)	261.4	264.3	362.0	298.5									
Tara + suelo seco (gr.)	254.9	264.8	329.7	287.7									
Peso de agua (gr.)	26.5	29.7	34.2	30.8									
Peso de suelo seco (gr.)	254.9	264.8	329.7	287.7									
Humedad (%)	10.4	11.2	10.4	11.5									
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
01-oct	16:25	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00		
02-oct	16:25	24				0	0.00	0.00		0.00	0.00		
03-oct	16:25	48				0	0.00	0.00		0.00	0.00		
04-oct	16:25	72				0	0.00	0.00		0.00	0.00		
05-oct	16:25	96	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00		
NO EXPANSIVO													
PENETRACIÓN													
Penetración (psig)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 24				Molde N° 25				Molde N° 26			
		Carga	Corrección			Carga	Corrección			Carga	Corrección		
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		116	5.9			42	2.1			21	1.1		
0.050		189	9.6			79	4.0			44	2.2		
0.075		265	13.6			131	6.7			69	3.6		
0.100	70.307	346	17.6	17.9	25.5	159	8.0	11.0	15.8	96	5.0	6.0	8.5
0.150		451	23.0			232	11.8			145	7.4		
0.200	105.460	576	29.3	29.0	27.5	299	15.2	16.2	17.3	187	9.5	10.0	9.5
0.300		679	34.6			387	19.7			234	11.9		
0.400		789	40.2			452	23.0			267	13.6		
0.500		857	43.6			469	23.9			321	16.3		
OBSERVACIONES:													
* Muestra provista e identificada por el solicitante													
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.													
ELABORADO POR:						APROBADO POR:							
Firma:						Firma:							
 A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TECNICO						 A&A TERRA LAB S.A.C. Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762							
Nombre:						Nombre:							
Fecha:						Fecha:							



A&A TERRA LAB S.A.C.

		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. ASTM D1883	AAA-QC-PR-023-01 REVISIÓN: 01 Página 03 de 03
INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Proyecto : APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA - OXAPAMPA - PASCO -2021			
Solicitante : LUCY YESENIA CARLOS VENTOCILLA		Muestreado por : Solicitante Ensayado por : Jors Ramos Fecha de Ensayo : 05/10/2021 Turno : Diurno	
Ubicación de Proyecto : DISTRITO CHONTABAMBA - DEPARTAMENTO PASCO - PROVINCIA OXAPAMPA Material : Material propio + Adición de 3% TERRASÍ.			
Identificación : CL (ARCILLA) Procedencia : C-1 Nº de Muestra : M-1 Progressiva : 03 + 700		Profundidad : 1.50 m Norte : --- Este : --- Cota : ---	
Datos de muestra Máxima Densidad Seca : 2.007 gr/cm ³ Máxima Densidad Seca al 95% : 1.907 gr/cm ³ Optimo Contenido de Humedad : 10,46 %			
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 25,5 %		C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 15,6 %	
		C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 8,5 %	
CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557 		CURVA CBR vs DENSIDAD SECA 	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 25,5 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 17,7 %		C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 27,5 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 19,4 %	
OBSERVACIONES: * Muestra provista e identificada por el solicitante * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.			
ELABORADO POR: Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO		APROBADO POR: Firma: A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762	
Nombre: Fecha:		Nombre: Fecha:	

CALIBRACIÓN EQUIPOS DE LABORATORIO



Punto de Precisión SAC

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-615-2020

Página: 1 de 3

Expediente : T 331-2020
Fecha de Emisión : 2020-11-24

1. Solicitante : A & A TERRA LAB. S.A.C.

Dirección : MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R21PE30ZH

Número de Serie : B847537519

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 10 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-11-23

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

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

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

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

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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



Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-615-2020

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,5	21,8
Humedad Relativa	54,9	55,8

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	IP-296-2019
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0526-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0529-2020

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 993 g para una carga de 30 000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

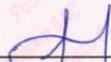
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	21,5 21,7					
	Carga L1= 15 000 g			Carga L2= 30 000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 001	0,7	0,8	30 000	0,7	-0,3
2	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,2
3	15 001	0,9	0,6	30 000	0,8	-0,4
4	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,7	-0,3
5	15 001	0,6	0,9	30 000	0,7	-0,3
6	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,4
7	15 001	0,9	0,6	30 000	0,9	-0,5
8	15 001	0,7	0,8	30 000	0,6	-0,2
9	15 001	0,8	0,7	30 000	0,7	-0,3
10	15 001	0,8	0,7	30 000	0,8	-0,4
Diferencia Máxima				1,2		
Error máximo permitido	± 20 g			± 30 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

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

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



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 525 - 2020

Página : 1 de 4

Expediente : T 331-2020
Fecha de emisión : 2020-11-23

1. Solicitante : A & A TERRA LAB. S.A.C.

Dirección : MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR
- LIMA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : NO INDICA
Modelo del Equipo : NO INDICA
Serie del Equipo : NO INDICA
Capacidad del Equipo : 78 L
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de indicador : AUTONICS
Modelo de indicador : TCN4S
Serie de indicador : NO INDICA
Temperatura calibrada : 110 °C

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
LABOTARIO DE PUNTO PRECISION S.A.C.
23 - NOVIEMBRE - 2020

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

5. Trazabilidad

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

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,4	22,6
Humedad %	58	60

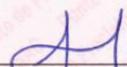
7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

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




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

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

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

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



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 525 - 2020

Página : 2 de 4

CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	111,0	105,7	108,3	105,7	105,4	105,6	114,9	114,7	114,5	113,4	114,3	110,3	9,5
2	111,0	105,2	108,6	105,2	105,9	105,4	114,8	114,3	114,2	112,3	114,4	110,0	9,6
4	111,0	105,1	107,9	105,0	106,1	106,1	114,6	114,7	115,0	113,5	114,6	110,3	10,0
6	111,0	105,3	108,7	105,0	106,0	105,9	114,7	114,0	114,8	113,3	114,4	110,2	9,8
8	111,0	105,1	109,9	105,9	105,8	106,0	114,8	114,1	114,4	113,2	114,6	110,4	9,7
10	111,0	105,7	108,3	105,9	105,9	105,4	114,6	114,0	114,2	113,5	114,3	110,2	9,2
12	111,0	105,1	109,9	105,0	105,4	105,9	114,5	114,3	114,5	113,4	114,4	110,2	9,5
14	111,0	105,1	109,9	105,9	105,8	106,0	114,2	114,1	114,2	112,3	114,6	110,2	9,5
16	111,0	105,3	108,7	105,2	106,1	105,6	114,8	114,0	115,0	113,5	114,4	110,3	9,8
18	111,0	105,7	108,3	105,9	106,0	105,9	114,6	114,3	114,2	113,4	114,3	110,3	8,9
20	111,0	105,1	108,3	105,9	106,1	106,0	114,8	114,1	115,0	112,3	114,6	110,2	9,9
22	111,0	105,3	109,9	105,7	105,8	105,6	114,8	114,0	114,5	113,5	114,3	110,3	9,5
24	111,0	105,1	109,9	105,0	106,0	106,0	114,5	114,7	115,0	112,3	114,6	110,3	10,0
26	111,0	105,1	108,7	105,9	105,9	105,4	114,6	114,3	114,8	113,5	114,4	110,3	9,7
28	111,0	105,1	108,3	105,9	105,4	105,6	114,7	114,1	114,5	113,4	114,3	110,1	9,6
30	111,0	105,3	109,9	105,7	106,1	106,0	114,8	114,0	114,2	112,3	114,3	110,3	9,5
32	111,0	105,7	108,7	105,9	105,4	105,9	114,5	114,3	114,8	113,5	114,4	110,3	9,4
34	111,0	105,3	108,3	105,9	105,8	105,4	114,9	114,7	114,5	112,3	114,6	110,2	9,6
36	111,0	105,1	109,9	105,9	106,0	105,6	114,8	114,0	114,2	113,4	114,3	110,3	9,7
38	111,0	105,3	108,3	105,7	105,4	105,6	114,8	114,1	114,8	113,5	114,6	110,2	9,5
40	111,0	105,1	109,9	105,2	106,1	105,9	114,9	114,3	114,5	112,3	114,3	110,3	9,8
42	111,0	105,7	108,3	105,0	106,1	105,4	114,6	114,7	114,8	113,4	114,6	110,3	9,8
44	111,0	105,1	109,9	105,9	106,0	106,0	114,8	114,0	115,0	113,5	114,3	110,5	9,9
46	111,0	105,1	108,7	105,9	106,0	105,9	114,7	114,1	114,5	113,4	114,4	110,3	9,6
48	111,0	105,7	109,9	105,7	105,8	105,6	114,7	114,7	114,2	113,5	114,6	110,4	9,1
50	111,0	105,3	108,3	105,0	105,4	105,9	114,9	114,1	115,0	113,4	114,3	110,2	10,0
52	111,0	105,1	108,7	105,9	106,0	106,0	114,8	114,3	114,8	112,3	114,3	110,2	9,7
54	111,0	105,7	108,7	105,2	105,4	105,4	114,8	114,7	114,5	113,5	114,6	110,3	9,6
56	111,0	105,1	109,9	105,7	106,0	105,6	114,6	114,0	114,8	113,4	114,3	110,3	9,7
58	111,0	105,3	109,9	105,2	105,4	105,4	114,8	114,3	115,0	112,3	114,3	110,2	9,8
60	111,0	105,3	108,7	105,0	106,0	106,0	114,9	114,7	114,5	113,5	114,4	110,3	9,9
T. PROM	111,0	105,3	109,0	105,5	105,8	105,7	114,7	114,3	114,6	113,1	114,4	110,3	
T. MAX	111,0	105,7	109,9	105,9	106,1	106,1	114,9	114,7	115,0	113,5	114,6		
T. MIN	111,0	105,1	107,9	105,0	105,4	105,4	114,2	114,0	114,2	112,3	114,3		
DTT		0,0	0,6	2,0	0,9	0,7	0,7	0,7	0,8	1,2	0,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	115,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	105,0	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,0	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	9,4	0,3
Estabilidad Media (±)	1	0,02
Uniformidad Media	10,0	0,1

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



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

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

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

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



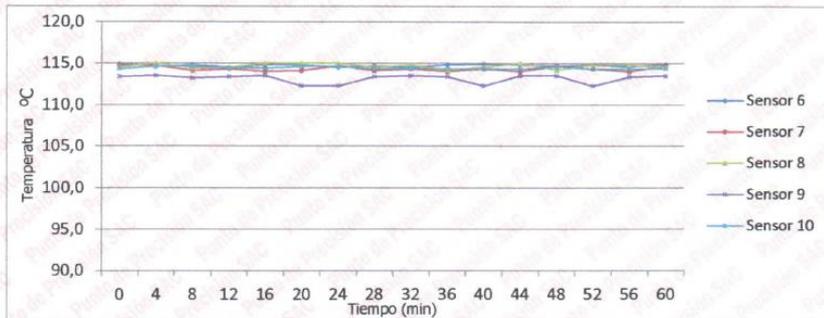
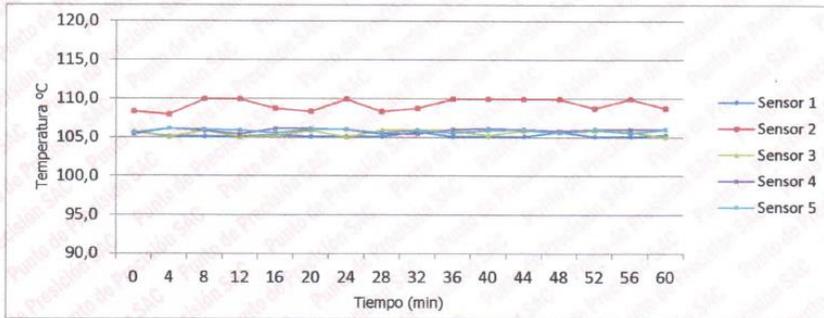
Punto de Precisión SAC

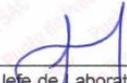
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 525 - 2020

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C




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

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

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

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



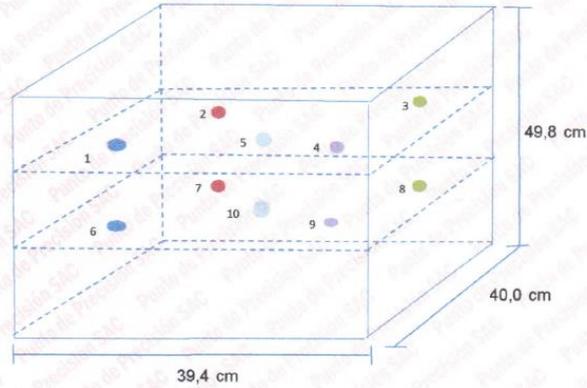
Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 525 - 2020

Página : 4 de 4

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



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

FIN DEL DOCUMENTO



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

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

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

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



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1455 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 331-2020
Fecha de emisión : 2020-11-23

1. Solicitante : A & A TERRA LAB. S.A.C.

Dirección : MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR
- LIMA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

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

Contómetro : ANALÓGICO
Marca de Contómetro : UNIVERSAL
Modelo de Contómetro : NO INDICA
Serie de Contómetro : NO INDICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
23 - NOVIEMBRE - 2020

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

5. Trazabilidad

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

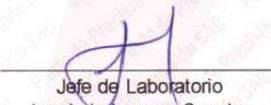
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,9	22,0
Humedad %	57	57

7. Observaciones

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




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



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1455 - 2020

Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE			EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	55,84	2,19	26,17	45,87	50,14	150,23	125,14	10,06	1,98	13,16
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13,5
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	1,84	0,19	-0,83	-1,13	0,14	0,23	0,14	0,06	-0,02	-0,34

FIN DEL DOCUMENTO



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



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 518 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 368-2020
Fecha de emisión : 2020-12-11

1. Solicitante : A & A TERRA LAB. S.A.C.

Dirección : MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILA EL SALVADOR
- LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : ARSOU GROUP
Modelo de Prensa : PR401
Serie de Prensa : 1010251
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Celda : ANYLOAD
Modelo de Celda : 101NH-10kib
Serie de Celda : 1718001223
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : ANYLOAD
Modelo de Indicador : DD-KC1
Serie de Indicador : 492000019

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

MZ. F LOTE 08 SECTOR 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA
11 - DICIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

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

5. Trazabilidad

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

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22.9	22.8
Humedad %	63	64

7. Resultados de la Medición

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

8. Observaciones

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




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

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

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

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



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 518 - 2020

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	497,42	497,22	0,52	0,56	497,32	0,54	0,04
1000	997,31	997,60	0,27	0,24	997,46	0,26	-0,03
1500	1498,23	1498,10	0,12	0,13	1498,17	0,12	0,01
2000	1999,83	1998,15	0,01	0,09	1998,99	0,05	0,08
2500	2499,35	2499,50	0,03	0,02	2499,43	0,02	-0,01
3000	2999,18	3001,18	0,03	-0,04	3000,18	-0,01	-0,07
3500	3501,25	3500,10	-0,04	0,00	3500,68	-0,02	0,03
4000	4001,66	4002,73	-0,04	-0,07	4002,20	-0,05	-0,03

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$E_p = ((A-B) / B) * 100 \quad R_p = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente de Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9987x + 3,7322$

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

GRÁFICO N° 1

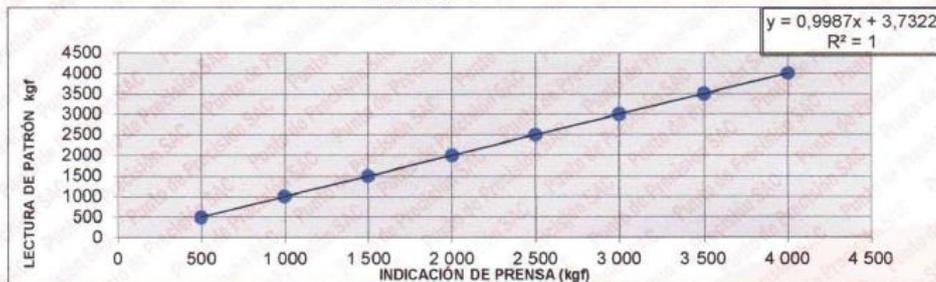
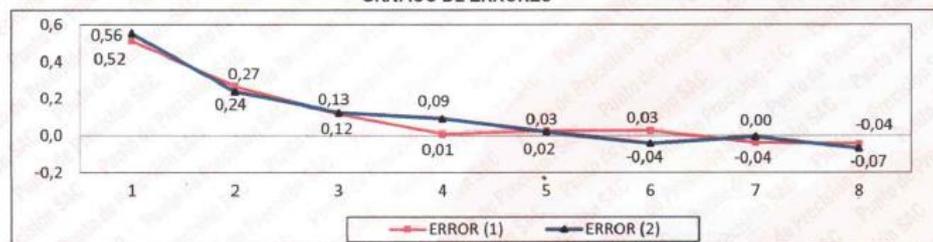


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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



Punto de Precisión SAC

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-619-2020

Página: 1 de 3

Expediente : T 331-2020
 Fecha de Emisión : 2020-11-24

1. Solicitante : A & A TERRA LAB. S.A.C.

Dirección : MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : RICE LAKE

Modelo : ES-6000H

Número de Serie : 1806A0688

Alcance de Indicación : 6 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-11-23

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

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

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

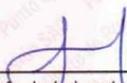
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

4. Lugar de Calibración
 MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

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

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



Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-619-2020

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	22,5	22,5
Humedad Relativa	52,9	53,9

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	IP-296-2019
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 6 000,0 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 6 000,4 g para una carga de 6 000,0 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

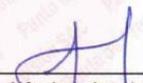
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3 000,0 g	Temp. (°C)		Carga L2= 6 000,0 g		
		Inicial	Final		I (g)	ΔL (g)
1	2 999,8	0,07	-0,23	6 000,0	0,07	-0,03
2	2 999,8	0,02	-0,18	6 000,0	0,08	-0,04
3	2 999,8	0,02	-0,18	6 000,0	0,08	-0,04
4	2 999,8	0,01	-0,17	5 999,9	0,01	-0,07
5	2 999,8	0,01	-0,17	6 000,0	0,06	-0,02
6	2 999,8	0,02	-0,18	6 000,0	0,06	-0,02
7	2 999,8	0,03	-0,19	6 000,0	0,09	-0,05
8	2 999,8	0,05	-0,21	6 000,0	0,08	-0,04
9	2 999,8	0,03	-0,19	6 000,0	0,08	-0,04
10	2 999,9	0,04	-0,10	5 999,9	0,02	-0,08
Diferencia Máxima				0,13	0,06	
Error máximo permitido ±				0,3 g	± 0,3 g	



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

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

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



Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-619-2020

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,0	1,0	0,08	-0,03	2 000,0	1 999,9	0,07	-0,13	-0,10
2		1,0	0,06	-0,01		1 999,8	0,02	-0,18	-0,17
3		1,0	0,09	-0,04		1 999,9	0,01	-0,07	-0,03
4		1,0	0,06	-0,01		1 999,9	0,02	-0,08	-0,07
5		1,0	0,06	-0,01		1 999,8	0,01	-0,17	-0,16

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 0,3 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,00	1,0	0,06	-0,01	-0,02	5,1	0,09	0,06	0,07	0,1
5,00	5,0	0,08	-0,03	0,00	50,1	0,09	0,06	0,07	0,1
50,00	50,0	0,06	-0,01	-0,03	100,0	0,07	-0,02	-0,01	0,1
100,00	100,0	0,09	-0,04	0,00	500,0	0,06	-0,01	0,00	0,1
500,00	500,0	0,06	-0,01	-0,07	999,9	0,01	-0,06	-0,05	0,2
1 000,00	999,9	0,03	-0,08	-0,06	1 499,9	0,02	-0,07	-0,06	0,2
1 500,00	1 499,9	0,02	-0,07	-0,06	1 999,9	0,02	-0,08	-0,07	0,2
2 000,01	1 999,9	0,01	-0,07	-0,07	3 999,9	0,01	-0,07	-0,06	0,3
4 000,01	3 999,9	0,02	-0,08	-0,10	5 000,0	0,09	-0,05	-0,04	0,3
5 000,01	4 999,9	0,05	-0,11	0,05	6 000,1	0,09	0,05	0,06	0,3
6 000,01	6 000,1	0,09	0,05	0,06					

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,22 \times 10^{-6} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,47 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 6,70 \times 10^{-10} \times R^2}$$

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

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-620-2020

Página: 1 de 3

Expediente : T 331-2020
Fecha de Emisión : 2020-11-24

1. Solicitante : A & A TERRA LAB. S.A.C.

Dirección : MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : HENKEL

Modelo : NO INDICA

Número de Serie : 2020065609

Alcance de Indicación : 2 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,01 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-11-23

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

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

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

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

3. Método de Calibración

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

4. Lugar de Calibración

MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-620-2020

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	22,7	22,8
Humedad Relativa	53,9	53,9

6. Trazabilidad

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

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

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 2 000,01 g
No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	22,8			22,8		
	Carga L1= 1 000,00 g			Carga L2= 2 000,01 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1 000,02	0,007	0,017	2 000,02	0,008	0,011
2	1 000,01	0,009	0,005	2 000,01	0,006	0,004
3	1 000,02	0,007	0,017	2 000,02	0,009	0,010
4	1 000,02	0,006	0,018	2 000,01	0,007	0,003
5	1 000,02	0,007	0,017	2 000,01	0,006	0,004
6	1 000,03	0,009	0,025	2 000,01	0,007	0,003
7	1 000,01	0,006	0,008	2 000,01	0,009	0,001
8	1 000,02	0,008	0,016	2 000,02	0,007	0,012
9	1 000,02	0,006	0,018	2 000,01	0,006	0,004
10	1 000,02	0,009	0,015	2 000,02	0,007	0,012
Diferencia Máxima	0,020			0,012		
Error máximo permitido	± 0,2 g			± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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

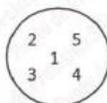


Punto de Precisión SAC

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-620-2020
Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Table with columns: Posición de la Carga, Determinación de E0, Determinación del Error corregido. Includes temperature data (22.8, 22.7) and error limits (± 0.2 g).

ENSAYO DE PESAJE

Table with columns: Carga L (g), CRECIENTES, DECRECIENTES, ± emp (g). Lists mass values and their associated errors.

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R_corregida = R + 1,56x10^-8 x R

Incertidumbre

UR = 2 * sqrt(3,37x10^-4 g^2 + 5,91x10^-10 x R^2)

R: Lectura de la balanza; ΔL: Carga Incrementada; E: Error encontrado; E0: Error en cero; Ec: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ARRIOLA MOSCOSO CECILIA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "APLICACION DE ADITIVOS QUIMICOS PARA ESTABILIZACION DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL TRAMO CHONTABAMBA-OXAPAMPA, PASCO 2021", cuyo autor es CARLOS VENTOCILLA LUCY YESENIA, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y 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, 29 de Noviembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ARRIOLA MOSCOSO CECILIA DNI: 43851809 ORCID 0000-0003-2497-294X	Firmado digitalmente por: CARRIOLAM el 30-11- 2021 23:16:53

Código documento Trilce: TRI - 0198872