



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL

TITULO

“Estudio Comparativo empleando el aditivo PROES y CONSOLID para la
estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Chávez Pajuelo Rafael Antonio

ASESOR

Mgtr. Ing. Benites Zúñiga José Luis

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2018

Acta de aprobación de la Tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 2

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por doña:

Chavez Pajuelo, Rafael Antonio

cuyo título es:

“Estudio comparativo empleando el aditivo PREOS y CONSOLID para la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018”

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

.....15..... (número).....Quince..... (letras).

Los Olivos, 06 de diciembre de 2018



PRESIDENTE
Mg. ROSA LAECHEA MORGARIVA



SECRETARIO
Mg. DELGADO RAMIREZ FELIX



VOCAL
Mg. José Benites

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Dedicatoria

A Dios por sobre todas las cosas.
A mis Señores Padres, Trifinia María y
Celso Héctor por la perseverancia,
dedicación y apoyo incondicional que
tuvieron hacia mi persona, y siempre
guiándome con valores para ir por el
camino correcto. A mi hermano para
que siga el sendero del éxito y sea un
ejemplo de superación.

“Encomienda tus obras al SEÑOR, y
tus propósitos se afianzarán.”

Proverbios 16:3

Agradecimiento

A mi familia en general
que directamente o
indirectamente me apoyaron
para poder realizar mi proyecto
de investigación y también a mi
asesor Mgtr. Benites José Luis,
por la guía constante para lograr
el fin de este estudio.

Declaración de Autenticidad

Yo, Rafael Antonio Chávez Pajuelo con DNI N°75450925, a producto de efectuar con el sistema valido considerado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es verídico y legítimo.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todas las referencias e información que se muestra en la presente tesis son genuinos y legítimos.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier infundio, negligencia y exclusión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 06 Diciembre de 2018



Rafael Antonio Chávez Pajuelo

Presentación

Los miembros del jurado,

En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo-Lima damos conformidad para la sustentación de la tesis titulada “ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018”, la misma que debe ser defendida por el tesista aspirante a obtener el título profesional de ingeniero civil.

Lima, 06 de Diciembre del 2018

Índice

Acta de aprobación de la Tesis	II
Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
Declaración de Autenticidad	V
Presentación	VI
Resumen	XIII
I: INTRODUCCIÓN	
1.1. Realidad Problemática	16
1.2. Trabajos Previos	18
1.2.1. Trabajos Internacionales	18
1.2.2. Trabajos Nacionales	21
1.3. Teorías Relacionadas al Tema	23
1.3.1. Aditivo PROES y CONSOLID	23
1.3.1.1. Proes	23
1.3.1.2. Consolid	24
1.3.1.3. Propiedades Mecánicas	25
1.3.1.3.1. Resistencia	26
1.3.1.3.2. Plasticidad	27
1.3.1.4. Dosificación	27
1.3.2. Estabilización de Suelos	28
1.3.2.1. Tipos de suelos	28
1.3.2.1.1. Gravas	29
1.3.2.1.2. Arena	29
1.3.2.1.3. Limo	30
1.3.2.1.4. Arcilla	30
1.3.2.2.1. Clasificación de suelos (SUCS)	31
1.3.2.2.2. Sistema de clasificación (AASHTO)	32
1.3.3. Suelos	34
1.3.4. Estudio de Mecánica de Suelos	34
1.3.5. Ensayos de Campo	35
1.3.5.1. Calicatas (ASTM D-2488)	35
1.3.6. Ensayos de Laboratorio	35

1.3.6.1.	Ensayos de Caracterización de Suelos	35
1.3.6.1.1.	Análisis Granulométrico (ASTM D422)	35
1.3.6.1.2.	Contenido de Humedad (ASTM D2216)	36
1.3.6.1.3.	Límite Líquido y Límite Plástico (ASTM D4318)	37
1.3.6.1.4.	Índice de Plasticidad	38
1.3.6.2.	Ensayos de Resistencia del Suelo	38
1.3.6.2.1.	Proctor Modificado (ASTM D-1557)	38
1.3.6.2.2.	CBR (California Bearing Ratio) (ASTM D-1883)	39
1.4.	Formulación del Problema	40
1.4.1.	Problema General	40
1.4.2.	Problema Específico	40
1.5.	Justificación	41
1.5.1.	Justificación Teórica	41
1.5.2.	Justificación Metodológica	41
1.5.3.	Justificación Técnica	41
1.5.4.	Justificación Económica	42
1.6.	Hipótesis	42
1.6.1.	Hipótesis General	42
1.6.2.	Hipótesis Especifico	42
1.7.	Objetivos	43
1.7.1.	Objetivo General	43
1.7.2.	Objetivo Específico	43
II: MÉTODO		
2.1.	Fases del Proceso de Investigación	45
2.1.1.	Enfoque	45
2.1.2.	Tipo de Investigación	45
2.1.3.	Nivel de Investigación	45
2.1.4.	Diseño de Investigación	46
2.2.	Operacionalización de Variables	47
2.3.	Población y Muestra	47
2.3.1.	Población	47
2.3.2.	Muestra	48
2.4.	Validez	49

2.5.	Confiabilidad	49
2.6.	Método de Análisis de Datos	49
2.7.	Aspectos Éticos	50
III: RESULTADOS		51
3.1.	Descripción del Proyecto	52
3.2.	Ubicación del Proyecto	53
3.3.	Extracción de Muestras	55
3.3.1.	Ubicación de Calicatas	55
3.3.2.	Disgregación de Muestra	58
3.4.	Descripción e Identificación de Suelos ASTM D 2488	59
3.4.1.	Perfil Estratigráfico (Calicata N°1)	59
3.4.2.	Perfil Estratigráfico (Calicata N°2)	60
3.5.	Ensayos de Laboratorio	61
3.5.1.	Muestra Natural	61
3.5.1.1.	Clasificación de Suelos AASHTO y SUCS	61
3.5.1.2.	Ensayo Proctor Modificado	62
3.5.1.3.	Ensayo CBR (California Bearing Ratio)	63
3.5.2.	Muestra Empleando el Aditivo PROES y CONSOLID	65
3.5.2.1.	Clasificación de Suelos SUCS y AASHTO	65
3.5.2.1.1.	Material Granular Empleado	65
3.5.2.1.2.	Material empleando el aditivo PROES y CONSOLID	67
3.5.2.2.	Ensayo Proctor Modificado	68
3.5.2.3.	Ensayo CBR (California Bearing Ratio)	69
IV: DISCUSIÓN		
V: CONCLUSIONES		
VI: RECOMENDACIONES		
VII: BIBLIOGRAFÍA		
VIII: ANEXOS		
Anexo 1 Matriz de Consistencia		
Anexo 2 Validación de Instrumentos		
Anexo 3 Resultados de ensayos de laboratorio		
Anexo 4 Panel Fotográfico		
Anexo 5 Manual de Procedimiento del Aditivo PROES		

Anexo 6 Ficha Técnica PROES

Anexo 7 Manual del Aditivo CONSOLID

Anexo 8 Ficha Técnica CONSOLID

Anexo 9 Calibración de Equipos

Anexo 10 Diagrama de Canteras (Villa Rica- Puente Bermúdez)

Anexo 11 Autorización de la Versión final del Trabajo

Anexo 12 Autorización de originalidad de la Tesis

Anexo 13 Autorización de publicación de tesis en repositorio

Anexo 14 Pantallazo del Turnitin

Índice de Tablas

Tabla 1. Aditivos CONSOLID, CONSERVEX Y SOLIDRY	25
Tabla 2. Tamaño de Partícula	29
Tabla 3. Clasificación del suelo según SUCS	32
Tabla 4. Clasificación del suelo según AASHTO	33
Tabla 5. Clasificación del suelo según SUCS y AASHTO	33
Tabla 6. Rangos de Índice de Plasticidad	38
Tabla 7. Categorías de Subrasante según el ensayo CBR	39
Tabla 8. Operacionalización de Variables	47
Tabla 9. Numero de Calicatas	55
Tabla 10. Perfil estratigráfico Calicata N°1	59
Tabla 11. Perfil Estratigráfico Calicata N°2	60
Tabla 12. Cuadro de resumen de Clasificación de Suelos	61
Tabla 13. Cuadro de resumen del Límite líquido, Limite plástico e Índice de Plasticidad	61
Tabla 14. Cuadro de resumen de Contenido de Humedad	62
Tabla 15. Cuadro de resumen del Proctor Modificado	62
Tabla 16. Cuadro de resumen de CBR al 95%	63
Tabla 17. Cuadro de resumen de CBR al 100%	64
Tabla 18. Cuadro de Resumen de Clasificación de Suelos	65
Tabla 19. Cuadro de resumen del Límite líquido, Limite plástico e Índice de Plasticidad	66
Tabla 20. Cuadro de Granulometría	66
Tabla 21. Cuadro de Resumen de Clasificación de Suelos	67
Tabla 22. Cuadro de resumen del Límite líquido, Límite plástico e Índice de Plasticidad	67
Tabla 23. Cuadro de resumen del Proctor Modificado (Aditivo CONSOLID)	68
Tabla 24. Cuadro de Resumen de CBR al 95% (Aditivo CONSOLID)	69
Tabla 25. Cuadro de Resumen de CBR al 100% (Aditivo CONSOLID)	70
Tabla 26. Cuadro de Resumen de CBR al 95% (Aditivo PROES)	71
Tabla 27. Cuadro de Resumen de CBR al 100% (Aditivo PROES)	72

Índice de Figuras

Figura 1. Camino Vecinal Cedro Pampa-Villa Rica	17
Figura 2. Tamices para Granulometría	36
Figura 3. Instrumentos para el ensayo de Limite Líquido	37
Figura 4. Instrumentos para el ensayo de Limite Plástico	37
Figura 5. Prensa CBR	40
Figura 6. Ruta de Lima - Oxapampa	53
Figura 7. Mapa de Ubicación del distrito de Villa Rica	54
Figura 8. Ubicación de Calicatas	56
Figura 9. Calicata N°1	56
Figura 10. Calicata N°2	57
Figura 11. Profundidad 1.50m Calicata N°2	57
Figura 12. Disgregación de Muestra	58xiii
Figura 13. Ensayo Proctor modificado (Material Natural)	63
Figura 14. Ensayo de CBR al 95% (Material Natural)	64
Figura 15. Ensayo de CBR al 100% (Material Natural)	65
Figura 16. Ensayo Proctor modificado (Aditivo CONSOLID)	68
Figura 17. Ensayo de CBR al 95% (Aditivo CONSOLID)	69
Figura 18. Ensayo de CBR al 100% (Aditivo CONSOLID)	70
Figura 19. Ensayo de CBR al 95% (Aditivo PROES)	71
Figura 20. Ensayo de CBR al 100% (Aditivo PROES)	72

Resumen

En la presente tesis se realizó una comparación entre el aditivo PROES y CONSOLID empleándolo en el camino vecinal Cedro Pampa – Villa Rica, entre las progresivas 0+7500 hasta el 1+7500 en el distrito de Villa Rica provincia de Oxapampa. En la cual se realizaron los ensayos de campo en 1 km del tramo del camino vecinal, realizando 2 calicatas de 1.5 m de profundidad, intercaladas. Encontrándose con un material arcilloso, con una clasificación SUCS de CH (arcilla de alta plasticidad) y CL (arcilla de baja plasticidad).

Agregándole una dosificación del aditivo PROES de 0.30 l/m³ con 50 Kg/m³ de Cemento Portland y 0.35 l/m³ con 50 Kg/m³ de Cemento Portland, todo esto con una combinación del Material Arcilloso 70% y un Material Granular al 30%, para realizar el ensayo de CBR.

Por otro lado, el aditivo CONSOLID conformada por el componente CONSOLID 444 y SOLIDRY, su dosificación fue de CONSOLID 444 al 0.0045% y SOLIDRY al 1.5% y CONSOLID 444 al 0.0045% y SOLIDRY al 2% del material a emplear. Con una combinación del Material Arcilloso 70% y un Material Granular al 30%, para realizar el ensayo de Proctor Modificado y CBR.

Obteniendo un mejor resultado al emplear el aditivo PROES, con una capacidad de soporte de CBR al 95% de 45.7 %, a comparación del aditivo CONSOLID resultando un CBR al 95% de 36.2%.

Palabras Claves: El aditivo PROES y CONSOLID, Estabilización de Suelos.

Abstract

In this thesis, a comparison was made between the additive PROES and CONSOLID using it in the Cedro Pampa - Villa Rica neighborhood road, between the 0 + 7500 to 1 + 7500 progressive ones in the district of Villa Rica province of Oxapampa. In which the field tests were carried out in 1 km of the section of the local road, making 2 pits of 1.5 m deep, interspersed. Found with a clay material, with a classification SUCS of CH (clay of high plasticity) and CL (clay of low plasticity).

Adding a PROES additive dosage of 0.30 l / m³ with 50 Kg / m³ of Portland Cement and 0.35 l / m³ with 50 Kg / m³ of Portland Cement, all this with a combination of 70% Clay Material and 30% Granular Material, to perform the CBR test.

On the other hand, the CONSOLID additive consisting of the component CONSOLID 444 and SOLIDRY, its dosage was CONSOLID 444 at 0.0045% and SOLIDRY at 1.5% and CONSOLID 444 at 0.0045% and SOLIDRY at 2% of the material to be used. With a combination of 70% Clay Material and 30% Granular Material, to perform the modified Proctor and CBR test.

Obtaining a better result when using the PROES additive, with a support capacity of 95% CBR of 45.7%, compared to the CONSOLID additive resulting in a 95% CBR of 36.2%.

Key Words: The PROES and CONSOLID additive, Soil Stabilization.

I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En la actualidad las redes viales son esenciales, por componer una infraestructura de transporte capaz de llegar a todas las partes de un territorio. Lamentablemente, prolongadas partes de las redes se degradan hasta presentar fallas, entorpeciendo la conexión que deben brindar. (Bull 2003, p. 5).

Además, la infraestructura de transporte en América Latina puede ser señalada como un sistema, más desarrollada en algunos sectores y primario o solamente un conjunto de eslabones más o menos articulados en extensos otros, que requiere de amplias mejoras para cumplir adecuadamente su papel en un más extenso incremento económico de la región. (Sánchez y Wilmsmeier 2005, p. 20).

Por otro lado, a nivel nacional lidiamos con lugares congestionados, transporte deficiente y con infraestructuras que no cumplen con la necesidad de la población, lo cual genera un déficit en nuestro crecimiento y desarrollo económico de un país que busca por ser competitivo. Lo cual el avance de la infraestructura tiene un impacto positivo sobre el desarrollo económico y la asignación del ingreso, esto favorece una mejor calidad de vida, productividad y creación de empleo.

En uno de las pocas investigaciones empíricas realizados para el Perú, entregan la certeza sobre el impacto positivo que genera en las regiones el desarrollo de la infraestructura vial, incrementando su capacidad productiva potencial. (La investigación económica y social en Perú, p.134)

Además, en el Perú encontramos tres tipos de redes viales, los cuales se encuentran divididas en: la red vial nacional, la red vial departamental y la red vial vecinal. (Según el anuario estadístico MTC 2014, p. 39). La red vial vecinal equivale un aproximado del 67% de la red vial total (comprendiendo 115,348 km), de las cuales 112,740 km no se encuentran pavimentadas. Principalmente los caminos vecinales los encontramos en la zona de la sierra y selva, en la cual el estado deriva menores ingresos para el desarrollo de estas, por el gasto económico que demanda y por su posterior mantenimiento, además genera que estos

proyectos sean inconcebibles de llevarse a cabo en poblaciones que están en vías de crecimiento.

Por otro lado, un camino vecinal o red vecinal este definido como un camino rural destinado fundamentalmente para la llegada a las poblaciones pequeñas y a chacras o propiedades rurales, en la zona de Villa Rica - Oxapampa lo que se quiere lograr es mejorar el camino vecinal Cedro Pampa – Villa Rica empleando aditivos, para la cual pueda ser una alternativa a la mejora de la infraestructura vial y ellos como población puedan tener un buen acceso vial a un precio económico.



Figura 1. Camino Vecinal Cedro Pampa-Villa Rica

Fuente: Elaboración Propia.

La propuesta del aditivo PROES y CONSOLID es por el uso comercial que tienen en el Perú, teniendo antecedentes de haberse sido aplicados con resultados satisfactorios; por otro lado, teniendo en cuenta que fueron empleados en suelos similares (arcilla) y un clima parentesco al del camino vecinal Cedro Pampa – Villa Rica. Actualmente el camino vecinal se encuentra en estado de afirmado, pero en tramos que el nivel de transitabilidad es un poco defectuoso encontrándose diversas fallas como: ahuellamiento, abolladuras, desprendimientos de agregados y acumulación de precipitaciones.

Finalmente, la presente investigación trata encontrar una mejora a un costo módico y de analizar los aditivos que se emplearon en el camino vecinal Cedro Pampa – Villa Rica, haciendo un estudio comparativo para conocer el comportamiento, sus propiedades, ventajas y desventajas que ofrecen para realizar la estabilización de suelos, además aportando a la

sociedad y dando una propuesta tecnológica que se puede emplear para el mejoramiento de la red vecinal en suelos similares (arcilla) y clima parentescos.

1.2. Trabajos Previos

1.2.1. Trabajos Internacionales

Ayala (2017). En su tesis de título: “Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros”. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Samborondón, teniendo como objetivo general; lograr una estabilización adecuada de suelos expansivos mediante la utilización de polímeros, cuyo tipo de diseño de investigación es cuasi-experimental, una población de los puntos donde se encuentran los tipos de suelo a investigar y una muestra en tres puntos para determinar el potencial de expansión de tres tipos de suelo. Teniendo como conclusiones: a) La influencia del polímero alteró de manera significativa en las condiciones físico – mecánicas del mismo. En los ensayos de límites de Atterberg se produjeron cambios tanto en el límite líquido, límite de plasticidad y por consiguiente en el índice de plasticidad, el límite líquido decreció en todos los casos, a razón de 21.43, 36.69 y 30.69 % en las muestras M-1, M-2 y M-3, respectivamente. b) La prueba proctor modificada, que es un indicador de la resistencia al corte de los suelos, también sufrió alteraciones debido a la utilización del polímero. La compactación es conflictiva y complicada cuando se trata de suelos con alta 105 de plasticidad, como son los suelos parte del presente trabajo, siendo prácticamente suelos que no se prestan para compactarse, por otro lado, durante los ensayos de laboratorio al suelo sin estabilizar, se produjeron diferentes problemas para poder obtener los puntos para graficar las curvas de compactación. Sin embargo, al aplicar los productos químicos el suelo de entrada se volvió más manejable, y al haberse reducido sus problemas de consistencia se pudo realizar con mayor facilidad los ensayos. Además, la densidad seca máxima tuvo tasas de crecimiento en las muestras M-1, M-2 y M3 de 4.02, 6.56 y 3.93 respectivamente, con el consecuente incremento de la resistencia al corte en la misma proporción.

Laica (2016). En su tesis de título: “Influencia de la inclusión de polímero reciclado (caucho) en las propiedades mecánicas de una sub base”. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, teniendo como objetivo general; determinar el grado de influencia de la inclusión de polímero reciclado (caucho) en

las propiedades mecánicas de una sub base, cuyo tipo de diseño de la investigación es experimental, con una muestra que está constituido por el número de ensayos, en esta investigación se realizaran cilindros con Sub base (clase 3) sin caucho y con adición del mismo, pero para obtener datos más eficientes se tomaran tres muestras por cada porcentaje de adición de caucho, obteniendo un total de 70 muestras. Teniendo como conclusiones: a) La granulometría de la sub base clase 3, según las especificaciones de la norma AASHTO T-87-70; ASTM D 421-58 los valores obtenidos cumple con los parámetros establecidos, b) Los ensayos CBR permiten medir la capacidad portante que tiene un suelo para soportar cargas, el valor obtenido del ensayo del CBR no cumple con las especificaciones técnicas establecidas en el volumen 3, Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MTOP, c) Al analizar los resultados obtenidos de la muestra de una Sub-base sin adición de caucho y compararlos con las muestras con adición de caucho en diferentes porcentajes, se puede ver claramente la disminución de la resistencia del material y d) de los ensayos de compactación se pudo verificar que la adición de caucho en una Sub-base clase 3 es perjudicial ya que a medida que vamos aumentando la adición de caucho la Densidad Seca y el Contenido de Humedad Óptimo van disminuyendo.

Gavilanes (2015). En su tesis de título: “Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur”. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Internacional del Ecuador, Quito, teniendo como objetivo general: estudiar y determinar las propiedades físicas y mecánicas de la alteración y estabilización de suelo en el sector de Santos Pamba en el barrio Colinas del Sur empleando adiciones de cal y cemento en diferentes porcentajes para evaluar la estabilización de plasticidad del material de sub-rasante en la vía, cuyo tipo de diseño de investigación es experimental, con una población de la vía del barrio de colinas del sur sector de santos pamba que se encuentra ubicada en la zona urbana del cantón Quito, esta vía se extiende a lo largo del barrio y tiene una longitud de 200m y se tomaron dos muestras del material de sub-rasante a lo largo del tramo, posteriormente se depuran las muestras seleccionadas y tomando en consideración los suelos más desfavorables para la estabilización. Teniendo como conclusión: a) El lugar en la cual se realizó el proyecto de investigación tiene una sub-rasante como material un suelo de tipo limo arenoso, con pómez y color de café claro, por lo cual, con los conocimientos pertinentes, basándonos a normas internacionales y por la obtención de datos de los ensayos de laboratorio; se efectuó realizar

la estabilización de suelos empleando cemento, b) Al realizar la estabilización con cemento a nuestro suelo natural el Índice de Plasticidad tienen a disminuir considerablemente, c) Se comprobó que cuando se emplea una mayor proporción del porcentaje de cemento; genera que el Índice de Plasticidad disminuya considerablemente en relación al suelo natural, con un pequeño aumento de Límite Líquido y Límite Plástico y d) Con respecto a las características de compactación del suelo natural y estabilizado; los resultados obtenidos son similares, ya que al emplear el cemento solo genera un pequeño incremento en la M.D.S. y una disminución en el O.C.H..

Sánchez (2014). En su tesis de título: “Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Calcical del Cantón Tosagua provincia de Manabí”. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, teniendo como objetivo general; estabilizar el suelo expansivo del sector Calcical del Cantón Tosagua, por medio de la aplicación de cal y cemento, para reducir su potencial de expansión, cuyo tipo de diseño de investigación es experimental, con una población se ubica en la provincia de Manabí, la cual se encuentra en la zona central de la región Costeña ecuatoriana, al Oeste de la ciudad de Quito y las muestras han sido tomadas del sector Calcical, este está implantado en la Vía hacia Bahía de Caráquez. Teniendo como conclusiones: a) El sector Calcical fue escogido una vez que se realizaron los ensayos pertinentes para determinar si el material presenta las condiciones necesarias para realizar la presente investigación, b) Los suelos del sector han sido clasificados como un suelo tipo CH (S.U.C.S) es decir que son un tipo de arcillas grasas de consistencia firme a muy dura, son suelos altamente plásticos; se clasifican en el grupo A-7-6 (AASHTO) que corresponden a arcillas plásticas, que pueden presentar grandes cambios de volumen cuando absorben agua; este tipo de suelos tienen una capilaridad elevada y se los considera como pésimos o irregulares para sub-bases, de malo a pésimo para base y de regular a bueno para suelos de fundación, y c) La M.D.S. y el O.C.H. que se obtiene del suelo natural es menor cuando se emplea y aplica el estabilizante; ya que incrementa la M.D.S. y el O.C.H. considerablemente. Este factor depende a que el suelo natural contiene mucho material fino que se tiene que emplear más agua para su hidratación, además se logra bajar el potencial de expansión y también el grado de compactación.

1.2.2. Trabajos Nacionales

Palomino (2016). En su tesis de título: “Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador MAXXSEAL 100”. Tesis de grado para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte, Cajamarca, teniendo como objetivo principal evaluar la capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con incorporación de 2%,4% y 6% del estabilizador Maxxseal 100, cuyo tipo de diseño fue de tipo experimental, con una población de 12 especímenes de suelo arcilloso con incorporación de Maxxseal100 y una muestra de tres especímenes de suelo para el ensayo de CBR. Teniendo como conclusiones de la investigación: a) La hipótesis planteada en la investigación, ha sido demostrada, la cual tiene una relación directamente proporcional, cuando se aumenta la aplicación del aditivo estabilizador Maxxseal 100 en un suelo arcilloso, se incrementa la capacidad portante del suelo (CBR), b) Se evaluó que el suelo en estudio es una arcilla de baja a media plasticidad (CL) mediante la clasificación SUCS y según el sistema de clasificación AASHTO pertenece al grupo A-7-6 (5) obteniendo un suelo arcilloso, c) Se determinó que el índice de plasticidad fue decreciendo cuando se le aplicó un mayor porcentaje del aditivo, dando por resultado: un suelo natural con IP de 19%, incorporando 2% del aditivo se obtuvo un IP de 16%, al agregarle un 4% del aditivo se redujo a un IP de 13%, al emplear un aditivo del 6% se disminuyó en un IP de 10%, d) Además al realizar el ensayo de Proctor Modificado se redujo al emplear el aditivo estabilizador correspondientemente a la M.D.S. y al O.C.H.. Con un suelo natural de M.D.S. 1.75 gr/cm³ y un OCH 18.12%, al emplear un 6% del aditivo Maxxseal 100 se redujo a una M.D.S. 1.705 gr/cm³ y un O.C.H. 15.04%.

Angulo y Rojas (2016). En su tesis de título: “Ensayo de fiabilidad con aditivo proes para la estabilización del suelo en el AA. HH el Milagro, 2016”. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Científica del Perú, Iquitos, cuyo objetivo principal es evaluar la influencia de los ensayos de fiabilidad con aditivo PROES en la estabilización del suelo en la carretera de penetración al AA.HH el Milagro, 2016, teniendo un tipo de diseño pre-experimental, cuya población las carreteras de tercer orden en la región Loreto y su muestra es la carretera de acceso al Asentamiento Humano “El milagro” km 21 margen izquierdo carretera Iquitos – Nauta. Teniendo como conclusiones: a) Teniendo en cuenta la hipótesis planteada en la presente investigación, podemos señalar que efectivamente los

ensayos de fiabilidad con aditivo PROES, si contribuye considerablemente en la estabilización del suelo en la carretera de penetración al AA. HH “El Milagro” – Distrito de San Juan Bautista – Loreto y b) mediante los ensayos realizados y los resultados obtenidos, se puede analizar y observar que el aditivo empleado se adhiere mejor a un tipo de suelo con una combinación de A-3(0) en 85% y A-7-5(9) en 15% de un (23.6 a 83) % triplicando el CBR de natural a uso con aditivos donde alcanzo un 352%.

Núñez (2015). En su tesis de título: “Análisis de la estabilización del material de cantera km 02+700 de la ruta cu-123 San Jerónimo Mayumbamba, con la adición de estabilizante iónico”. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Andina del Cusco, Cusco, teniendo como objetivo principal; evaluar la variación de plasticidad, grado de compactación, capacidad de soporte (CBR) y costo del material de la cantera Km 02+700 de la ruta CU-123 San Jerónimo - Mayumbamba adicionando estabilizante iónico (CON-AID), cuyo tipo de diseño de investigación es experimental, con una población del material de la cantera del Km 02+700 de San Jerónimo – Mayumbamba y su muestra es el material de la cantera Km 02+700 de la ruta CU-123 San Jerónimo Mayumbamba sin la adición de estabilizante iónico (CON-AID). Teniendo como conclusiones: a) Por los ensayos realizados se observó que la densidad y el CBR van aumento al emplear una mayor cantidad de aditivo, los cuales fueron 3 porcentajes distintos de aplicación de 15%,30% y 60%. Dando un mayor valor el ultimo porcentaje empleado alcanzando un CBR de 98.72%, lo cual incremento un 20.02% del suelo natural y b) de acuerdo a los resultados obtenidos de la comparación de costos al emplear el material de la cantera Km 02+700 adicionando estabilizante CONAID, y relacionándolo con el costo de material de cantera Km 67+750 se tiene: Costo del flete del Material de cantera Km 02+700 más aditivo CON-AID tiene un costo de 1, 328.80 soles. Costo del flete del Material de cantera Km 67+750 tiene un costo de 1, 880.40 soles.

Taípe y Pillaca (2014). En su tesis de título: “Propuestas técnicas y económicas del uso del aditivo SIKA 21 y T-PRO 500 para el mejoramiento de las propiedades físicas-mecánicas de la superficie de la superficie de rodadura en las carreteras no pavimentadas”. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, teniendo como objetivo principal; evaluar la influencia del uso de aditivos SIKA 21 Y T- PRO-500 para el mejoramiento de las propiedades física-mecánica en la

superficie de rodadura en las carreteras no pavimentadas, progresivo km 5+000 de la carretera libertadores AMPUCCASA - SOCOS - PUGA LOMA. PROVINCIA HUAMANGA- AYACUCHO, cuyo tipo de diseño de investigación es experimental, tomando una población de mejoramiento de las propiedades físicas - mecánicas de la superficie de rodadura en las carreteras no pavimentadas se encuentra ubicada en Ampuccasa - Puca – loma, Huamanga – Ayacucho y su muestra se deberá realizarse prospecciones de campo (calicatas), una por kilómetro, en caso de haber diferenciación en las características de los estratos entre calicatas contiguas, se hará una adicional entre ambas. Teniendo como conclusiones: a) La muestra natural obtuvo un mejor comportamiento de acuerdo al desgaste superficial en el tiempo que fue empleado, b) El sector tratado con SI KA 21, presenta el mayor deterioro en lo que respecta a la rugosidad. Su variación es del 107% con respecto al IRI inicial del sector patrón sin aditivo ($IRI_{patrón}=4.50$), c) Los dos sectores tratados con SI KA 21 y producto T -PR0-500 presentaron la formación de baches después de los 80 días de aplicados, y d) El uso de los aditivos resulto económicamente y técnicamente convenientes para el mejoramiento superficial en carreteras no pavimentadas bajo las mismas condiciones.

1.3. Teorías Relacionadas al Tema

1.3.1. Aditivo PROES y CONSOLID

1.3.1.1. Proes

PROES es resultado del crecimiento de estudios y evaluaciones de estabilización de suelos y pavimentos por más de 25 años desde 1999 en diferentes partes y regiones de Chile, y en el Perú se obtiene PROESTECH Perú.

La Tecnología de Pavimentación PROES se plantea en crear soluciones de pavimentación de alta calidad y durabilidad, mejorando el uso de recursos y cuidando la sustentabilidad ambiental de los procesos. Al emplear la Tecnología PROES requiere de una evaluación del suelo a estabilizar para calcular la dosis óptima de los aditivos y además una definición del objetivo propuesto en la estabilización. (PROESTECH, 2011).

Proes trata al suelo natural mejorándolo en una base impermeable, resistente y flexible, además busca en el incremento estructural de las propiedades del suelo natural, este aditivo será diluido con agua de acuerdo al estudio.

La estabilización con el aditivo PROES©, se basa en el mejoramiento estructural de las propiedades del suelo natural. Luego de un estudio de suelos e informe de dosificación, la estabilización se efectúa agregando al suelo la dosificación estudiada de un aditivo sólido (Cemento Portland) y un aditivo líquido PROES100© diluido en el agua. (PROESTECH, 2011).

1.3.1.2. Consolid

CONSOLID es un sistema de estabilización de alta tecnología que se diferencia de los métodos tradicionales porque toma la compactación del suelo en un estado absolutamente irreversible.

El sistema CONSOLID actúa favoreciendo la compactación y regulando la humedad óptima del suelo, independizando el estado del mismo de las variaciones climáticas como lluvias o sequías. Los aditivos CONSOLID se insertan entre las partículas del suelo formando complejas estructuras moleculares que proceden mediante procesos catalíticos que disminuyen la tensión superficial del agua que circunda dichas partículas de manera tal que la película de agua que las cubre y hace las veces de barrera entre ellas, esparcir permitiendo así su evaporación. (Manual CONSOLID, 2011).

El sistema CONSOLID tiene un enorme impacto sobre la sensibilidad al agua del suelo (controlando el ascenso de humedad por capilaridad o la disolución por lluvias) y la disminuye a su cantidad óptima, además consiste básicamente en el mezclado de los productos o aditivos que lo componen en el suelo a tratar.

Se tiene el CONSOLID 444, CONSERVEX y SOLIDRY (Ver Tabla 1).

Tabla 1. *Aditivos CONSOLID, CONSERVEX Y SOLIDRY*

	CONSOLID 444	CONSERVEX	SOLIDRY
Persentación	líquido de color blanco	líquido semiviscoso de color marrón oscuro	polvo muy fino de color blanco
Envase	tambores de 200 litros	tambores de 200 litros	bolsas de 30 kg.
Aplicación	con regador de agua común	con regador de asfalto	en forma manual
Preparación	listo para usar, debiéndose agregar al agua del regador	debe diluirse (1:1) con agua dentro del regador	listo para usar
Conservación	en tambores bien cerrados	en tambores bien cerrados	en lugar seco

Fuente: Consolid, 2011.

Según el tipo de suelo este producto se combina, en este caso se combinará el CONSOLID 444, agregándole SOLIDRY. Ya que en suelos arcillosos en SOLIDRY tiene un mejor comportamiento que el CONSERVEX, que normalmente se usa en suelos de baja plasticidad (granulares, arenosos, y/o poco arcillosos).

1.3.1.3. Propiedades Mecánicas

Se define: [...] Las propiedades mecánicas se puntualiza según las leyes de la mecánica, es decir, la ciencia física que se ocupa de la energía, las fuerzas y del impacto que provoca en los cuerpos. Anusavice (2004 (p. 74).

Según Pazos (2006, p. 107) nos indica que: “Las propiedades mecánicas están vinculadas con la respuesta del material a la aplicación de esfuerzos mecánicos, y el termino propiedad mecánica se determina como la capacidad que tiene un material para soportar esfuerzos mecánicos.”

Por otro lado, Pazos (2006, p. 107) nos dice que: “Las principales propiedades mecánicas son: elasticidad, resistencia, ductilidad, dureza y tenacidad.”

Además, Barroso e Ibáñez nos indican que:

Las propiedades mecánicas de un material reflejan su reacción frente a la aplicación de esfuerzos externos. Las propiedades mecánicas, como la ductilidad, tenacidad, rigidez o resistencia, pueden medirse por medio de diversos parámetros, como el *alargamiento*, *estricción*,

límite elástico, etc. Estos parámetros se obtienen a partir de los denominados ensayos mecánicos, mediante los cuales el material es sometido a diversos tipos de esfuerzos, como por ejemplo de compresión, tracción, *flexión*, *impacto*, *torsión* o fatiga. (2014, p. 73).

Las propiedades mecánicas que se mejoraron en este proyecto de investigación serán el aumento de la resistencia con el ensayo CBR y disminuir el índice de plasticidad con los ensayos de límite líquido y plástico, todos estos ensayos fueron aplicados a un suelo arcilloso, empleando el aditivo PROES y CONSOLID.

1.3.1.3.1. Resistencia

Según Pazos nos define resistencia:

[...] se define como el esfuerzo que opone el material al cambio de forma y tamaño cuando se le aplica un esfuerzo. Esta propiedad se denota con la letra griega σ . [...] La resistencia del material puede ser tensil o a la compresión dependiendo del esfuerzo aplicado. La resistencia tensil es generalmente proporcional a la dureza. (2006, p.108).

Por otro lado, Addleson nos indica que la resistencia:

[...] de un material es su capacidad para soportar cargas sin deformarse o romperse. Esta capacidad depende de dos factores principales relacionados entre sí: uno es la resistencia inherente del propio material, que se mide por sus propiedades mecánicas; el otro tiene en cuenta como se aprovecha esta propiedad según la forma y el tamaño del material y el sistema de carga, es decir la aplicación de la fuerza o fuerzas. (2001, 91).

Por último, Anusavice nos dice que:

La resistencia de un material, nos referimos a la tensión máxima que se necesita para provocar una deformación. Ambos comportamientos pueden explicarse según las propiedades de resistencia, aunque deberíamos aplicar términos adecuados para diferenciar la tensión que causa la deformación permanente y la necesaria para provocar una rutura. (2004, p. 85)

Según lo mencionado por los autores, la resistencia es una propiedad la cual concierne en soporta esfuerzos o fuerzas empleadas hacia un material u objeto, lo cual se medirá mediante su deformación, el cambio de tamaño y la forma de cómo se presentan grietas o rajaduras.

En la presente investigación se midió la resistencia del suelo mediante diferentes tipos de ensayos, la cual se le agregó el aditivo PROES y CONSOLID al suelo natural obteniendo un mejor resultado con respecto a la resistencia.

1.3.1.3.2. Plasticidad

Según Crespo nos dice que:

[...] La plasticidad es una propiedad la cual se manifiesta en los suelos que están sometidos a esfuerzos que tienden a sufrir una deformación, hasta cierto límite y sin deteriorarse. Por medio de ella se realiza la medición sobre el comportamiento de los suelos, indicando que la arcilla presenta esta propiedad en un mayor grado. (2004, p. 69).

Por otro lado, Rico (2006, p.27) nos dice que: [...] Plasticidad también tiende a definirse como una propiedad de un material la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin algún rebote elástico, sin variación volumétrica y sin presentar grietas.

Además, según (Forsythe 1985, p. 71) la plasticidad: Se designa un rango plástico al intervalo del contenido de humedad en el cual un suelo se relaciona con las propiedades plásticas. Se le llama como el límite líquido al límite superior de plasticidad en el que el suelo es tan húmedo que se comporta como un fluido.

Según los autores, la plasticidad es una propiedad de un material que le permite deformarse rápidamente cuando se presentan esfuerzos hasta cierto límite. Para medir el grado de plasticidad en los suelos se realiza el ensayo de límite líquido y límite plástico. El tipo de suelo que fue analizado fue una arcilla que presenta este tipo de propiedad siendo considerado un suelo con media-alta plasticidad.

1.3.1.4. Dosificación

Según el Diccionario Gallego (2000, p. 349) nos dice que: “Dosificar, es determinar la dosis, composición, cantidad y distribución de una dosis.”

Por ende, al aplicar el aditivo PROES y CONSOLID aplicaremos dosis con diferentes porcentajes; así comparando la resistencia (Capacidad de Carga) la cual nos ayudara a obtener una dosis óptima y logrando conocer que aditivo proporciona un mayor valor de CBR.

1.3.2. Estabilización de Suelos

Según el Manual de Carreteras nos define que:

La estabilización de suelos se determina como el mejoramiento de un suelo; ya sea siendo mejorando las propiedades de un suelo mediante técnicas que sean mecánicas o incorporaciones de productos químicos, naturales o sintéticos. Estas estabilizaciones, por lo general se emplean o buscan mejorarse en suelos de subrasante que son inadecuadas y pobres. [...]. (2013, p. 107).

La estabilización de suelos también se le llama a la manipulación o alteración del suelo natural, en la cual se mejoran las propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo, para así obtener un óptimo desempeño de nuestro suelo en la cual trabajaremos.

Por otro lado, la estabilización es normalmente mecánica o química, [...] que la estabilización mecánica abarca la compactación, variadas técnicas patentadas de vibración [...]. La estabilización química implica la mezcla o la inyección de sustancias químicas al suelo, agregándole agentes químicos. (Bowles, 1982, p. 183).

En el proyecto de investigación se empleó la estabilización química ya que empleamos el aditivo PROES y CONSOLID, las cuales fueron agregados al suelo natural para un mejoramiento de sus propiedades. Posteriormente se empleará la estabilización mecánica que abarcará la compactación.

1.3.2.1. Tipos de suelos

Existen varios tipos de suelos las cuales se caracterizan por qué se diferencian por su composición, textura, color, propiedades mecánicas y físicas, por otro lado, también se identifican por el tamaño de partículas (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Tamaño de Partícula

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

Fuente: MTC, 2013.

1.3.2.1.1. Gravas

Según Crespo nos indica que:

Las gravas son partículas sueltas de rocas que tienen más de dos milímetros de diámetro. Tiene como procedencia, que cuando provienen de las aguas son acarreadas y sufren un desgaste en sus aristas y además son redondeadas. Estas partículas tienen a varias su tamaño los cuales son de 7.62 cm (3'') hasta 2.0 mm. (2004, p. 21).

Por lo tanto, la grava también puede denominarse como piedra, proveniente de rocas las cuales se pueden encontrar en los ríos obteniendo diferentes tipos de formas que se pueden utilizar como agregado grueso por el tamaño de sus partículas. Cuando un suelo está compuesto por grava es considerado un suelo granular, los suelos granulares se caracterizan por tener una mayor resistencia y además que son considerados con una plasticidad menor.

1.3.2.1.2. Arena

Se sostiene al respecto sobre la arena que: La arena tiene como composición los granos finos que son originarios de la descomposición de las rocas o de su trituración artificial, lo cual sus partículas tienen a variar entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro. (Crespo, 2005, p. 22).

Por otro lado, la arena es un material fino considerado también como un agregado fino, la cual podemos encontrar en gran parte del planeta obtenidas por la descomposición de rocas. Además, existen varios tipos de arena, una de ellas se utiliza para la ejecución obras y tiene como denominación “arena de construcción”, los cuales encontramos como nombres de arena fina y gruesa. Por otro lado, si un suelo está compuesto por arena tiene como denominación ser un suelo granular, la característica de la arena es que es un material que no tiene plasticidad.

1.3.2.1.3. Limo

Según Crespo nos define que:

Los limos están compuestos por granos finos que tienen poca o ninguna plasticidad, diferenciándose entre limo inorgánico como el resultado en canteras, o limo orgánico como el que se encuentran cerca de los ríos, siendo este último el cual tiene la propiedad de ser plástica. Su diámetro varía entre 0.05 mm hasta 0.005 mm. (2004, p. 21).

El tipo de suelo limo lo podemos encontrar como orgánico e inorgánico, los cuales tienen por composición grava, arena y lodo que son partículas pequeñas, que han sido sedimentadas. El limo pertenece al grupo denominado suelo cohesivos, es un suelo que normalmente tiene una plasticidad media.

1.3.2.1.4. Arcilla

Según Crespo nos indica que:

La arcilla está compuesta por partículas sólidas con diámetro menor a 0.005 mm y tiene la propiedad de volverse plástica al ser combinada con agua, usualmente la arcilla suele ser dura cuando está seca. Químicamente es un silicato de alúmina hidratado [...] Algunas entidades estiman como arcillas a las partículas menores a 0.002 mm. (2004, p. 21).

La arcilla tiene las partículas muy pequeñas, las podemos encontrar a veces en bloques duros que se encuentran deshidratados por el sol, pero cuando se satura se vuelve plástico y puede generar un lodo, el suelo que esté compuesto por arcilla esta denominado como un suelo cohesivo, que además suele ser presentar una plasticidad alta.

1.3.2.2. Clasificación de Suelos

Existen 2 tipos de clasificación que se emplean, la clasificación (SUCS, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) y (AAHSTO, en su significado en español Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes).

1.3.2.2.1. Clasificación de suelos (SUCS)

Según Crespo (2004, p.88) nos dice que: “Este sistema fue presentado por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en 1942 para aeropuertos.”

Sistema Unificado de Clasificación del suelo SUCS o también USCS (Ver Tabla 1), es el sistema que mayormente se usa para la mecánica de suelos.

Los resultados adquiridos por los ensayos de laboratorio (granulometría, límite líquido y plástico), nos ayudara a clasificar y agrupar de acuerdo a las propiedades y características del suelo mediante el sistema SUCS.

Tabla 3. Clasificación del suelo según SUCS

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA GRADUADA BIEN
		GP		GRAVA GRADUADA MAL
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA GRADUADA BIEN
		SP		ARENA GRADUADA MAL
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD

Fuente: Norma Técnica E.050 (Suelos y Cimentaciones)

1.3.2.2. Sistema de clasificación (AASHTO)

Según Bowles (1982, p. 88-89) no dice que el sistema de clasificación (AASHTO): Se clasifica los suelos de ocho grupos, desde A-1 hasta A-8 (Ver Tabla 2), y originalmente requiere de los siguientes datos:

1. Análisis granulométrico
2. Limite líquido y plástico e Índice de Plasticidad
3. Límite de contracción

Tabla 4. Clasificación del suelo según AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35 % o menos pasa la No. 200)							Materiales limo-arcillosos (Más de 35 % pasa la No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación de grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5; A-7-6
Análisis de cernido: Porcentaje que pasa: No. 10 No. 40 No. 200	50 max. 30 max. 15 max.	50 max. 25 max.	51 min. 10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características de la fracción que pasa la No. 40: Límite líquido: Índice de plasticidad	6 max.		N.P.	40 max. 10 max.	41 min. 10 max.	40 max. 11 min.	41 min. 11 min.	40 max. 10 max.	41 min. 10 max.	40 max. 11 min.	41 min. 11 min.
Índice de grupo	0		0	0		4 max.		8 max.	12 max.	16 max.	20 max.
Tipos usuales de materiales constituyentes significativos	Fragmentos de piedras, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación general como sub-base	Excelente a buena							Regular a pobre			

Fuente: BOWLES Joseph, 1982.

Como podemos observar en la tabla no encontramos el grupo A-8, la cual es turba o vegetal y la podemos clasificar en base a una descripción visual.

Tabla 5. Clasificación del suelo según SUCS y AASHTO

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

Fuente: MTC, 2013.

1.3.3. Suelos

Ruda, Mongiello y Acosta nos dicen que:

El suelo puede llamarse como un sistema natural desarrollado a partir de una combinación de minerales y restos orgánicos, bajo la influencia del clima y del medio biológico. Está conformado por un material mineral (arena, limo y arcilla, cuyas proporciones determinan una importante propiedad física: textura), [...] (2004, p. 9).

Por otro lado, el suelo proviene de la derivación de la desintegración y/o modificación física y/o química de las rocas, por otro lado, los agentes físicos que provocan estas transformaciones en las rocas son el: sol, agua, viento y los glaciares. (Crespo, 2004, p. 18).

En el Perú encontramos los diferentes tipos de suelos en las tres regiones (costa, sierra y selva), esto dependerá del lugar (clima, composición y textura). En la costa predomina un suelo granular (arena y grava), en la sierra podemos encontrar diferentes tipos de suelos desde un limo, arcilla hasta una arena y grava. En la provincia de Oxapampa distrito de Villa Rica que pertenece a la región selva, en la cual se realizó el proyecto de investigación su suelo está compuesto por arcilla.

1.3.4. Estudio de Mecánica de Suelos

El estudio de mecánica de suelos es un proceso por la cual pasa por varias etapas, las cuales son: la exploración, los ensayos en campo (in situ), los ensayos de laboratorio y la elaboración del informe, este documento debe ser elaborado y revisado por una persona acreditada y avalada. Todo lo que concierne al Estudio de Mecánica de Suelos está dada por la NTP correspondiente a la Norma E.050 (Suelos y Cimentaciones).

El EMS es muy importante antes de realizar un proyecto, ya que nos permite saber las características y propiedades físicas del terreno o suelo a estudiar, además nos muestra la composición de los tipos o capas de suelos que integra un área (perfil estratigráfico). E

1.3.5. Ensayos de Campo

Los tipos de ensayos in situ que se van a realizar para la ejecución del proyecto de investigación.

1.3.5.1. Calicatas (ASTM D-2488)

Según Porta, López y Poch (2014, p. 114) nos dice que:

Una calicata es una excavación manual o mecánica la cual nos permite examinar el suelo a estudiar (los horizontes y sus relaciones). La calicata debe de tener un área suficiente en la cual se pueda estudiar y trabajar con comodidad.

El tamaño y profundidad de las calicatas van a variar dependiendo de que se busca analizar, según la Norma E0.50 existen diferentes tipos de exploración, con fines de cimentaciones y con fines de viales. En el proyecto de investigación, se realizó una calicata de 1.50m por estar analizando una red vial.

Al realizar las calicatas se retiran las muestras de los diferentes tipos de estratos del suelo, las cuales son identificadas en bolsas de polietileno para posteriormente llevarlas a realizar los ensayos de laboratorio correspondiente.

1.3.6. Ensayos de Laboratorio

Se realizarán los ensayos de laboratorio que se necesitarán para poder conocer el tipo de suelo.

1.3.6.1. Ensayos de Caracterización de Suelos

1.3.6.1.1. Análisis Granulométrico (ASTM D422)

Este ensayo nos permite determinar el tamaño y porcentaje de partículas del suelo, empleando diferentes tamices de mallas (diferentes tamaños de abertura). Las cuales se diferencian por muestras finas [Pasante la Malla N°4 (4,760 mm) hasta la malla N°200

(0.074 mm)] y las muestras gruesas [(Malla 3 pulg. (75 mm) hasta la malla retenida N°4 (4,760)]. Con la obtención de los datos de este ensayo, nos permite conocer el tamaño de partículas que contiene dicho suelo analizado y posteriormente podremos tener una clasificación del suelo.



Figura 2. Tamices para Granulometría
Fuente: Elaboración propia.

1.3.6.1.2. Contenido de Humedad (ASTM D2216)

Este ensayo nos permite determinar el contenido de humedad del suelo, extrayendo una pequeña muestra homogénea del terreno, en la cual consiste en hallar el peso del agua (el cual se halla con la diferencia del peso de suelo húmedo y el peso de suelo seco), la cual se tiene que secar en un horno.

La fórmula para calcular el contenido de humedad es:

$$\%W = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo seco}} \times 100$$

%W = Contenido de Humedad (%)

1.3.6.1.3. Límite Líquido y Límite Plástico (ASTM D4318)

El límite líquido está expresado en el porcentaje del contenido de humedad con la cual se trabaja, para luego obtener nuestro límite líquido utilizando (la copa casa grande) dándole ciertos números de golpes. La muestra debe ser mayor a 100 gr.

El límite plástico es el contenido de humedad en donde el suelo comienza a agrietarse cuando se amasa en forma de barritas de 3,2 mm de diámetro rodándola en un vidrio esmerilado.



Figura 3. Instrumentos para el ensayo de Límite Líquido
Fuente: Elaboración propia.



Figura 4. Instrumentos para el ensayo de Límite Plástico
Fuente: Elaboración propia.

1.3.6.1.4. Índice de Plasticidad

Crespo (2004, p.78) nos indica que: Se les llama Índice de Plasticidad o Índice Plástico (I.P.) a la diferencia entre el límite líquido y plástico, señalando el margen de humedad dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo determinan los ensayos.

En la Tabla 6, nos indica los rangos de plasticidad según el tipo de suelo. En el caso del proyecto de investigación se tiene como característica un suelo arcilloso, con una plasticidad de Media-Alta.

Tabla 6. Rangos de Índice de Plasticidad

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

Fuente: MTC, 2013.

1.3.6.2. Ensayos de Resistencia del Suelo

1.3.6.2.1. Proctor Modificado (ASTM D-1557)

El ensayo Proctor Modificado nos permite calcular y conocer la relación entre el O.C.H (óptimo contenido de humedad) y la M.D.S. (máxima densidad seca), teniendo como resultado la relación la curva de compactación. Este procedimiento de compactación se elabora en el laboratorio de suelos, y es empleado para saber cuánto % de agua debe tener el suelo para que se obtenga una óptima compactación. En este ensayo se emplea un pisón de 44,5 N (10 lbf), lo cual caerá de una altura aproximadamente de 18 pulgadas (45.7 cm) sobre los moldes que estarán llenados por el material a ensayar, los moldes varían 4 o 6 pulgadas; esto dependerá del tipo de Método que se emplee.

Antes de proceder a este tipo de ensayo se tiene que realizar el análisis granulométrico, en la cual obtendremos el % de pasante de las mallas y % de retenidos; la cual es un dato muy importante para saber los tipos de tamaños de partículas que predominan

del suelo a estudiar. Ya que existen 3 métodos en el Proctor Modificado: Método “A”, Método “B” y Método “C”, de acuerdo a ello se empleará el molde adecuado para cada método.

1.3.6.2.2. CBR (California Bearing Ratio) (ASTM D-1883)

El ensayo CBR nos permite calcular y conocer la capacidad de carga o soporte de un suelo, ya sea granular o cohesivo. Es decir, saber cuál es la capacidad del suelo en soportar la carga bajo las ruedas.

Por otro lado, el ensayo CBR se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad, para realizar este ensayo tendremos que primeramente realizar nuestro ensayo de Proctor Modificado para conocer cuánto % de agua debe tener el suelo para que se obtenga una óptima compactación. Este índice que nos arroja el ensayo CBR se emplea para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.

Tabla 7. Categorías de Subrasante según el ensayo CBR

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

Fuente: MTC, 2013.



Figura 5. Prensa CBR
Fuente: Elaboración propia.

1.4. Formulación del Problema

1.4.1. Problema General

- ¿De qué manera el aditivo PROES y CONSOLID influye en la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018?

1.4.2. Problema Específico

- ¿Cuál es la clasificación del suelo en el que se empleara el aditivo PROES y CONSOLID?
- ¿Cuáles son las propiedades mecánicas que se mejoran al emplear el aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos?
- ¿Cuál es el óptimo porcentaje de Dosificación al emplear el aditivo PROES y CONSOLID que proporciona una mayor capacidad de soporte (CBR) del suelo, resistencia?

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Teórica

Sáenz, Gorjón, Gonzalo y Diaz (2012, p.20): Se denomina una investigación con justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar recomendaciones y debates académico sobre los estudios existente [...]

El proyecto de investigación se realizará de acuerdo al MTC de acuerdo a los alcances realizados por este manual, además se utilizará la norma ASTM y AASHTO para realizar los ensayos respectivos. Se realizó discusiones de acuerdo a nuestros antecedentes y se compararan resultados obtenidos. Se utilizó 2 tipos de aditivos la cual se comprobó resultados sobre las ventajas y desventajas que nos ofrecen, frente a la inestabilidad de un suelo arcilloso.

1.5.2. Justificación Metodológica

Bernal (2006, p. 104) nos indica que: En una investigación científica, la *justificación* del estudio se da cuando el proyecto propone un nuevo o una nueva estrategia para generar conocimiento valido.

Este estudio se evaluará mediante un instrumento de medición para los tipos de ensayos, los cuales nos ayudaran a resolver el problema planteado y cumplir con nuestros objetivos de estudio, y así resolver las preguntas que se realizaron, de acuerdo a la variable 01 El aditivo y PROES y CONSOLID su relación con la variable 02 Estabilización de suelos. Además, se someterá a los juicios de expertos para la corrección de algún error, para su validez y confiabilidad. El tipo de investigación del proyecto es Cuasi-Experimental.

1.5.3. Justificación Técnica

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (1973, p.16): Comprende la existencia de experiencias, investigaciones o estudios relacionados con el proyecto o la contribución que este hace al conocimiento técnico científico de un bien o servicio.

El objetivo del proyecto de investigación es realizar un estudio comparativo empleando aditivos, para conocer las ventajas y desventajas de la estabilización de suelos en caminos vecinales que nos ofrecen, a través de las normas utilizadas ASTM y SUCS. Esto permitirá en el futuro a la población de Villa Rica, poder emerger y proyectarse a tener una red vial adecuada y que económicamente pueda ser ejecutada en todo el tramo de la carretera, además mejorar el turismo en la zona.

1.5.4. Justificación Económica

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas nos indica que:

Se debe tener una idea previa de si el proyecto tendrá algún efecto sobre uno o más de los aspectos: contribución al producto bruto interno, [...] aumento del nivel de ingreso de la población en áreas de posibles influencias del proyecto, [...] mejoramiento del abastecimiento turístico. (1973, p.15).

El estudio de investigación nos permite economizar en un proyecto o ejecución de una obra, ya que podremos mejorar las propiedades del suelo en el camino vecinal Cedro Pampa-Villa Rica estabilizándolas con aditivos. Por otro lado, los tipos de ensayos que se realizan su costo no son tan alto, a comparación de realizar un proyecto de pavimento rígido o flexible.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

- El aditivo PROES y CONSOLID influye considerablemente en la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018.

1.6.2. Hipótesis Especifico

- Es indispensable conocer la Clasificación del Suelo para emplear el aditivo PROES y CONSOLID.
- Las propiedades mecánicas se mejoran considerablemente al emplear el aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos.

- Al emplear el aditivo PROES y CONSOLID es indispensable determinar el óptimo porcentaje de Dosificación para conocer cual proporciona una mayor capacidad de soporte (CBR) del suelo, resistencia.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

- Evaluar de qué manera el aditivo PROES y CONSOLID influye en la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018.

1.7.2. Objetivo Específico

- Determinar cuál es la Clasificación del Suelo en el que se empleara el aditivo PROES y CONSOLID
- Determinar cuáles son las propiedades mecánicas que se mejoran al emplear el aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos
- Calcular cual es el óptimo porcentaje de dosificación al emplear el aditivo PROES y CONSOLID que proporciona una mayor capacidad de soporte (CBR) del suelo, resistencia.

II: MÉTODO

Según Borja nos indica que: “El método científico es el procedimiento que se sigue para contestar las preguntas de investigación [...]” (2012, p. 8).

En el proyecto de investigación se emplea el método científico, ya que se realiza varias preguntas, las cuales posteriormente se tendrán que contestar; así se resuelve toda incógnita sobre nuestro problema.

2.1. Fases del Proceso de Investigación

2.1.1. Enfoque

El enfoque es cuantitativo por lo tanto Hernández, Fernández, Baptista nos dicen que: “El enfoque cuantitativo usa la recopilación de datos para probar hipótesis [...]” (2010, p. 4).

Por lo tanto, este tipo de enfoque se centra en que el autor planteé un problema de estudio concreto, además se basa en la recopilación de información con procesos que están sustentados científicamente o teóricamente en la cual hay un proceso que se siga. Además, este enfoque busca ser lo más objetivo posible centrándose en los datos obtenidos.

2.1.2. Tipo de Investigación

Según Carrasco nos indica que un tipo de investigación es aplicada cuando: Se deslinda por tener propósitos prácticos inminentes bien definidos, es decir, se investiga para ejecutar, variar. Modificar o realizar cambios en un determinado sector de la sociedad. (2002, p. 42).

Esto quiere decir que cuando una investigación es de este tipo es que el problema está conformado y entendido por el investigador, por lo que se da respuestas a preguntas establecidas. Además, es una aplicación de un conocimiento adquirido o de teorías ya establecidas. En el proyecto de investigación se plantearon preguntas, objetivos e hipótesis para luego responderlas con los datos obtenidos de los ensayos elaborados.

2.1.3. Nivel de Investigación

Para el nivel de investigación, Hernández no indica que:

Los estudios explicativos no solo describen una idea o anomalías o de establecimientos de relación entre conceptos; es decir que abarcan a responder por las causas de los acontecimientos y orígenes de los fenómenos físicos o sociales. (2012, p. 84).

La investigación explicativa no solo responde a preguntas o describe un problema, sino que busca resolver fenómenos o causas que originan este enigma. Por lo tanto, se relacionan una a más variables, este es el caso de la presente investigación la cual pretende buscar soluciones a las cognitivas que se presenten en la investigación.

2.1.4. Diseño de Investigación

Según Valderrama nos indica que: [...] Los diseños cuasiexperimentales adulteran como mínimo una de las variables independientes la cual se observará su alteración y relación con una o varias variables dependientes; solamente difieren de los experimentos “verdaderos” en el grado de seguridad o confiabilidad [...]. (2013, p.65).

Los diseños cuasiexperimentales adulteran como mínimo una de las variables independientes la cual se observará su alteración y relación con una o varias variables dependientes.

El proyecto de investigación está establecido como un diseño cuasiexperimental, por lo que la variable independiente se manipula “El aditivo PROES y CONSOLID”, la manipulación de la variable independiente se encuentra en agregar cierto % de los aditivos al suelo natural y así presentar cambios.

La presente tesis emplea el diseño de investigación cuasiexperimental ya que hay teorías existentes que se emplearan para posteriormente resolver los fenómenos y preguntas que se plantearon.

2.2. Operacionalización de Variables

Tabla 8. Operacionalización de Variables

Variable de Investigación	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Metodología de Investigación
Variable independiente	Los aditivos son aquellas sustancias químicas que se emplean para obtener un mejor comportamiento y mejorar las propiedades mecánicas de un suelo, o un material.	Se realiza un Estudio Comparativo empleando el aditivo PROES y CONSOLID, para conocer sus propiedades, ventajas y pueda obtenerse una propuesta tecnología para poder mejorar los caminos vecinales no pavimentados.	Propiedades	Resistencia (Capacidad de Soporte)	Nivel de Investigación Explicativo Tipo de Investigación Aplicada
Índice de Plasticidad					
Dosificación			PROES		
			CONSOLID		
Costo			Costo		
	Mano de obra				
Variable dependiente	La estabilización es normalmente mecánica o química, [...] que la estabilización mecánica abarca la compactación, variadas técnicas patentadas de vibración [...]. La estabilización química implica la mezcla o la inyección de sustancias químicas al suelo, agregándole agentes químicos. (Bowles, 1 982, p. 183).	La estabilización de suelos se realiza en suelos que no cumplen con las propiedades físicas-mecánicas, en esta investigación se realizara la estabilización en caminos vecinales, las cuales las mayorías de estos caminos se encuentran en abandono y se cómo una solución, a los problemas que presenta un suelo inestable.	Tipo de Suelo	Arena	Diseño de Investigación Cuasi Experimental
Grava					
Limo					
Arcilla					
Clasificación de Suelo			AASHTO		
			SUCS		
Resistencia del Suelo			Proctor Modificado		
	Capacidad de Soporte (CBR)				

Fuente: Elaboración Propia.

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población

Según López (2006, p. 190). define a una población como: El conjunto de elementos cuyas características o propiedades de estudiar, y acercar del cual deseamos información, constituye lo que se conoce como “Población”, “Universo” o “Colectivo”.

Además, Valderrama (2013, p.182) nos indica que: Es un grupo finito o infinito de componentes, seres o cosas, que tienen atributos, características o cualidades comunes, susceptibles de ser analizados.

La población de estudio son todos los caminos vecinales del distrito de Villa Rica, provincia de Oxapampa. Los caminos vecinales de este distrito se encuentran sin pavimentar.

2.3.2. Muestra

Según Gómez (2006, p.109). nos indica que: [...] La muestra es una parte de la población o universo que se va a estudiar, indicando primeramente que para recopilar una muestra se tiene que delimitar una población o universo obteniendo un grupo total de objetos que se estudiarán. [...].

Tiendo como referencia al autor, que la muestra es una delimitación de una población o universo; se tomó como muestra la progresiva 0+750 hasta el 2+750 del camino vecinal Cedro Pampa-Villa Rica, en el distrito de Villa Rica provincia de Oxapampa. Se tomó en cuenta 2 km del camino vecinal, realizando 2 calicatas teniendo en cuenta que se realiza 1 calicata por km; con una profundidad de 1.5 m según el MTC (Ver Tabla 9), para infraestructura vial. Posteriormente luego de haberse realizado las calicatas se prosigue a colocar los tipos diferentes tipos de muestras que se extrajeron a una bolsa de polipropileno, para luego llevarlas a laboratorio para su análisis correspondiente. En el laboratorio se realizan los ensayos correspondientes como: Granulometría, L.L., L.P., Contenido de Humedad, los cuales son para la caracterización del suelo. Luego se procede a realizar los ensayos de resistencia los cuales son: Proctor Modificado y CBR. Realizando un total de ensayos 4 CBR y 4 Proctor Modificado.

Luego de haber realizado los ensayos al suelo natural y conocer sus propiedades, se procede a realizar el ensayo de resistencia (Proctor Modificado y CBR); pero con la aplicación del aditivo PROES y CONSOLID con diferentes dosificaciones, para posteriormente saber que dosificación y que aditivo nos brinda una mayor resistencia con respecto al suelo natural.

2.4. Validez

Según Valderrama (2013, p. 206). menciona que: Lo que pretendemos lograr es que nuestros instrumentos elaborados tengan el grado óptimo de validez para adquirir datos confiables.

Por tal, la validez del estudio se obtendrá de manera de ensayos de campo y laboratorio, los cuales están normados y aplicados por las normas ASTM, AASHTO y el MTC. Además, se tendrá la evaluación del juicio de expertos. Por otro lado, se realizó un panel fotográfico extrayendo la muestra y realizando los ensayos de laboratorios pertinentes.

2.5. Confiabilidad

Según Valderrama (2013, p. 215). nos indica que: Un instrumento es confiable o fiable si se obtiene resultados consistentes cuando se emplea en diferentes ocasiones [...] se determina administrando el instrumento a una misma muestra de sujetos [...].

Por tal, mi confiabilidad del estudio se determinará mediante informes y datos que se entregaran por la empresa que se encargara de realizar los ensayos, en la cuales contarán con personal capacitado, además será corroborado por un ingeniero o técnico de laboratorio para la veracidad de los resultados. Por otro lado, tenemos la confiabilidad de las empresas facilitando sus aditivos para poder realizar el estudio comparativo.

2.6. Método de Análisis de Datos

El estudio tendrá como método de análisis los diferentes tipos de ensayos que se van a realizar, estos ensayos se realizaron en campo como en laboratorio. Los datos que se obtendrán de los ensayos son procesados y serán entregados por parte de la empresa encargada de realizar los ensayos.

Además, se cuantificarán los resultados para conocer las propiedades físicas, químicas y mecánicas que nos ofrecen los aditivos que se emplearon; así realizar una comparación entre el suelo natural (patrón) y el suelo en el que han sido empleado los aditivos.

2.7. Aspectos Éticos

Respeto

Es un valor que está basado en la ética y la moral de la actitud del ser humano, por tal si nos enfocamos en el aspecto académico, nos enfocaríamos en tratar de ser transparentes al colocar todo tipo de fuentes, sin omitir al autor y dar los créditos en la cual colocaríamos por medio de referencias.

Honestidad

Es un valor en la cual consiste en la veracidad de la persona, en el tema académico, tenemos que ser transparentes al citar o nombrar algún autor, sin tomar fuentes omitiendo las referencias. Además, que se te tienen que tener fuentes confiables que aseguren la veracidad del proyecto de la investigación.

III: RESULTADOS

3.1. Descripción del Proyecto

El Distrito de Villa Rica, se ubica en la provincia de Oxapampa, departamento de Cerro de Pasco, teniendo una superficie total de 859 Km².

La capital del Distrito se ubica a una altitud de 1,470 m.s.n.m., a 300 km. de la ciudad de Cerro de Pasco. Geográficamente se ubica a 10°,43',10" de latitud Sur 75°,16',10" de longitud Oeste.

El proyecto de investigación se ejecutó en el camino vecinal Cedro Pampa-Villa Rica, la cual se realizó el ensayo de campo (Calicata); lo cual nos permite conocer el tipo de estrato por la cual está compuesto el suelo. Por otro lado, se realizó 2 calicatas en la progresiva 1+750 y en la 2+750 con una profundidad de 1.5m. El fin de realizar la calicata es de conocer la composición del suelo del lugar de trabajo; obteniendo así 2 muestras de diferentes composiciones en la Calicata N°1 y 2 muestras en la Calicata N°2, posteriormente estas muestras que se extrajeron de las calicatas se lleven a laboratorio para que se realicen los ensayos pertinentes.

Los ensayos en laboratorio que se realizaran para la caracterización de suelo son: Granulometría, L.L., L.P. y Contenido de Humedad; estos ensayos nos permitirán conocer la clasificación y conocer exactamente en qué tipo de suelo se realizara el proyecto de investigación. Luego de ello, se realiza el ensayo los ensayos de resistencia los cuales están comprendidos por el: Proctor Modificado y CBR. Estos ensayos nos permiten conocer la capacidad de soporte del suelo, la cual se realizaron estos ensayos para cada muestra predominante extraída de cada Calicata. Luego de realizar estos tipos de ensayos y conocer la resistencia del suelo natural (patrón), se emplea el aditivo PROES y CONSOLID con distinta dosificación para posteriormente también medir su resistencia con estos ensayos.

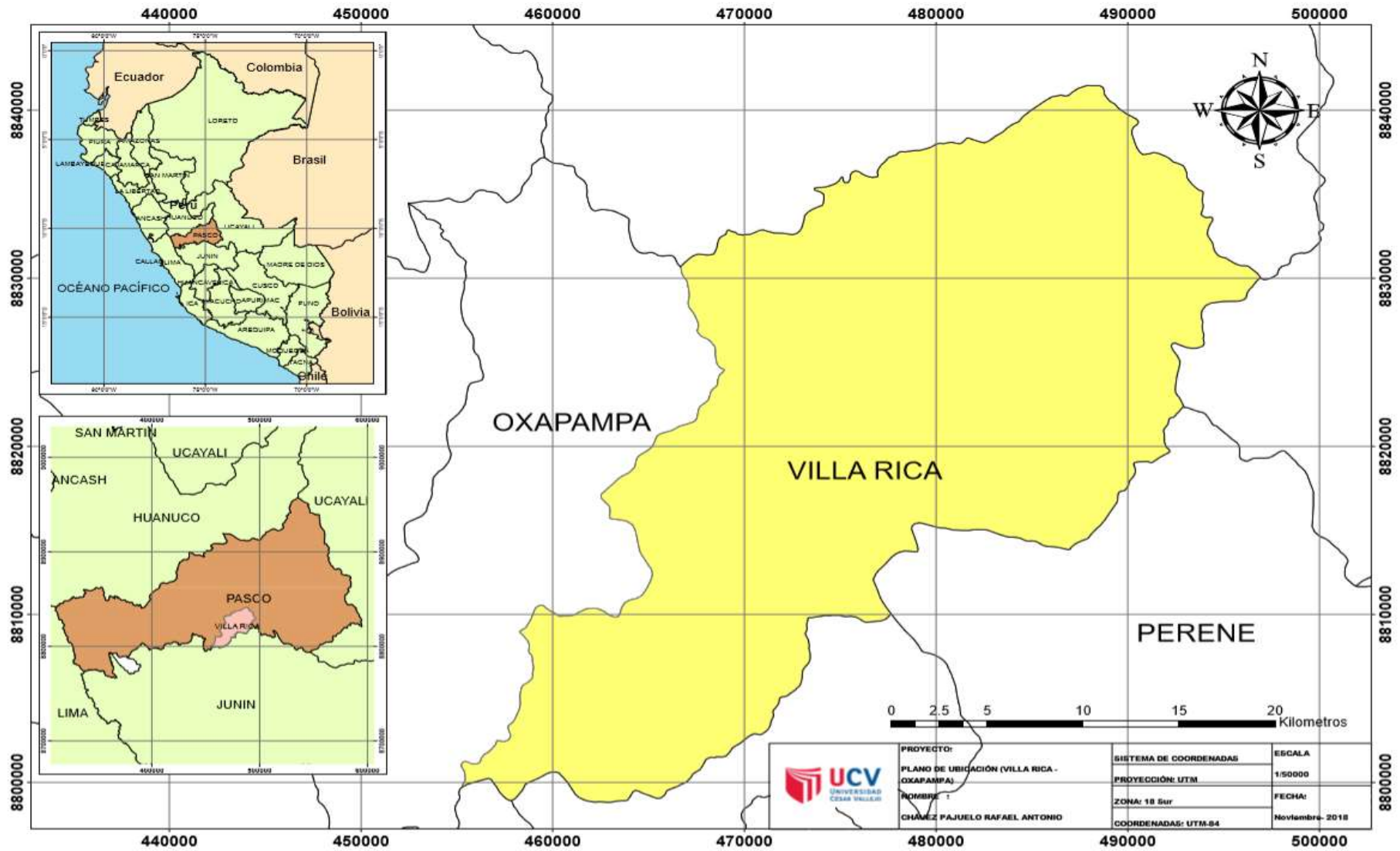
El proyecto de investigación empleo el aditivo PROES y CONSOLID para el mejoramiento del camino vecinal Cedro Pampa-Villa Rica, ya que el suelo natural encontrado y analizando es una arcilla obteniendo como resultado una baja resistencia, es por ello que se empleó estos aditivos comerciales y que han sido utilizados en suelos similares para conocer cuál de ellos nos brinda una mayor resistencia.

3.2. Ubicación del Proyecto

La ubicación del proyecto de investigación se encuentra en el distrito de Villa Rica (Ver Figura 7), provincia de Oxapampa encontrándose a unas 10 horas de Lima. El proyecto se realizó en el camino vecinal Cedro Pampa- Villa Rica teniendo una longitud total de 9.8 km.



Figura 6. Ruta de Lima - Oxapampa



3.3. Extracción de Muestras

La extracción se realizó mecánicamente realizando el ensayo en campo Calicata (ASTM D-2488), de 1.5m de profundidad. Guiandonos del Manual de Transportes y Comunicaciones (MTC) (Tabla N°9), que nos indica que por ser un camino vecinal IMDA > 200 veh/día se realiza por cada kilometro 1 calicata.

Tabla 9. *Numero de Calicatas*

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

Fuente: MTC (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos).

3.3.1. Ubicación de Calicatas

El tramo del camino vecinal Cedro Pampa – Villa Rica es de 9.8 km.

Se tomó 2 km del tramo del camino vecinal, en la cual se realizaron 2 calicatas. Obteniendo que la Calicata N°1 se realizó en la progresiva 0+750 y la Calicata N°2 se realizó en la progresiva 2+750.



Figura 8. Ubicación de Calicatas
Fuente: Elaboración Propia

Respectivamente se realizaron 2 calicatas teniendo una profundidad de 1.5m (Fig. N°8 y N°9), en 2 km. Encontrando en la Calicata N°1 un total de 2 tipos de muestras, al igual que la Calicata N°2 que se encontró 2 tipos de muestras.

Las muestras fueron guardadas en sacos de polipropileno para que no se alteren al momento de ser trasladados al laboratorio y pierdan humedad.



Figura 9. Calicata N°1
Fuente: Elaboración Propia



Figura 10. Calicata N°2
Fuente: Elaboración Propia



Figura 11. Profundidad 1.50m Calicata N°2
Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. Disgregación de Muestra

Se disgregaron las muestras con un martillo de goma luego de pasar por el horno y haberse secado la muestra (Figura N°12), para después poder tamizar por la malla N°4 y poder posteriormente realizar el ensayo de Proctor Modificado y CBR.



Figura 12. Disgregación de Muestra

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Descripción e Identificación de Suelos ASTM D 2488

3.4.1. Perfil Estratigráfico (Calicata N°1)

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.
 UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA
 NOMBRE : CHÁVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

REGISTRO : 076-2018/JR
 FECHA : 10/10/2018

Tabla 10. Perfil estratigráfico Calicata N°1

C - 01							
Prof. 0.00	m	MUESTRA	N.F.	CLASIF. SUCS	CLASIF. VÍAS TRANSP.	SÍMBOLO	GARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS
		M1		SC	A-4	SC	El estrato esta compuesto integralmente por un material de relleno no controlado, con grava, arena y limo. El material tiene un contraste de color marron.
0.20							
		M2		CL	A-4 (8)	CL	El estrato esta compuesto integralmente por una "Arcilla de baja plasticidad" que clasifica en el sistema SUCS como un "CL" y en el ASSHTO como un "A-4-(8)", con las siguientes características: L.L.= 28%, L.P.=18% I.P.=10%, C.H.= 15.6%, de color marron oscuro, una consistencia "Suave" y una resistencia en estado seco "Media". El material está conformado por material fino pasante la malla N°200 (91.3%).
0.60							
		M3		CL	A-4-(7)	CL	El estrato esta compuesto integralmente por una "Arcilla de baja plasticidad" que clasifica en el sistema SUCS como un "CL" y en el ASSHTO como un "A-4-(7)", con las siguientes características: L.L.= 30%, L.P.=21% I.P.=9%, C.H.= 20.9%, de color marron oscuro, una consistencia "Suave" y una resistencia en estado seco "Media". El material está conformado por material fino pasante la malla N°200 (87.5%).
1.50							

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2. Perfil Estratigráfico (Calicata N°2)

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.
 UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA
 NOMBRE : CHÁVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

REGISTRO : 078-2018/JR
 FECHA : 10/10/2018

Tabla 11. Perfil Estratigráfico Calicata N°2

C - 02							
Prof. 0.00	m	MUESTRA	N.F.	CLASIF. SUCS	CLASIF. VÍAS TRANSP.	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS
0.20		M1		GM	A-1-b	GM	El estrato esta compuesto integramente por una "Grava bien gradada con limo y arena" que clasifica en el sistema SUCS como un "GW-GM" y en el ASSHTO como un "A-1-b"
0.60		M2		CH	A-7-6 (29)	CH	El estrato esta compuesto integramente por una "Arcilla alta plasticidad" que clasifica en el sistema SUCS como un "CL" y en el ASSHTO como un "A-7-6 (29)", con las siguientes características: L.L.= 55%, L.P.=29% I.P.=26%, C.H.= 29.2%, de color naranja, una consistencia "Suave" y una resistencia en estado seco "Media". El material está conformado por material fino pasante la malla N°200 (93.9%).
1.50		M3		CH	A-7-6 (26)	CH	El estrato esta compuesto integramente por una "Arcilla alta plasticidad" que clasifica en el sistema SUCS como un "CL" y en el ASSHTO como un "A-7-6 (26)", con las siguientes características: L.L.= 51%, L.P.=26% I.P.=25%, C.H.= 25.1%, de color naranja, una consistencia "Suave" y una resistencia en estado seco "Media". El material está conformado por material fino pasante la malla N°200 (91.4%).

Fuente: Elaboración Propia

3.5. Ensayos de Laboratorio

3.5.1. Muestra Natural

Las Muestras que se realizaron los ensayos en el laboratorio de suelos son las obtenidas de la Calicata N°1 y Calicata N°2 sin alguna adicción o alteración de la muestra natural.

3.5.1.1. Clasificación de Suelos AASHTO y SUCS

Tabla 12. Cuadro de resumen de Clasificación de Suelos

N°	CALICAT A	MUESTR A	PROFUNDIDA D (m)	PROGRESIV A Km	GRANULOMETRIA			CLASIFICACIÓ N	
					%G	%A	%F	SUCS	ASSHT O
1	C-1	M-2	0.20 - 0.60	0+750	*	8.7	91.3	CL	A-4 (8)
2	C-1	M-3	0.60 - 1.50	0+750	*	12.5	87.5	CL	A-4 (7)
3	C-2	M-2	0.20 - 0.60	1+750	*	6.1	93.9	CH	A-7-6 (29)
4	C-2	M-3	0.60 - 1.50	1+750	*	8.6	91.4	CH	A-7-6 (26)

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 12 encontramos un resumen de las clasificaciones de suelos de nuestras muestras naturales, de la Calicata-1 se obtuvieron 2 muestras con una clasificación SUCS de CL (arcilla de baja plasticidad), por otro lado, en la Calicata-2 se extrajo 2 muestras con una clasificación SUCS de CH (arcilla de alta plasticidad).

Tabla 13. Cuadro de resumen del Límite líquido, Limite plástico e Índice de Plasticidad

N°	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	PROGRESIVA	LL	LP	IP
			(m)	Km	%	%	%
1	C-1	M-2	0.20 - 0.60	0+750	28.1	18	10
2	C-1	M-3	0.60 - 1.50	0+750	30	21	9
3	C-2	M-2	0.20 - 0.60	1+750	55	29	26
4	C-2	M-3	0.60 - 1.50	1+750	51	26	25

Fuente: Elaboración Propia

Luego de realizar los ensayos de L.L. y L.P., obtuvimos como resultado (Ver Tabla 13) que en la Calicata-1 en las 2 muestras extraídas tiene un I.P. ≤ 20 , obteniendo una plasticidad media con una característica de un suelo arcilloso (Ver Tabla 6), por otro lado,

la Calicata-2 en las 2 muestras encontradas se obtuvo un $IP \geq 20$ con una plasticidad alta y una característica de un suelo muy arcilloso.

Tabla 14. Cuadro de resumen de Contenido de Humedad

N°	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	PROGRESIVA	W
			(m)	Km	%
1	C-1	M-2	0.20 - 0.60	0+750	15.6
2	C-1	M-3	0.60 - 1.50	0+750	20.9
3	C-2	M-2	0.20 - 0.60	1+750	29.2
4	C-2	M-3	0.60 - 1.50	1+750	25.1

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 14 nos indica un resumen de datos obtenidos sobre el Contenido de Humedad Natural de las muestras extraídas, en la cual la Calicata-2, tiene un mayor porcentaje de Humedad.

3.5.1.2. Ensayo Proctor Modificado

Tabla 15. Cuadro de resumen del Proctor Modificado

N°	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	PROGRESIVA	MAX. DENSIDAD SECA	OPTIMO C. H.
			(m)	Km	gr/cm ³	%
1	C-1	M-3	0.60 - 1.50	0+750	1.825	14.5
2	C-2	M-3	0.60 - 1.50	1+750	1.739	15

Fuente: Elaboración Propia

Se tomaron las muestras predominantes para realizar el ensayo de Proctor Modificado, el cual se empleó el Método "A" por el % obtenido de los finos, logrando como resultado la Max. Densidad Seca en la Calicata-1 y un mayor Optimo Contenido de Humedad en la Calicata-1 (Ver Tabla 15).

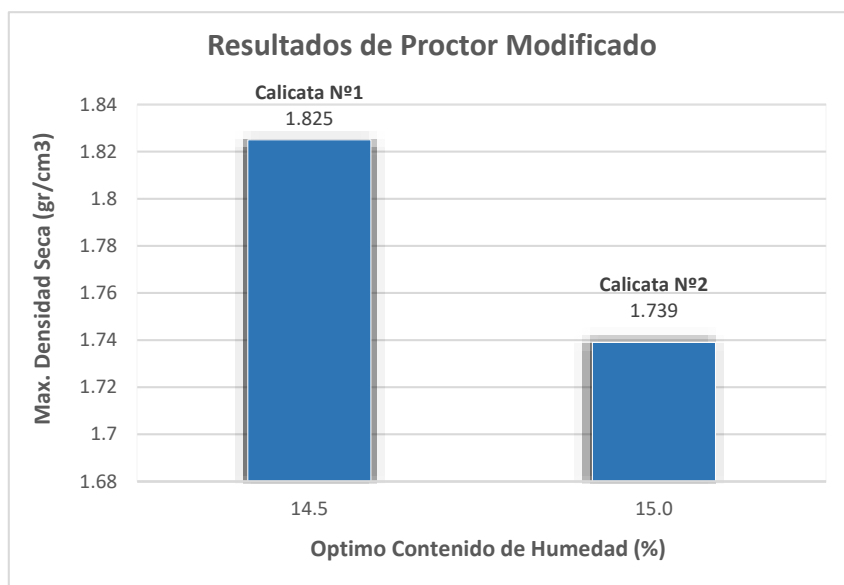


Figura 13. Ensayo Proctor modificado (Material Natural)
Fuente: Elaboración Propia

Luego de realizar el ensayo Proctor Modificado por el Método “A”, se obtuvieron los siguientes datos (Ver Figura 11), relacionando la Max. Densidad Seca y el Optimo Contenido de Humedad para luego desarrollar el ensayo CBR.

3.5.1.3. Ensayo CBR (California Bearing Ratio)

Tabla 16. Cuadro de resumen de CBR al 95%

N°	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD PROGRESIVA		CBR AL 95%	CBR AL 95%
			(m)	Km	M.D.S.	M.D.S.
					0.1"	0.2"
1	C-1	M-3	0.60 - 1.50	0+750	4.5	6.5
2	C-2	M-3	0.60 - 1.50	1+750	3.8	5.4

Fuente: Elaboración Propia

Luego de conocer nuestro O.C.H. (%), dato obtenido por el ensayo Proctor Modificado, proseguimos a realizar nuestro ensayo CBR de nuestro suelo natural, dejándolo 96 horas sumergidas en el agua, midiendo su expansión y posteriormente ver su capacidad de soporte en la prensa CBR, dando como resultado que la Calicata-2 tiene una capacidad de soporte al 95% inferior a la Calicata-1 (Ver Tabla 7) teniendo como resultando una subrasante pobre.

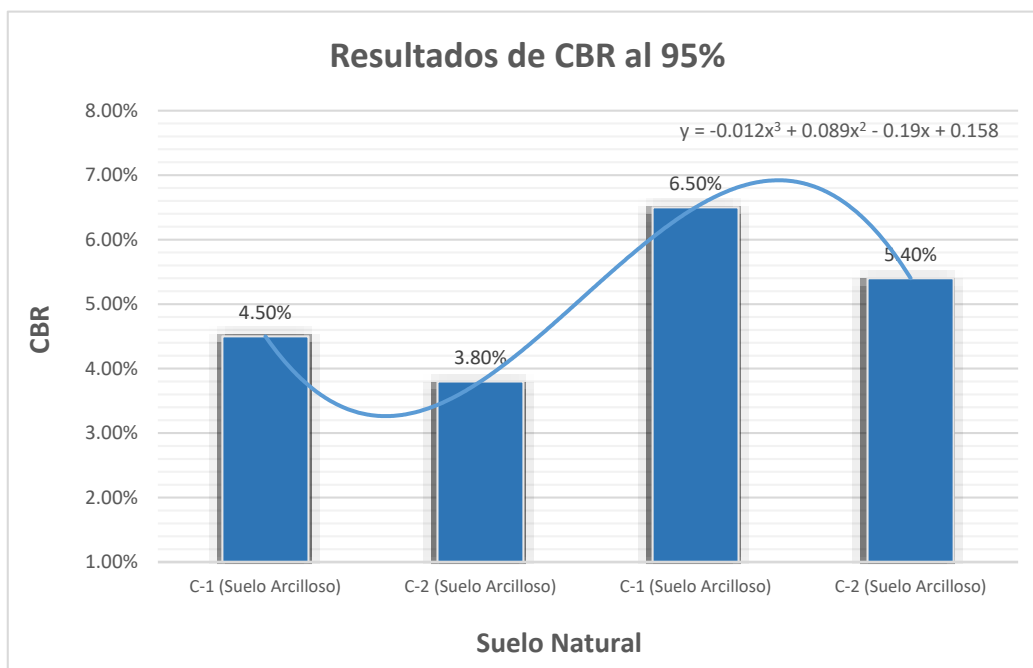


Figura 14. Ensayo de CBR al 95% (Material Natural)
Fuente: Elaboración Propia

Los datos obtenidos (Ver Figura 12) del CBR al 95% de la muestra patrón nos indica que la Calicata-2 tiene una menor capacidad de soporte que la Calicata-1, teniendo como resultado que la Calicata-1 tiene un CBR al 95% de 6.50% y la Calicata-2 obteniendo un CBR al 95% de 5.40%.

Tabla 17. Cuadro de resumen de CBR al 100%

N°	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PROGRESIVA Km	CBR AL 100%	CBR AL 100%
					M.D.S. 0.1"	M.D.S. 0.2"
1	C-1	M-3	0.60 - 1.50	0+750	6.2	8.9
2	C-2	M-3	0.60 - 1.50	1+750	5.2	7.4

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 17, se realizó el ensayo CBR al 100% de la Calicata-1 y Calicata-2, obteniendo como producto una mayor capacidad de soporte en la Calicata-1, llegando a resultar un CBR al 100% de 8.90%

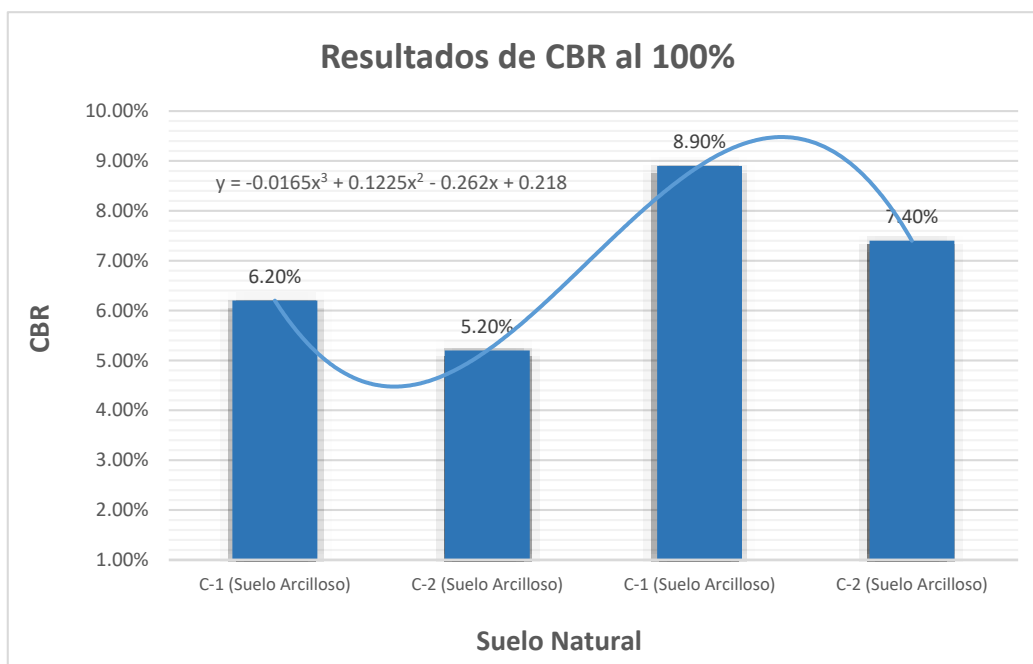


Figura 15. Ensayo de CBR al 100% (Material Natural)
Fuente: Elaboración Propia

De los resultados adquiridos del CBR al 100% (Ver Figura 13) nos muestran que la Calicata-2 tiene una menor capacidad de soporte que la Calicata-1. Es por ello que en la Calicata de menor valor es en la cual se empleó los aditivos PROES y CONSOLID.

3.5.2. Muestra Empleando el Aditivo PROES y CONSOLID

3.5.2.1. Clasificación de Suelos SUCS y AASHTO

3.5.2.1.1. Material Granular Empleado

Se realizó el ensayo Granulométrico y Límites de Atterberg del Material Granular que se empleara para la combinación según el procedimiento al utilizar de los aditivos según el tipo de suelo (Ver Anexo 5).

Tabla 18. Cuadro de Resumen de Clasificación de Suelos

Nº	MATERIAL GRANULAR	GRANULOMETRIA			CLASIFICACIÓN	
		%G	%A	%F	SUCS	AASHTO
1	Agregado Grueso	*	99	1	SP	A-1-b (0)

Fuente: Elaboración Propia

Luego de efectuarse el ensayo Granulométrico (Ver Tabla 18), nos da una

clasificación SUCS de SP (arena pobremente graduada) con una clasificación AASHTO perteneciente al grupo A-1-b (0).

Tabla 19. Cuadro de resumen del Límite líquido, Límite plástico e Índice de Plasticidad

Nº	MATERIAL GRANULAR	LL	LP	IP
		%	%	%
1	Agregado Grueso	-	-	NP

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 19 se realizó los límites de Atterberg teniendo como conclusión que el Material Granular empleado es NP (no plástico).

Tabla 20. Cuadro de Granulometría

Tamaño de la malla	Peso Retenido (g)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasa (%)
9.53 mm (3/8")	-	-	-	-
4.75 mm (Nº4)	-	-	-	100
2.36 mm (Nº8)	22.4	10	12	88
1.18 mm (Nº16)	36.8	17	35	65
0.60 mm (Nº30)	41.3	19	66	34
0.30 mm (Nº50)	24.6	11	87	13
0.15 mm (Nº100)	4.5	2	96	4
Bandeja	2.8	1	100	-

2.96

Fuente: Elaboración Propia

$$MF = \frac{\sum \% \text{retenido}_{\text{acumulado}}(6''+3''+1\frac{1}{2}''+\frac{3}{4}''+\frac{3}{8}''+N^{\circ}4+N^{\circ}8+N^{\circ}16+N^{\circ}30+N^{\circ}50+N^{\circ}100)}{100}$$

Módulo de Finura = 2.96 (Ver Tabla 20)

Los valores de M.F. de 2.50 a 3 son normales para el agregado fino.

3.5.2.1.2. Material empleando el aditivo PROES y CONSOLID

Para la clasificación SUCS y AASHTO se empleó el aditivo PROES y CONSOLID en diferentes dosificaciones, se le agrego un Material Granular (SP, arena pobremente graduada) en una relación de 30% y un 70% de material arcilloso (CH).

Tabla 21. Cuadro de Resumen de Clasificación de Suelos

N°	CALICATA	ADITIVO	DOSIFICACIÓN		GRANULOMETRIA			CLASIFICACIÓN	
			Consolid / Proes	Solidry / Cemento P.	%G	%A	%F	SUCS	AASHTO
1	C-2	Consolid	0.0045%	1.50%	*	42.8	57.2	CL	A-4 (2)
2	C-2	Consolid	0.0045%	2.00%	*	40.5	59.5	CL	A-6 (4)
3	C-2	PROES	0.35 l/m3	50 kg/m3	*	43.1	56.9	CL	A-6-3 (26)
4	C-2	PROES	0.30 l/m3	50 kg/m3	*	57.7	42.3	SM-SC	A-4 (0)

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 20, nos muestra el resumen de la clasificación SUCS Y ASSHTO de una combinación del Material granular de 30% + el Material natural arcilloso de 70% + las dosificaciones de los aditivos empleados según el tipo de suelo.

Tabla 22. Cuadro de resumen del Límite líquido, Límite plástico e Índice de Plasticidad

N°	CALICATA	MUESTRA	DOSIFICACIÓN		LL	LP	IP
			Consolid / Proes	Solidry / Cemento P.	%	%	%
1	C-2	Consolid	0.0045%	1.50%	28	20	13
2	C-2	Consolid	0.0045%	2.00%	20	7	8
3	C-2	PROES	0.30 l/m3	50 kg/m3	19	6	13
4	C-2	PROES	0.35 l/m3	50 kg/m3	20	13	7

Fuente: Elaboración Propia

Luego de realizar los ensayos correspondientes empleando el aditivo PROES y CONSOLID se obtuvo como resultado que el IP disminuyó considerablemente, de tener una plasticidad alta con una característica de suelos muy arcillosos y suelos arcillosos (Ver Tabla 6), a resultar un IP con una plasticidad media y baja plasticidad, con una característica de suelos pocos arcillosos.

3.5.2.2. Ensayo Proctor Modificado

Tabla 23. Cuadro de resumen del Proctor Modificado (Aditivo CONSOLID)

N°	CALICATA	ADITIVO	DOSIFICACIÓN		MAX. DENSIDAD SECA	OPTIMO C. H.
			Consolid	Solidry	gr/cm3	%
1	C-2	Consolid	0.0045%	1.50%	1,881	10.9
2	C-2	Consolid	0.0045%	2.00%	1,873	12.4

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 18 se empleó un Material Granular de 30% + 70% del Material Arcilloso (CH), además se le agrego el aditivo CONSOLID, con una combinación de CONSOLID 444 0.045% + SOLIDRY 1.5%. Luego se le agrego, la dosificación CONSOLID 444 0.045% + SOLIDRY 2%, para determinar el Optimo Contenido de Humedad para poder realizar el ensayo CBR. Ensayo Proctor Modificado (Aditivo CONSOLID)

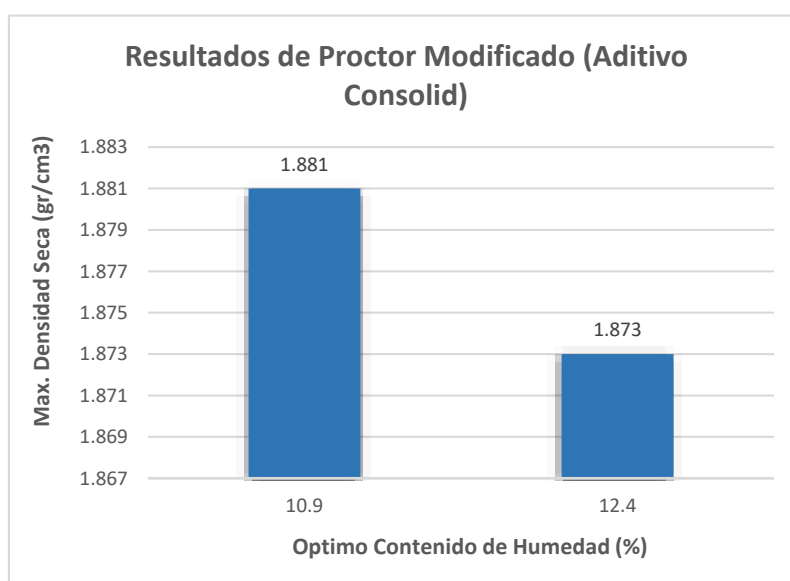


Figura 16. Ensayo Proctor modificado (Aditivo CONSOLID)

Fuente: Elaboración Propia

Como muestra la Figura 14, nos resulta diferentes Optimo Contenido de Humedad y Max. Densidad Seca agregándole las diferentes dosificaciones del aditivo CONSOLID.

3.5.2.3. Ensayo CBR (California Bearing Ratio)

Tabla 24. Cuadro de Resumen de CBR al 95% (Aditivo CONSOLID)

N°	CALICATA	ADITIVO	DOSIFICACIÓN		CBR AL 95%	CBR AL 95%
			Consolid	Solidry	M.D.S.	M.D.S.
					0.1"	0.2"
1	C-2	Consolid	0.0045%	1.50%	25.6	27.1
2	C-2	Consolid	0.0045%	2.00%	36.2	48

Fuente: Elaboración Propia

Luego de realizar nuestro ensayo Proctor Modificado, y obtener nuestros datos de O.C.H. procedemos a realizar nuestro ensayo de CBR, con una combinación de un Material Granular al 30% y un Suelo Natural Arcilloso al 70%, con sus distintas dosificaciones; CONSOLID 444 0.045% + SOLIDRY 1.5% y CONSOLID 444 0.045% + SOLIDRY 2.0%.

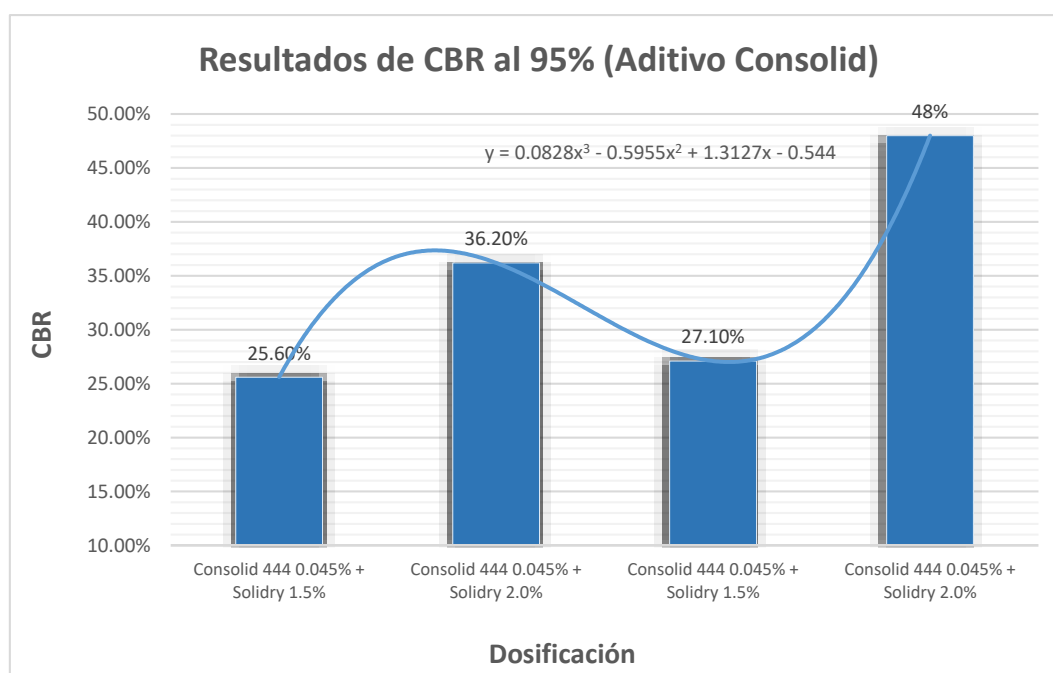


Figura 17. Ensayo de CBR al 95% (Aditivo CONSOLID)

Fuente: Elaboración Propia

Al realizar el ensayo de capacidad de soporte (CBR) empleando el aditivo CONSOLID nos incrementa considerablemente (Ver Figura 15), hasta llegar a 48% en 0.2” con un CBR al 95% en su dosificación óptima.

Tabla 25. Cuadro de Resumen de CBR al 100% (Aditivo CONSOLID)

N°	CALICATA	ADITIVO	DOSIFICACIÓN		CBR AL 100%	CBR AL 100%
			Consolid	Solidry	M.D.S.	M.D.S.
					0.1"	0.2"
1	C-2	Consolid	0.0045%	1.50%	35.4	37.6
2	C-2	Consolid	0.0045%	2.00%	48.1	63.7

Fuente: Elaboración Propia

Nuestro ensayo de CBR con una combinación de un Material Granular al 30% y un Suelo Natural Arcilloso al 70%, con sus distintas dosificaciones; CONSOLID 444 0.045% + SOLIDRY 1.5% y CONSOLID 444 0.045% + SOLIDRY 2%, nos resulta los siguientes datos de CBR al 100% (Ver Tabla 22).

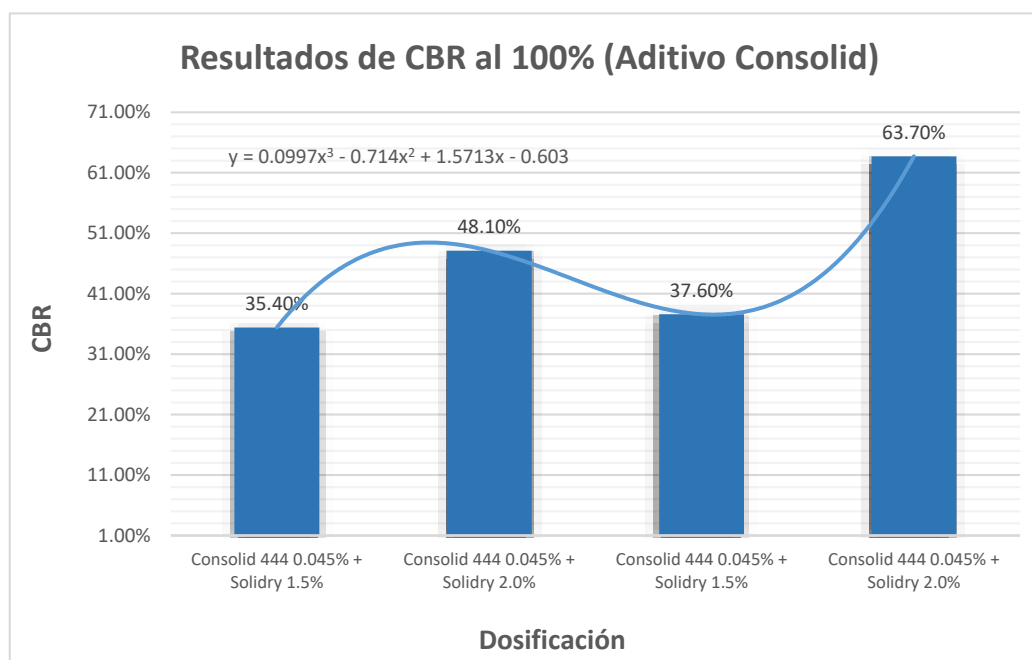


Figura 18. Ensayo de CBR al 100% (Aditivo CONSOLID)

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 16 tenemos una dosificación óptima con el aditivo CONSOLID que nos resulta hasta un 63,70% de CBR en 02" al 100%.

Tabla 26. Cuadro de Resumen de CBR al 95% (Aditivo PROES)

N°	CALICATA	ADITIVO	DOSIFICACIÓN		CBR AL 95%	CBR AL 95%
			Proes	Cemento Portland	M.D.S.	M.D.S.
					0.1"	0.2"
1	C-2	PROES	0.30 l/m3	50 kg/m3	44.7	45.5
2	C-2	PROES	0.35 l/m3	50 kg/m3	45.7	59.6

Fuente: Elaboración Propia

Para realizar nuestro ensayo de CBR, en el caso del aditivo PROES; siguiendo su manual de procedimiento (ANEXO N°5), realizamos el ensayo con datos obtenidos del Proctor Modificado del Material Natural (Ver Tabla N° 18).

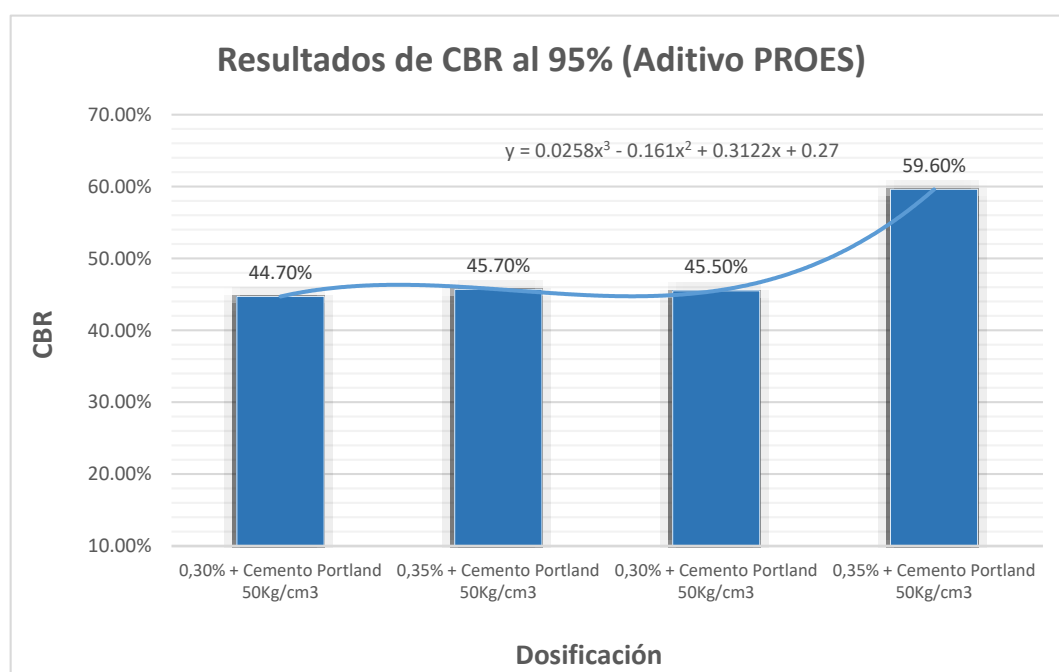


Figura 19. Ensayo de CBR al 95% (Aditivo PROES)

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 17 se empleó un Material Granular de 30% + 70% del Material Arcilloso (CH), además se le agrego el aditivo PROES, con una combinación de aditivo liquido PROES 0,30 l/m3 + 50 kg/m3 de Cemento Portland y 0,35 l/m3 + 50 kg/m3 de Cemento Portland.

Tabla 27. Cuadro de Resumen de CBR al 100% (Aditivo PROES)

N°	CALICATA	ADITIVO	DOSIFICACIÓN		CBR AL 95%	CBR AL 95%
			Proes	Cemento Portland	M.D.S.	M.D.S.
					0.1"	0.2"
1	C-2	PROES	0.30 l/m3	50 kg/m3	62	63.1
2	C-2	PROES	0.35 l/m3	50 kg/m3	63.4	82.7

Fuente: Elaboración Propia

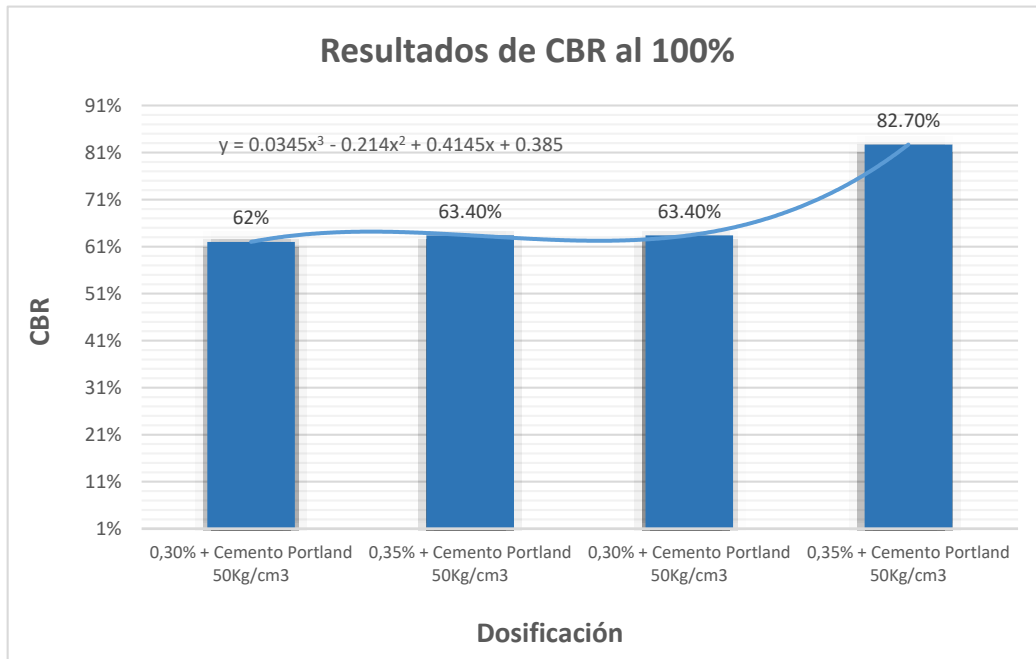


Figura 20. Ensayo de CBR al 100% (Aditivo PROES)

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 18 nos muestra como con una dosificación óptima del aditivo PROES nos da como resultado hasta un 82,70% de CBR en 02'' al 100%, la cual nos entrega una mayor Capacidad de Soporte que el aditivo CONSOLID.

IV: DISCUSIÓN

1. Palomino (2016). En su tesis de título: “Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador MAXXSEAL 100”. Se determinó que el suelo en estudio es una arcilla de baja a media plasticidad (CL) mediante la clasificación SUCS y según el sistema de clasificación AASHTO pertenece al grupo A-7-6 (5) correspondiente a un suelo arcilloso, siendo resultados similares en la presente investigación obteniendo una clasificación AASHTO de (A-7-6 (26)) y una clasificación SUCS denominando un (CH) una arcilla de alta plasticidad. Por lo tanto, se le está empleando los estabilizadores químicos a un suelo arcilloso.

2. Palomino (2016). En su tesis de título: “Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador MAXXSEAL 100”. Se obtuvo una capacidad de soporte (CBR) a 0.1” con la muestra patrón un CBR de 5.10%, incorporando el 2% de Maxxseal 100 un CBR de 7 %, incorporando el 4% de Maxxseal 100 un CBR de 9.60 %, incorporando 6% de Maxxseal 100 un CBR de 11%; 6% de Maxxseal 100 un CBR de 11.70%, presentan resultados diferentes obtenidos en la presente investigación. Estos resultados se difieren porqué el aditivo PROES lleva Cemento Portland en su combinación y el CONSOLID hace una combinación de un aditivo sólido y líquido; además se le agrego material granular. Pero todo ello fue empleando en el mismo tipo de suelo arcilloso teniendo como resultado con el aditivo PROES en su optima dosificación un 45.7% de CBR a 0.1” al 95% y el aditivo CONSOLID un 36.2% de CBR a 0.1” al 95%.

3. Angulo y Rojas (2016). En su tesis de título: “Ensayo de fiabilidad con aditivo proes para la estabilización del suelo en el AA. HH el Milagro, 2016”. Presenta diferentes resultados por haberse aplicado en un suelo arenoso con clasificación SUCS de SM, en la cual se le agrego material de préstamo superando un CBR de 45% a 102%. De acuerdo a las dosificaciones empleadas el autor emplea 0.3 l/m³ y 2% de Cemento Portland siendo similares la dosis a la presente tesis. En la cual en la presente investigación se empleó los aditivos en una clasificación de suelos según SUCS CH (arcilla de alta plasticidad), obteniendo como resultado un CBR patrón de 3.8 % al 95%, aumentando con la dosificación optima del aditivo PROES a 45.7% de CBR a 0.1” al 95%.

4. Taípe y Pillaca (2014). En su tesis de título: “Propuestas técnicas y económicas del uso del aditivo SIKA 21 y T-PRO 500 para el mejoramiento de las propiedades físicas-mecánicas

de la superficie de la superficie de rodadura en las carreteras no pavimentadas”. Presenta similares resultados, pero siendo aplicadas en un suelo con clasificación SUCS de GP y SP, siendo una grava mal graduada y una arena mal graduada. Obteniendo un CBR de 35.1 %, y en la presente tesis se obtuvo un CBR de 36.2% al 95% empleando el aditivo CONSOLID, con el aditivo líquido PROES y Cemento Portland se obtuvo un CBR de 45.7% al 95% aplicado en un CH (arcilla de alta plasticidad).

V: CONCLUSIONES

1. Con respecto al objetivo general: “Evaluar de qué manera el aditivo PROES y CONSOLID influye en la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018”, se determinó que el que el aditivo PROES influye en las propiedades mecánicas del suelo con la dosificación de 0.30 y 0.35 L/m³ de aditivo líquido PROES y 50 Kg/m³ de cemento Portland, mejorando la capacidad de soporte significativamente superando al aditivo CONSOLID, que con sus dosificaciones (CONSOLID 444 0.0045% - SOLIDRY 1.5%) y (CONSOLID 444 0.0045% - SOLIDRY 2%), igualmente mejorando satisfactoriamente la resistencia del suelo, además se disminuyó el IP con la aplicación de los aditivos PROES y CONSOLID. Lo cual es importante realizar este estudio comparativo; para comparar resultados con aditivos que son comerciales en el Perú.
2. Con respecto al objetivo específico: “Determinar cuál es la Clasificación del Suelo en el que se empleara el aditivo PROES y CONSOLID”, se determinó que, del ensayo de Granulometría, L.L., L.P. e I.P., obtuvimos una clasificación del suelo en el que realizamos el estudio de la Calicata N°2, obteniendo un L.L. de 51%, un L.P. de 26% y un I.P. de 25%, Con una clasificación de suelos según AASHTO (A-7-6 (26)) y una clasificación SUCS denominando un (CH) una arcilla de alta plasticidad.
3. Con respecto al objetivo específico: “Determinar cuáles son las propiedades mecánicas que se mejoran al emplear el aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos”, se determinó de los ensayos de Proctor Modificado y CBR, que al emplear los aditivos mencionados mejora las propiedades mecánicas del suelo en resistencia obteniendo un CBR de 3.8% al 95% del suelo natural, y con los aditivos PROES y CONSOLID mejoraron considerablemente llegando a obtener un CBR de 45.7% al 95% con el aditivo PROES y el aditivo CONSOLID se obtuvo un CBR de 36.2% al 95%. Además, vario se disminuyó el IP hasta un 50%.
4. Con respecto al objetivo específico: “Calcular cual es el óptimo porcentaje de dosificación al emplear el aditivo PROES y CONSOLID que proporciona una mayor capacidad de soporte (CBR) del suelo, resistencia.”, se determinó de los ensayos de Proctor Modificado y CBR, obteniendo una dosificación óptima de los aditivos. Su adición optima del aditivo liquido PROES es de 0.35 l/m³ y 50 Kg/m³ de Cemento Portland obteniendo por resultado un CBR de 45.7 % al 95%. Por otro lado, la combinación optima del aditivo CONSOLID es de CONSOLID 444 0.045% y SOLIDRY 2%, resultando un CBR de 36.2% al 95%.

VI: RECOMENDACIONES

1. Tener cuidado al momento de emplear ciertos aditivos, leer bien sus fichas técnicas y saber su composición, en el caso del aditivo PROES que es altamente corrosivo y lo cual podría ocasionar daños hacia la persona que lo emplea, es por ello que se utilizan guantes y jeringas. Uno de los principales efectos que genera el aditivo es la irritación.
2. Los resultados obtenidos del proyecto de investigación no deberán ser utilizados para suelos similares. Ya que dependerá la composición del suelo, clima y de la zona en que se empleará, se recomienda realizar los ensayos de laboratorio pertinentes y se recomienda analizar el lugar en donde se emplearán los aditivos para conocer la existencia de canteras en las cuales podremos realizar una combinación a nuestro material arcilloso y de acuerdo a ello obtener un porcentaje óptimo.
3. Saber qué tipo de aditivo se va aplicar, ya que todos los aditivos no tienen la misma reacción al emplearlas en ciertos tipos de suelos, en este caso un suelo arcilloso que es altamente plástico, se recomienda también aplicar aditivos que tengan como propiedad ser impermeabilizantes ya que en estas zonas tiene altas precipitaciones.
4. Cuando empleen aditivos se recomienda realizar los ensayos con distintas dosificaciones, en este caso sería ideal emplear solamente el aditivo PROES sin Cemento Portland, o emplear aditivos comerciales para poder realizar una comparación en distintos tipos de suelos y saber las propiedades mecánicas que mejoran al suelo.

VII: BIBLIOGRAFÍA

- Addleson, Lyall. Materiales para la Construcción. 1era ed. Barcelona: Editorial Reverté S.A., 2001. 189 pp.
ISBN: 842912005X
- Angulo Diego y Rojas Hember. Ensayo de fiabilidad con aditivo proes para la estabilización del suelo en el AA. HH el Milagro, 2016. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Iquitos: Universidad Científica del Perú, 2016.
- Ayala, Génesis. Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Samborondón: Universidad de Especialidades Espíritu Santo, 2017.
- Barroso Segundo y IBÁÑEZ Joaquín. Introducción al Conocimiento de Materiales. 1era ed. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2014. 456 pp.
ISBN: 9788436268591
- Bernal César. Metodología de la Investigación, para administración economía, humanidades y ciencias sociales. 2da ed. México: Pearson Educación de México, 2006. 304 pp.
ISBN: 9702606454
- Bowles Joseph. Propiedades Geofísicas de los Suelos. 1ra ed. Bogotá: Editorial McGraw Hill Latinoamericana S.A., 1982. 490 pp.
ISBN: 9684511183
- Carrasco Díaz, Sergio. Metodología de la investigación científica. 1era Edición: Lima: Editorial San Marcos, 2005. 480 pp.
ISBN: 9972342425
- Crespo, Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones. 5a ed. México: Editorial Limusa S.A., 2004. 647 pp.
ISBN: 9681864891
- Das, Braja. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. 7ma ed. México: Cengage Learning Editores, 2012. 796 pp.
ISBN: 9876074818239
- Forsythe Warren. Física de Suelos. 1era ed. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1985. 212 pp.
ISBN: 9290390522
- Gavilanes, Erick. Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. Tesis (Titulo en

Ingeniería Civil). Quito: Universidad Internacional del Ecuador, 2015.

- Gomez, Marcelo. Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. 1era ed. Córdoba: Editorial Brujas, 2006. 160 pp.

ISBN: 9875910260

- Hernández Sampieri, Fernández Roberto y Baptista Pilar. Metodología de la investigación, 6ta ed. México: McGraw-Hill, 2014. 736 pp.

ISBN: 9781456223960

- Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Ciclo de adiestramiento en preparación y proyectos de desarrollo agrícola. 1era ed. San José: Universidad de Costa Rica, 1973. 498 pp.

- Laica, Juan. Influencia de la inclusión de polímero reciclado (caucho) en las propiedades mecánicas de una sub base. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2016.

- Nuñez, Xavier. Análisis de la estabilización del material de cantera km 02+700 de la ruta cu-123 San Jerónimo Mayumbamba, con la adición de estabilizante iónico. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2015.

- Palomino, Karen. Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador MAXXSEAL 100. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016.

- Pazos Peinado, Norma. Tecnología de los Metales y Procesos de Manufactura. 1era ed. Caracas: Universidad Católica Andrés de Bello, 2006. 318 pp.

ISBN: 9802444278

- Porta Jaume, Lopez Martha y Poch Rosa. EDAFOLOGIA (Uso y Protección de Suelos). 3ra ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2014. 607 pp.

- Quiroz, Washington. Comparación entre la estabilización de suelos con emulsión asfáltica, y la estabilización de suelos con asfalto y diésel para determinar cuál estabilización proporciona mayor densidad aparente y relación de soporte CBR. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2017

- Rico Alfonso. La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres: Carreteras, ferrocarriles y autopistas. 1er vol. México: Limusa, 2005. 460 pp.

ISBN: 9681800540

- Romero Roció y Sañac Cynthia. Evaluación comparativa mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de

0.5%, 1%, 2% y 3% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la Urb. San Judas Chico – Cusco. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2016.

- Ruda Ester, Mongiello Adriana y Acosta Adriana. Contaminación y Salud del Suelo. 1ra ed. Santa Fe: Ediciones UNL, 2004. 99 pp.

ISBN: 9875082449

- Sáenz Karla, Gorjón Francisco, Gonzalo Martha y Díaz Castor. Metodología para Investigaciones de alto impacto en las Ciencias Sociales. 1era ed. Madrid: DIKINSON, 2012. 305 pp.

ISBN: 9788490319642

- SÁNCHEZ, María. Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Calcical del cantón Tosagua Provincia de Manabí. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2014.

- Taipe Wilder y Pillaca Benicio. Propuestas técnicas y económicas del uso del aditivo SIKA 21 y T-PRO 500 para el mejoramiento de las propiedades físicas-mecánicas de la superficie de la superficie de rodadura en las carreteras no pavimentadas. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2014.

- Valderrama Mendoza, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. 2da ed. Lima: Editorial San Marcos, 2013. 495 pp.

ISBN: 9786123028787

VIII: ANEXOS

Anexo 1 Matriz de Consistencia

Nombre : Chávez Pajuelo Rafael Antonio

Título : Estudio Comparativo empleando el aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018.

MATRIZ RELACIONAL						OPERACIONALIZACIÓN		Escala de medición
FORMULACIÓN DE PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	Variable 1: El aditivo PROES y CONSOLID		
<u>GENERAL</u> ¿De qué manera el aditivo PROES y CONSOLID influye en la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018?	<u>GENERAL</u> Evaluar de qué manera el aditivo PROES y CONSOLID influye en la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018.	<u>GENERAL</u> El aditivo PROES y CONSOLID influye considerablemente en la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018.	VARIABLE 1 El aditivo PROES y CONSOLID	Los aditivos son aquellas sustancias químicas que se emplean para obtener un mejor comportamiento y mejorar las propiedades mecánicas de un suelo, o un material.	Se realiza un Estudio Comparativo empleando el aditivo PROES y CONSOLID, para conocer sus propiedades, ventajas y pueda obtenerse una propuesta tecnología para poder mejorar los caminos vecinales no pavimentados.			Nivel de Investigación Explicativo Tipo de Investigación Aplicada Diseño de Investigación Cuasi experimental
						DIMENSIONES	INDICADORES	
						Propiedades Mecánicas	Resistencia (Capacidad de Soporte)	
							Índice de Plasticidad	
						Dosificación	PROES	
							CONSOLID	
Costo	Costo							
	Mano de Obra							

MATRIZ RELACIONAL						OPERACIONALIZACION		Escala de medición
FORMULACIÓN DE PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	Variable 2: Estabilización de Suelos		
ESPECIFICO	ESPECIFICO	ESPECIFICO	VARIABLE 2			DIMENSIONES	INDICADORES	Nivel de Investigación Explicativo Tipo de Investigación Aplicada Diseño de Investigación Cuasi experimental
¿Cuál es la clasificación del suelo en el que se empleara el aditivo PROES y CONSOLID?	Determinar cuál es la Clasificación del Suelo en el que se empleara el aditivo PROES y CONSOLID	Es indispensable conocer la Clasificación del Suelo para emplear el aditivo PROES y CONSOLID.	Estabilización de suelos	Bowles (1982). La estabilización es normalmente mecánica o química, [...] que la estabilización mecánica incluye la compactación, variadas técnicas patentadas de vibración [...]. La estabilización química incluye la mezcla o la inyección de sustancias químicas al suelo, agregándole agentes químicos. (p. 183).	La estabilización de suelos se realiza en suelos que no cumplen con las propiedades físicas-mecánicas, en esta investigación se realizara la estabilización en caminos vecinales, las cuales las mayorías de estos caminos se encuentran en abandono y se cómo una solución, a los problemas que presenta un suelo inestable.	Tipo de suelo	Arena	
							Grava	
							Limo	
							Arcilla	
						Clasificación de Suelos	AASHTO	
							SUCS	
			Resistencia del Suelo	Proctor Modificado				
				Capacidad de Soporte (CBR)				
¿Cuáles son las propiedades mecánicas que se mejoran al emplear el aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos?	Realizar la clasificación del suelo en el que se realizara el estudio comparativo empleando el aditivo PROES y CONSOLID.	Las propiedades mecánicas se mejoran considerablemente al emplear el aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos.						
¿Cuál es el óptimo porcentaje de Dosificación al emplear el aditivo PROES y CONSOLID que proporciona una mayor capacidad de soporte (CBR) del suelo, resistencia?	Calcular cual es el óptimo porcentaje de dosificación al emplear el aditivo PROES y CONSOLID que proporciona una mayor capacidad de soporte (CBR) del suelo, resistencia.	Al emplear el aditivo PROES y CONSOLID es indispensable determinar el óptimo porcentaje de Dosificación para conocer cual proporciona una mayor capacidad de soporte (CBR) del suelo, resistencia.						

Anexo 2 Validación de Instrumentos

Carta de presentación

Asunto: Validación de instrumentos
a través de juicio de expertos.

Ingeniero (a): Ricardo Francesco Davila Rios

Yo, CHÁVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO con DNI: 75450925, estudiante del décimo ciclo, de la carrera de Ingeniería civil con código de estudiante N° 6700251491 en la Universidad Cesar Vallejo sede Lima Norte. Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y agradecimiento desde ya, por su aporte como experto, así mismo, hacer de su conocimiento, que siendo estudiante de la asignatura de Desarrollo de Proyecto de Investigación (DPI), siguiendo con la metodología de investigación, se requiere la validación de los instrumentos con los cuales se hará la recolección de datos necesarios para el desarrollo del proyecto de investigación.

El título del proyecto de investigación es "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.". Y siendo requisito indispensable contar con la aprobación de profesionales especializados para poder hacer el uso de los instrumentos en mención, se ha considerado conveniente recurrir a su usted ante su connotada experiencia.

Expresando mi sentimiento de respeto y consideración me despido, no sin antes agradecerle por la atención que usted dispone a la presente

Atentamente



Tesista



Ingeniero Especialista

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.

Responsable : CHÁVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

Instrucción : Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación con la matriz de consistencia de la presente investigación, le solicito que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

l) Recolección de Datos

Progresiva				
Tipo de Tránsito	a) Muy liviano	b) Liviano	c) Pesado	d) Muy pesado
Tipo de Superficie	a) Pavimento	b) Asfalto	c) Afrmado	d) Trocha
Ancho de Plataforma				
Tipo de Falta	a) Abundamiento	b) Drenaje Inadecuado	c) Huecos en la vía	d) Sección inadecuada
Causas	a) Mantenimiento Inadecuado	b) Material Pobre	c) Diseño Inadecuado	d) Otras
FOTOGRAFÍA				

Validado por:



RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.F. N° 203355



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tezis : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.

Responsable : CHÁVEZ PAJUJUELO RAFAEL ANTONIO

Instrucción : Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación con la matriz de consistencia de la presente investigación, le solicito que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

II) Datos de Entrada

ENSAYO EN CAMPO		CLASIFICACIÓN DE SUELOS		CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)		COORDENADAS DEL LUGAR DE ESTUDIO (UTM)			FOTOGRAFÍA
CALICATA	MUESTRA	SUCS	AASHTO	NATURAL (PATRON)	100%	NORTE (WGS84)	ESTE (WGS84)	ALTITUD (MSNM)	
					66%				

Validado por:



**RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROCES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.

Responsable : CHÁVEZ PAUUELO RAFAEL ANTONIO

Instrucción : Luego de analizar y coleccionar el instrumento de investigación con la matriz de consistencia de la presente investigación, le solicito que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

III) Resistencia

ADITIVO	PROCTOR MODIFICADO			CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)		
	M.O.S (g/cm ³)	O.C.H (%)	M.O.S (g/cm ³)	O.C.H (%)	100%	95%
PROCES						
CONSOLID						

PUNTAJACIÓN GENERAL	
DEFICIENTE	00-05
ACEPTABLE	06-10
BUENO	11-15
EXCELENTE	16-20

OBSERVACIÓN:
Nota : 16

APELLIDOS Y NOMBRES	Ricardo Davila Rios
CIP	20335
GRADO ACADÉMICO	Ing. Civil

Validado por:

RICARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 20335

Carta de presentación

Asunto: Validación de instrumentos
a través de juicio de expertos.

Ingeniero (a): Solidad Aurilia Banda Susano

Yo, CHÁVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO con DNI: 75450925, estudiante del décimo ciclo, de la carrera de Ingeniería civil con código de estudiante N° 6700251491 en la Universidad Cesar Vallejo sede Lima Norte. Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y agradecimiento desde ya, por su aporte como experto, así mismo, hacer de su conocimiento, que siendo estudiante de la asignatura de Desarrollo de Proyecto de Investigación (DPI), siguiendo con la metodología de investigación, se requiere la validación de los instrumentos con los cuales se hará la recolección de datos necesarios para el desarrollo del proyecto de investigación.

El título del proyecto de investigación es "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.". Y siendo requisito indispensable contar con la aprobación de profesionales especializados para poder hacer el uso de los instrumentos en mención, se ha considerado conveniente recurrir a su usted ante su connotada experiencia.

Expresando mi sentimiento de respeto y consideración me despido, no sin antes agradecerle por la atención que usted dispone a la presente

Atentamente



Tesisista



Ingeniero Especialista

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.

Responsable : CHÁVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

Instrucción : Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación con la matriz de consistencia de la presente investigación, le solicito que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

I) Recolección de Datos

Progresiva				
Tipo de Tránsito	a) Muy liviano	b) Liviano	c) Pesado	d) Muy pesado
Tipo de Superficie	a) Pavimento	b) Asfalto	c) Afirmado	d) Trocha
Ancho de Plataforma				
Tipo de Falla	a) Ahueflamiento	b) Drenaje inadecuado	c) Huecos en la vía	d) Sección inadecuada
Causas	a) Mantenimiento inadecuado	b) Material Pobre	c) Diseño inadecuado	d) Otros
FOTOGRAFÍA				

Validado por:



SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANA
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROCES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018

Responsable : CHÁVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

Instrucción : Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación con la matriz de constancia de la presente investigación, le solicito que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

II) Datos de Entrada

ENSAYO EN CAMPO		CLASIFICACIÓN DE SUELOS		CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)		COORDENADAS DEL LUGAR DE ESTUDIO (UTM)			FOTOGRAFÍA
CALICATA	MUESTRA	SUCS	AASHTO	NATURAL (PATRON)	95%	NORTE (N63364)	ESTE (E70354)	ALTITUD (MSNM)	

Validado por:



SOLEDAD AURELLA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.

Responsable : CHÁVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

Instrucción : Luego de analizar y cotejar el Instrumento de Investigación con la matriz de consistencia de la presente investigación, le solicito que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho Instrumento para su aplicación.

III) Resistencia

ADITIVO	PROCTOR MODIFICADO			CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)		
	M.D.S (60cm)	O.C.H (%)	M.D.S (60cm)	O.C.H (%)	100%	95%
PROES					100%	95%
CONSOLID						

PUNTUACIÓN GENERAL	
DEFICIENTE	00-05
ACEPTABLE	06-10
BUENO	11-15
EXCELENTE	16-20

OBSERVACIÓN:
Nota: 15

APELLIDOS Y NOMBRES	Soledad Banda Suramar
CIP	67689
GRADO ACADÉMICO	Magister

Validado por:



SOLEDAD AURELIA BAZZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

Carta de presentación

Asunto: Validación de instrumentos
a través de juicio de expertos.

Ingeniero (a): RICARDO ALFREDO GONZALEZ ROLDAN

Yo, CHÁVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO con DNI: 75450925, estudiante del décimo ciclo, de la carrera de Ingeniería civil con código de estudiante N° 6700251491 en la Universidad Cesar Vallejo sede Lima Norte. Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y agradecimiento desde ya, por su aporte como experto, así mismo, hacer de su conocimiento, que siendo estudiante de la asignatura de Desarrollo de Proyecto de Investigación (DPI), siguiendo con la metodología de investigación, se requiere la validación de los instrumentos con los cuales se hará la recolección de datos necesarios para el desarrollo del proyecto de investigación.

El título del proyecto de investigación es "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.". Y siendo requisito indispensable contar con la aprobación de profesionales especializados para poder hacer el uso de los instrumentos en mención, se ha considerado conveniente recurrir a su usted ante su connotada experiencia.

Expresando mi sentimiento de respeto y consideración me despido, no sin antes agradecerle por la atención que usted dispone a la presente

Atentamente



Tesista



Ingeniero Especialista

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.

Responsable : CHÁVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

Instrucción : Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación con la matriz de consistencia de la presente investigación, le solicito que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

l) Recolección de Datos

Progresiva				
Tipo de Transito	a) Muy liviano	b) Liviano	c) Pesado	d) Muy pesado
Tipo de Superficie	a) Pavimento	b) Asfalto	c) Afirmado	d) Trocha
Ancho de Plataforma				
Tipo de Falla	a) Ahuecamiento	b) Drenaje inadecuado	c) Huecos en la via	d) Sección inadecuada
Causas	a) Mantenimiento inadecuado	b) Material Pobre	c) Diseño inadecuado	d) Otros
FOTOGRAFIA				

Validado por:



RICARDO ALFREDO
GONZÁLES ROLDAN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 49217

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROCES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018

Responsable : CHÁVEZ PALUELO RAFAEL ANTONIO

Instrucción : Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación con la matriz de consistencia de la presente investigación, le solicito que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

ii) Datos de Entrada

ENSAYO EN CAMPO		CLASIFICACIÓN DE SUELOS		CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)		COORDENADAS DEL LUGAR DE ESTUDIO (UTM)			FOTOGRAFÍA
CALICATA	MUESTRA	SUCS	ASHTO	NATURAL (PATRON)	95%	NORTE (WGS84)	ESTE (WGS84)	ALTITUD (MSNM)	
				100%	95%				

Validado por:



RICARDO ALFREDO GONZALES RULBANI
INGENIERO CIVIL
Rgs- CR N° 65337



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.

Responsable : CHÁVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

Instrucción : Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación con la matriz de consistencia de la presente investigación, le solicito que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

III) Resistencia

ADITIVO	PROCTOR MODIFICADO			CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)				
	M.D.S. (g/cm ³)	O.C.H. (%)	M.D.S. (g/cm ³)	O.C.H. (%)	100%	95%	100%	95%
PROES								
CONSOLID								

PUNTUACIÓN GENERAL	
DEFICIENTE	00-06
ACEPTABLE	06-10
BUENO	11-15
EXCELENTE	16-20

OBSERVACIÓN:
Nota: 74

APELLIDOS Y NOMBRES	GONZALEZ COLDAN ERICARDO
CIP	62217
GRADO ACADEMICO	MSc. Geotecnia y Paviment

Validado por:

RICARDO ALFREDO GONZÁLES ROLBAN
 INGENIERO CIVIL
 Reg.- CIP N° 62217

Anexo 3 Resultados de ensayos de laboratorio

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108 - 2000 / NTP 339.127:1998
ASTM D 2216-05 / ASHTO T - 265**

CÓDIGO : FC - 04
VERSIÓN : 1.0
VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018

UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA

REGISTRO : 083-2018/JR

CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

FECHA : 09/10/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.


IDENTIFICACIÓN : C-01 / M-2 / Prof.: 0.20 m - 0.60 m

DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad

DENOMINACIÓN		CONTENIDO DE HUMEDAD
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	277.4
Peso cápsula + suelo seco	(g)	267.7
Peso del Agua	(g)	19.7
Peso de la cápsula	(g)	131.4
Peso del suelo seco	(g)	128.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	15.6

OBSERVACIONES:

Muestra tomada e identificada por el solicitante.


**RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355**

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS MATERIALES MAS FINOS QUE EL DE 75 µm (N° 200) MTC E 137 - 2000 / NTP 339.132:1999 ASTM D 1140:00 / AASHTO T - 11	CÓDIGO : FC - 03
	VERSIÓN : 1.0
	VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018

UBICACIÓN : VILLA RICA - OKAPAMPA **REGISTRO :** 063-2018UR

CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO **FECHA :** 09/10/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

IDENTIFICACIÓN : C-01 - M-2 / Prof: 0.20 m - 0.60 m

DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad

DENOMINACIÓN		MATERIAL PASANTE QUE EL TAMIZ N° 200 (75 µm)
Porcentaje de la Fracción Fina	(%)	100.0
Peso suelo seco + cápsula - Inicial	(g)	296.3
Peso suelo seco + cápsula - final	(g)	60.4
Peso del material pasante por la Malla N° 200	(g)	235.9
Peso de la cápsula	(g)	37.0
Peso del suelo seco Inicial	(g)	258.4
MATERIAL PASANTE POR LA MALLA N° 200	(%)	91.3

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el robotante



RF

RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jrgeoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2000 / MTC E 111 - 2000 NTP 339.129-1999 / ASTM D 4318-05 AASHTO T-89 / AASHTO T-90	CÓDIGO : FC - 05
	VERSIÓN : 1.0
	VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLIO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018	REGISTRO : 083-2018/R
UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA	FECHA : 09/10/2018
CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO	

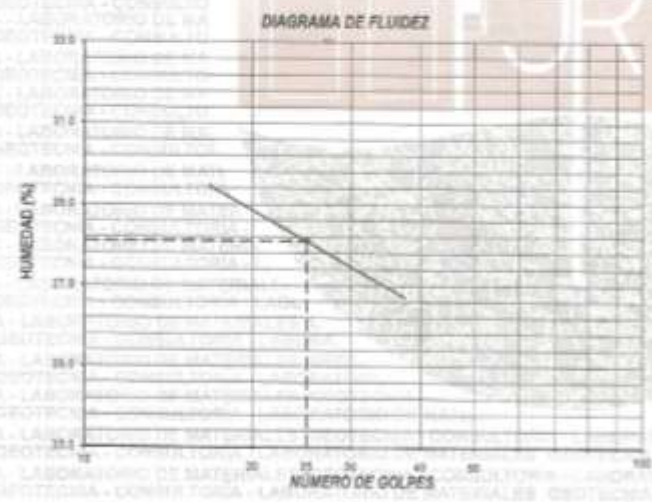
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

IDENTIFICACIÓN : C-01: B-2 / Prof: 0.20 m - 0.80 m

DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°						
Cápsula N°	193	135	762	14	292	104
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	32.51	32.04	36.35	33.83	26.81	25.87
Peso cápsula + suelo seco (g)	29.4	28.89	32.38	29.74	25.07	24.16
Peso del Agua (g)	3.11	3.15	3.97	4.09	1.74	1.69
Peso de la cápsula (g)	18.60	17.72	18.01	14.67	15.18	14.96
Peso del suelo seco (g)	10.71	11.17	14.37	15.07	9.89	9.22
Contenido de humedad (%)	29.04	28.20	27.63	27.14	17.59	18.33
Número de golpes	19	24	29	33		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	28.2
LÍMITE PLÁSTICO (%)	18.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.0

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado al material posante la malla N° 40.
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPLUNTO"
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

RFR

RICCARDO FRANCESCO
DANILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355

982 840 339 / 956 363 147

r.diaz@jrgeoconsultores.com

jrgeoconsultores@gmail.com

proyectos@jrgeoconsultores.com

Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2000 / NTP 330.128:1999 ASTM D 422-63(2002) / AASHTO T - 88		CÓDIGO : FC - 02 VERSIÓN : 1.0 VIGENCIA : 31/12/2018
--	--	--

PROYECTO	ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROCS Y GONGÓLO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES 2018	
UBICACIÓN	VELLA RICA - OXAFAMPA	
CLIENTE	CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO	FECHA : 09/10/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRIA

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

IDENTIFICACIÓN : C-01 - M-3 / Prof.: 0.60 m - 1.50 m

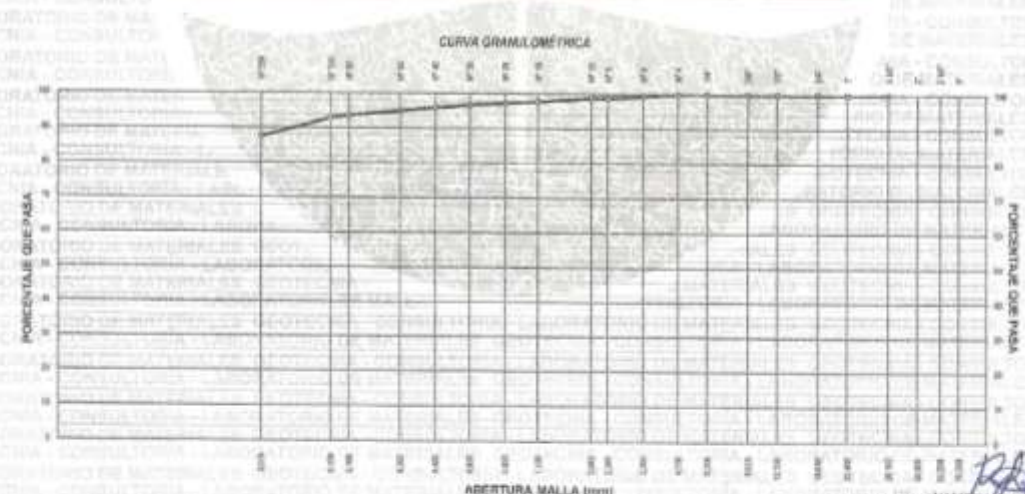
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS						CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
SERIE	MILLAS	ABERTURA (mm)	RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	
AMERICANA							
		2"	76.205				Material < 2"
		7 1/2"	63.600				Material Ret. 2"
		2"	50.800				Material Ret. 3/4"
		1 1/2"	38.100				Material Ret. 3/8"
		3/4"	25.400				Material Ret. N°4
		3/8"	19.000				Material < N°4
		1/2"	12.700				30.214.0 g
		3/8"	4.525				100.0 %
		1/4"	4.350				
		N°4	4.750			100.0	
		N°6	3.300	1.4	0.8	99.4	
		N°10	2.000	0.0	1.1	99.9	
		N°15	1.180	2.5	1.1	97.8	
		N°20	0.850	1.2	2.7	97.7	
		N°30	0.600	1.4	3.3	96.7	
		N°40	0.425	1.7	4.0	95.0	
		N°60	0.250	3.3	5.9	94.0	
		N°80	0.180	3.3	6.8	93.2	
		N°100	0.150	1.4	7.0	93.0	
		N°200	0.075	12.8	12.8	87.2	
		200	MTC E 107-2000	203.3	47.4	100.0	

FRACCIÓN FINA (PASA N° 4)	
Peso seco antes del lavado + Tamis	277.3 g
Peso seco después del lavado + Tamis	72.5 g
Peso del Tamis	42.8 g

FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS	
Tamaño Máximo (mm)	4.750
Porcentaje de Grava 3" > N° 4	(%)
Porcentaje de Arena N° 200 < N° 4	(%)
Porcentaje de Pas. N° 200	(%)

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Límite Líquido (NL)	30.0
Límite plástico (PL)	21.0
Índice plástico (PI)	9.0
Clasificación SUCS	ASTM D 2487-08 CL
Clasificación AASHTO	ASTM D 3082 A-4 (7)

DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
SUCS	Argila de baja plasticidad
AASHTO	Arg-Melo



OBSERVACIONES : Muestra tomada e identificada por el solicitante

TARDO FRANCESCO
 AVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 203355
 982 840 339 / 956 363 147
 t.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2000 / NTP 339.127.1998 ASTM D 2216-05 / ASHTO T - 265	CÓDIGO :	FC - 04
	VERSIÓN :	1.0
	VIGENCIA :	31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2016

UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA **REGISTRO** : 063-2016/JR

CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO **FECHA** : 09/10/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

IDENTIFICACIÓN : C-01 / M-3 / Prof: 0.60 m - 1.30 m


DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad

DENOMINACIÓN	UNIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	351.0
Peso cápsula + suelo seco	(g)	303.5
Peso del Agua	(g)	47.5
Peso de la cápsula	(g)	76.2
Peso del suelo seco	(g)	227.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.9

OBSERVACIONES:

- Muestra turnada e identificada por el solicitante


RICCARDO FRANCESCO
DAMLA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355

982 840 339 / 956 363 147 
r.diaz@jrgeoconsultores.com 
jrgeoconsultores@gmail.com 
proyectos@jrgeoconsultores.com 
Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24 
San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS MATERIALES MAS FINOS QUE EL DE 75 µm (N° 200) MTC E 137 - 2000 / NTP 339.132:1999 ASTM D 1140:00 / AASHTO T - 11	CÓDIGO :	FC - 03
	VERSIÓN :	1.0
	VIGENCIA :	31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROCS Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018

UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA **REGISTRO** : 083-2018/JR

CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO **FECHA** : 09/10/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

IDENTIFICACIÓN : C-01 / M-3 / Prof.: 0.60 m - 1.50 m

DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad

DENOMINACIÓN	MATERIAL PASANTE QUE EL TAMIZ N° 200 (75 µm)
Porcentaje de la Fracción Fina (%)	100.0
Peso suelo seco + cápsula - inicial (g)	277.3
Peso suelo seco + cápsula - final (g)	72.0
Peso del material pasante por la Malla N° 200 (g)	205.3
Peso de la cápsula (g)	42.8
Peso del suelo seco inicial (g)	234.5
MATERIAL PASANTE POR LA MALLA N° 200 (%)	87.5

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante


**RICCARDO FRANCESCO
DÁVILA RÍOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355**

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2000 / MTC E 111 - 2000 NTP 339.129-1999 / ASTM D 4318-05 AASHTO T-89 / AASHTO T-90	CÓDIGO : FC - 05
	VERSIÓN : 1.0
	VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018
UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA **REGISTRO :** 083-2018/JR
CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO **FECHA :** 09/10/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
IDENTIFICACIÓN : C-01 / M-3 / Prof. 0.80 m - 1.50 m
DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°	1	2	3	4	1	2
Cápsula N°	201	4	1	221	10	252
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	34.31	31.19	30.76	31.82	30.71	28.98
Peso cápsula + suelo seco (g)	29.73	27.17	27.72	28.67	28.05	26.97
Peso del Agua (g)	4.58	4.02	3.04	3.15	2.66	2.01
Peso de la cápsula (g)	15.32	14.14	17.54	17.91	15.00	17.31
Peso del suelo seco (g)	14.41	13.03	10.18	10.76	12.55	9.66
Contenido de humedad (%)	31.78	30.85	29.85	29.28	21.20	20.81
Número de golpes	16	20	27	32	--	--



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	30.8
LÍMITE PLÁSTICO (%)	21.6
ÍND. PLASTICIDAD (%)	9.0

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado al material pasando la malla N° 40.
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.


RICARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. GIP N° 203355

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 197 - 2000 / NTP 339.126-1999 ASTM D 422-63(2002) / AASHTO T - 88	CÓDIGO : FC - 02 VERSIÓN : 1.0 VIGENCIA : 26/12/2018
--	---

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO SWR/EANDO EL ACTIVO PRICE Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VICINALES 2018

UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA **REGISTRO :** 083-2018UR

CLIENTE : CHAVEZ PABLO RAFAEL ANTONIO **FECHA :** 08/10/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PRESENTACIÓN : 01 saco de polipropileno.

IDENTIFICACIÓN : C-02 - M-2 / Prof. 0.20 m - 0.40 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETENIDO		PASAJE (%)	
		RETENIDO (g)	PARCIAL (%)		
2"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
1/4"	6.300				
Nº 4	4.750				
Nº 8	2.360				
Nº 10	2.000				
Nº 15	1.180				
Nº 20	0.850				100.0
Nº 30	0.600	1.1	3.5	96.5	
Nº 40	0.425	0.0	5.9	94.1	
Nº 60	0.250	0.0	11.5	88.5	
Nº 80	0.180	1.8	21.8	78.2	
Nº 100	0.150	0.0	1.2	98.7	
Nº 200	0.075	12.4	4.8	87.6	
300	MTC E 197-2000	206.0	31.9	100.0	

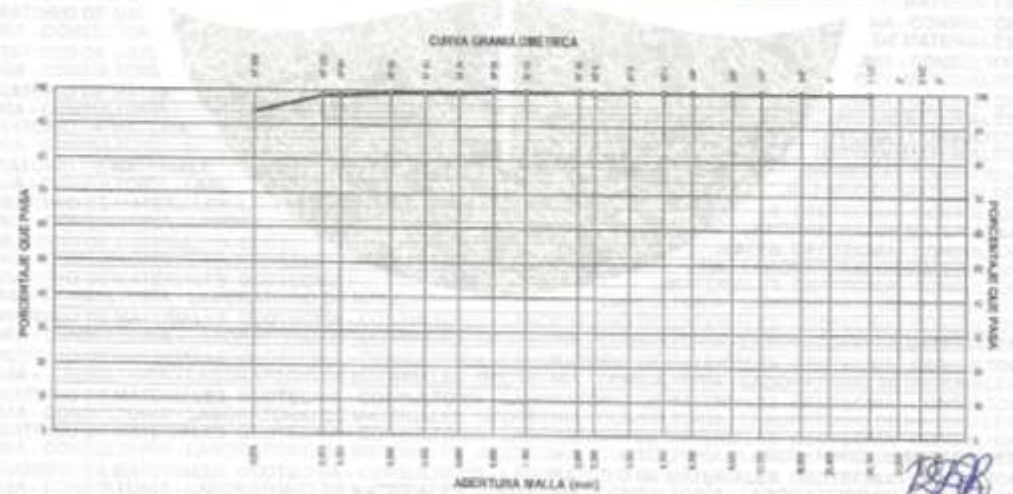
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Muestra Seca Inicial	38.954 g	100.0 %
Muestra + 2"		
Muestra Ret. 2"		
Muestra Ret. 3/4"		
Muestra Ret. 3/8"		
Muestra Ret. Nº 4		
Muestra + Nº 4	38.954 g	100.0 %

FRACCIÓN FINA (PASA Nº 4)	
Peso seco antes del lavado + Tamis	25.9 g
Peso seco después del lavado + Tamis	54.9 g
Peso del Tamis	41.8 g

FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS	
Tamaño Máximo (mm)	0.850
Porcentaje de Grava 3" + Nº 4	(%)
Porcentaje de Arena Nº 200 + Nº 4	(%)
Porcentaje de Fines Nº 200	(%)

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Límite líquido (%)	33.0
Límite plástico (%)	28.0
Índice plástico (%)	26.0
Clasificación SUCS	ASTM D 2487-05 OL
Clasificación AASHTO	ASTM D 3282 A-7.4(2)

DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
SUCS	Arcilla de alta compresibilidad alto plasticidad
AASHTO	1 clay



OBSERVACIONES: Muestra tomada e identificada por el subterráneo.


**RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS**
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 203355
 982 840 339 / 956 363 147
 rdiaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108 - 2000 / NTP 339.127:1998
ASTM D 2216-05 / ASHTO T - 265**

CÓDIGO : FC - 04
VERSIÓN : 1.0
VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018

UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA

REGISTRO : 083-2018/JR

CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

FECHA : 09/10/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

IDENTIFICACIÓN : C-02 / M-2 / Prof.: 0.20 m - 0.80 m

DESCRIPCIÓN : Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad

DENOMINACIÓN		CONTENIDO DE HUMEDAD
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	336.7
Peso cápsula + suelo seco	(g)	281.2
Peso del Agua	(g)	57.5
Peso de la cápsula	(g)	84.2
Peso del suelo seco	(g)	197.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.2

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.


**RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355**

982 840 339 / 956 363 147
 rdiaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS MATERIALES MAS FINOS QUE EL DE 75 µm (N° 200) MTC E 137 - 2000 / NTP 339.132-1999 ASTM D 1140:00 / AASHTO T - 11	CÓDIGO : FC - 03
	VERSIÓN : 1.0
	VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018
UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA **REGISTRO** : 083-2018UR
CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO **FECHA** : 09/10/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
IDENTIFICACIÓN : C-02 / M-2 / Prof. 0.20 m - 0.60 m
DESCRIPCIÓN : Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad

DENOMINACIÓN		MATERIAL PASANTE QUE EL TAMIZ N° 200 (75 µm)
Porcentaje de la Fracción Fina	(%)	100.0
Peso suelo seco + cápsula - inicial	(g)	259.0
Peso suelo seco + cápsula - final	(g)	54.9
Peso del material pasante por la Malla N° 200	(g)	205.0
Peso de la cápsula	(g)	41.8
Peso del suelo seco inicial	(g)	218.3
MATERIAL PASANTE POR LA MALLA N° 200	(%)	91.9

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante




**RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355**

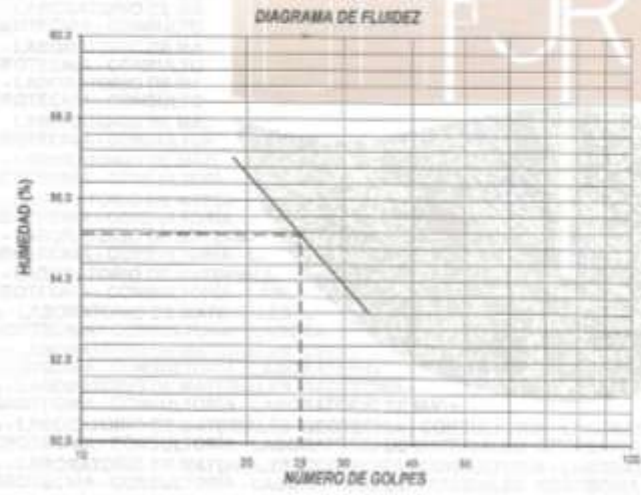
982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2000 / MTC E 111 - 2000 NTP 339.129-1999 / ASTM D 4318-05 AASHTO T-89 / AASHTO T-90	CÓDIGO :	FC - 05
	VERSIÓN :	1.0
	VIGENCIA :	31/12/2018
	REGISTRO :	063-2018/JR

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PRIOS Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018
UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA
CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO
FECHA : 09/10/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
IDENTIFICACIÓN : C-02 / M-2 / Prof.: 0.20 m - 0.60 m
DESCRIPCIÓN : Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°	18	30	7	63	34	36
Cápsula N°						
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	40.02	31.29	36.23	39.07	34.41	31.76
Peso cápsula + suelo seco (g)	30.96	25.63	28.58	31.73	30.87	28.77
Peso del Agua (g)	9.06	5.66	7.65	7.34	3.54	2.99
Peso de la cápsula (g)	15.07	15.41	14.46	17.96	18.76	18.40
Peso del suelo seco (g)	15.89	10.22	14.12	13.78	12.11	10.37
Contenido de humedad (%)	57.02	55.38	54.18	53.27	29.23	28.83
Número de golpes	19	24	29	33	-	-



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	55.2
LÍMITE PLÁSTICO (%)	20.0
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	35.2

OBSERVACIONES:
 Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
 Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
 Muestra tomada e identificada por el solicitante.


RICCARDO FRANCESCO DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. GIP N° 200355

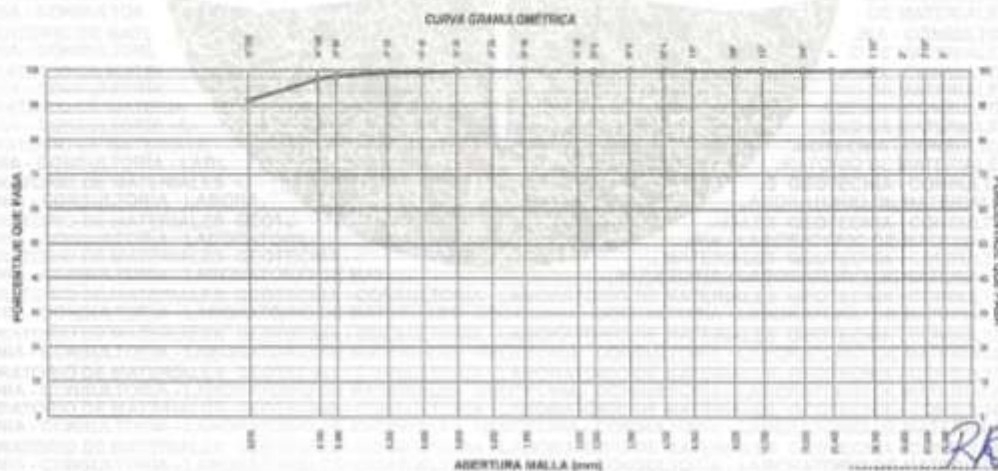
982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2000 / NTP 339.128:1999 ASTM D 422-63(2002) / AASHTO T - 88	CÓDIGO : FC-02 VERSIÓN : 1.0 VIGENCIA : 31/12/2018
--	---

PROYECTO	ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMBIOS VECINALES 2018	REGISTRO	083-2018UR
UBICACIÓN	VILLA RICA - OXAPAMPA	FECHA	06/10/2018
CLIENTE	CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO		

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
PRESENTACION : 01 Saco de polipropileno.
IDENTIFICACIÓN : C-02 / M-3 / Prot. 0.50 m x 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS						CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)			
2"	76.200					Muestra Saca Inicial	41,215.0 g	100.0 %
2 1/2"	63.500					Material > 2"		..
2"	50.800					Material Ret. 2"		..
1 1/2"	38.100					Material Ret. 3/4"		..
1"	25.400					Material Ret. 3/8"		..
3/4"	19.000					Material Ret. N°4		..
1/2"	12.500					Material + N°4	41,215.0 g	100.0 %
3/8"	9.525					FRACCIÓN FINA (PASA N° 4)		
1/4"	6.350					Peso seco antes del lavado + Torno		272.4 g
N° 4	4.750					Peso seco después del lavado + Torno		80.9 g
N° 6	3.350					Peso del Torno		41.0 g
N° 8	2.360					FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS		
N° 10	2.000					Tamaño Máximo (mm)		5.000
N° 15	1.180					Porcentaje de Grava 3" x N° 4 (%)		..
N° 20	0.850					Porcentaje de Arena N° 200 < N° 4 (%)		8.8
N° 30	0.600					Porcentaje de Pas. N° 200 (%)		91.4
N° 40	0.425	1.7	0.5	0.5	100.7	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
N° 50	0.300	0.0	0.0	0.0	99.5	Límite líquido (LU)		31.0
N° 60	0.250	2.4	7.1	7.6	88.4	Límite plástico (PL)		26.0
N° 75	0.200	1.5	0.7	2.3	87.7	Índice plástico (PI)		25.0
N° 100	0.150	14.2	6.3	8.6	91.4	Clasificación SUCS	ASTM D 2487-08	CH
N° 200	0.075	211.6	51.4	100.0		Clasificación AASHTO	ASTM D 3282	A-7-6 (25)
-200	MTC E 107-2000					DESCRIPCIÓN DEL SUELO		
						SUCS	/ Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad	
						AASHTO	/ Mfv	



OBSERVACIONES
 - Muestra húmeda e identificada por el solicitante


**RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS**
 INGENIERO CIVIL
 Ren. CIP N° 202355

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2000 / NTP 339.127.1996 ASTM D 2216-05 / ASHTO T - 265	CÓDIGO	: FC - 04
	VERSIÓN	: 1.0
	VIGENCIA	: 31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECNALES, 2018
UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA **REGISTRO** : 083-2018/JR
CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO **FECHA** : 09/10/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
IDENTIFICACIÓN : C-02 / M-3 / Prof. 0.50 m - 1.50 m
DESCRIPCIÓN : Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad

DENOMINACIÓN		CONTENIDO DE HUMEDAD
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	354.8
Peso cápsula + suelo seco	(g)	309.4
Peso del Agua	(g)	45.4
Peso de la cápsula	(g)	121.5
Peso del suelo seco	(g)	187.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.1

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante




RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Rég. CIP N° 203355

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS MATERIALES MAS FINOS QUE EL DE 75 µm (N° 200) MTC E 137 - 2000 / NTP 339.132:1999 ASTM D 1140:00 / AASHTO T - 11	CÓDIGO :	FC - 03
	VERSIÓN :	1.0
	VIGENCIA :	31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018

UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA **REGISTRO** : 083-2018/JR

CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO **FECHA** : 09/10/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
IDENTIFICACIÓN : C-02 - M-3 / Prof.: 0.60 m - 1.50 m
DESCRIPCIÓN : Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad

DENOMINACIÓN	UNIDAD	MATERIAL PASANTE QUE EL TAMIZ N° 200 (75 µm)
Porcentaje de la Fracción Fina	(%)	100.0
Peso suelo seco + cápsula - inicial	(g)	272.4
Peso suelo seco + cápsula - final	(g)	60.8
Peso del material pasante por la Malla N° 200	(g)	211.6
Peso de la cápsula	(g)	41.0
Peso del suelo seco inicial	(g)	231.4
MATERIAL PASANTE POR LA MALLA N° 200	(%)	91.4

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.




RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

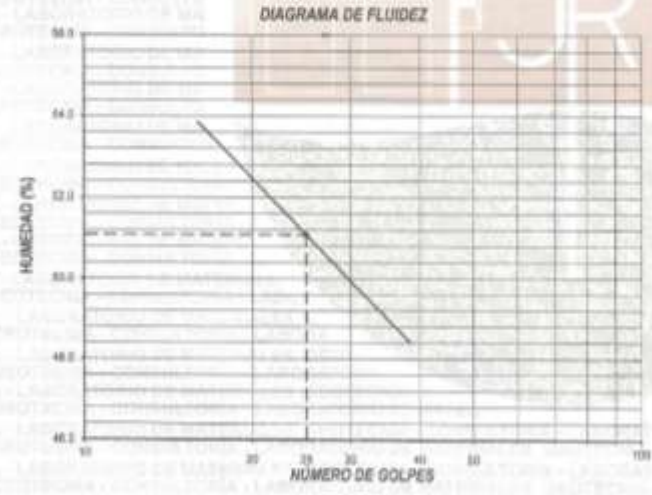
982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2000 / MTC E 111 - 2000 NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318-05 AASHTO T-89 / AASHTO T-90	CÓDIGO : FC - 05 VERSIÓN : 1.0 VIGENCIA : 31/12/2018
---	---

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018
UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAFAMPA **REGISTRO :** 083-2018/JR
CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO **FECHA :** 09/10/2018

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
IDENTIFICACIÓN : C-02 / M-3 / Prof.: 0.60 m - 1.50 m
DESCRIPCIÓN : Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°						
Cápsula N°	124	90	49	208	60	35
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	34.1	38.82	32.21	31.58	30.18	33.04
Peso cápsula + suelo seco (g)	27.96	30.87	26.9	25.93	27.66	29.98
Peso del Agua (g)	6.14	7.95	5.31	5.65	2.50	3.06
Peso de la cápsula (g)	16.58	15.71	16.42	14.52	17.86	18.40
Peso del suelo seco (g)	11.4	15.16	10.48	11.41	9.80	11.58
Contenido de humedad (%)	53.86	52.44	50.67	49.52	25.51	26.42
Número de golpes	16	20	27	32	--	--



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	51.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	26.0
ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	25.0

OBSERVACIONES:
 - Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40
 - Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.


RICCARDO FRANCESCO DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 293355

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 ASTM D 1557-02 / NTP 339.141:1999
 MTC E 115 - 2000 / AASHTO T-180

CÓDIGO : FS - 000
 VERSIÓN : 1.0
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROCES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 3018

UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA

CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

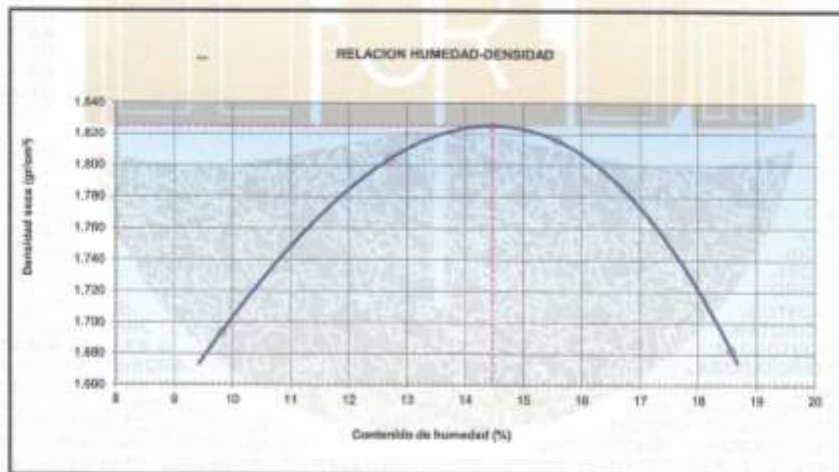
IDENTIFICACIÓN : C-01 / M-3 / Prof: 0.60 m - 1.50 m
 Material Natural

CLASF. (SUCS) : CL
 CLASF. (AASHTO) : A-4 (7)

DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad

Método A

Numero de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	3718.00	3803.00	3940.00	3848.00	
Peso molde	gr	1949.00	1949.00	1949.00	1949.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1769.00	1854.00	1990.00	1897.00	
Volumen del molde	cm ³	951.00	951.00	951.00	951.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.860	1.949	2.093	1.995	
Recipiente N°		234	198	186	210	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	242.00	237.30	243.00	211.00	
Peso del suelo seco + tara	gr	226.30	216.50	217.40	198.40	
Tara	gr	40.30	32.90	48.10	60.70	
Peso de agua	gr	16.30	20.80	26.40	25.20	
Peso del suelo seco	gr	186.00	183.60	169.30	135.70	
Contenido de agua	%	8.82	12.71	15.58	18.57	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.964	1.964	1.816	1.482	
Densidad máxima (gr/cm ³)						1.825
Humedad óptima (%)						14.5



REFERENCIA

ASTM D 1557-02 Standard test method for CBR (California bearing ratio) of laboratory-compacted soils
 ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 2000 9.680 (2700 91-160)

OBSERVACIONES

- Muestra tomada e identificada por personal del Solicitante.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 20335*

938 385 323 / 955 088 036
 c.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
ASTM D 1883 - MTC E 132

CÓDIGO : FS - 007
VERSIÓN : 1.0
VIGENCIA : 31/10/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018

UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA

CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

IDENTIFICACIÓN : C-01 : M-3 / Prol: 0.60 m - 1.50 m
Material Natural

CLASF. (SUCS) : CL

CLASF. (AASHTO) : A-4 (7)

DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad

Molde N°	20		31		30	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	50		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	4294.00	4294.00	4527.00	4527.00	4993.00	4993.00
Peso del suelo húmedo (g)	4389.00	4389.00	4219.00	4219.00	4010.00	4010.00
Volumen del molde (cm ³)	2110.55	2110.55	2127.66	2127.66	2134.06	2134.06
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.064	2.064	1.963	1.963	1.879	1.879
Tara (N°)	143	143	171	171	145	145
Peso suelo húmedo + tara (g)	295.40	295.40	321.70	321.70	298.40	298.40
Peso suelo seco + tara (g)	256.80	256.80	265.80	265.80	212.00	212.00
Peso de tara (g)	52.10	52.10	40.80	40.80	37.10	37.10
Peso de agua (g)	29.60	29.60	32.10	32.10	25.50	25.50
Peso de suelo seco (g)	206.70	206.70	219.30	219.30	175.00	175.00
Contenido de humedad (%)	14.3	14.3	14.6	14.6	14.5	14.5
Densidad seca (g/cm ³)	1.822	1.822	1.738	1.738	1.641	1.641

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/10/2018	09:00	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
11/10/2018	09:06	24	3.0	0.076	0.07	6.0	0.152	0.13	9.0	0.229	0.20
12/10/2018	09:12	48	6.0	0.127	0.11	9.0	0.203	0.18	14.0	0.356	0.31
13/10/2018	09:18	72	7.0	0.178	0.15	10.0	0.254	0.22	15.0	0.381	0.33
14/10/2018	09:24	96	8.0	0.203	0.18	12.0	0.305	0.26	17.0	0.432	0.37

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 25				MOLDE N° 31				MOLDE N° 30			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.200		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.835		15.0	18.2			10.3	14.0			7.7	11.0		
1.270		17.7	40.9			27.1	30.3			18.3	22.7		
1.905		61.4	94.5			44.2	47.3			31.7	34.9		
2.540	70.5	80.2	89.2	88.3	6.2	52.1	85.2	84.5	4.6	44.5	47.6	47.3	3.3
3.810		135.7	138.5			97.7	100.7			70.1	73.1		
5.080	105.7	195.8	189.2	189.9	8.9	134.3	137.1	137.7	6.5	96.4	98.4	98.8	4.7
6.350		234.3	236.8			160.7	171.4			121.8	123.9		
7.620		277.5	275.8			198.8	202.4			143.3	146.1		
10.100		326.2	326.4			234.9	237.3			166.5	171.2		

REFERENCIA

ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 58000 ft-lbf/ft³ (2700 kN-m/m³)

OBSERVACIONES

- Muestra tomada e identificada por personal del solicitante.

RF

RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

938 385 323 / 955 088 036

c.diaz@jrgeoconsultores.com

jr.geoconsultores@gmail.com

j.oyarce@jrgeoconsultores.com

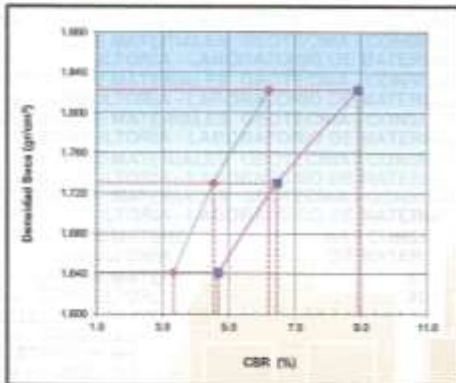
Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
San Martín de Porres - Lima

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
ASTM D 1883 - MTC E 132**

CÓDIGO : FS - 007
 VERSIÓN : 1.0
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMBIOS VECINALES, 2018
 UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA
 CUENTE : CHAVEZ FAJUELO RAFAEL ANTONIO

IDENTIFICACIÓN : C-91 - M-2 / Prof: 0.88 m - 1.50 m
 Material Natural
 DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad
 CLASIF. (SUCS) : CL
 CLASIF. (AASHTO) : A-4 (7)

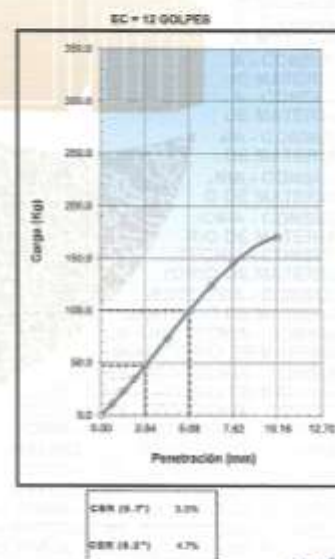
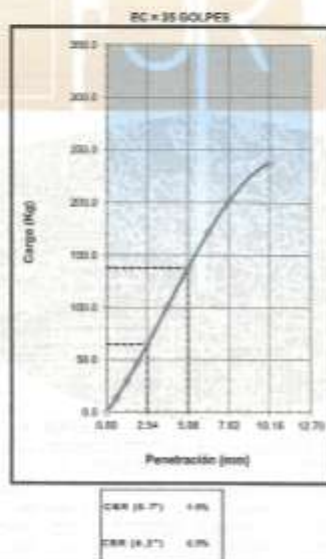
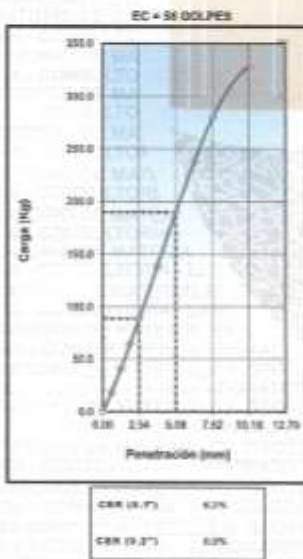


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.625
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 14.5
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.734
 DENSIDAD IN SITU (g/cm³) : -

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	0.2	0.2"	0.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	4.0	0.2"	0.5

RESULTADOS CBR a 1":
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. * 4.5 (%)

OBSERVACIONES:



REFERENCIA :
 ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils.
 ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 9000 ft-lbf (2700 kJ-m²)

OBSERVACIONES :
 - Muestra tomada e identificada por personal del solicitante.

**RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 27337**

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557-02 / NTP 338.141:1999
MTC E 115 - 2000 / AASHTO T-180

CÓDIGO : P9 - 008

VERSIÓN : 1.0

VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROBE Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018

UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA

CLIENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

IDENTIFICACIÓN : C-02 : W-3 / Prof: 0.90 m - 1.50 m

CLASF. (SUCS) : CH

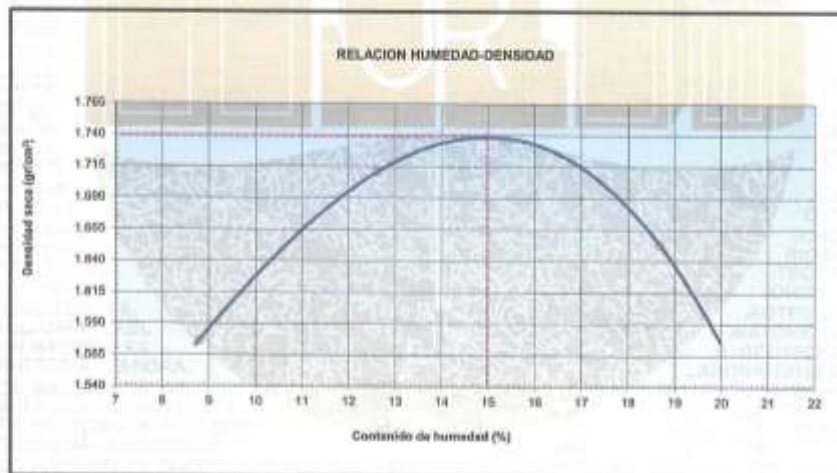
Material Natural

CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (25)

DESCRIPCIÓN : Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad

Metodo A

Numero de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	3681.00	3781.00	3855.00	3815.00	
Peso molde	gr	1949.00	1949.00	1949.00	1949.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1832.00	1832.00	1906.00	1866.00	
Volumen del molde	cm ³	951.00	951.00	951.00	951.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.918	1.928	2.004	1.962	
Recipiente N°		175	219	14	221	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	369.70	280.80	229.50	246.30	
Peso del suelo seco + tara	gr	251.30	254.80	204.00	214.80	
Tara	gr	42.30	46.10	44.20	46.20	
Peso de agua	gr	19.40	26.30	24.80	31.00	
Peso del suelo seco	gr	208.00	208.50	160.70	168.60	
Contenido de agua	%	8.89	12.81	15.31	18.68	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.577	1.711	1.738	1.683	
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.739
<i>Humedad óptima (%)</i>						15.2



REFERENCIA :

ASTM D 1557-02 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory compacted soils
ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - (4880 9.64/03 (2700 04-1-04/02))

OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por personal del Solicitante.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

RFR

**RICCARDO FRANCESCO
DÁVILA RÍOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355**

938 385 323 / 955 088 036

r.diaz@jrgeoconsultores.com

jr.geoconsultores@gmail.com

j.oyarce@jrgeoconsultores.com

Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
San Martín de Porres - Lima

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
ASTM D 1883 - MTC E 132

CÓDIGO : FS - 007
VERSIÓN : 1.0
VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018
UBICACIÓN : VELA RICA - OXAPAMPA
CUENTE : CHAVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

IDENTIFICACIÓN : C-02 : N-3 / Prot. 0.69 m - 1.50 m
Material Natural
DESCRIPCIÓN : Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad
CLASIF. (SUCS) : CH
CLASIF. (AABHTO) : A-7-6 (26)

Molde N°	21		18		30	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	50		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8821.00		9021.00		8999.00	
Peso de molde (g)	4567.00		4910.00		5003.00	
Peso del suelo húmedo (g)	4254.00		4072.00		3796.00	
Volumen del molde (cm ³)	2130.40		2144.53		2114.94	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.001		1.899		1.798	
Tara (N°)	149		250		5	
Peso suelo húmedo + tara (g)	333.70		306.55		320.10	
Peso suelo seco + tara (g)	285.30		275.60		284.30	
Peso de tara (g)	36.50		50.30		44.10	
Peso de agua (g)	37.40		33.90		35.80	
Peso de suelo seco (g)	245.60		224.60		240.20	
Contenido de humedad (%)	15.2		15.1		14.9	
Densidad seca (g/cm ³)	1.737		1.650		1.583	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/10/2018	08:30	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
11/10/2018	08:36	24	26.0	0.880	0.57	38.0	0.891	0.85	50.0	1.490	1.29
12/10/2018	08:42	48	36.0	0.914	0.70	48.0	1.219	1.05	64.0	1.626	1.40
13/10/2018	08:46	72	41.0	1.041	0.90	50.0	1.270	1.09	70.0	1.778	1.53
14/10/2018	08:54	96	48.0	1.219	1.05	58.0	1.422	1.23	75.0	1.905	1.64

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 21				MOLDE N° 18				MOLDE N° 30			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.500		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635		12.4	16.6			8.0	12.2			8.4	8.7		
1.270		31.4	34.6			22.0	25.8			16.2	19.4		
1.905		51.1	54.2			30.0	40.0			25.4	29.5		
2.540	70.5	71.5	74.5	74.1	0.2	51.7	54.8	54.3	3.8	37.1	40.3	40.0	2.8
3.175		113.0	115.9			61.3	64.3			50.4	61.5		
5.080	105.7	155.2	158.3	168.7	7.4	111.3	114.8	115.3	5.4	80.0	83.3	83.7	3.9
6.350		185.1	197.7			140.4	143.2			105.6	103.7		
7.620		231.1	233.6			188.4	189.1			119.4	122.3		
10.160		271.0	273.0			195.4	196.0			149.3	143.0		

REFERENCIA : ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 (5.6kN) (2700 Wt-mb3)


RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
N.º CIP N° 27111

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por personal del solicitante.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

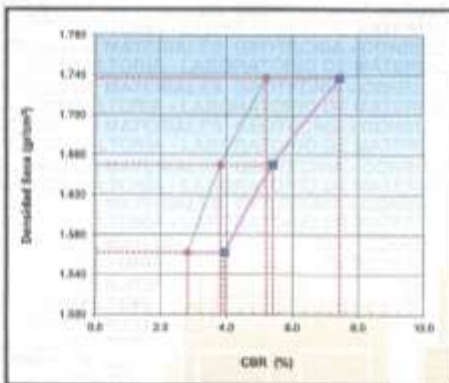
938 385 323 / 955 088 036
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
j.oyarce@jrgeoconsultores.com
Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
San Martín de Porres - Lima

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
ASTM D 1883 - MTC E 132

CÓDIGO : FS-007
VERSIÓN : 1.0
VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018
UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA
CLIENTE : CHÁVEZ PAJUELO RAFAEL ANTONIO

IDENTIFICACIÓN : C-02 - M-3 / Prof: 0.88 m - 1.50 m CLASIF. (SUCS) : OH
DESCRIPCIÓN : Arcilla de alta compresibilidad alta plasticidad CLASIF. (AASHTO) : A-7-6 (28)

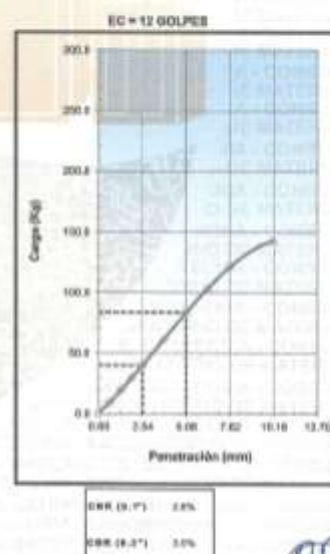
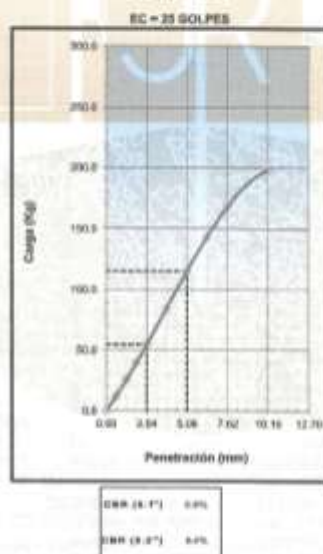
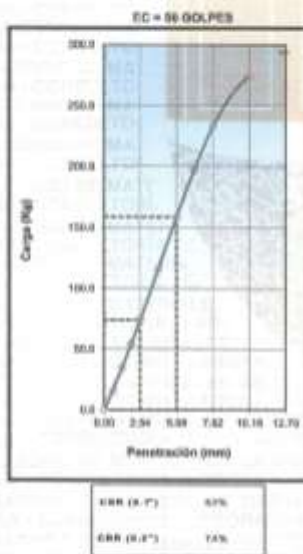


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.739
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 15.0
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.652
DENSIDAD REBITU (g/cm³) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	5.2	0.2"	7.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	3.8	0.2"	5.4

RESULTADOS CBR a 1":
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 3.8 (%)

OBSERVACIONES:



REFERENCIA :
ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 50000 ft-lbf/ft³ (2700 kN-m³/m³)

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por personal del laboratorio.

RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 205354

El suscrito asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

938 385 323 / 955 088 036
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
j.oyarce@jrgeoconsultores.com
Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
San Martín de Porres - Lima

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : JR 2018 - 107
 Fecha de Emisión : 22/11/2018
 Realizado por : Tec. José L. Quiroga M.
 Revisado por : Ing. Riccardo F. Davila
 Certificado N° : LEM - 83-04/167

PROYECTO : "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018"

CLIENTE : CHAVÉZ PAJUELO, RAFAEL ANTONIO

UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-204-1 Prof. 0.80 m - 1.50 m (Mat. Granda 30% Consolid 44 - 0.345% Solky 2.00 %)

PESO DE MUESTRA RECEP. : 50.324 g T. NÁMBO DEL ESTRATO (Pulg.)

PESO MUESTRA DE ENSAYO : 493.0 g

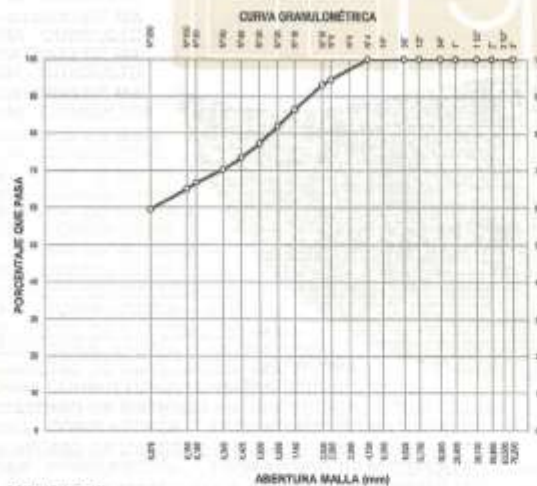
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2013 / ASTM D 422-63(2002) / AASHTO T - 88					
MALLA	PESO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	(g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	(%)
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.525				
N° 4	4.750				100.0
N° 8	2.360	9.7	5.5	5.5	94.5
N° 10	2.000	2.5	1.4	6.9	93.1
N° 16	1.180	11.8	6.7	13.6	86.4
N° 20	0.850	8.0	4.5	18.1	81.9
N° 30	0.600	8.3	4.7	22.8	77.2
N° 40	0.425	6.7	3.6	26.4	73.4
N° 50	0.300	5.7	3.2	29.6	70.2
N° 60	0.250	5.4	3.0	32.4	66.6
N° 100	0.150	2.8	1.6	35.0	65.0
N° 200	0.075	9.7	5.0	40.5	59.5
< N° 200	FONDO	595.4	59.5	100.0	

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 106 - 2013 / ASTM D 2216-05 / AASHTO T - 285	
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	92.0
Peso del Recipiente + Suelo Seco	897.6
Peso del Agua	144.8
Peso del Recipiente	92.0
Peso de Suelo Seco	708.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) 20.4

FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO	
Tamaño Máximo (mm-pulg)	4.750 mm
Porcentaje de Grava 75" = N° 4	(%)
Porcentaje de Arena N°200 < 75"	(%) 40.5
Porcentaje que Paso la Malla N° 200	(%) 59.5

MATERIALES MAS FINOS QUE EL TAMIZ DE 75 µm (N° 200) MTC E 137 - 2016 / ASTM D 1140-00 / AASHTO T - 11	
Peso Seco antes del Lavado + Torno (Fracción Fina < 75" 4)	(g) 324.4
Peso Seco después del Lavado + Torno	(g) 118.8
Peso del Torno	(g) 47.2
PASANTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200)	(%) 59.5

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
UNCS	ASTM D 2487-05 : CL
AASHTO	ASTM D 3282 : A-6 (4)
	Aréola arenosa de baja plasticidad
	Melo



I. LÍQUIDO, L. PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2016 / MTC E 111 - 2016 / ASTM D 4318-03 / AASHTO T-89 / AASHTO T-90		
LÍMITE LÍQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)
Suelo Húmedo + Peso de Cápsula	30.07	33.99
Peso de Cápsula + Suelo Seco	27.62	30
Peso del Agua	2.45	2.99
Peso de la Cápsula	15.03	15.14
Peso de Suelo Seco	11.70	14.86
Contenido de Humedad	20.78	20.12
Número de golpes	18	26
RESULTADO	20.8	7.8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		13.0



OBSERVACIONES:

RFR
 RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 213355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2000 / NTP 339.128:1999 ASTM D 422-63(2002) / AASHTO T - 88		CÓDIGO : FC-02
		VERSIÓN : 1.0
		VIGENCIA : 31/10/2018

PROYECTO :	ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018	REGISTRO :	083-2018JR
UBICACIÓN :	VILLA RICA - OXAPAMPA	FECHA :	08/10/2018
CLIENTE :	CHAVEZ FAJUELO RAFAEL ANTONIO		

REFERENCIAS DE LA MUESTRA	
PRESENTACIÓN :	81 saco de polipropileno
IDENTIFICACIÓN :	C-01 / M-2 / Prof: 0.20 m - 0.80 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.300				
N° 4	4.750				100.0
N° 6	2.360	1.8	0.7	0.7	99.3
N° 8	2.360	0.0	0.7	0.7	99.3
N° 10	2.000	1.3	0.5	1.2	98.8
N° 15	1.180	1.3	0.5	1.7	98.3
N° 20	0.850	0.0	0.5	1.7	98.3
N° 30	0.600	2.0	0.8	2.5	97.5
N° 40	0.425	1.8	0.7	3.2	96.8
N° 50	0.300	2.3	0.9	4.1	95.9
N° 60	0.250	3.5	1.4	5.5	94.5
N° 100	0.150	1.3	0.5	6.0	94.0
N° 200	0.075	7.0	2.7	8.7	91.3
-200	MTC E 107-2000	235.9	91.3	100.0	

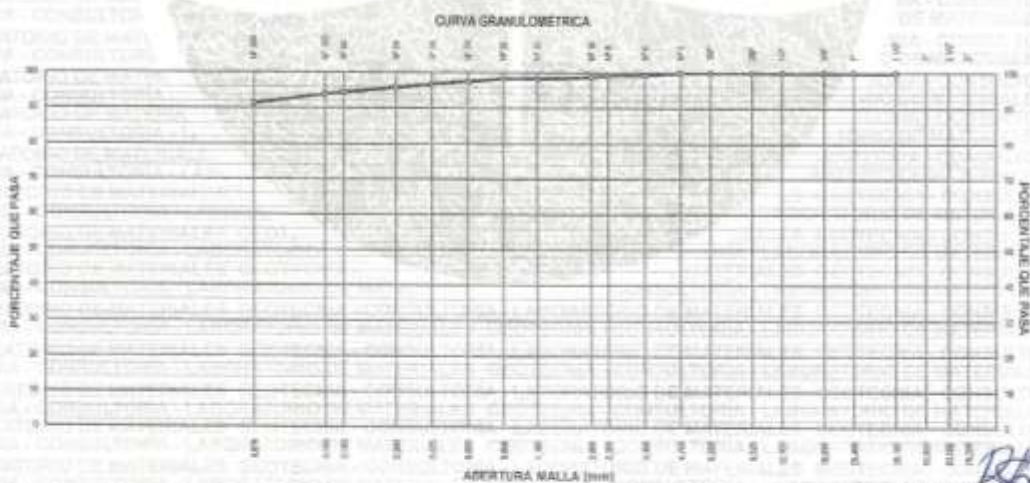
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
Muestra Seca Inicial	43.564.0 g 100.0 %
Material > 2"	
Material Ret. 2"	
Material Ret. 3/4"	
Material Ret. 3/8"	
Material Ret. N°4	
Material < N°4	43.564.0 g 100.0 %

FRACCIÓN FINA (PASA N° 4)	
Peso seco antes del lavado + Tamis	296.7 g
Peso seco después del lavado + Tamis	80.4 g
Peso del Tamis	27.9 g

FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS	
Tamaño Máximo (mm)	4.750
Porcentaje de Grava 3" > N° 4	0.0 %
Porcentaje de Arena N° 200 < N° 4	87.0 %
Porcentaje de Pas. N° 200	91.3 %

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Límite líquido (%)	28.0
Límite plástico (%)	18.0
Índice plástico (%)	10.0
Clasificación SOCS	ASTM D 2487-05 CL
Clasificación AASHTO	ASTM D 1362 A-4(1)

DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
USCS	Arilla de baja plasticidad
AASHTO	Arg-Med



OBSERVACIONES: Muestra tomada e identificada por el solicitante.


RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 205355
 982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : JR 2019 - 107
 Fecha de Emisión : 22/11/2019
 Realizado por : Tec. José L. Quiroga M.
 Revisado por : Ing. Ricardo F. Davila
 Certificado N° : LEH - 01-04197

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PRICES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VEONALES, 2019

CLIENTE : CHAÑEZ PAJELO, RAFAEL ANTONIO

UBICACIÓN : VILLA RICA - OXAPAMPA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-2019-1 Prof. 0.05m x 1.00m (Máx. Gravedad 20 % Pasa 0.25 mm) - Cemento 50kg/m³

PESO DE MUESTRA RECEP. : 42,105.0 g T. MÁXIMO DEL ESTRATO (P_u)

PESO MUESTRA DE ENSAYO : 400.0 g

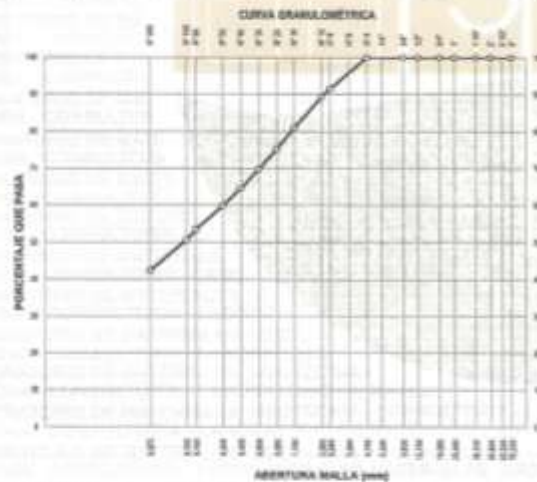
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO					
MTC E 107 - 2013 / ASTM D 422-63(2002) / AASHTO T - 88					
MALLA	ABERTURA	PESO	RETENIDO	RETENIDO	PASA
AMERICANA	MM	g	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	(%)
2"	50.800				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.525				
Nº 4	4.750				100.0
Nº 8	2.360	17.1	8.5	8.5	81.5
Nº 10	2.000	4.4	2.2	10.7	89.3
Nº 16	1.180	12.1	6.0	16.7	83.3
Nº 20	0.850	11.1	5.5	22.2	77.8
Nº 30	0.600	11.2	5.6	27.8	72.2
Nº 40	0.425	16.3	8.1	35.9	64.1
Nº 50	0.300	6.7	3.3	39.2	60.8
Nº 60	0.250	12.8	6.4	45.6	54.4
Nº 100	0.150	5.8	2.9	48.5	51.5
Nº 200	0.075	16.7	8.3	56.8	43.2
> Nº 200	FONDO	85.1	42.3	100.0	

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO		
MTC E 108 - 2003 / ASTM D 2216-05 / AASHTO T - 265		
Peso del Recipiente + Suelo Humedo	(g)	1,100.8
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	984.4
Peso del Agua	(g)	116.4
Peso del Recipiente	(g)	101.0
Peso de Suelo Seco	(g)	883.4
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	13.3

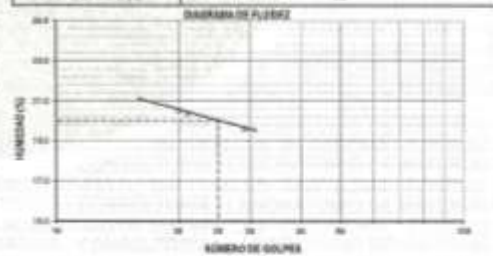
FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO		
Tamaño Máximo	(mm) (g)	4.75 mm
Porcentaje de Grava 75 - 75 µm	(%)	
Porcentaje de Arena 75 µm - 4.75 mm	(%)	57.7
Porcentaje que Pasa la Malla Nº 200	(%)	42.3

MATERIALES MAS FINOS QUE EL TAMIZ DE 75 µm (Nº 200)		
MTC E 137 - 2016 / ASTM D 1142-05 / AASHTO T - 11		
Peso Seco antes del Lavado + Tamiz Fines (Finos < 75 µm)	(g)	241.1
Peso Seco después del Lavado + Tamiz	(g)	158.0
Peso del Tamiz	(g)	49
PASANTE TAMIZ DE 75 µm (Nº 200)	(%)	42.3

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
USCS	ASTM D 2487-05 - SP-DC	Aréno-arenosa - arcillosa	
AASHTO	ASTM D 2482 - A-4 (A)	Pegajoso - Bajo	



LÍQUIDO, L. PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS					
MTC E 118 - 2016 / MTC E 111 - 2016 / ASTM D 4318-05 / AASHTO T-89 / AASHTO T-99					
LÍMITE LÍQUIDO (%)			LÍMITE PLÁSTICO (%)		
Suelo Máximo + Pasa la Capota	34.07	28.85	22.88	22.25	26.96
Peso de Capota + Suelo Seco	31.3	28.91	28.98	22.25	27.53
Peso del Agua	2.77	2.84	2.89	1.62	1.32
Peso de la Capota	17.88	16.97	15.48	14.35	17.26
Peso de Suelo Seco	12.44	13.98	14.82	7.8	10.18
Contenido de humedad	26.81	20.41	19.70	12.97	13.26
Número de golpes	20	21	25		
RESULTADO	28.9		13.8		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I _p)	7.8				



OBSERVACIONES:

RICCARDO FRANCESCO DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 t.diaz@jgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : JR 2018 - 197
 Fecha de Emisión : 22/11/2018
 Realizado por : Tec. José L. Quijpe M.
 Revisado por : Ing. Riccardo F. Davila
 Certificado N° : LEN - 62-04/107

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018

CLIENTE : CHAVÉZ PAJUELO, RAFAEL ANTONIO

UBICACIÓN : VILLA RICA - CAXAPANPA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-20A-3, Prof. 0,90 m - 1,50 m (Mat. Granular 30 %, Procs. 0,30 (m² - / Cemento 50kg/m³)

PESO DE MUESTRA RECEP. : 25.059.0 g T. MÁXIMO DEL ESTRATO (Phlg.):

PESO MUESTRA DE ENSAYO : 625.0 g

SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO	RETENIDO	PASA (%)
			PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.525				
N° 4	4.750				100.0
N° 8	2.360	16.7	5.6	5.6	94.4
N° 15	1.000	3.5	1.9	7.5	92.5
N° 16	1.180	13.2	8.9	16.4	83.6
N° 30	0.600	0.1	4.2	10.6	89.4
N° 30	0.600	0.8	4.5	23.1	76.9
N° 40	0.425	7.3	3.9	27.0	73.0
N° 50	0.300	6.7	3.5	30.6	69.4
N° 80	0.180	0.1	4.2	34.7	65.3
N° 100	0.150	2.9	1.5	36.2	63.8
N° 200	0.075	13.2	0.9	43.1	56.9
< N° 200	FONDO	109.1	56.9	100.0	

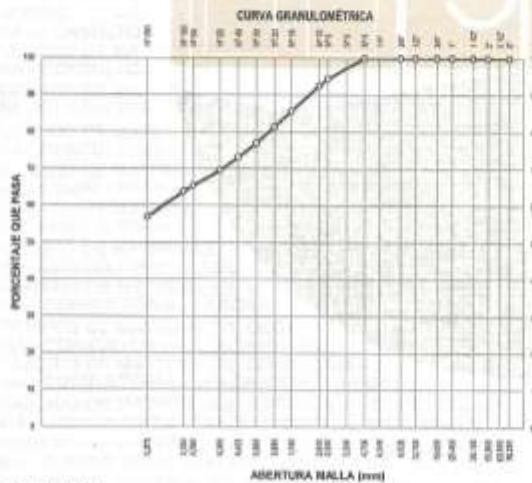
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	1,472.0
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	946.4
Peso del Agua	(g)	125.6
Peso del Recipiente	(g)	170.6
Peso de Suelo Seco	(g)	766.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.4

Tamaño Máximo (mm-pulg)	4.750 mm	
Porcentaje de Grava 3" - N° 4	(%)	
Porcentaje de Arena N°200 - N°4	(%)	43.1
Porcentaje que Pasa la Malla N° 200	(%)	56.9

Peso Seco antes del Lavado + Tarro (Fracción Fina < N° 4)	(g)	236.0
Peso Seco después del Lavado + Tarro	(g)	127.6
Peso del Tarro	(g)	44.9
PARTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200)	(%)	56.9

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
UNION	ASTM D 2487-05	CL	Arilla arenosa de baja plasticidad
AASHTO	ASTM D 3095	A-4 (3)	Melo

	LÍMITE LÍQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)	
	LL	PL	PL	PI
Suelo Húmedo + Peso de Cápsula	30.01	52.76	35.54	39.38
Peso de Cápsula + Suelo Seco	27.8	29.63	33.81	28.77
Peso del Agua	2.27	3.13	2.95	0.61
Peso de la Cápsula	16.81	14.09	15.72	16.42
Peso de Suelo Seco	10.06	15.54	14.81	7.72
Contenido de humedad	20.96	23.14	19.89	6.09
Número de golpes	19	24	25	
REBULTADOS	19.6		6.8	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (PI)	13.0			



OBSERVACIONES:

Riccardo F. Davila
 RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557-02 / NTP 339.141:1999
MTC E 115 - 2000 / AASHTO T-180

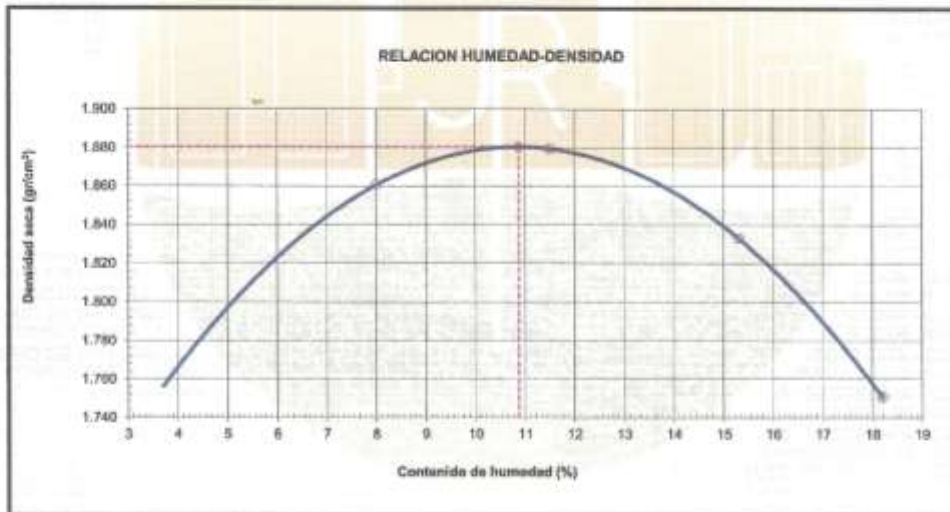
CÓDIGO : FS - 006
VERSIÓN : 1.0
VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018"
UBICACIÓN : CHAVÉZ PAJUELO, RAFAEL ANTONIO
CLIENTE : VILLA RICA - OXAPAMPA

IDENTIFICACIÓN : C-2M-3, Prof. 0,60 m - 1,30 m (Mat. Granular 38 % Consolid 444 - 0.845% Solidry 1.50 CLASF. (SUCS) : CL
DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad CLASF. (AASHTO) : A-4 (2)

Metodo A

Numero de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	3860.00	3942.00	3959.00	3917.00	
Peso molde	gr	1940.00	1949.00	1949.00	1949.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1911.00	1993.00	2010.00	1968.00	
Volumen del molde	cm ³	951.00	951.00	951.00	951.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.009	2.096	2.114	2.069	
Recipiente N°		6	149	169	11	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	359.80	302.82	299.59	315.08	
Peso del suelo seco + tara	gr	337.90	276.50	264.80	274.80	
Tara	gr	64.20	47.60	37.40	52.20	
Peso de agua	gr	21.90	26.32	34.79	40.48	
Peso del suelo seco	gr	273.70	228.90	227.40	222.40	
Contenido de agua	%	8.00	11.59	15.30	18.20	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.861	1.889	1.833	1.751	
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.881
<i>Humedad óptima (%)</i>						10.9



REFERENCIA :
ASTM D 1863-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 58000 ft-lbf (7700 kN-m) (2)

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por personal de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

RFR
RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIF N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
j.oyarce@jrgeoconsultores.com
Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
San Martín de Porres - Lima

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. ASTM D 1883 - MTC E 132	CÓDIGO : FS - 007
	VERSIÓN : 1.0
	VEGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECONALEZ, 2018"

UBICACIÓN : CHAYÉZ PAJUELO, RAFAEL ANTONIO

CLIENTE : VILLA RICA - OXAPAMPA

IDENTIFICACIÓN : C-3M-1, Prof. 0,60 m - 1,50 m (Mat. Granular 30 % Consolid 44 - 0.045% Solidty 1.50 %)

DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad

CLASF. (SUCS) : CL

CLASF. (AASHTO) : A-4 (2)

Molde N°	36		44		10	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	5000.00	5000.00	4198.00	4198.00	4198.00	4198.00
Peso de molde (g)	4413.00	4413.00	4171.00	4171.00	4103.00	4103.00
Peso del suelo húmedo (g)	214.94	214.94	2125.47	2125.47	2197.71	2197.71
Volumen del molde (cm ³)	2.887	2.887	1.962	1.962	1.887	1.887
Densidad húmeda (g/cm ³)	74.17	74.17	108.33	108.33	116.99	116.99
Tara (N°)	155	155	155	155	89	89
Peso suelo húmedo + tara (g)	369.25	369.25	356.10	356.10	362.40	362.40
Peso suelo seco + tara (g)	330.00	330.00	326.80	326.80	330.30	330.30
Peso de tara (g)	40.20	40.20	40.20	40.20	40.20	40.20
Peso de agua (g)	32.40	32.40	29.30	29.30	29.10	29.10
Peso de suelo seco (g)	296.40	296.40	286.60	286.60	291.10	291.10
Contenido de humedad (%)	11.0	11.0	10.3	10.3	10.4	10.4
Densidad seca (g/cm ³)	1.888	1.888	1.798	1.798	1.892	1.892

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/11/2018	16:00	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
09/11/2018	16:06	24	4.0	0.102	0.09	6.0	0.152	0.13	11.0	0.279	0.24
10/11/2018	16:12	48	7.0	0.178	0.15	9.0	0.229	0.20	16.0	0.469	0.38
11/11/2018	16:18	72	9.0	0.229	0.20	13.0	0.330	0.29	22.0	0.569	0.48
12/11/2018	16:24	96	11.0	0.279	0.24	15.0	0.381	0.33	28.0	0.711	0.61

PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 36				MOLDE N° 44				MOLDE N° 10			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.900		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.935		107.0	109.6			141.8	144.8			101.8	104.7		
1.270		208.2	200.5			214.7	217.0			134.0	156.6		
1.905		309.4	401.3			307.4	289.6			206.3	208.9		
2.540	70.5	500.0	502.2	504.1	35.4	390.4	362.5	363.9	25.6	294.5	261.0	262.2	18.4
3.810		651.2	654.3			470.2	471.9			337.4	338.8		
5.080	105.7	802.0	803.6	801.7	37.6	579.0	579.9	576.1	27.1	414.9	416.7	415.8	19.5
6.350		926.1	926.2			666.7	667.7			478.4	480.1		
7.620		1042.3	1062.0			794.7	766.4			546.7	550.1		
10.190		1406.6	1405.1			1012.0	1012.3			726.9	727.4		

REFERENCIA :
 ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
 ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 5.6kN (2700 61-mi)

OBSERVACIONES :
 - Muestra tomada e identificada por personal del solicitante.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

RF

**RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIF N° 213355**

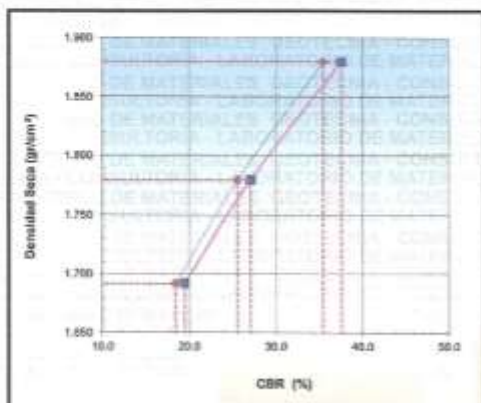
938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
ASTM D 1883 - MTC E 132**

CÓDIGO : FS - 007
 VERSIÓN : 1.0
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VEICIALES, 2018"
 UBICACIÓN : CHAVÉZ PAJUELO, RAFAEL ANTONIO
 CLIENTE : VILLA RICA - OXAPAMPA

IDENTIFICACIÓN : C-2M-3, Prof. 0,60 m - 1,50 m (Mat. Granular 28 % Consolid 444 - 0.843% Solidez 1.58 %)
 CLASF. (SUCS) : CL
 DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad
 CLASF. (AASHTO) : A-4 (2)

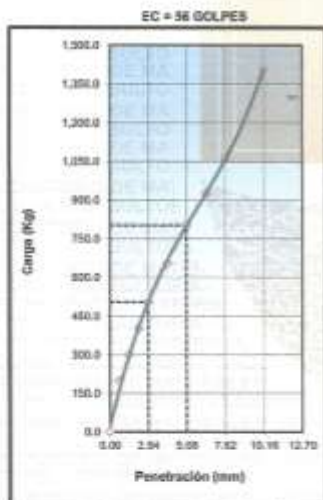


METODO DE COMPACTACION : ASTM D 1557
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.881
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.9
 90% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.786
 DENSIDAD INSITU (g/cm³) :

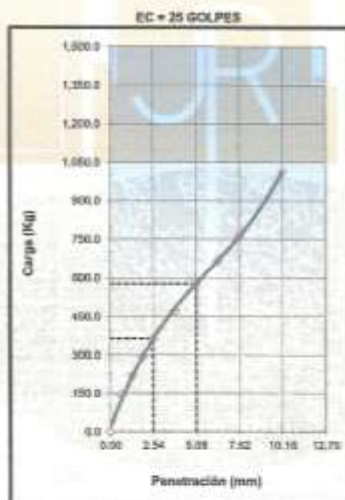
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	35.4	0.2"	37.6
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1"	25.6	0.2"	27.1

RESULTADOS CBR a 1":
 Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 25.6 (%)

OBSERVACIONES:



CBR (0.1")	25.4%
CBR (0.2")	27.6%



CBR (0.1")	23.8%
CBR (0.2")	27.1%



CBR (0.1")	18.4%
CBR (0.2")	19.3%

REFERENCIA :
 ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
 ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft³ (2700 kN-m/m³)

OBSERVACIONES :
 - Muestra tomada e identificada por personal de los clientes.


RICCARDO FRANCESCO
 DNI: 80454515
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 213355

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557-02 / NTP 339.141:1999
MTC E 115 - 2000 / AASHTO T-180

CÓDIGO : PS - 008
VERSIÓN : 1.0
VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018"

UBICACIÓN : CHAVÉZ PAJUELO, RAFAEL ANTONIO

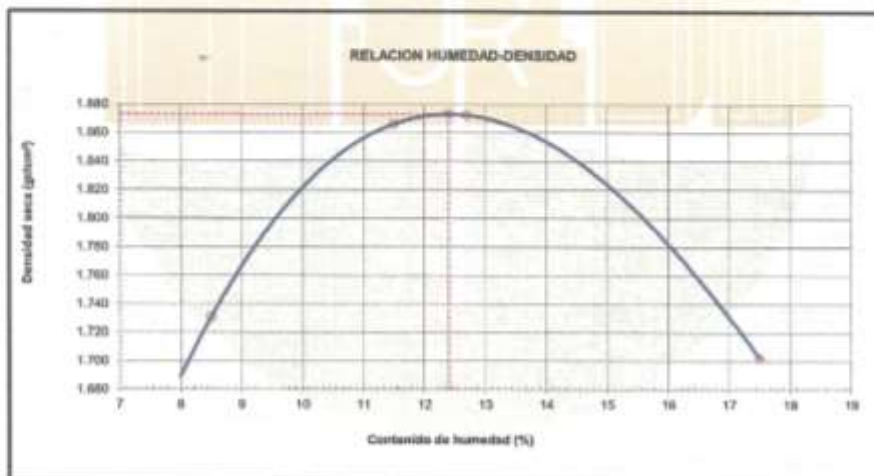
CLIENTE : VILLA RICA - OXAPAMPA

IDENTIFICACIÓN : C-208-1, Prof. 0.50 m - 1.50 m (Mat. Granular 38 % Consolid 444 - 0.240% Sólido 2.98 %)
CLASIF. (SUCS) : CL

DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad
CLASIF. (AASHTO) : A-4(H)

Metodo A

Numero de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	3730.00	3028.00	3056.00	2651.00	
Peso molde	gr	1040.00	1948.00	1940.00	1940.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1790.00	1079.00	2007.00	1062.00	
Volumen del molde	cm ³	951.00	951.00	951.00	861.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.878	2.081	2.110	2.000	
Recipiente N°		15	34	7	23	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	268.32	302.82	316.62	283.34	
Peso del suelo seco + tara	gr	268.40	276.50	285.16	231.00	
Tara	gr	34.10	47.00	43.10	48.20	
Peso de agua	gr	19.82	26.32	30.74	32.34	
Peso del suelo seco	gr	234.30	229.50	242.06	184.80	
Contenido de agua	%	8.99	11.88	12.70	17.58	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.731	1.886	1.873	1.792	
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.873
<i>Humedad óptima (%)</i>						12.4



REFERENCIA :
ASTM D 1557-02 Standard test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 5000 (9.8kN) (2700 kN-meters)

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por personal de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.


RICCARDO FRANCESCO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 210355

938 385 323 / 955 088 036
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
j.oyarce@jrgeoconsultores.com
Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
San Martín de Porres - Lima

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. ASTM D 1883 - MTC E 132	CÓDIGO : FS - 007
	VERSIÓN : 1.0
	VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS RURALES, 2018"

UBICACIÓN : CHAVÉZ PAJUELO, RAFAEL ANTONIO

CLIENTE : VILLA RICA - OXAPAMPA

IDENTIFICACIÓN : C-2M-3, Prof. 0,60 m - 1,38 m (Blot. Granular 30 % Consolid 444 - 0.845% Solifrey 2.00 %)

CLASIF. (SUCS) : CL

DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad

CLASIF. (AASHTO) : A-6(4)

Molde N°	14	44	20
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	06	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9031.00	8400.00	8015.00
Peso de molde (g)	4033.00	4198.00	4893.00
Peso del suelo húmedo (g)	4498.00	4202.00	4015.00
Volumen del molde (cm ³)	2133.49	2126.47	2134.00
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.104	1.976	1.881
Tara (N°)	115	20	60
Peso suelo húmedo + tara (g)	229.00	273.64	308.00
Peso suelo seco + tara (g)	208.30	259.40	293.50
Peso de tara (g)	44.10	53.90	44.20
Peso de agua (g)	20.66	24.24	17.66
Peso de suelo seco (g)	164.40	195.50	145.30
Contenido de humedad (%)	12.5	12.4	12.0
Densidad seca (g/cm ³)	1.879	1.790	1.690

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
05/11/2018	16:00	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
06/11/2018	16:06	34	8.0	0.152	0.13	10.0	0.254	0.22	13.0	0.330	0.28
07/11/2018	16:12	40	10.0	0.254	0.22	14.0	0.308	0.21	19.0	0.483	0.42
08/11/2018	16:18	72	15.0	0.381	0.33	21.0	0.433	0.46	26.0	0.660	0.57
09/11/2018	16:24	96	23.0	0.584	0.50	28.0	0.711	0.61	32.0	0.813	0.70

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 14				MOLDE N° 44				MOLDE N° 20			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		140.5	143.3			105.7	108.6			75.0	78.0		
1.270		277.0	279.3			209.5	211.3			149.8	152.4		
1.905		405.4	411.3			308.2	310.4			221.1	223.6		
2.540	70.0	501.0	502.8	684.4	48.1	402.9	404.6	515.2	36.2	325.0	327.2	368.7	26.0
3.810		591.0	591.4			738.0	739.7			539.2	531.7		
5.080	105.7	1206.7	1207.5	1358.5	63.7	985.2	985.1	1023.4	46.0	706.9	707.6	734.4	34.4
6.350		1520.9	1518.7			1230.2	1219.9			875.6	875.9		
7.620		1801.4	1804.4			1353.7	1360.2			1000.1	1000.0		
10.160		2270.2	2265.8			1708.0	1706.5			1226.3	1226.4		

REFERENCIA

ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 5000 ft-lbf (6700 N-m-estd)

OBSERVACIONES

- Muestra tomada e identificada por personal del solicitante.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.


RICCARDO FRANCESCO
DIPLOMADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355

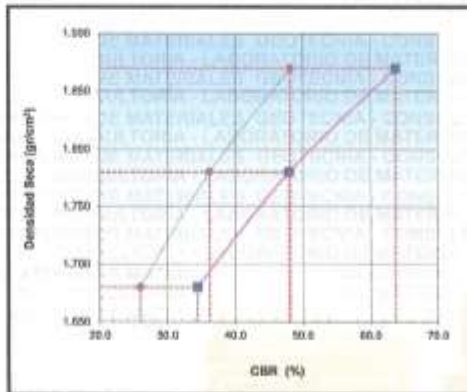
938 385 323 / 955 088 036
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
j.oyarce@jrgeoconsultores.com
Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
San Martín de Porres - Lima

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
ASTM D 1883 - MTC E 132

CÓDIGO : PS - 097
VERSIÓN : 1.0
VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018"
UBICACIÓN : CHAVÉZ PAJUELO, RAFAEL ANTONIO
CLIENTE : VILLA RICA - OXAPAMPA

IDENTIFICACIÓN : C-206-3, Prof. 0,60 m - 1,50 m (Mat. Granular 30 % Consejo 444 - 0.045% Solúty 2, CLASF. (BUCS) : CL
DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad CLASF. (AASHTO) : A-6(6)

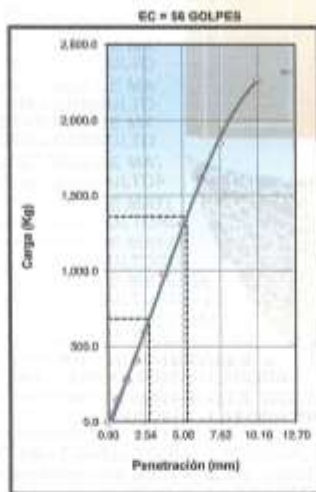


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.873
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.4
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.780
DENSIDAD INSITU (g/cm³) :

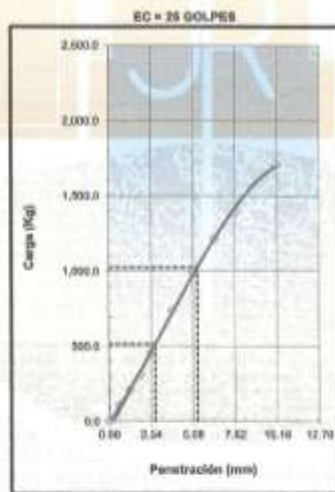
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	48.1	0.2"	63.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	36.2	0.2"	48.0

RESULTADOS CBR a 1":
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 36.2 (%)

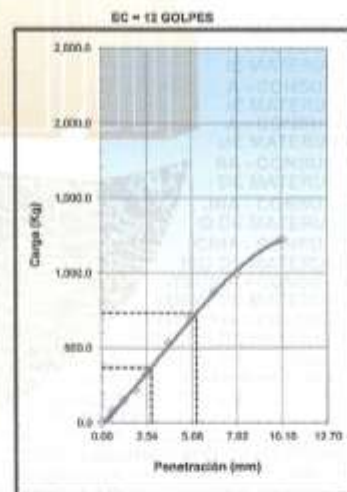
OBSERVACIONES:



CBR (0.1") : 44.1%
CBR (0.2") : 63.7%



CBR (0.1") : 36.2%
CBR (0.2") : 48.0%



CBR (0.1") : 36.0%
CBR (0.2") : 48.4%

REFERENCIA :
ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lb/ft³ (2700 kN-m/m³)

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por personal del solicitante.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

RJD
RICCARDO FRANCESCO
Ingeniero Civil
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jrgeoconsultores@gmail.com
j.oyarce@jrgeoconsultores.com
Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
San Martín de Porres - Lima

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557-02 / NTP 339.141:1999 MTC E 115 - 2000 / AASHTO T-180	CÓDIGO : FS - 006
	VERSIÓN : 1.0
	VIGENCIA : 31/12/2018

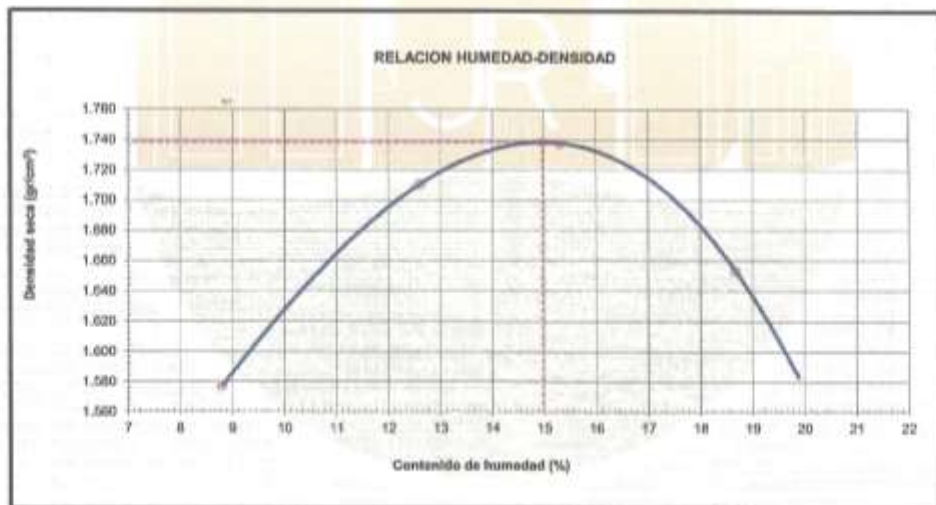
PROYECTO : "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECHNALES, 2018"

UBICACIÓN : CHAVÉZ PAJUELO, RAFAEL ANTONIO

CLIENTE : VILLA RICA - OXAPAMPA

IDENTIFICACIÓN : C-2M-3, Prof. 0,40 m - 1,50 m (Mat. Granular 30 % Proes: 0.35 l/m ³ - / Cemento: 88kg/m ³)	CLASF. (SUCS) : CL
DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad	CLASF. (AASHTO) : A-6(3)

Metodo A						
Numero de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	3581.00	3791.00	3855.00	3815.00	
Peso molde	gr	1949.00	1949.00	1949.00	1949.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1632.00	1832.00	1906.00	1866.00	
Volumen del molde	cm ³	951.00	951.00	951.00	951.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.716	1.926	2.004	1.962	
Recipiente N°		15	34	7	23	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	389.02	305.36	322.24	205.52	
Peso del suelo seco + tara	gr	268.40	276.50	285.18	231.00	
Tara	gr	34.10	47.80	43.10	46.20	
Peso de agua	gr	20.62	28.86	37.06	34.52	
Peso del suelo seco	gr	234.30	228.70	242.08	184.80	
Contenido de agua	%	8.89	12.61	15.31	18.68	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.577	1.711	1.738	1.653	
					Densidad máxima (gr/cm³)	1.738
					Humedad óptima (%)	15.0



REFERENCIA :
ASTM D 1863-03 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft³ (2700 kN-m/ft³)

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por personal de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.


RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA TORRES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
ASTM D 1883 - MTC E 132

CÓDIGO : FS - 007
VERSIÓN : 1.0
VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018"
UBICACIÓN : CHAVÉZ PAJUELO, RAFAEL ANTONIO
CUENTE : VILLA RICA - OXAPAMPA

IDENTIFICACIÓN : C-2M-3, Prof. 0,50 m - 1,50 m (Mat. Granular 30 % Proes: 0.35 l/m³ - / Cemento: 50kg/m³) CLASIF. (SUCS) : CL
DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad CLASIF. (AASHTO) : A-4(3)

Molde N°	25		27		31	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8531.00		9023.00		8354.00	
Peso de molde (g)	4294.00		4930.00		4827.00	
Peso del suelo húmedo (g)	4237.00		4093.00		3827.00	
Volumen del molde (cm ³)	3110.53		2150.54		2127.90	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.997		1.903		1.798	
Tara (N°)	204		8		132	
Peso suelo húmedo + tara (g)	286.20		284.80		239.18	
Peso suelo seco + tara (g)	226.50		239.20		212.40	
Peso de tara (g)	43.90		48.90		37.80	
Peso de agua (g)	30.70		29.60		26.70	
Peso de suelo seco (g)	191.60		190.70		174.60	
Contenido de humedad (%)	16.0		15.4		15.3	
Densidad seca (g/cm ³)	1.738		1.458		1.560	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
05/11/2018	14:00	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
06/11/2018	14:06	24	5.0	0.127	0.11	8.0	0.203	0.18	15.0	0.354	0.22
07/11/2018	14:12	48	8.0	0.228	0.20	12.0	0.305	0.26	13.0	0.330	0.28
08/11/2018	14:18	72	13.0	0.330	0.28	16.0	0.406	0.35	17.0	0.432	0.37
09/11/2018	14:24	96	17.0	0.432	0.37	19.0	0.483	0.42	21.0	0.533	0.46

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 25				MOLDE N° 27				MOLDE N° 31			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635		185.2	187.9			150.3	138.1			95.7	90.7		
1.270		426.3	427.1			356.2	308.4			219.7	222.2		
1.905		678.4	679.4			499.3	489.9			303.4	352.5		
2.540	70.5	952.3	952.3	901.2	83.4	685.5	685.5	649.7	45.7	491.9	493.5	467.2	32.8
3.810		1343.2	1341.9			996.9	966.9			593.8	694.7		
5.080	105.7	1736.1	1731.5	1765.1	82.7	1248.3	1247.3	1271.8	50.6	895.7	895.9	913.5	42.8
6.350		2129.0	2121.1			1659.7	1527.8			1097.7	1087.3		
7.620		2519.5	2510.6			1811.1	1808.2			1298.8	1296.5		
10.160		2906.8	2900.2			2093.3	2088.7			1501.5	1499.7		

REFERENCIA :
ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft³ (2700 kN-m/m³)

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por personal del solicitante.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.


RICCARDO FRANCESCO
DANIELA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 2701355

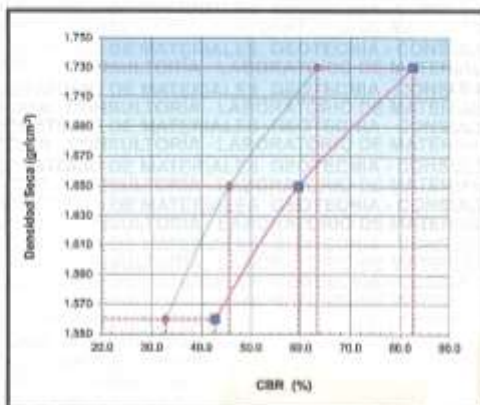
938 385 323 / 955 088 036
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jrgeoconsultores@gmail.com
j.oyarce@jrgeoconsultores.com
Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
San Martín de Porres - Lima

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
ASTM D 1883 - MTC E 132**

CÓDIGO : FS - 007
 VERSIÓN : 1.0
 VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018"
 UBICACIÓN : CHAVÉZ PAJUELO, RAFAEL ANTONIO
 CLIENTE : VILLA RICA - OXAPAMPA

IDENTIFICACIÓN : C-2M-3, Prof. 0,50 m - 1,50 m (Mat. Granular 30 % Procs: 0,35 lim³ - / Cemento: 50kg/m³) CLASIF. (SUCS) : CL
 DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad CLASIF. (AASHTO) : A-4(3)

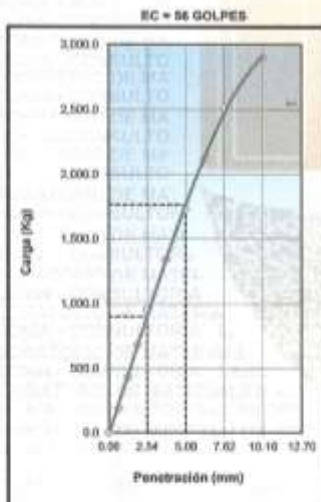


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.730
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 16.0
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.652
 DENSIDAD INSITU (g/cm³) :

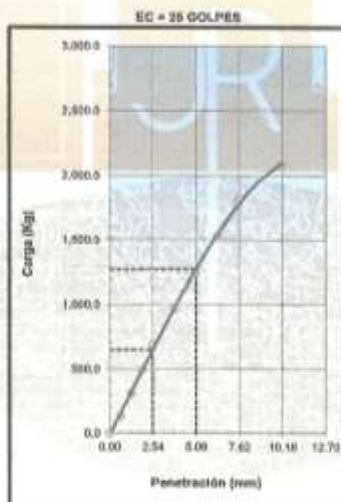
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	63.4	0.2"	82.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	45.7	0.2"	66.6

RESULTADOS CBR a 1":
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 45.7 (%)

OBSERVACIONES:



CBR (0.1")	63.4%
CBR (0.2")	82.7%



CBR (0.1")	45.7%
CBR (0.2")	66.6%



CBR (0.1")	34.8%
CBR (0.2")	42.8%

REFERENCIA :
 ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
 ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf (2700 kN-m/m³)

OBSERVACIONES :
 - Muestra tomada e identificada por personal del solicitante.


**RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355**

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557-82 / NTP 339.141:1999
MTC E 115 - 2000 / AASHTO T-180

CÓDIGO : FS - 005

VERSIÓN : 1.0

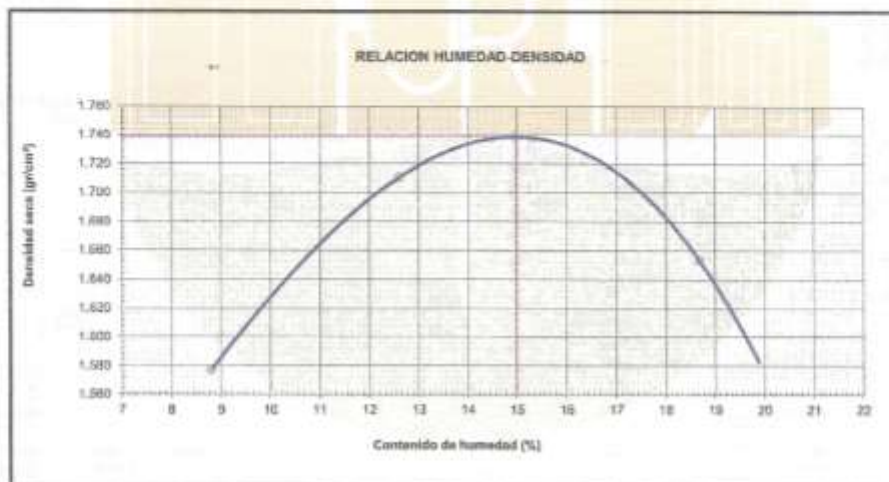
VEGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018"
UBICACIÓN : CHAVÉZ PAJUELO, RAFAEL ANTONIO
CLIENTE : VILLA RICA - OXAPAMPA

IDENTIFICACIÓN : C-3/M-3, Prof. 0,40 m - 1,50 m (Mat. Granular 38 % Procc: 0.38 km³ - Cementa: CLASF. (SUCS) : SM-SC
50kg/m³)

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa CLASF. (AASHTO) : A-4(8)

Numero de Ensayo		Metodo A					
		1	2	3	4	5	
Peso suelo + molde	gr	3581.00	3781.00	3855.00	3815.00		
Peso molde	gr	1949.00	1949.00	1949.00	1949.00		
Peso suelo húmedo compactado	gr	1632.00	1832.00	1906.00	1866.00		
Volumen del molde	cm ³	951.00	951.00	951.00	951.00		
Peso volumétrico húmedo	gr	1.718	1.926	2.004	1.962		
Recipiente N°		15	34	7	33		
Peso del suelo húmedo+tara	gr	389.02	305.96	523.24	285.52		
Peso del suelo seco + tara	gr	368.40	276.50	285.18	231.00		
Tara	gr	34.10	47.80	43.10	46.20		
Peso de agua	gr	20.62	28.86	37.06	34.52		
Peso del suelo seco	gr	234.30	228.90	242.08	184.80		
Contenido de agua	%	8.89	12.61	15.31	18.88		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.577	1.711	1.738	1.851		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	1.738
						Humedad óptima (%)	15.0



REFERENCIA :
ASTM D 1557-05 Standard test method for CSR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 5000 ft-lbf (675 kJ-m³)

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por personal de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Ren. CIP N° 203355

938 385 323 / 955 088 036
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jrgeoconsultores@gmail.com
j.oyarce@jrgeoconsultores.com
Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
San Martín de Porres - Lima

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
ASTM D 1883 - MTC E 132

CÓDIGO : FS-007
VERSIÓN : 1.0
VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO : "ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VEICIALES, 2018"
UBICACIÓN : CHAVÉZ PAJUELO, RAFAEL ANTONIO
CLIENTE : VILLA RICA - OXAPAMPA

IDENTIFICACIÓN : C-2M-1, Prof. 0.60 m - 1.50 m (Mat. Granular 30 % Proes: 0.30 (med.) / Cemento: 50kg/m³) CLASIF. (SUCS) : SM-SG
DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa CLASIF. (AASHTO) : A-4(B)

	11		9		8	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	11		9		8	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	50		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	3757.00	3293.00	3293.00	3293.00	3293.00	3293.00
Peso de molde (g)	4482.00	4194.00	4194.00	4194.00	4194.00	4194.00
Peso del suelo húmedo (g)	4396.00	4171.00	4171.00	4171.00	4171.00	4171.00
Volumen del molde (cm ³)	2153.05	2195.71	2195.71	2195.71	2195.71	2195.71
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.998	1.894	1.894	1.894	1.894	1.894
Tara (N°)	187	140	140	140	140	140
Peso suelo húmedo + tara (g)	252.10	295.50	295.50	295.50	295.50	295.50
Peso suelo seco + tara (g)	235.30	232.40	232.40	232.40	232.40	232.40
Peso de tara (g)	48.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
Peso de agua (g)	28.80	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50
Peso de suelo seco (g)	184.80	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50
Contenido de humedad (%)	15.6	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
Densidad seca (g/cm ³)	1.738	1.693	1.693	1.693	1.693	1.693

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
05/11/2018	15:00	0	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0
06/11/2018	15:00	24	5.0	0.127	0.11	8.0	0.203	0.18	16.0	0.354	0.22
07/11/2018	15:12	48	9.0	0.229	0.20	12.0	0.305	0.20	18.0	0.390	0.24
08/11/2018	15:18	72	13.0	0.330	0.28	16.0	0.400	0.25	22.0	0.473	0.27
09/11/2018	15:24	96	17.0	0.432	0.37	19.0	0.463	0.42	24.0	0.523	0.46

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 11				MOLDE N° 8				MOLDE N° 8			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.636		345.0	345.1			245.1	251.5			175.7	181.4		
1.270		685.7	687.1			487.2	498.1			352.7	364.5		
1.905		1028.9	1033.8			712.3	714.7			508.2	519.8		
2.540	70.5	1322.0	1332.5	892.2	68.0	988.9	992.1	836.1	44.7	625.0	631.6	497.4	32.2
3.175		1744.9	1741.9			1272.8	1272.2			852.7	861.0		
3.810	105.7	2198.8	2204.5	1346.0	63.1	1710.0	1711.0	1710.0	46.5	1091.0	1091.2	897.3	32.7
4.445		2622.8	2620.2			2098.2	2098.8			1395.6	1397.2		
5.080		3046.8	3046.8			2486.3	2484.9			1672.1	1672.4		
5.715		3470.8	3470.4			2874.3	2870.8			1958.1	1958.8		

REFERENCIA :
ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 5000 N&M (2700 lb-ft)

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por personal del laboratorio.

El suscrito asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

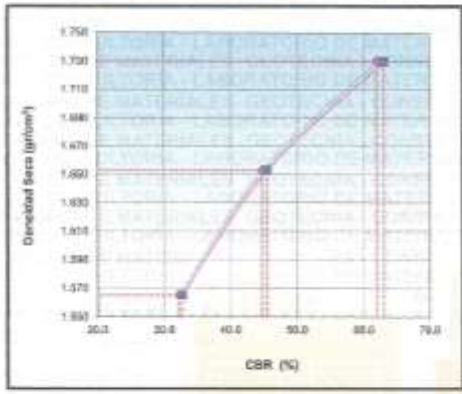


RICCARDO FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 253358

938 385 323 / 955 088 036
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jrgeoconsultores@gmail.com
j.oyarce@jrgeoconsultores.com
Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
San Martín de Porres - Lima

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. ASTM D 1883 - MTC E 132	CÓDIGO : FS-007
	VERSIÓN : 1.0
	VIGENCIA : 31/12/2018

PROYECTO :	"ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMBIOS VECINALES, 2018"		
UBICACIÓN :	CHAVÉZ PAJUELO, RAFAEL ANTONIO		
CLIENTE :	VILLA RICA - OXAPAMPA		
IDENTIFICACIÓN :	C-3M-3, Prof. 0,60 m - 1,00 m (Mat. Granular 20 % Proves: 0,20 (m ³) / Cemento: 50kg/m ³)	CLASIF. (SUCS) :	SM-SG
DESCRIPCIÓN :	Arena limosa - arcillosa	CLASIF. (AASHTO) :	A-4(8)



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.730

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 15.0

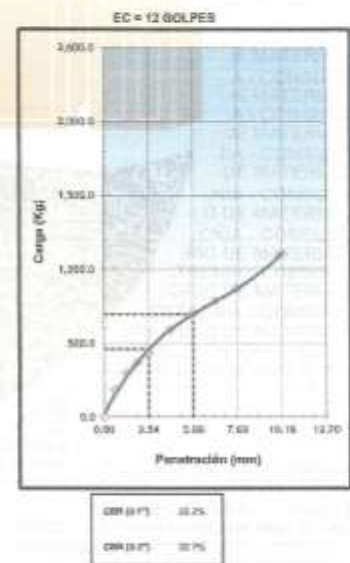
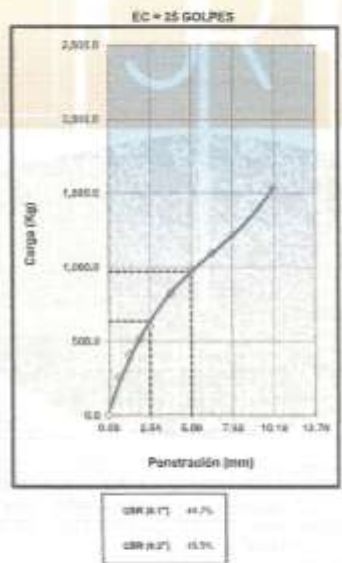
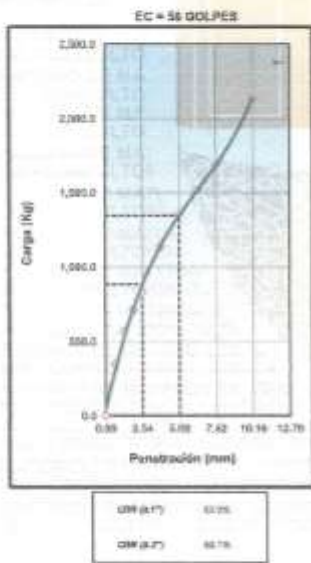
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.652

DENSIDAD INSITU (g/cm³) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	62.0	0.2"	65.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	44.7	0.2"	45.5

RESULTADOS CBR a 1"
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 44.7 (%)

OBSERVACIONES:



REFERENCIA :
 ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
 ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 50000 ft-lb/ft³ (2700 kN-m/m³)

OBSERVACIONES :
 - Muestra tomada e identificada por personal del solicitante.

RFB
RICCARDO FRANCESCO
 DAVILA RIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 203355

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

Anexo 4 Panel Fotográfico



Foto N°1 Excavación de Calicatas con una profundidad de 1.50 m.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°2 Excavación de la calicata N°1.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°3 Excavación de la calicata N°1.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°4 Coordenadas de la Calicata N°1 con GPS.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°5 Excavación de la calicata N°2.

Fuente: Elaboración Propia



Foto N°6 Excavación de la calicata N°2.

Fuente: Elaboración Propia



Foto N°7 Calicata N°2, Profundidad 1.50m.

Fuente: Elaboración Propia



Foto N°8 Coordenadas de la Calicata N°2 con GPS.

Fuente: Elaboración Propia



Foto N°9 La muestra es llevada al laboratorio.

Fuente: Elaboración Propia



Foto N°10 Se extrae la muestra identificándolas para realizar los ensayos pertinentes.

Fuente: Elaboración Propia



Foto N°11 Se mete al horno para el secado de las muestras.

Fuente: Elaboración Propia



Foto N°12 Se realiza el lavado de la muestra por la Malla N°200 para el ensayo de Granulometría.

Fuente: Elaboración Propia



Foto N°13 Se realiza el ensayo de Granulometría, luego de haberlo lavado y secado
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°14 Todo material pasante la malla N°40, para realizar el ensayo de Límites de Atterberg.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°15 Copa Casa Grande para realizar el Límite Líquido.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°16 Instrumentos para realizar el Límite Plástico.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°17 Material secado en el horno.

Fuente: Elaboración Propia



Foto N°18 Se disgrega el material natural para realizar el ensayo Proctor Modificado y CBR.

Fuente: Elaboración Propia



Foto N°18 Se realiza el pesaje de la muestra para realizar el ensayo Proctor Modificado y CBR.

Fuente: Elaboración Propia



Foto N°20 Realizando el ensayo Proctor Modificado, Suelo Natural.

Fuente: Elaboración Propia



Foto N°21 Realizando el ensayo Proctor Modificado.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°22 Se disgrega el material natural para realizar el ensayo Proctor Modificado y CBR.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°23 Se sumergen por 96 horas los moldes CBR, Suelo Natural.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°24 Penetrando en la Prensa CBR, Suelo Natural.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°25 Material natural combinado con 30% de Material Granular para el Proctor Modificado.
Fuente: Elaboración Propia

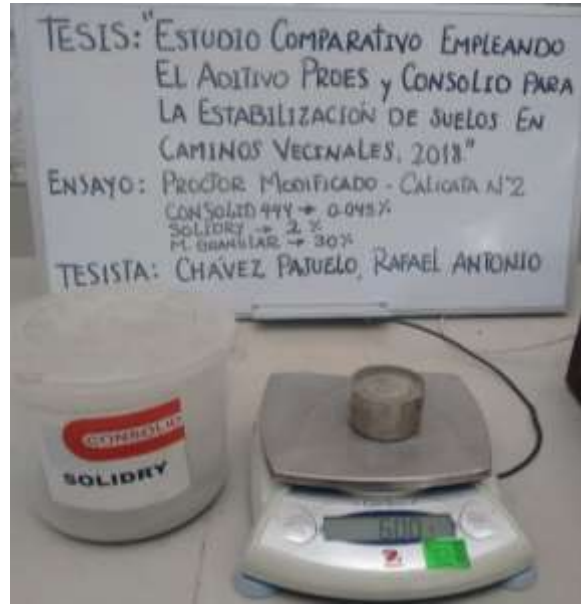


Foto N°26 Pesando el aditivo Consolid (SOLIDRY) de acuerdo al porcentaje a emplear.
Fuente: Elaboración Propia

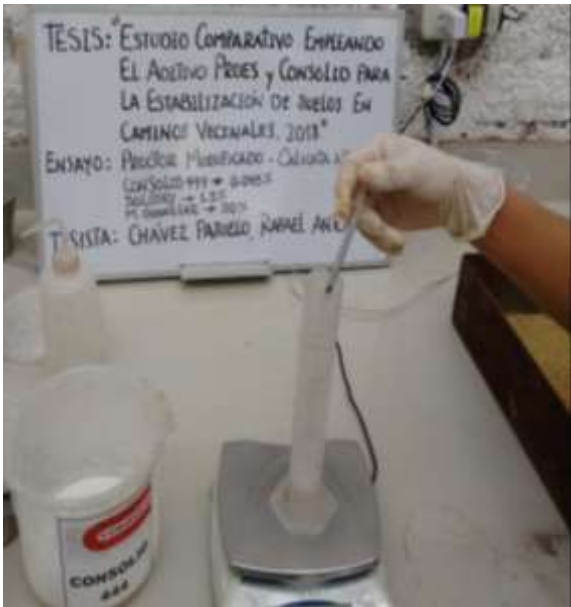


Foto N°27 Aditivo Consolid (CONSOLID444) de acuerdo al porcentaje calculado a emplear.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°28 Aplicando CONSOLID 444 luego se emplea el aditivo SOLIDRY.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°29 Aplicando el aditivo SOLIDRY, para el Proctor Modificado.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°30 Pesando luego de realizar 5 capas de 25 golpes para el Proctor Modificado Método "A"
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°31 Pesando el cemento Portland, la cual será combinado con el aditivo PROES.
Fuente: Elaboración Propia



Foto N°32 En el caso del aditivo PROES se deja curando 7 días, luego se sumerge 96 horas.
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5 Manual de Procedimiento del Aditivo PROES

Confección de probetas para CBR con Tecnología Proes

1. Toma de Muestras

La toma de muestras se realizará al material (suelo natural o mezcla de suelo natural y otro material especificado) que se estabilizará químicamente con Tecnología PROES_{MR}. Todos los muestreos de materiales se realizan de acuerdo a los siguientes procedimientos:

- Conservación y transporte de muestras de suelos. (ASTM D-4220)
- Procedimientos para la preparación de muestras de suelos por cuarteo. (AASHTO T248)
- Preparación en seco de muestras de suelo para análisis granulométrico y determinación de las constantes físicas. (ASTM D-421 ASTM D-2217 AASHTO T87)
- Preparación de muestras húmedas de suelo para análisis granulométrico y determinación de las constantes físicas. (ASTM D-2217)

2. Ensayes de Laboratorio

Las muestras se someten a los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado.
(ASTM C-136 – M.C. 8.102.1)
- Determinación del límite líquido de los suelos.
(ASTM D-4318 – AASHTO T89 – M.C. 8.102.3)
- Determinación del límite plástico e Índice de plasticidad.
(ASTM D-4318 – AASHTO T90 – M.C. 8.102.4)
- Próctor modificado.
(ASTM D-1557 – M.C. 8.102.7)

Con las dosis de aditivos entregadas en certificados de dosificación se realizan los ensayos de CBR y Próctor modificado.

Antes de realizar el ensaye de CBR, se debe calcular la cantidad de aditivo líquido **PROES_{ML}** y aditivo sólido a utilizar, para lo cual es necesario haber realizado antes en el ensaye de Proctor Modificado. Esto se hará según la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de Aditivo Sólido} = \frac{A \times \text{Dosis óptima de aditivo sólido}}{\text{Próctor Modificado}}$$

$$\text{Cantidad de Aditivo Líquido} = \frac{A \times \text{Dosis óptima de aditivo líquido}}{\text{Próctor Modificado}}$$

Donde:

A

= Peso de material para realizar el ensayo

Próctor Modificado

= Se refiere a Próctor Modificado del suelo natural

El aditivo sólido se adiciona a la muestra de suelo a tratar, la cual se encontrará ya pesada en un bol o palla adecuada, y se realiza la mezcla homogénea.

Se homogeniza la mezcla y se incorpora agua hasta una humedad de alrededor de 4% debajo de la óptima.

El aditivo líquido se disolverá en el agua faltante para llegar a la óptima, más un 1% debido a la absorción de agua por el aditivo sólido.

Se mezcla agua – aditivo líquido a la muestra de suelo con aditivo sólido, se homogeniza y se deja reposar entre ½ y 1 hora antes de la confección de las probetas.

Una vez confeccionadas las probetas se cubren con un plástico y arena o aserrín humedecido y se dejan en curado en lugar fresco y seco por 7 días, a temperatura mayor a 12°C.

A continuación, pasado los 7 días de reacción, se sigue el procedimiento indicado en la norma ASTM D1883 – AASHTO T193 – M.C. 8.102.11.

8.102.11 SUELOS: METODO DE ENSAYE CBR (RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA) (LNV 92)*

1.- Alcances y Campo de Aplicación.

1.1 Este método establece el procedimiento para determinar un índice de resistencia de los suelos, conocido como Razón de Soporte de California (CBR). El ensaye se realiza normalmente a suelos compactados en laboratorio, con la humedad óptima y niveles de energía variables.

Nota 1: La denominación CBR se deriva de "California Bearing Ratio".

1.2 Este método se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de suelos de subrasante, como también de materiales empleados en la construcción de terraplenes, subbases, bases y capas de rodadura granulares.

1.3 No obstante que originalmente el método fue diseñado para evaluar el soporte de suelos de tamaño máximo 3/4" (20 mm), el ensaye es aplicable a todos aquellos suelos que contengan una cantidad limitada de material que pasa por el tamiz de 50 mm y es retenido en el tamiz de 20 mm.

Nota 2: Cuando el tamaño máximo absoluto del material en estudio sea superior a 20 mm, el peso retenido en este tamiz se reemplazará por uno equivalente de material de la misma muestra que pasa por 20 mm y es retenido en 5 mm.

*El Método 8.102.11 (LNV 92) es una adaptación de la norma NCh 1852-81.

2.- Referencias.

- NCh 1852.Of 81 Mecánica de Suelos - Determinación de la razón de soporte de suelos compactados en laboratorio.
- AASHTO T 193-93 The California Bearing Ratio.
- ASTM D 1883-94 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory - Compacted Soils.
- NLT- 111/87 Índice CBR en el laboratorio.
- Método 8.102.2 Suelos: Método para determinar el contenido de humedad.

- Método 8.102.6 Suelos: Método para determinar la relación humedad/densidad - ensaye Próctor normal.
- Método 8.102.7 Suelos: Método para determinar la relación humedad/densidad - ensaye Próctor modificado.
- Método 8.202.2 Agregados pétreos: Método para el cuarteo de muestras.

3.- Resumen del Método.

Este método consiste en medir la presión necesaria para hacer penetrar un pistón de 50 mm de diámetro en una masa de suelo compactada en un molde cilíndrico de acero, a una velocidad de 1,27 mm/min, para producir deformaciones de hasta 12,7 mm (1/2"). El índice CBR es la relación, expresada en porcentaje, entre dicha presión y la que se requiere para producir las mismas deformaciones en un material chancado normalizado, al cual se le asigna un valor de 100%. Para la ejecución del ensaye se compactan al menos tres probetas con la humedad óptima y niveles de densidad variables.

4.- Equipos y Accesorios.

4.1 Prensa de Ensaye.

Está conformada por un marco de carga con una capacidad mínima de 44,5 kN (10.000 lbf) y una gata mecánica capaz de desplazar una base metálica rígida a una velocidad uniforme y sin pulsaciones, de 1,27 mm/min, contra el pistón de penetración. Este último debe estar equipado con un dispositivo indicador de carga de una capacidad mínima de 26,7 kN (6.000 lbf), que permita registrar lecturas con una resolución mínima de 50 N. El pistón debe llevar, además, sujeto a él, un dial de penetración graduado en milésimas de pulgada (0,025 mm).

Nota 3: Para bajos valores de CBR (inferiores a 5%), se recomienda el uso de dispositivos indicadores de carga con resolución mínima de 30 N.

4.2 Moldes.

Metálicos, cilíndricos, con un diámetro interno de $152,4 \pm 0,7$ mm y una altura de $177,8 \pm 0,5$ mm. Deben tener un collar de extensión metálico de 50,8 mm de altura y una placa base metálica de 9,5 mm de espesor con perforaciones de un diámetro menor o igual que 1,6 mm.

4.3 Disco Espaciador.

Metálico, cilíndrico, con un diámetro de $150,8 \pm 0,8$ mm y una altura de $61,4 \pm 0,2$ mm.

4.4 Pisón.

Debe cumplir con lo especificado en los Métodos 8.102.6 ó 8.102.7.

4.5 Aparato Medidor de Expansión (Hinchamiento).

Compuesto por:

- a) Una placa metálica de $149,2 \pm 1,6$ mm de diámetro, por cada molde. La placa debe tener perforaciones de un diámetro menor o igual que 1,6 mm, y estar provista de un vástago ajustable de metal en el centro, con un sistema de tornillo y contratuerca que permita regular y fijar su altura.
- b) Un trípode metálico por cada molde, cuyas patas puedan apoyarse en el borde de éste, y que lleve montado en el centro un calibre comparador con indicador de dial, con resolución de lectura 0,025 mm. El vástago debe desplazarse libremente y coincidir con el de la placa, de forma tal que permita controlar la posición de ésta y medir el hinchamiento (ver Lámina 8.102.11 A).
- c) Un dial para medir expansión, por cada molde, con resolución de lectura 0,025 mm.

4.6 Cargas.

Para cada molde se debe disponer de una carga metálica anular y varias cargas ranuradas de $2,27 \pm 0,05$ kg cada una. La carga anular, de diámetro exterior de $149,2 \pm 1,6$ mm, debe disponer de una perforación u orificio en el centro de aproximadamente 54 mm de diámetro (ver Lámina 8.102.11 A).

Nota 4: Para disminuir el número de discos de carga necesarios para el ensaye, se pueden utilizar combinadamente discos confeccionados en plomo y en acero.

4.7 Pistón de Penetración.

Metálico, cilíndrico, de $49,6 \pm 0,1$ mm de diámetro y una longitud no inferior a 101,6 mm.

4.8 Otros equipos y Accesorios.

- a) Un tambor o depósito de capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua, ubicado en un lugar tal que ésta no alcance su punto de congelación.
- b) Un horno con circulación de aire y temperatura regulable, que permita el secado de muestras a $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- c) Balanza de 20 kg de capacidad y resolución 1 g.
- d) Balanza de 2 kg de capacidad y resolución 0,1 g.
- e) Tamices.
- f) Otros: Pailas, recipientes, probetas graduadas, poruñas, espátulas, reglas, brochas, discos de papel filtro, cronómetro, etc.

5.- Muestras.

Prepare una muestra de acuerdo a lo indicado en los Métodos 8.102.6 u 8.102.7, de un tamaño aproximadamente igual a 70 kg. Efectúe un cuarteo mediante el Método 8.202.2 para obtener dos porciones de aproximadamente 35 kg cada una. Destine una de las porciones de 35 kg para el ensaye de humedad - densidad (Métodos 8.102.6 u 8.102.7), y divida el resto de la muestra en 5 porciones representativas de aproximadamente 7 kg cada una para la ejecución del ensaye CBR.

6.- Relación Humedad – Densidad.

Determine el contenido óptimo de humedad y la densidad máxima compactada seca (DMCS) del material, de acuerdo con los Métodos 8.102.6 u 8.102.7, métodos B o D.

7.- Preparación de las Probetas.

7.1 Compacte al menos 3 probetas en un rango de 90% a 100% de la densidad máxima compactada seca determinada en 6.

7.2 Mezcle homogéneamente con agua cada una de las tres o más porciones de suelo por ensayar, previo secado en horno a 60° C hasta masa constante. Agregue la cantidad de agua necesaria para alcanzar la humedad óptima determinada en 6. Luego proceda a curar la mezcla, colocando ésta en un dispositivo tapado hasta obtener una distribución uniforme de humedad.

Nota 5: En suelos de media a alta plasticidad el plazo de curado podrá variar entre 12 y 24 h. En suelos de baja a nula plasticidad este tiempo se podrá reducir a 30 - 60 min.

7.3 Para cada molde coloque el disco espaciador sobre la placa base. Fije el molde con su collar de extensión sobre dicha placa y coloque un disco de papel filtro grueso sobre el espaciador.

7.4 Compacte cada una de las porciones de suelo húmedo en el molde, en un número de capas igual al de las probetas usadas en el ensaye de humedad - densidad. Cada probeta se debe compactar con distinta energía de tal manera que la densidad en la cual se desee determinar la razón de soporte quede entre las densidades de dos probetas.

Nota 6: Generalmente se utilizan probetas compactadas con 56, 25 y 10 golpes. Si la densidad en la cual se desea determinar el CBR es menor que la del molde de 10 golpes, se deberá confeccionar otra probeta con menor energía.

Además es posible compactar probetas para densidades menor a la máxima con diferentes cantidad de golpes, por ejemplo con 12 golpes.

7.5 Si las muestras van a ser sometidas a inmersión, determine el contenido de humedad al comienzo y al final del procedimiento de compactación (2 muestras). Cada una de ellas debe pesar como mínimo 500 g.

7.6 Si las muestras no se van a someter a inmersión, obtenga la muestra para la determinación de humedad después de efectuar la penetración, según procedimiento indicado en 8.6.

Nota 7: En zonas desérticas, en que se asegure que las precipitaciones anuales son inferiores a 50 mm y no nieve, se puede eliminar la inmersión.

7.7 Retire el collar de extensión y enrase cuidadosamente el suelo compactado con una regla al nivel del borde del molde. Rellene con material fino bajo 5 mm cualquier hueco que pueda haber quedado en la superficie por eliminación de material grueso.

7.8 Saque la placa base perforada y el disco espaciador y pese el molde con el suelo compactado. Determine la masa del suelo compactado (m), restando la masa del molde. Registre aproximando a 1 g.

7.9 Determine la densidad de la muestra antes de la inmersión (ρ), dividiendo la masa de suelo compactado (m) por la capacidad volumétrica del molde (v):

$$\rho = m / v$$

Registre, aproximando el resultado a 0,01 g/cm³.

7.10 Coloque un disco de papel filtro grueso sobre la placa base perforada, invierta el molde y fíjelo a dicha placa, con el suelo compactado en contacto con el papel filtro.

Nota 8: Cuando hay riesgo de disgregación del suelo compactado en el molde, éste debe pesarse junto con la placa base. En este caso deben restarse tanto la masa del molde como la de la placa base para determinar m.

7.11 Coloque el vástago ajustable y la placa perforada sobre la probeta de suelo compactado y aplique las cargas hasta producir una sobrecarga igual a la ejercida por la estructura del pavimento sobre el material en estudio, redondeando a múltiplos de 2,27 kg (5 lb). En ningún caso debe ser menor que 4,54 kg (10 lb).

7.12 Si la muestra va a ser sometida a inmersión, coloque los moldes con sus respectivas cargas en el recipiente sin agua y acomode el aparato de expansión a cada uno de los moldes, tomando lecturas iniciales de expansión o hinchamiento. Luego agregue el agua lentamente para no producir movimientos que desajusten el trípode de expansión, permitiendo el libre acceso de ésta a las probetas, las que debe dejar sumergidas durante 96 h. Durante este período mantenga la muestra sumergida a un nivel de agua constante, sin producir vibraciones que puedan alterar las mediciones de expansión.

Nota 9: Para suelos granulares que absorben humedad fácilmente y cuyo CBR, efectuado con inmersión de 96 h, sea mayor que 40%, podrá considerarse una reducción del tiempo de inmersión hasta un mínimo de 24 h.

7.13 Al término del período de inmersión, tome las lecturas finales de expansión a cada una de las probetas y calcule el porcentaje de expansión refiriendo dichas lecturas a la altura inicial de éstas:

$$\text{Porcentaje de expansión} = \frac{\text{expansión (mm)}}{116,4} \times 100$$

7.14 Saque el agua libre dejando drenar la probeta a través de las perforaciones de la placa base durante 15 min. Cuidé de no alterar la superficie de la probeta mientras se extrae el agua. Puede ser necesario inclinar la probeta para eliminar el agua superficial.

7.15 Retire las cargas y la placa base perforada. Pese el molde con el suelo. Determine la masa de suelo compactado después de la inmersión (m_i), restando la masa del molde. Registre aproximando a 1 g.

7.16 Determine la densidad de la muestra después de la inmersión (ρ_i) dividiendo la masa de suelo compactado (m_i) por la capacidad volumétrica del molde (v):

$$\rho_i = m_i / v$$

Registre, aproximando a 0,01 g/cm³.

8.- Penetración.

8.1 Coloque sobre la probeta la cantidad suficiente de cargas para producir una sobrecarga igual a la ejercida por la estructura del pavimento sobre el material en estudio, redondeando a múltiplos de 2,27 kg (5 lb) y en ningún caso menor que 4,54 kg (10 lb). Si la probeta ha sido previamente sumergida, la sobrecarga debe ser igual a la aplicada durante el período de inmersión.

Para evitar el sollevamiento del suelo en la cavidad de las cargas ranuradas, coloque en primer lugar la carga anular sobre la superficie del suelo, antes de apoyar el pistón de penetración. Luego coloque las cargas restantes.

8.2 Apoye el pistón de penetración con la carga más pequeña posible, la cual no debe exceder en ningún caso de 45 N. Coloque los calibres de tensión y deformación en cero. Esta carga inicial se necesita para asegurar un apoyo satisfactorio del pistón y debe considerarse como carga cero para la determinación de la relación carga - penetración.

Nota 10: El dial de penetración debe estar adosado directamente al pistón y apoyado en el borde del molde.

8.3 Aplique la carga en el pistón de penetración de manera que la velocidad sea de 1,27 mm/min.

8.4 Anote las lecturas de carga en los siguientes niveles de penetración: 0,64; 1,27; 1,91; 2,54; 3,18; 3,81; 4,45; 5,08; 7,62; 10,16 y 12,7 mm.

Nota 11: Para equipos con diales en pulgadas estos intervalos corresponden aproximadamente a: 0,025; 0,050; 0,075; 0,100; 0,125; 0,150; 0,175; 0,200; 0,300; 0,400 y 0,500 pulgadas.

8.5 Anote la carga máxima alcanzada, registrando la penetración a la que se produce, si esto ocurre para una penetración menor que 12,7 mm.

8.6 El ensaye debe realizarse hasta alcanzar una penetración mínima de 7,62 mm (0,300 pulgadas).

Nota 12: Durante el ensaye no debe sobrepasarse la capacidad de carga del anillo. La última anotación corresponderá a la penetración que se obtenga a la carga máxima admisible del anillo.

8.7 Saque el suelo del molde y determine su humedad considerando la totalidad de la muestra.

9.- Presentación de los Resultados.

9.1 Curva de Tensión – Penetración.

Calcule las tensiones de penetración en MPa, aproximando a un decimal, para lo cual divida las cargas aplicadas (kgf) por el área de la sección transversal del pistón (cm²); luego divida el resultado obtenido por el factor de conversión 10,2.

Trace la curva de cada molde en un mismo gráfico de tensión - penetración. En algunos casos esta curva puede tomar, inicialmente, la forma cóncava hacia arriba debido a irregularidades de la superficie u otras causas. En dichos casos el punto cero debe corregirse trazando una recta tangente a la mayor pendiente de la curva y trasladando el origen al punto en que esta tangente corta a la abscisa. El valor buscado estará desplazado a la derecha en la misma distancia que hay desde el origen hasta la intersección de la curva corregida con la abscisa (ver Lámina 8.102.11 B).

9.2 Razón de Soporte.

Empleando los valores de tensión corregidos tomados de la curva tensión - penetración para 2,54 mm y 5,08 mm de penetración, calcule las razones de soporte para cada una de ellas, dividiendo las tensiones corregidas por las tensiones normales de 6,9 MPa y 10,3 MPa, respectivamente. Cuando en el ensaye no se logre una penetración de 5,08 mm, debe extrapolar la curva hasta dicho valor para calcular la razón de soporte.

Para los suelos del tipo A-1, A-2-4 y A-2-6, la razón de soporte se calcula sólo para 5,08 mm de penetración.

Para los suelos del tipo A-4, A-5, A-6 y A-7, cuando la razón de soporte correspondiente a 5,08 mm resulte mayor que la correspondiente a 2,54 mm, repita el ensaye. Si el ensaye de chequeo entrega un resultado similar, emplee la razón de soporte correspondiente a 5,08 mm de penetración.

Para los suelos del tipo A-3, A-2-5 y A-2-7, informe el mayor porcentaje de CBR obtenido entre los correspondientes a 2,54 y 5,08 mm.

9.3 Razón de Soporte - Densidad Seca.

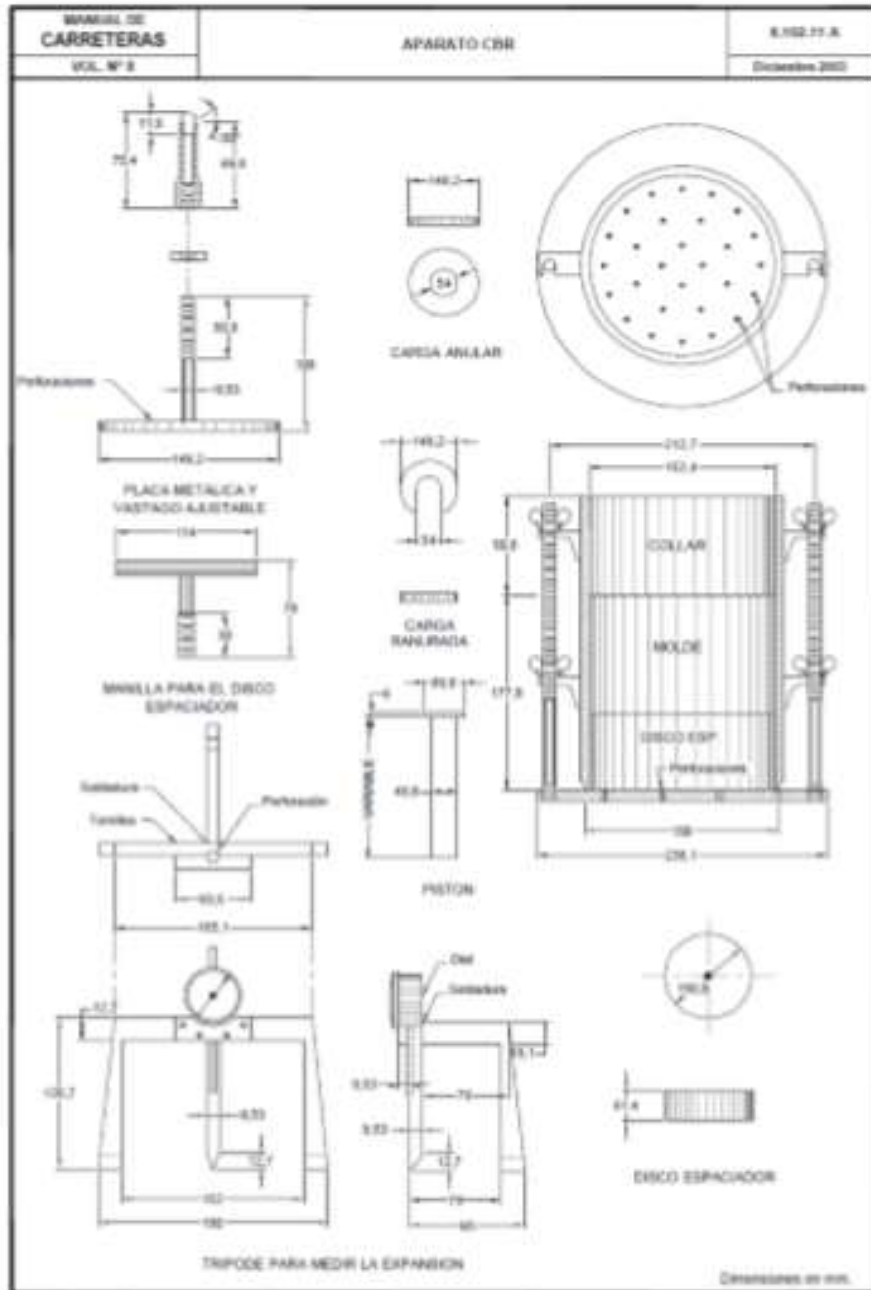
Usando los datos obtenidos para las distintas probetas, dibuje una curva "Razón de Soporte - Densidad Seca de Compactación", como se muestra en el gráfico de la Lámina 8.102.11.C. Se puede determinar así la Razón de Soporte correspondiente a una densidad seca preestablecida.

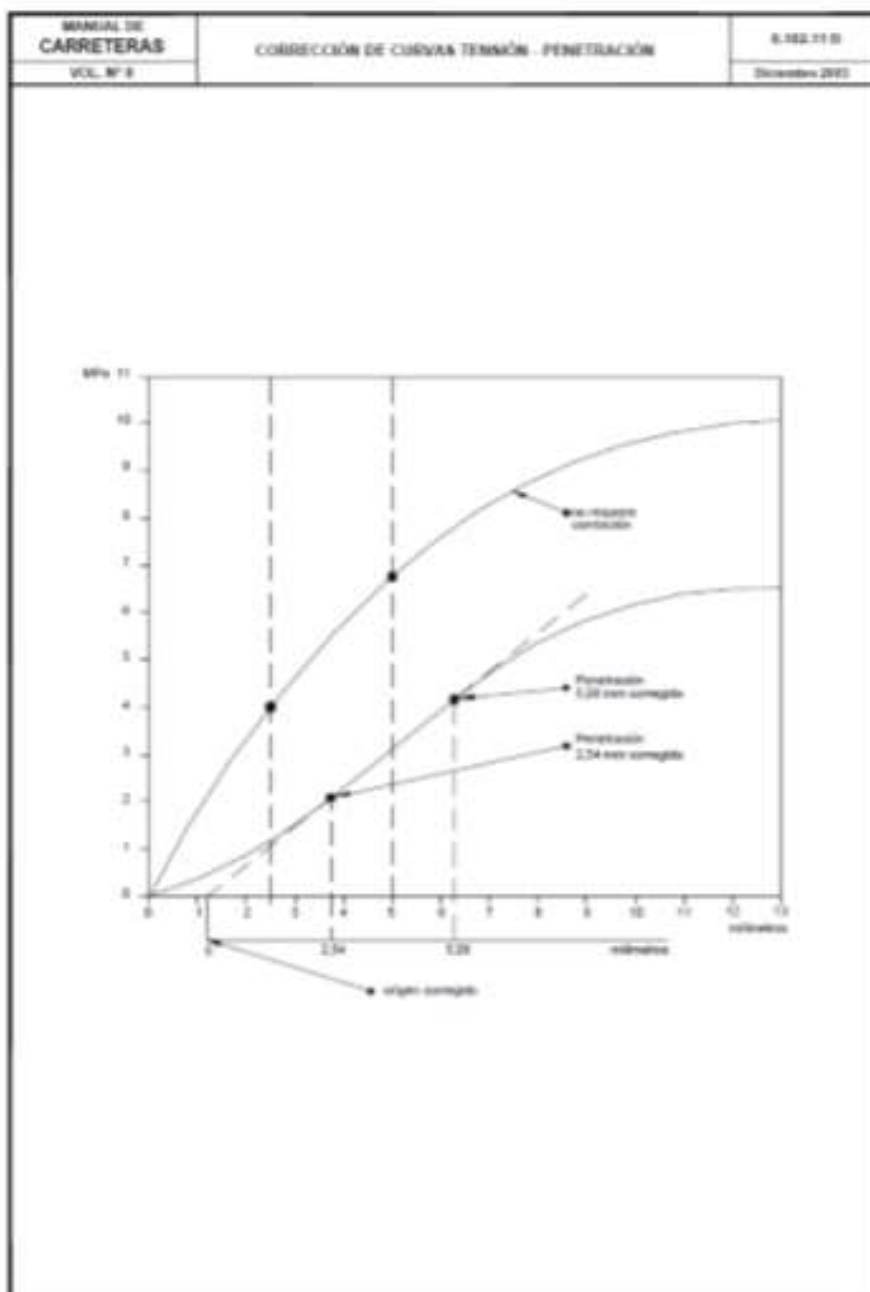
10.- Informe.

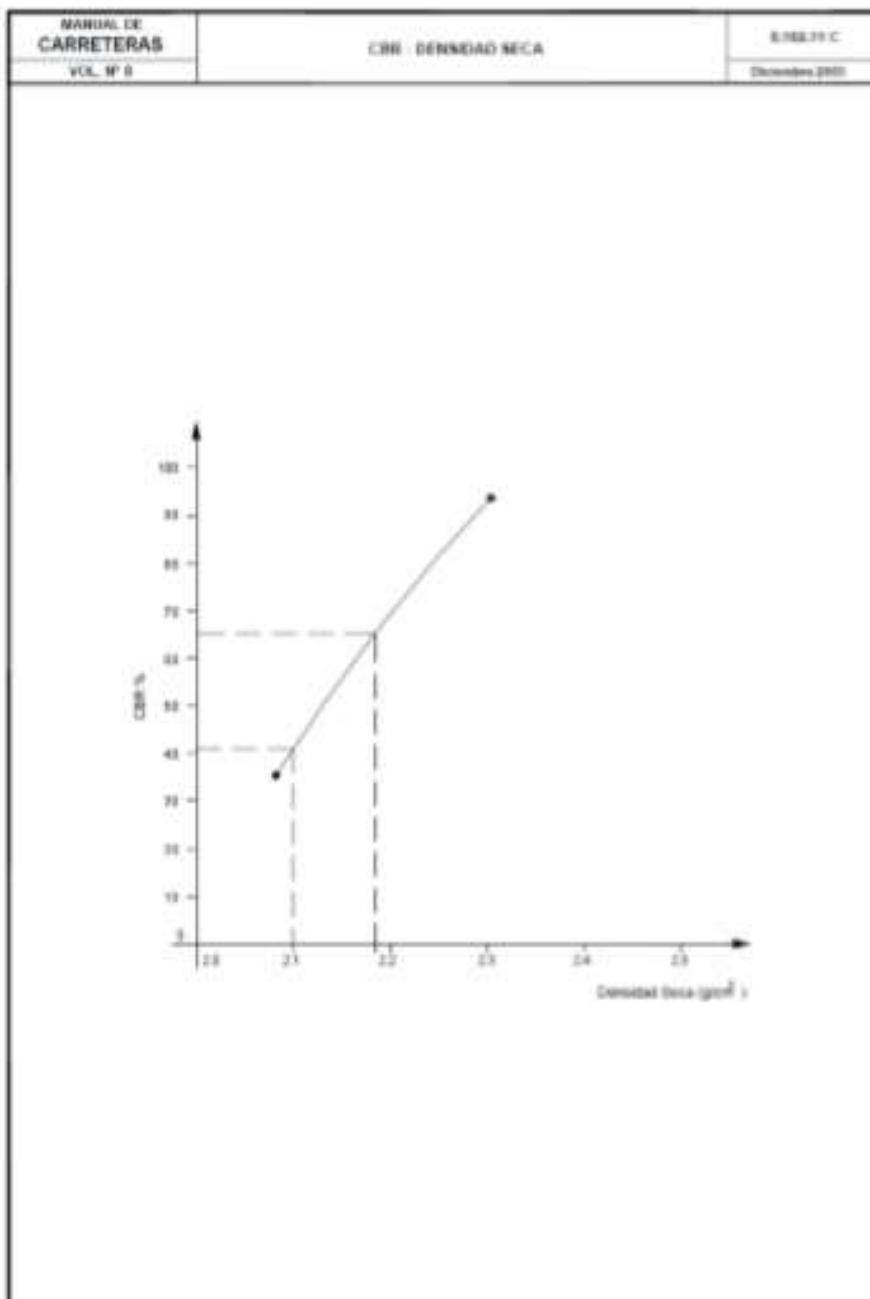
El informe deberá incluir la siguiente información:

- a) Referencia al procedimiento empleado para preparar y compactar las probetas.
- b) Acondicionamiento de la muestra (con o sin inmersión).
- c) Densidad seca de la muestra antes de la inmersión (g/cm³).

- d) Densidad seca de la muestra después de la inmersión (g/cm³).
- e) Humedad de la muestra:
 - Antes de la compactación (%).
 - Después de la compactación (%).
 - Después de la inmersión (%).
- f) Expansión (referida a la altura inicial del molde) (%).
- g) Razón de Soporte de la muestra (%).
- h) Cualquier información específica relativa al procedimiento de ensaye o al material.
- i) La referencia a este método.







Anexo 6 Ficha Técnica PROES

FICHA TÉCNICA
Aditivo Líquido Proes100



i. Tecnología PROES

El proceso PROES® de estabilización química de suelos (patentado) trata el suelo natural transformándolo en una base impermeable, resistente (CBR > 100%) y flexible.

Este proceso ocupa:

- a. El suelo natural con plasticidad
- b. El Aditivo Líquido Proes100, que actúa por ionización y ordena las partículas del suelo.
- c. Aditivo sólido que sirve como aglomerante.

La base generada con Proes100 es eficiente en aportar capacidad estructural al camino. Debe combinarse con una carpeta de rodado que aporte protección adicional a la abrasión producida por el tráfico y cumplir el estándar de operación esperado.

ii. Consideraciones de uso.

1. Se deben asegurar condiciones composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y especificaciones de PROES.
2. Al suelo a tratar se debe agregar un aditivo sólido, el cuál consiste en un *filler* aglomerante que se define para cada proyecto y se gestiona localmente.
3. El aditivo líquido Proes100 se agrega al suelo en dosis de 0,25 a 0,35 lt/m² de suelo estabilizado compactado. La aplicación se realiza utilizando un camión aljibe, donde se diluye el aditivo Proes100 en agua (al menos 1:50) previo a su aplicación. Antes de usar el aditivo líquido, este debe ser agitado, con mayor intensidad si ha estado almacenado por un período prolongado.
4. El proceso contempla revolver y extender el suelo tratado con motoniveladora o recicladora, y luego el compactado con rodillo vibratorio.

iii. Condiciones de transporte del aditivo líquido

- Envase** : Estanque HDPE anillado de 55 galones (aprox. 210 litros), sellado, diámetro 595 mm, altura 888 mm (ver ilustración adjunta).
- Transporte** : los estanques se movilizan en pallets certificados de 1.000mm x 1.200mm.



iv. Condiciones químicas del aditivo líquido

- División de riesgo** : Clase 8 - Líquido Corrosivo
- Código UN** : NU 3265
- Estado físico** : líquido de color oscuro y apariencia oleosa
- Peso específico** : 1,3
- pH** : 1,0 a 1,5 en aplicación según dilución.
- Estabilidad** : producto estable a temperatura ambiente, mantener bajo 100°C
- Fecha de caducidad** : no tiene

Anexo 7 Manual del Aditivo CONSOLID

MANUAL



Gerencia Regional y Técnica
12 de Octubre s/n
2625 Cavanagh, Pcia. de Córdoba
Cel/Whats up 0054 9 3462 412764
ARGENTINA

WWW.CONSLIDSUD.CH

La Estabilización del Suelo

El suelo que conforma una calle o un camino de tierra tiene la posibilidad de petrificarse mediante un proceso llamado de compactación. Este proceso consiste en el reacomodamiento de las partículas que componen el suelo de tal manera que queden estrechamente vinculadas y trabadas entre sí conformando un cuerpo muy compacto.

La compactación del suelo sólo se logra ante una fuerte presión y con una cantidad óptima de humedad (proctor óptimo), situación en que las partículas se recubren con una fina película de agua que lubrica y favorece el reacomodamiento. Este estado de compactación del suelo, si bien es ideal para soportar las grandes cargas ocasionadas por el tránsito, es sumamente inestable.

Veamos por qué. En una calle de tierra sin tratar, comúnmente observamos dos situaciones: una de ellas es cuando la calle tiene un exceso de agua, por factores climáticos como la lluvia. En esta situación las partículas no pueden ligarse entre sí porque el exceso de agua las sobrelubrica y las separa, rompiendo el estado de compactación y formando barro. La otra situación se observa cuando la calle tiene escasa humedad, en períodos de sequía. También aquí el suelo pierde compactación. Las partículas se desprenden, se transforman en polvo y se produce la rotura de la calle.

Los métodos de estabilización son aquellos procedimientos a los que es sometido el suelo con el objeto de prolongar el tiempo que media entre la compactación y la disgregación de partículas que generan la rotura o deterioro de una calle o camino.

La calidad de una estabilización convencional realizada con métodos tradicionales se mide en función del mayor o menor tiempo de duración del estado de compactación.

El sistema CONSOLID®

CONSOLID® es un sistema de estabilización de alta tecnología que se diferencia de los métodos tradicionales porque torna la compactación del suelo en un estado absolutamente **irreversible**.

El sistema **CONSOLID®** actúa favoreciendo la compactación y regulando la humedad óptima del suelo, independizando el estado del mismo de las variaciones climáticas como lluvias o sequías.

De esta manera, una calle tratada, modifica en forma **irreversible** los comportamientos del suelo, estabilizando en forma **definitiva** su compactación.

Los aditivos **CONSOLID®** se insertan entre las partículas del suelo formando complejas estructuras moleculares que actúan mediante procesos catalíticos que reducen la tensión superficial del agua que circunda dichas partículas de manera tal que la película de agua que las cubre y hace las veces de barrera entre ellas, es despendada permitiendo así su evaporación.

El sistema **CONSOLID®** tiene un enorme impacto sobre la sensibilidad al agua del suelo (controlando el ascenso de humedad por capilaridad o la disolución por lluvias) y la disminuye a su cantidad óptima.



El suelo descompactado es mecánicamente inestable, por lo que en un camino se producen polvo, barro y pozos.

Con humedad óptima y con una fuerte presión se reacomodan las partículas hasta formar un cuerpo compacto.

El estado de compactación del suelo es el ideal para soportar las grandes cargas que ocasiona el tránsito.

De esta forma el suelo pierde en gran medida su comportamiento mecánico natural, como es el encogimiento cuando se seca y la hinchazón cuando se humedece, lo cual trae aparejado la pérdida de la compactación del suelo y disgregación que produce la rotura del camino por inestabilidad mecánica.

Acompañando los comportamientos descriptos, y como consecuencia de ellos, se produce en los suelos tratados un aumento significativo del valor soporte.

Expresado en términos porcentuales del valor CBR (California Bearing Ratio) se observa que éste aumenta entre un 20 a un 50 % para un suelo en condiciones de humedad óptimas, pero sobre todo, debe destacarse que el valor soporte aumenta al menos de 3 a 5 veces en situaciones de alta humedad respecto al del suelo no tratado.

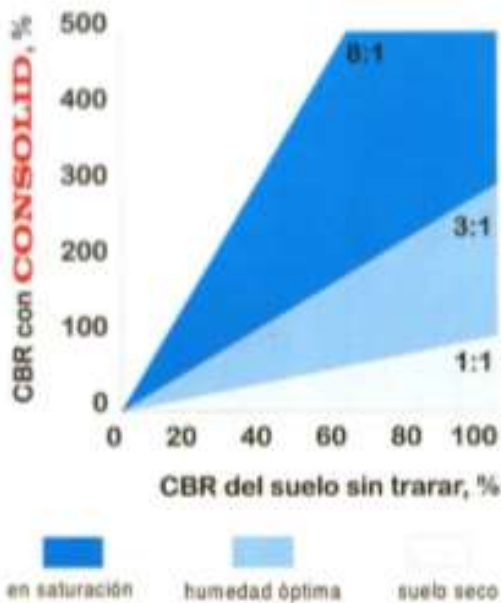
Lo que ocurre, justamente, es que el material tratado al no verse afectado por el ataque del agua mantiene en forma permanente su valor de humedad óptimo y el comportamiento característico del suelo seco.

Es de destacar que la base estabilizada con el sistema **CONSOLID** tiene una duración indefinida, pudiendo medirse en términos de décadas.

Es importante aclarar que el sistema **CONSOLID** sólo actúa sobre la compactación



*Luego de varios días de lluvia, se puede observar como la base tratada con **CONSOLID** impone un límite preciso entre ésta y el sector mojado.*



natural del suelo, no ligando las partículas entre sí, evitando la formación de estructuras de suelo rígidas susceptibles de ser "rotas" con el uso, como ocurre, por ejemplo, con el suelo cemento.

Esto le confiere condiciones excepcionales en cuanto a la capacidad de resistir estructuralmente cualquier tipo de tránsito por más pesado que sea.

El hecho de que el sistema **CONSOLID** no actúe como un agente ligante de partículas hace que requiera de un recubrimiento asfáltico que actúe como capa de rodamiento **no estructural** para evitar el desgaste superficial ocasionado por el tránsito.

Las características de este recubrimiento varían de acuerdo al tipo de tránsito (en cuanto a peso e intensidad) que deba soportar la calle o camino estabilizado. Puede ir desde un simple regado asfáltico con una delgada capa de arena gruesa o pedregullo para caminos con pocas solicitaciones, hasta carpetas asfálticas de 10 a 40 mm.

Diseño de la Estabilización

A continuación exponemos algunas nociones muy simples acerca de cómo se realiza el diseño de una base estabilizada con el sistema **CONSOLID**[®], siendo los procedimientos aquí explicados útiles para obras sencillas. Para casos de mayor complejidad se requerirán estudios de ingeniería que no describiremos aquí porque están fuera del alcance y de los objetivos de este manual.

El sistema **CONSOLID**[®] consiste básicamente en el mezclado de los productos o aditivos que lo componen con el suelo a tratar.

etapas. Primero se mezclan 15 a 25 cm de suelo con **CONSOLID 444**[®]. Luego se le agrega **CONSERVEX**[®] o **SOLIDRY**[®] a la parte superior (5 a 10 cm) ya tratada con el primer componente, tal como se observa en el esquema.

El diseño de la estabilización consistirá en la elección de 3 tipos de parámetros: la **Combinación** de los productos, la **Dosis** o cantidad de aditivos a emplear y los **Espesores** de suelo a tratar.

Elección de la Combinación

Desde el punto de vista del funcionamiento químico del sistema, tanto **CONSERVEX**[®] como

	CONSOLID 444	CONSERVEX	SOLIDRY
Presentación	líquido de color blanco	líquido semiviscoso de color marrón oscuro	polvo muy fino de color blanco
Envase	tambores de 200 litros	tambores de 200 litros	bricks de 30 kg.
Aplicación	con regador de agua común	con regador de asfalto	en forma manual
Preparación	listo para usar, debiéndose agregar al agua del regador	debe diluirse (1:1) con agua dentro del regador	listo para usar
Conservación	en tambores bien cerrados	en tambores bien cerrados	en lugar seco

SOLIDRY[®] tienen un comportamiento similar en (aproximadamente) el 80 % de los suelos. Sólo un 10 % funciona mejor con uno u otro producto. El otro 10 % corresponde a los que el sistema **CONSOLID** no es efectivo, tal es el caso de los suelos orgánicos (también llamados negros o vegetales) y los suelos

Según el tipo de suelo, estos tres productos se combinan en 2 formas:

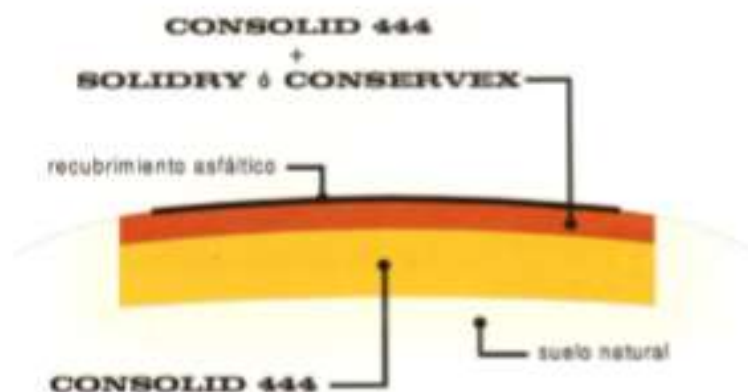
CONSOLID 444[®] + CONSERVEX[®]
 ó
CONSOLID 444[®] + SOLIDRY[®]

Cualquiera de estas combinaciones se aplican en dos

no cohesivos (que no se pueden compactar) como las arenas de médanos o ríos.

Desde el punto de vista constructivo es más fácil colocar **CONSERVEX**[®] en suelos de baja plasticidad (arenosos, granulares y/o poco arcillosos). El **SOLIDRY**[®] tiene la ventaja de bajar la condición de los suelos plásticos (finos y arcillosos).

De todas maneras, la mejor forma de determinar la combinación ideal es realizar ensayos de ascenso de humedad por capilaridad (ver *Técnicas de Laboratorio*).



Espesores de Tratamiento

Se puede definir a un pavimento como un elemento estructural que aleja y distribuye la carga puntual que genera el neumático de un vehículo, sobre el terreno natural.

Tal como puede apreciarse en el gráfico el peso del vehículo se transmite a la superficie del pavimento a través del neumático en forma de carga puntual (flecha roja grande). Esta carga es transmitida hacia abajo en forma cónica (flechas azules), de tal manera que cuanto más grande es la altura del cono, mayor es la superficie de la base, con lo cual se distribuye la carga (inicialmente puntual en la parte superior) en toda la base (flechas rojas pequeñas).

Esto significa que la elección del espesor de tratamiento está relacionada con los requerimientos mecánicos a los cuales la base estabilizada vaya a estar sometida, debiéndose tener en cuenta el tipo de tránsito (en cantidad y en calidad o peso) que circulará y las condiciones naturales de valor soporte que el suelo tenga, ya sea en la porción a tratar o en la parte inferior o sub base que es donde la primera se apoya.

A modo de ejemplo podemos establecer que un tránsito pesado y/o una sub-base débil demandará un mayor espesor de tratamiento. Por el contrario, el tránsito de una calle en un barrio residencial y/o una sub-base buena requerirá un espesor significativamente menor.

Dosis

La elección de la dosis está relacionada en alguna medida con la composición química del suelo y en mayor medida con su composición granulométrica, es decir, con la cantidad de gránulos finos (donde principalmente ac-

túan los componentes) en relación con las partículas de mayor tamaño, ya que estas últimas ocupan volúmenes de suelo que no necesitan ser estabilizados. Esto significa que (generalmente) a mayor cantidad de partículas grandes, menor será la cantidad de productos necesarios.

La siguiente tabla nos muestra las dosis que se requieren de cada producto expresadas en porcentaje del peso del suelo (segunda columna) y la cantidad de cada producto por metro cúbico de suelo (tercer columna), asumiendo que este último pesa aproximadamente 2000kg.

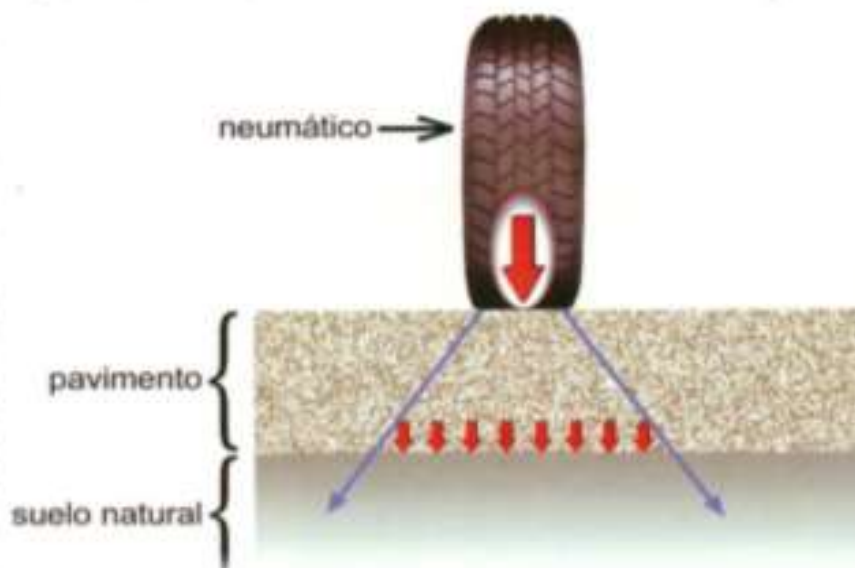


Tabla de Dosis

CONSOLID 444	0.032% del peso del suelo	0.64 litros/m ³
CONSERVEX	0.5% a 1% del peso del suelo	10 a 20 litros/m ³
SOLIDRY	1% a 2% del peso del suelo	20 a 40 kg/m ³

Cantidad de productos por metro cuadrado

Obsérvese en la tabla de dosis que la cantidad de **CONSOLID 444** (salvo en condiciones especiales) es fija. Lo que podemos variar es el espesor de la capa a tratar (de 15 a 25 cm). La siguiente tabla nos muestra la cantidad de producto necesario por m², según los distintos espesores.

litros/m ²	CONSOLID 444		
	Espesores a tratar en cm.		
	15 cm	20 cm	25 cm
Dosis Estándar (0,032%)	0,10 l/m ²	0,13 l/m ²	0,16 l/m ²

La dosis de **CONSERVEX** y la de **SOLIDRY** que observamos en la tabla de dosis, son variables. A los efectos prácticos, dividiremos estos rangos de dosis en mínima, estándar y máxima. En las siguientes tablas combinaremos las tres dosis a utilizar con distintos espesores, obteniendo las cantidades de producto necesario para estabilizar cada combinación de dosis / espesor.

kilogramos/m ²	SOLIDRY		
	Espesores a tratar en cm.		
	5 cm	7,5 cm	10 cm
Dosis Mínima (1%)	1,00 kg/m ²	1,50 kg/m ²	2,00 kg/m ²
Dosis Estándar (1,5%)	1,50 kg/m ²	2,25 kg/m ²	3,00 kg/m ²
Dosis Máxima (2%)	2,00 kg/m ²	3,00 kg/m ²	4,00 kg/m ²

litros/m ²	CONSERVEX		
	Espesores a tratar en cm.		
	5 cm	7,5 cm	10 cm
Dosis Mínima (0,5%)	0,50 l/m ²	0,75 l/m ²	1,00 l/m ²
Dosis Estándar (0,75%)	0,75 l/m ²	1,13 l/m ²	1,50 l/m ²
Dosis Máxima (1%)	1,00 l/m ²	1,50 l/m ²	2,00 l/m ²

La experiencia indica que si se tiene cuidado en realizar un buen mezclado de los productos (ver Método de aplicación) las dosis estándar tienen un excelente desempeño en la gran mayoría de los suelos. No obstante el ensayo ascenso capilar aludido anteriormente es la forma más ajustada para determinar la dosis.

Método de Aplicación

En los siguientes desarrollos fotográficos describimos, paso a paso, dos ejemplos de aplicación (uno para cada combinación de producto).

Para los dos ejemplos vamos a suponer que elegimos un espesor de tratamiento de 20 cm para el primer producto y de 7 cm para el segundo, ambos aplicados en dosis estándar (ver tabla de dosificaciones).

Cabe aclarar que el sistema **CONSOLID**® no requiere ningún tipo de maquinaria específica para el trabajo de compactación. Se pueden usar las máquinas usuales de cada región de acuerdo al tipo de suelo. En los dos ejemplos que veremos a continuación se trataron suelos finos, usando rodillos tipo pata de cabra y tipo neumático. Para otras clases de suelo se podrán usar rodillos lisos, vibradores, etc.

CONSOLID 444® + CONSERVEX®

En primer lugar se escarifica el suelo con una motoniveladora o con un arado o rastra de discos. Este trabajo se realiza hasta que el suelo quede bien desmenuzado.



Luego se aplica el primero de los dos productos a utilizar que es el **CONSOLID 444**® (líquido de color blanco). Para ello, se deberá cargar agua en un regador. La cantidad (en litros) debe ser aproximadamente de 3 a 4 veces la superficie (en m²) a tratar. Por ejemplo: si tengo que tratar 800 m², multiplico 800 por 3 ó 4, lo que me indica que tengo que cargar en el regador una cantidad de 2400 a 3200 litros de agua. Agregar al agua del regador **CONSOLID 444**® en una cantidad equivalente a 0,13 litro por m² a tratar (esto surge de la tabla de dosificación). Para obtener esta cantidad, se multiplica 0,13 litros x 800 m² = 104 litros.



El contenido del regador se esparce en varias pasadas, lo más uniformemente posible sobre la superficie a tratar.

Luego se mezcla cuidadosamente con la rastra de discos.

Es muy importante prestar mucha atención a este paso, ya que el único requisito necesario para que la aplicación sea exitosa es obtener un buen mezclado de los productos con el suelo.



Una vez mezclado se comienza a compactar con el rodillo *pata de cabra*. Si el suelo está demasiado húmedo para compactarlo hay que seguir pasando la rastra de discos hasta que se seque. Si está demasiado seco se le puede agregar agua sin inconvenientes.

El *pata de cabra* irá compactando primero la parte inferior de la base, y a medida que esto sucede veremos que se va levantando, es decir que cada vez se hunde menos. Para esta clase de suelo, esto ocurre hasta una profundidad de alrededor de 5 cm, ya que este tipo de rodillo no puede compactar esta capa superior del suelo.

Aquí comienza la segunda etapa del tratamiento, donde se aplica **CONSERVEX**[®] (líquido color marrón oscuro). Para su aplicación es recomendable el uso de un regador de asfalto.

Suponiendo que el espesor a tratar es de 7 cm, se carga en el regador de asfalto, agua y **CONSERVEX**[®] en cantidades iguales. Según la dosis estándar para 7 cm son necesarios **1,13 litros por m²** a tratar. Para obtener la cantidad de producto a cargar, multiplico: 1,13 litros x 800 m² = 904 litros de **CONSERVEX**[®] (y 904 de agua).

Luego se distribuye uniformemente.

Un vez distribuido este segundo producto se procede a mezclarlo bien, cuidando que la rastra de discos no profundice los 7 que estamos tratando.

Si todo el proceso desarrollado hasta aquí ha deformado la conformación superficial de la calle (niveles, gálibo, etc.), se deberá recomponer con la motoriveladora.

En los casos de suelos finos como los de este ejemplo, es recomendable agregar sobre los 7 cm tratados, una capa fina de áridos que tengan una granulometría de hasta 20 mm, en una cantidad de 20 a 40 kg. por m². Estos áridos, en la etapa de compactación (paso siguiente) se incorporarán superficialmente (o se clavarán) en la masa del suelo tratado, mejorando el valor soporte y actuando como elemento de anclaje del recubrimiento asfáltico final.

Luego se realiza la compactación y sellado final de esta última capa con *pata de cabra* (si fuese necesario) y/o rodillo neumático. En caso de ser necesario también se puede regar con agua si el suelo está muy seco para poder compactarlo.



Por último se realiza el riego asfáltico final con asfalto diluido tipo R-1. Al asfalto R-1 se le puede agregar un 20% de querosén para mejorar la penetración del riego.



Sobre el riego se distribuirá arena gruesa o piedra (dependiendo de si se le va a agregar o no algún tipo de carpeta asfáltica) y se rodillará.



En este ejemplo, la estabilización realizada con el sistema **CONSOLID**® se complementó con un micropavimento (microcaps o microsursfacing) de 12 mm de espesor colocado con una máquina aplicadora.



CONSOLID 444® + SOLIDRY®

Este segundo ejemplo corresponde a la combinación cuyo segundo producto es **SOLIDRY®**. Las 4 primeras fotografías ilustran la aplicación de **CONSOLID 444®**, siendo su explicación similar a la del ejemplo anterior.

Primero se escarifica, en este caso con una motoniveladora ya que había que reconstituir la forma del camino (gálibo y pendientes).



Luego seiega el **CONSOLID 444®**.



Se mezcla cuidadosamente con el arado de discos.



Finalmente se concluye la primer etapa compactando con rodillo pata de cabra.



La segunda etapa comienza con la distribución de las bolsas de **SOLIDRY** (polvo blanco en bolsas de 30 kg.) sobre la superficie a tratar.

Cabe aclarar que el **SOLIDRY** es un polvo que el viento se lleva con mucha facilidad, por lo que hay que evitar los días ventosos y tratar de programar su aplicación en horas que, según las regiones, habitualmente haya poco viento.

La cantidad de **SOLIDRY** a aplicar estará determinada por la forma en que hagamos la distribución de las bolsas, tal como lo veremos seguidamente.

En primer lugar determinaremos qué cantidad de bolsas demandará la superficie que queremos tratar.

Siguiendo con las medidas del ejemplo anterior, para un espesor de 7cm, en una dosis estándar (ver tabla), necesitaremos 2,25 kg por m².

La cantidad de producto necesario para tratar 800 m² se obtiene multiplicando 2,25 kg x 800 m² = 1800 kg.

A los 1800 kg los dividimos por los 30 kg que tiene cada bolsa y obtenemos su cantidad: 60 bolsas.

Estas 60 bolsas necesarias para estabilizar los 800 m² deberán ser distribuidas uniformemente sobre un costado y a lo largo del camino. Para que esta distribución sea uniforme, se calculará la distancia que debe existir entre bolsas.

Vamos a suponer que los 800 m² a tratar correspondan a un sector que tenga 8 m de ancho por 100 m de largo. Se toma el largo y se lo divide por la cantidad de bolsas, obteniendo la distancia entre las mismas:

$$100 \text{ m} / 60 \text{ bs.} = 1,66 \text{ m}$$

Una vez terminada la distribución, se abrirá un extremo de la bolsa, vaciando su contenido en todo el ancho del camino.

Luego se distribuye con una madera de aproximadamente 1 metro a la que se le fija en el centro y en forma transversal un palo o caño que oficia de mango. (algo así como un escobillón o secador, pero todo de madera).

Tanto el vaciado de las bolsas, como la distribución del material deben efectuarse lenta y suavemente para evitar el desperdicio del material que se vuela.

El mezclado del material, en el comienzo, se realiza con el tractor a muy baja velocidad para evitar el vertido del material. A medida que se avanza con la mezcla, se observará que la nube de polvo que levanta la rastra de discos va disminuyendo, en cuyo caso se podrá ir aumentando la velocidad del tractor.



Una vez terminada la mezcla se inicia la compactación final, primero con pata de cabra si es necesario.



El trabajo de compactación final se termina con rodillo neumático.



En este ejemplo la cobertura superficial consistió en un tratamiento superficial asfáltico tipo simple.
Sobre la superficie compactada se efectuó un riego con asfalto diluido tipo R-1.



Inmediatamente después de aplicar el riego se distribuye material árido.



El árido distribuido se rodilla para que los gránulos se incrusten en la superficie de la base estabilizada y para que se mezclen con el asfalto regado que actúa como material ligante.



Por último se puede aplicar un riego asfáltico final muy liviano y sobre éste esparcirse arena fina para terminar de sellar la superficie.



RECOMENDACIONES MUY IMPORTANTES:

- Antes de cargar **CONSOLID 444**® o **CONSERVEX**® en un regador deberá batirse el contenido de los tambores. Una forma sencilla es acostar los tambores y hacerlos rodar reiteradas veces.
- Deberá tenerse especial cuidado en cerrar bien los tambores cuando quede en ellos material sin usar.
- No dejar almacenados los tambores al sol.

Técnicas de Laboratorio

El sistema **CONSOLID**[®] generalmente puede ser aplicado en dosis estándar con excelentes resultados en casi todo tipo de suelo cohesivo.

No obstante, si se requiere una mayor seguridad en cuanto al funcionamiento del sistema, o si se quiere optimizar rendimientos y costos, es recomendable determinar las dosis óptimas mediante un sencillo ensayo llamado de ascenso capilar, que a continuación describimos.

En primer término enumeramos los elementos necesarios para realizar los ensayos:

- 1 zaranda construida con tejido de alambre que tenga una abertura de malla de 5 x 5 milímetros
- 1 balanza con capacidad de 1 kg.
- 1 molde cilíndrico para probetas de 50 mm. de diámetro y 100 mm. de largo.
- 1 recipiente de mezclado
- 1 recipiente de humedecimiento
- 1 probeta graduada de 100 cm³.
- 1 pipeta graduada de 10 cm³.
- 1 espátula
- 1 jara.



El ensayo comienza con la extracción de tierra de la calle a tratar. Esta muestra será extraída en una cantidad aproximada de 5 a 7 kg., hasta una profundidad coincidente con el espesor de suelo a tratar.



El suelo extraído debe ser bien desmenuzado y puesto a secar. Una vez que el suelo esté bien seco, se pasa por el tamiz, de tal manera que no queden partículas mayores de 5 mm. en el suelo a ensayar.

En la tabla siguiente se muestran las denominaciones (columna izquierda) con las que se deben marcar las distintas probetas (esto es una convención internacional) según las distintas combinaciones y dosis de productos.

		CONSOLID[®]	CONSERVEX	SOLIDRY
O	sin tratar			
B X/2	mínima	8 cm ³ *	2,50 cm ³	
B X	estándar	8 cm ³ *	3,75 cm ³	
B XX	máxima	8 cm ³ *	5,00 cm ³	
B S/2	mínima	8 cm ³ *		5,00 g
B S	estándar	8 cm ³ *		7,50 g
B SS	máxima	8 cm ³ *		10,00 g

* los 8 cm³ son de una dilución de 1 parte de **CONSOLID** 444 en 50 de agua



Con el suelo tamizado y **húmedo** se pesan porciones de 500 gramos cada una, que originarán las probetas de ensayo.



El conjunto de molde y pistón es comprimido en una prensa hidráulica (del tipo de las usadas en los talleres mecánicos).



Cada una de las porciones de suelo debe ser adicionada con las cantidades de productos determinadas en la tabla. Para ello se usa la probeta, la pipeta graduada y la balanza.



La presión aproximada deberá ser de 50 kg/cm (aproximadamente 1 tonelada para la superficie de este molde). Si la prensa no dispone de manómetro se deberá ensayar con suelo sin tratar hasta obtener una probeta compacta.



Los productos que son agregados a cada porción de suelo deberán ser bien mezclados con la espátula.

Una vez mezclados los productos, se le podrá agregar agua hasta obtener la humedad óptima para la compactación.

Luego se llena el molde con la porción de suelo dosificado y se coloca el pistón de compresión.



Inmediatamente después del prensado, se debe desmoldar la probeta con mucho cuidado tratando de no romper los bordes.

Una vez desmoldadas, las debe dejar secar en forma na-

tural hasta que por el color determinemos que están totalmente secas.



Es importante tener en cuenta que los comportamientos de los suelos son muy distintos y varían de acuerdo a su composición física y química. Hacemos esta aclaración porque el desarrollo del ensayo que vemos a continuación es indicativo ya que es propio de este tipo de suelo. Otro tipo de suelo seguramente tendrá otro comportamiento diferente.



Se vierte de 1 a 2 cm de agua en el recipiente de humedecimiento (tipo asadera de cocina) y se apoyan las probetas bien secas.



A los 5 minutos observamos un pequeño humedecimiento parejo en todas las probetas tratadas. La probeta sin tratar comienza a disgregarse su base.



A las 3 horas comienzan a diferenciarse las probetas con mayor dosificación con un leve mejor comportamiento para las que tienen CONSERVEX (BX/2 y BX). La probeta de suelo sin tratar (O) ya está totalmente saturada y sigue su proceso de disgregación.



Luego de 10 horas observamos que se ha revertido el rendimiento a favor de las probetas tratadas con SOLIDRY. La probeta O ya está casi desarmada.

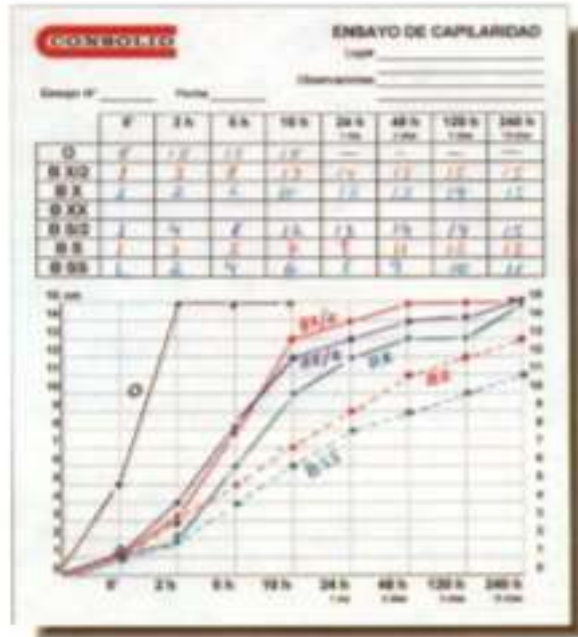


A los 5 días, la primer probeta con CONSERVEX (BX/2) está totalmente saturada. Generalmente, 4 ó 5 días son suficientes para determinar las tendencias definitivas de las distintas combinaciones. Para este suelo observamos una leve diferencia en favor de las probetas tratadas con SOLIDRY. Y de estas dos elegimos la de menor dosificación, ya que, si bien la de mayor dosificación tiene mejor comportamiento, no se justifica su elección porque ésta lleva el doble de producto.



Después de los 20 días entran en estado de saturación total, no obstante conservar el estado de compactación.

La descripción de los comportamientos de las probetas deberá ser volcada en una planilla tabulada en 5 minutos, 2, 5, 10, 24, 48 y 120 horas (se adjunta modelo para fotocopiar), donde se irán anotando los centímetros de ascenso de cada período. También, en reemplazo de la medición en centímetros, se puede ir anotando la cantidad de gramos de agua absorbida, para lo cual se deberá ir pesando cada probeta en los distintos periodos e ir restándole el peso de la probeta seca (500g).



CONSOLID **ENSAYO DE CAPILARIDAD**

Lugar: _____

Observaciones: _____

Ensayo N°: _____ Fecha: _____

	5'	2 h	5 h	10 h	24 h	48 h	120 h	240 h
O								
B X/2								
B X								
B XX								
B S/2								
B S								
B S/2								

Anexo 8 Ficha Técnica CONSOLID

1. INFORME TÉCNICO

1.1. Principio y descripción

El **Sistema de impermeabilización y estabilización química de suelos CONSOLID** está formado por dos productos: un polvo granulado de nombre comercial SOLIDRY, y un líquido semi-viscoso de nombre comercial CONSOLID 444.

El sistema impermeabiliza los suelos tratados, así como aumenta la capacidad portante de los mismos.

La aplicación del CONSOLID 444 permite una aglomeración de las partículas finas, y de este modo una reducción de la superficie activa del suelo; se destruye la película de agua adherida en la medida de lo posible, activando así el poder de unión propio del suelo. Un tratamiento posterior con SOLIDRY permite una estabilización precisa de acuerdo a los requerimientos del lugar de construcción.

1.2 Materiales y componentes

1.2.1 SOLIDRY CONCENTRADO

Polvo granulado formado por la mezcla de catalizadores e intercambiadores iónicos.

Tabla No. 1. Identificación de la sustancia.

Nombre comercial de producto	SOLIDRY CONC
Nombre químico	Mezcla de tensoactivos catiónicos
Código	E1DR01 9 73.0082 /F
Productor	KAO CORPORATION S.A. Puig delsTudons, 10-08210 BARRERA DEL VALLES (Barcelona, España)

Tabla No. 2. Caracterización química del SOLIDRY CONCENTRADO.

Compuesto	%
Alquilamina grasa	25- 100
Ester di-alquílico de tri-etanol amonio metil sulfato	25- 100
2 Propanol	5- 10

Tabla No. 3. Características técnicas del SOLIDRY CONCENTRADO.

Características técnicas	UM	Valor nominal
Aspecto	-	sólido
Color	-	amarillento
Olor	-	similar a las aminas
Valor pH (a 50 g/l H ₂ O) (50 °C)	-	9-10
Punto de fusión	°C	50-52
Punto de inflamación en copa cerrada	°C	>170
Densidad (75 °C)	g/cm ³	0,858
Viscosidad dinámica (75°C)	mPa.s	<100
Solubilidad en agua (20°C)	-	Insoluble
Solubilidad en Isopropanol (55 °C)	g/L	50

1.2.2 CONSOLID 444 CONCENTRADO

Líquido semi viscoso, formado por la mezcla de monómeros y polímeros catalizadores, aceleradores de la penetración.

Tabla No. 4. Identificación de la sustancia.

Nombre comercial del producto	CONSOLID 444 CONCENTRADO
Código	9706500
Productor	BUSSETTI & Co. GesmbH Rotszergasse 57 1170, Viena

Tabla No. 5. Caracterización química del CONSOLID 444 CONCENTRADO.

Compuesto	%
Compuesto de amonio cuaternario	25-50
Amina grasa	10-25
Ácido fórmico	2,5-10
Otras aminas grasas	2,5-10
Xileno alcalino	^2,5

del

Tabla No. 6. Características técnicas CONSOLID 444 CONCENTRADO.

Características	UM	Valor Nominal
Aspecto	-	líquido
Color	-	amarillo
Olor	-	característico
Punto de inflamación	°C	41
Presión de vapor a 20 °C	hPa	23
Densidad	g/cm ³	0,98-1,00
Solubilidad en agua	-	completa
ValorpH(100g/l)a20°C	-	4,5-5

1.3 Fabricación

Los productos que componen el Sistema se fabrican a partir de productos concentrados manufacturados y embarcados desde BUSSETTI & Co. GesmbH, Austria (CONSOLID) y desde KAO CORPORATION S.A., España (SOLIDRY) a sus distribuidores autorizados en el mundo, para a partir de ellos obtener los productos finales del sistema.

BUSSETTI & Co. GesmbH presenta certificado ISO 9001: 2000, para el diseño y producción de auxiliares químicos industriales con número de registro 01530138 otorgado por el cuerpo de certificación TUV.

KAO CORPORATION SA, presenta certificado ISO 9001: 2000, para el diseño y producción de agentes tensoactivos otorgado por AENOR con numero de registro ER-0228/1995, renovado en el 2006.

1.4 Requisitos para la puesta en obra

1.4.1 Estudios previos de laboratorio

Para estudiar los suelos a tratar con el sistema CONSOLID, se debe de ejecutar los siguientes ensayos previos de caracterización y compactación del suelo:

Ensayo de humedad según NC 67:2000.

Ensayo de límites de consistencia según NC 58:2000.

Ensayo de peso específico según NC 19:1999.

Ensayo de granulometría según NC 20:1999.

Ensayo de hidrómetro según NC 20:1999.

Empleando cualquiera de los sistemas de clasificación de suelos (AASHO, SUCS) se identifica el tipo de suelo con el cual se va a acometer la estabilización con los aditivos del Sistema CONSOLID.

Según la ASTM D 1557:2002 se realizan los ensayos de compactación del suelo para las energías estándar y modificado, determinándose la densidad máxima y la humedad óptima de compactación.

Una vez establecidos los parámetros básicos del suelo a tratar se procede a determinar las características geomecánicas del suelo estabilizado con el sistema CONSOLID a partir de los siguientes ensayos.

Ensayo de ascensión capilar para establecer la impermeabilidad del suelo.

Ensayo de compresión por carga simple axial según la norma ASTM D 1633:2007

c) Ensayo de CBR para establecer las características resistentes del suelo según la NC 54-150:1983.

La adición de los aditivos se realiza de la siguiente forma:

Se añade la cantidad del aditivo líquido CONSOLID 444 ya desconcentrado (1:4) en dependencia de la cantidad de suelo que se va a preparar en proporción de 1:50 (por ejemplo para una muestra de suelo de 5000 g se le añaden 100 mL de aditivo líquido desconcentrado), que se adicionan a la cantidad de agua a añadir para alcanzar la humedad óptima de moldeo.

La adición del aditivo sólido SOLIDRY ya desconcentrado, se realiza en proporción del 2% en peso de la masa del suelo a tratar.

1.4.2 Preparación de los productos

1.4.2.1 Preparación del CONSOLID 444

El aditivo líquido a emplear en la estabilización se prepara con una parte de CONSOLID CONCENTRADO en 4 partes de agua dulce.

El producto puede ser preparado directamente en el lugar de la obra, por ejemplo usando un camión pipa de agua.

1.4.2.2 Preparación del SOLIDRY

El SOLIDRY CONCENTRADO debe ser mezclado con un filler de cemento y cal hidratada para facilitar su distribución uniforme en el suelo. La preparación se realiza de acuerdo a las siguientes proporciones:

- 3,5% SOLIDRY CONCENTRADO 32% de cal hidratada 64,5 % de cemento Portland

Para la preparación del producto se requiere: Un sistema mezclador de cualquier tipo. Un molino de bolas o a fricción (la temperatura no debe exceder los 60 °C). Un sistema para envasar (contenedores bien cerrados o bolsas de papel).

El proceso de molienda se realiza para obtener un producto de finura correspondiente al 100 % pasante el tamiz No. 140 (0,1 mm).

1.4.3 Equipamiento para la puesta en obra

Para la puesta en obra del sistema se requieren de los equipos clásicos de una empresa de movimiento de tierra o constructora de carreteras, tales como:

- Arado de varios dientes (riper, scraper)
- Motoniveladora
- Camión para repartir el producto
- Camión pipa de agua
- Motovolqueta
- Arado de disco, rotovalor.
- Pueden usarse equipos pulvimixer o estabilizadoras.
- Compactador pata de cabra. Cilindro vibrocompactador.

1.4.4 Requisitos para la puesta en obra del sistema CONSOLID

La aplicación en cualquier obra de estabilización o impermeabilización de suelos debe cumplir los siguientes pasos:

1.4.4.1 Preparación del suelo

Las operaciones que incluye la preparación del suelo son:

Escarificado y disgregación, a una profundidad de 25 cm, con la cual se consigue eliminar los elementos gruesos, a la vez que se disgregan o ahuecan los terrenos cohesivos.

La nivelación de acuerdo con la rasante de la explanada, dejándolo preparado para el extendido y mezclado con los aditivos.

1.4.4.2 Riego del aditivo líquido CONSOLID 444

Este producto es usado comúnmente en cantidades de (0,4 a 0,8) litros por metro cúbico de suelo, siendo la estándar de 0,8 L/m³.

Es bastante entendible que estas pequeñas cantidades no pueden ser propiamente distribuidas en un metro cúbico de suelo, por lo que el CONSOLID requerido será diluido en la cantidad de agua necesaria a distribuir en el suelo para alcanzar el contenido de humedad óptima de compactación.

1.4.4.3 Distribución del aditivo SOLIDRY

Generalmente la dosis a aplicar se encuentra entre (12 a 20) kg/m³, siendo la estándar de 16 kg/m³.

Para obras muy pequeñas, de reducida superficie a estabilizar, o en zonas irregulares no accesibles a los equipos mecánicos, la distribución del SOLIDRY se puede realizar de forma manual.

Para ello se colocan los sacos del aditivo sobre el suelo formando una cuadrícula de lados aproximadamente iguales, de acuerdo con la dosificación aprobada y, una vez abiertos, se distribuye rápidamente y lo más uniforme posible mediante rastrillos manuales.

En el resto de los casos es conveniente utilizar equipos mecánicos, para extender el aditivo en polvo. Es muy importante que haya una buena sincronización entre estos equipos y los de mezclado, con el fin de evitar pérdidas del aditivo provocadas por el viento.

1.4.4.4 Mezclado

Es muy importante un adecuado proceso de mezclado que asegure una buena homogeneidad del producto en la profundidad requerida.

1.4.4.5 Compactación

La necesidad de obtener una compacidad elevada se refleja no sólo en la obtención de una buena resistencia en esta capa, sino en lograr una buena superficie de apoyo que colabore a aligerar de tensiones a la capa situada inmediatamente superior.

La compactación del suelo deberá realizarse con contenidos de humedad óptimo del próctor o a un nivel ligeramente superior.

Si por cualquier razón la compactación no puede tener lugar inmediatamente después de la aplicación de los productos y el suelo se seca demasiado, la humedad perdida debe ser recuperada usando un regador para luego proceder a la compactación.

Por otra parte, si la aplicación o compactación debieran ser interrumpidas por alguna razón, por ejemplo razones climáticas, pueden ser retomadas en cualquier momento en el mismo punto donde fueron interrumpidas cuidando de que se cumplan las condiciones anteriores de humedad.

1.4.5 Ejemplo de dosificación

Para una carretera de 8,00 m de ancho, longitud de 1000,00 m y un espesor a estabilizar de 0,25 m.

- Clasificación del suelo (Método AASHTO) = Suelo A-4(5).

Peso específico máximo suelo = 2040 kg/m^3 . Humedad óptima = 11 %.

Humedad natural del suelo extraído en el campo = 8,2%.

Humedad requerida en campo = $11 \% - 8,2 \% = 2,8\%$.

Volumen del suelo = $8 \times 1000 \times 0,25 = 2000 \text{ m}^3$.

Cantidad de CONSOLID 444 (tratamiento 0,25m)

= $0,8 \text{ L/m}^3 \times 2000 \text{ m}^3 = 1600 \text{ litros}$.

Cantidad de SOLIDRY (tratamiento 0,25m) = $16 \text{ kg/m}^3 \times 2000 \text{ m}^3 = 32000 \text{ kg}$.

1.4.6 Comportamiento del suelo tratado con el sistema CONSOLID

Los aditivos del sistema CONSOLID tienen un importante efecto en la sensibilidad al agua de los suelos y la disminuyen al mínimo.

Una vez compactado y secado lentamente el camino, puede alcanzarse un contenido de humedad permanente que está alrededor de la humedad óptima del próctor. Por lo tanto esto redundará en mayor compactación de la capa tratada que trae consigo una mayor resistencia que se mantiene durante períodos húmedos.

La densidad seca del suelo aumenta de un 5 % a un 10 % del valor del suelo no tratado, manteniéndose este valor en períodos de humedad.

Con respecto a los límites de Atterberg, después del tratamiento con el sistema CONSOLID sólo se alcanzan por una mezcla forzada con agua, por lo que los cambios significativos que se obtienen en ellos pueden ser importantes para alguna aplicación especial.

Los resultados de ensayos de ascensión capilar para un suelo no tratado provoca el humedecimiento total y el colapso produciéndose así su disgregación, mientras que en el suelo tratado con el sistema CONSOLID no se produce afectación por el agua por tiempo indefinido.

El tratamiento con el sistema CONSOLID produce un aumento significativo del valor de soporte. Expresado en términos porcentuales del valor del CBR se observa que este aumenta entre un (20 a 50) % para un suelo en condiciones de humedad óptima, pero sobre todo, debe destacarse que el valor de soporte aumenta al menos tres veces en situaciones de alta humedad respecto al del suelo no tratado.

1.5 Referencias de utilización

La presencia en Cuba del **Sistema de impermeabilización y estabilización química de suelos CONSOLID**, es totalmente novedosa por lo que no tiene antecedentes de utilización.

En marzo 2007, se realizó por parte del grupo técnico de la DIP Almendares, perteneciente al Instituto de Recursos Hidráulicos, un tramo de prueba de 46 m x 1,30 m x 0,20 m en relleno de zanjas para drenajes de alcantarillado, situado en el Reparto Parcelación Moderna, Municipio

Arroyo Naranjo, en la provincia Ciudad de la Habana.

2. EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD TÉCNICA

2.1 Consideraciones para la evaluación

El Sistema de impermeabilización y estabilización química de suelos CONSOLID,

ha sido objeto de evaluación por parte del Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción.

El CTDMC sólo realizó ensayos de identificación de los productos concentrados que se importan para la aplicación de este sistema, atendiendo a que el solicitante ha presentado los informes relacionados con evaluaciones efectuadas por diferentes instituciones reconocidas en el país, sobre el efecto que produce el tratamiento con el Sistema CONSOLID en diferentes tipos de suelos característicos de Cuba. Estos reportes fueron tomados como válidos.

Para realizar la evaluación de los productos que componen el sistema, se recibieron las siguientes muestras:

400 mL de aditivo CONSOLID 444
CONCENTRADO.

1 kg de aditivo SOLIDRY CONCENTRADO

Estas muestras fueron obtenidas de la fábrica matriz CONSOLID AG desde Suiza para el proceso de obtención del DITEC. Los recipientes se encontraban protegidos y debidamente etiquetados.

2.2 Resultados de la evaluación

Los resultados de los ensayos que se detallan a continuación, realizados en el CTDMC, se expresan como valores promedio de muestras ejecutadas paralelamente por duplicado.

2.2.1 Caracterización del aditivo líquido CONSOLID 444 CONCENTRADO

Tabla No. 7. Características del CONSOLID 444 CONCENTRADO

Ensayo	UM	Valor	Referencia
Estado físico	-	líquido	líquido
Color	-	amarillo	amarillo
Valor pH NC 271 -2:2003	-	4,93	4,5-5
Densidad NC 271-4:2003	g/cm ³	0,93	0,98-1,0
Viscosidad Copa Ford, NC ISO 2431:04	seg	55	-
Sólidos totales NC 271 -1:2003	%	40,41	-
Sustancias Insolubles NC 271-6:2003	%	1,4	-

2.2.2 Caracterización del aditivo SOLIDRY CONCENTRADO sólido Las probetas 5 y 3 se observaron en perfecto estado.

Tabla No. 8. Características del SOLIDRY CONCENTRADO.

Ensayo	UM	Valor	Referencia
Estado físico	-	sólido	sólido
Color	-	blanco	amarillento
Valor pH NC 271 -2:2003	-	9,09	9-10
Peso específico NC 271 -4:2003	g/cm ³	0,95	-
Punto de fusión	°C	50	50-52
Solubilidad en agua (20°C)	-	Insoluble	Insoluble

Tabla No. 9. Determinación de los tamaños de partículas del aditivo SOLIDRY CONCENTRADO.

Dimensiones (mm)	Porcentaje de partículas por tamaño
4,76	2,2
2,38	38,0
1,19	34,5
0,59	12,7
0,297	6,6
0,149	3,2
0,074	1,7
< 0,074	1,1

2.2.3 Ensayos en suelos

Los ensayos en suelos que se reportan, han sido realizados en los laboratorios de suelos de la ENIA Villa Clara, ENIA Santiago de Cuba y el Laboratorio de Mecánica de Suelos del ISPJAE.

2.2.3.1 Ensayos preliminares

Las pruebas iniciales estuvieron destinadas a comprobar los aditivos CONSOLID individualmente y en combinación como establece el sistema.

Para ello se elaboraron 5 probetas:

Probeta 1 con adición de SOLIDRY.

Probeta 2 con adición de CONSOLID 444.

Probeta 3 suelo sin tratar.

(En estas tres probetas se empleó una arcilla negra plástica del reparto La Torre)

Probeta 4 con adición de SOLIDRY empleando una arcilla negra altamente plástica de la formación Toledo.

Probeta 5 con adición de CONSOLID 444 + SOLIDRY empleando una arcilla roja parda impermeable de la cortina de la presa Mampostón.

El estudio dio como resultado que las probetas 1, 2 y 4 donde se emplearon los aditivos por separado presentaron retracciones muy pronunciadas en toda su esbeltez.

Como conclusión se estableció que los aditivos tienen que ser empleados en combinación pues de manera independiente no accionan como estabilizador del suelo.

2.2.3.2 Evaluación de la impermeabilidad y capacidad portante de los suelos tratados

Los ensayos desarrollados a continuación son para evaluar el efecto de los aditivos del sistema CONSOLID sobre la densidad, el CBR y la permeabilidad en los suelos tratados en relación al suelo natural sobre diferentes tipos de suelos característicos de Cuba.

Tabla No. 10. Resultados de ensayos de suelo de muestras de la formación Toledo*.

	UM	No tratado	Tratado con Sistema CONSOLID
Tipo de suelo	Arcilla limosa de alta compresibilidad		
Clasificación	HRB	A-7-5(20) (SUCS-CH)	
Densidad	kg/m ³	1,51	-
Humedad óptima	%	20	-
CBR inmersión	%	4	30
Estabilidad a ciclos humedad -secado	cm	-	Pasa

Realizados por el Grupo de Geotecnia y Cimientos del CECAT, ISPJAE.

Tabla No. 11. Resultados de ensayos realizados a muestras de la autopista nacional, zona Villa Clara*.

	UM	No tratado	Tratado con Sistema CONSOLID
Tipo de suelo	Gravo arcilloso limoso, color beige		
Clasificación	HRB	A-2-6 (0)	
Densidad	kg/m ³	1846	2044
Humedad óptima	%	11,6	11,3
CBR inmersión	%	20	150,8

* Realizados por ENIA Villa Clara

Tabla No. 12. Resultados de ensayos realizados a muestras de la cantera Los Pollos*.

	UM	No tratado	Tratado con Sistema CONSOLID
Tipo de suelo	Grava arena limosa, color gris		
Clasificación	HRB	A-1a(0)	
Densidad	kg/m ³	1853	1853
Humedad óptima	%	11,6	12,1
CBR inmersión	%	83	148

Realizados por ENIA Villa Clara

Tabla No. 13. Resultados de ensayos a muestras del Huevo de Aguadores del Aeropuerto Santiago de Cuba.

	UM	No tratado*	Tratado con Sistema CONSOLID**
Tipo de suelo	Grava limosa con arena		
Clasificación	HRB	A-Ib(SUCS-GM)	
Densidad	kg/m ³	1954	2080
Humedad óptima	%	12	11
CBR	%	20	-
Ascensión capilar (pérdida en altura), 24h	cm	8	0

* Realizados por ENIA Santiago de Cuba ** Realizados por la DIP Almendares en Laboratorio de Mecánica de Suelos del ISPJAE.

Tabla No. 14. Resultados de ensayos realizados a muestras de la cantera Pitirre en San Francisco de Paula*.

	UM	No tratado	Tratado con Sistema CONSOLID
Tipo de suelo	arena limo arcillosa		
Clasificación	HRB	A-6 (14)	
Densidad	kg/m ³	1830	1900
Humedad óptima	%	15	-
CBR	%	-	-
Absorción, 72h	%	100	0
Ascensión capilar (pérdida en altura), 72h	cm	12	0

* Realizados por ENIA, Ciudad de La Habana.

* Realizados por ENIA, Ciudad de La Habana.

2.3 Conclusiones de la evaluación

De la evaluación pueden extraerse las siguientes conclusiones:

Tabla No. 15. Resultados de ensayos realizados a muestras de suelo producto de excavaciones de zanjas del Reparto Parcelación*

	UM	No tratado	Tratado con Sistema CONSOLID
Tipo de suelo	Grava areno limo arcillosa		
Clasificación	HRB	A-6 (13)	
Densidad	kg/m ³	1850	1890
Humedad óptima	%	12,5	-
CBR	%	-	-
Absorción, 72h	%	100	0
Ascensión capilar (pérdida en altura), 72h	cm	12	0

diferentes de suelos característicos de Cuba. De ellos 4 han sido suelos inadecuados o marginales para su empleo en obras de carreteras.

El Sistema permite que el suelo desarrolle una gran capacidad de resistencia al agua, impermeabilizando los suelos tratados, e incrementa la capacidad portante del mismo, por lo cual puede emplearse indistintamente para cualquiera de estas dos prestaciones, o ambas.

Su utilización puede resultar ventajosa al poder emplearse los suelos disponibles en el lugar. La estabilización química aumenta el costo de ejecución, pero debe producir un ahorro sustancial en transportación y extracción de materiales de canteras seleccionadas.

Esta evaluación no garantiza la calidad de la ejecución por parte de empresas no especializadas o sin la asesoría técnica del suministrador.

En la evaluación al **Sistema de impermeabilización y estabilización química de suelos CONSOLID** se ha verificado que el mismo cumple con las funciones establecidas para este tipo de solución, por lo que se concluye que su evaluación en las condiciones de Cuba es satisfactoria.

Ponente:
MSc. Ing. Rosa Herrera de la Rosa
Investigador Auxiliar
CTDMC

Anexo 9 Calibración de Equipos



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 877 - 2018

Página 1 de 2

Expediente	7404-2018	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 %.
Fecha de Emisión	2018-10-12	
1. Solicitante	JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.	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 y 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.
Dirección	CAL.MZ.D.LT24 AIS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZ019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA	
2. Instrumento de Medición	BALANZA	
Marca	OMRON	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	833799625	
Alcance de Indicación	30000 g	
División de Escala de Verificación (e)	10 g	
División de Escala Real (d)	1 g	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	B-01	
Tipo	ELECTRÓNICA	
Ubicación	LABORATORIO	
Fecha de Calibración	2018-10-11	
3. Método de Calibración	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009, Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y III del SNM-INDECOP.	
4. Lugar de Calibración	LABORATORIO de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L. CAL.MZ.D.LT24 AIS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZ019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA	




Ing. Luis Lozada Cacho
Reg. COPAF 10327

PT-06-F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Angeles 553 - LIMA 42 Telf: 292-5106 292-2095

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



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LPP - 338 - 2018

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	504,20	503,60	-0,94	-0,76	504,00	-0,76	0,08
1000	1001,25	1003,25	0,13	-0,33	1002,25	-0,22	-0,20
1500	1504,35	1499,90	-0,29	0,01	1502,13	-0,14	0,30
2000	2003,25	2002,80	-0,15	-0,14	2003,03	-0,15	0,02
2500	2500,13	2500,70	0,01	-0,03	2500,43	-0,02	-0,02
3000	3000,20	3000,50	-0,01	-0,02	3000,35	-0,01	-0,01
3500	3499,25	3498,65	0,02	0,04	3498,95	0,03	0,02
4000	4000,55	4000,20	-0,01	0,00	4000,38	-0,01	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

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

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3- Coeficiente de Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste: $y = 1,0012x - 4,1092$

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

GRÁFICO N° 1

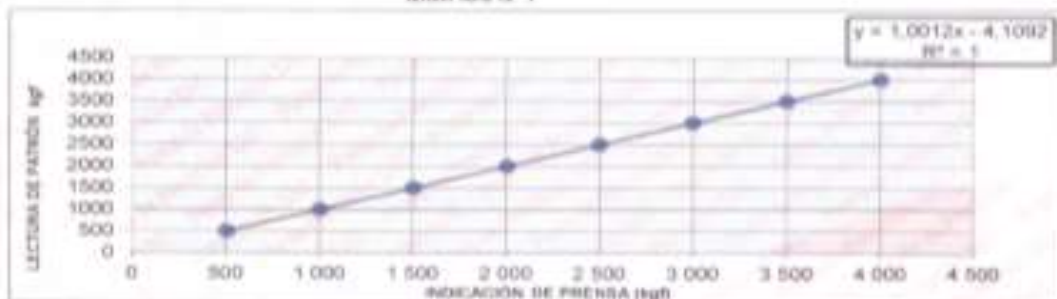
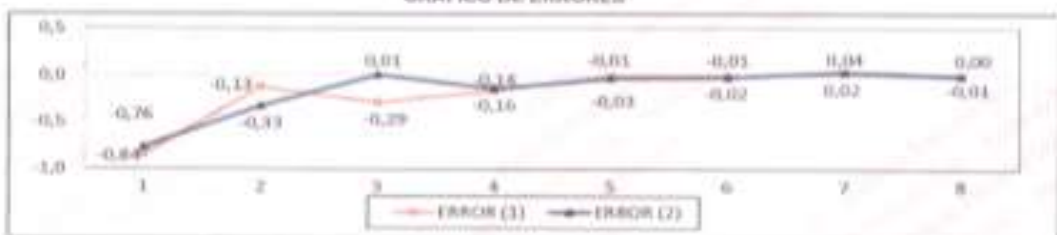


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO
[Firma]
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Lizyza Czech
Reg. C.º Nº 113031

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel: 292-5106 292-3095
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 877 - 2018

Página: 1 de 3

Expediente	T 404-2018
Fecha de Emisión	2018-10-12
1. Solicitante	JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
Dirección	CAL MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
2. Instrumento de Medición	BALANZA
Marca	OHAUS
Modelo	R31P30
Número de Serie	6337090625
Alcance de Indicación	30000 g
División de Escala de Verificación (e)	10 g
División de Escala Real (R)	1 g
Procedencia	NO INDICA
Identificación	B-01
Tipo	ELECTRÓNICA
Ubicación	LABORATORIO
Fecha de Calibración	2018-10-11

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-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
CAL MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capricho
Reg. COP N° 110621

PT-06-F08 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 553 - LIMA 42 Telf. 292-5108 - 292-2095
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 877 - 2018

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,6 °C	20,7 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

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	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-350-2018
		LM-093-2018 / LM-094-2018
		LM-095-2018

7. Observaciones

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 Metroológica 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			
ADJUSTE DE CERO	1816	ENCALA	1817816
REGULACIÓN LINEA	1816	CURSOR	1817816
PLATAFORMA	1816	IND. DE TRABA	1817816
REVLACIÓN	1816		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Inicial		Final			
	Temp. (°C)					
	20,6		20,7			
	Carga L1= 10 000 g			Carga L2= 30 000 g		
	Nel	N(Net)	F(m)	Nel	N(Net)	F(m)
1	10.000	0.0	-0.2	30.000	0.0	-0.1
2	10.000	0.2	-0.2	30.001	0.3	1.2
3	10.000	0.3	-0.0	30.000	0.3	-0.3
4	10.000	0.8	-0.4	30.000	0.5	0.0
5	10.000	0.0	-0.2	30.001	0.4	1.0
6	10.000	0.0	-0.1	30.001	0.3	1.0
7	10.001	0.4	1.1	30.000	0.0	-0.3
8	10.001	0.5	1.0	30.000	0.7	-0.3
9	10.000	0.0	-0.3	30.001	0.4	1.1
10	10.000	0.7	-0.2	30.000	0.0	-0.4
Diferencia Máxima			1.0	1.0		
Error máximo permitido e			± 20 g	± 30 g		




 Juan Carlos Rodríguez
 Ing. Luis Llanos Cordero
 Reg. C° N° 102231

PT-06-F05 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5100 292-2065

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



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 877 - 2018
Página: 3 de 3



Masa Prueba

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de S_p				Determinación del Error corregido				
	Carga estándar (g)	Real	-A(g)	Error	Carga (g)	Real	-A(g)	Error	
1	10	10	0,6	-0,1	10 (30)	10 (30)	0,6	-0,2	-0,2
2		10	0,6	-0,2		10 (30)	0,5	0,0	0,2
3		10	0,6	-0,4		10 (30)	0,2	0,2	0,6
4		10	0,6	-0,1		10 (30)	0,4	0,1	0,2
5		10	0,6	-0,2		10 (30)	0,5	1,0	1,2

(*) ver tabla II y IIIa

Error estándar permitido \pm 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga (kg)	CONCRETAS				DEBILMENTES				Error(*)
	Real	-A(g)	Real	Error	Real	-A(g)	Real	Error	
10	10	0,6	-0,1	-0,2	10	0,6	-0,1	-0,2	10
20	20	0,6	-0,2	-0,2	20	0,6	-0,1	-0,2	10
50	50	0,6	-0,4	-0,3	50	0,7	-0,2	-0,1	10
100	100	0,7	-0,2	-0,1	100	0,6	-0,1	-0,2	10
1 (100)	1 (100)	0,6	-0,2	-0,2	1 (100)	0,6	-0,1	-0,2	10
5 (100)	5 (100)	0,6	-0,4	-0,3	5 (100)	0,6	-0,2	-0,2	10
10 (100)	10 (100)	0,6	0,2	0,3	10 (100)	0,6	-0,1	-0,2	10
10 (100)	10 (100)	0,6	-0,2	-0,2	10 (100)	0,3	0,2	0,3	10
20 (100)	20 (100)	0,6	0,1	0,2	20 (100)	0,4	1,1	1,2	10
20 (100)	20 (100)	0,7	1,0	1,1	20 (100)	0,5	1,0	1,1	10
30 (100)	30 (100)	0,6	-0,4	-0,3	30 (100)	0,6	-0,4	-0,3	10

(*) ver tabla permitida

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000104 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,727 \text{ g}^2 + 0,0000000471 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza A: Carga nominal E: Error estándar E_r: Error relativo E_c: Error corregido
R: en g



OTROS DOCUMENTOS

J. M.
Jens de Laboratorio
Ing. Luis Loryse Caceres
Reg. CIP N° 113031

PT-05/206 / Diciembre 2018 / Rev 02

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Tel: 292-5106 292-2095
www.puntodeprecision.com - E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 879 - 2018

Página: 1 de 3

Expediente	T 404-2018
Fecha de Emisión	2018-10-12
1. Solicitante	JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
Dirección	CAL. MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN DCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
2. Instrumento de Medición	BALANZA
Marca	OHAUS
Modelo	SJX6201E
Número de Serie	B548613207
Alcance de Indicación	6200 g
División de Escala de Verificación (e)	1 g
División de Escala Real (R)	0,1 g
Procedencia	CHINA
Identificación	L-01
Tipo	ELECTRÓNICA
Ubicación	LABORATORIO
Fecha de Calibración	2018-10-11

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 PG-001 3ra Edición, 2008, Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y III del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
CAL. MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN DCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA




Luis Ernesto Cacho
Ing. Luis Ernesto Cacho
Reg. CIP N° 172631

PT-06-F06 / Diciembre 2018 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 / Telf. 292-6106 / 292-2095
www.puntodeprecision.com / E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISI3N S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LB - 879 - 2018

Página 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,3 C	20,4 C
Humedad Relativa	62 %	62 %

6. Trazabilidad

Este certificado de calibraci3n documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patr3n utilizado	Certificado de calibraci3n
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0040-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018
		LM-093-2018

7. Observaciones

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, segun la Norma Metrologca Peruana 000 - 2000 Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se coloc3 una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicaci3n de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibraci3n no debe ser utilizado como una certificaci3n de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medici3n

INSPECCI3N VISUAL			
ASPECTO DE CERO	TEÑE	ESCALA	NO TEÑE
ESCALACION LINEAL	TEÑE	CLASIFICACI3N	NO TEÑE
PLATAFORMA	TEÑE	OST. DE TRABAJO	NO TEÑE
INDICACION	TEÑE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medicaci3n N°	Carga L1n	Temperatura		Carga L2n	Esgt	
		Inicial	Final			
		20,3	20,2			
	3 999,0 g			3 999,0 g		
	500,0 g	Esgt	Esgt	500,0 g	Esgt	
1	3 000,0	0,07	0,02	3 000,0	0,08	-0,01
2	2 000,0	0,06	-0,01	2 000,0	0,06	-0,03
3	1 000,0	0,09	-0,04	1 000,0	0,09	0,00
4	3 000,0	0,09	-0,02	3 000,0	0,09	-0,04
5	2 000,0	0,06	-0,01	2 000,0	0,06	-0,03
6	1 000,0	0,07	-0,02	1 000,0	0,06	-0,01
7	3 000,0	0,09	0,10	3 000,0	0,07	-0,02
8	2 000,0	0,06	-0,03	2 000,0	0,06	-0,03
9	3 000,0	0,09	-0,04	3 000,0	0,06	0,10
10	3 000,0	0,07	-0,02	3 000,0	0,09	-0,04
Desviaci3n Máxima						0,14
Error máximo permitido		± 0,1 g		± 0,1 g		




 Ing. Luis López Caceres
 Reg. CIP N° 152631

PT-06-F06 / Diciembre 2010 / Rev 02

Av. Los ngeles 653 - LIMA 42 Tel. 292-5106 292-2095
 www.puntodeprecisi3n.com E-mail: info@puntodeprecisi3n.com / puntodeprecisi3n@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LB - 679 - 2018

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Carga nominal (g)	Determinación de E ₁			Determinación del Error corregido				
		E ₁₁	E ₁₂	E ₁₃	Carga (g)	E ₂₁	E ₂₂	E ₂₃	E ₂₄
		Inicial 20,3			Final 20,3				
1	1,0	0,1	0,06	-0,04	2 000,1	0,03	0,12	1,06	
2		0,1	0,06	-0,04		2 000,1	-0,04	0,14	1,02
3		0,1	0,07	-0,02		2 000,0	-0,08	-0,03	0,89
4		0,1	0,07	-0,02		1 999,9	-0,05	-0,10	0,82
5		0,1	0,06	-0,04		1 999,9	0,05	-0,10	0,85
					Error máximo permitido: e = 2,0 g				

(*) solo entre 0 y 10 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga	Temp. (°C)					Temp. (°C)					max(*)
	20,3					20,4					
Incremental	CRECIENTES				DECRECIENTES					Max(**)	
E ₁	E ₁₁	E ₁₂	E ₁₃	E ₁₄	E ₂	E ₂₁	E ₂₂	E ₂₃	E ₂₄	E ₂₅	E ₂₆
1,0	1,0	0,07	-0,02								1,0
5,0	5,0	0,06	-0,03	-0,01	5,0	0,07	-0,02	0,00	1,00	1,0	
10,0	10,0	0,06	-0,03	0,01	10,0	0,06	-0,03	-0,01	1,0	1,0	
100,0	100,0	0,05	0,00	0,03	100,0	0,07	-0,02	0,00	1,0	1,0	
300,0	300,0	0,06	-0,01	0,01	300,0	0,06	-0,03	-0,01	1,0	1,0	
1 000,0	1 000,0	0,03	-0,04	-0,02	1 000,0	0,03	-0,04	-0,02	2,0	2,0	
2 000,0	2 000,1	0,03	0,12	0,14	2 000,0	0,06	-0,01	0,01	2,0	2,0	
3 000,0	3 000,0	0,08	-0,03	-0,01	3 000,0	0,06	-0,04	-0,01	3,0	3,0	
4 000,0	4 000,0	0,05	0,00	0,02	4 000,1	0,05	0,10	0,12	3,0	3,0	
5 000,0	5 000,1	0,04	0,14	0,13	5 000,0	0,06	-0,01	0,01	3,0	3,0	
6 000,0	6 000,0	0,03	-0,04	-0,02	6 000,0	0,06	-0,01	-0,01	3,0	3,0	

(*) Error máximo permitido

Lectura corregida e Incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000172 \times R$$

$$U_{95} = 2 \sqrt{0,00002 \text{ g}^2 + 0,00000000262 \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza R : Carga incrementada E : Error absoluto E₁ : Error en cm E₂ : Error corregido

R en g

FIN DEL DOCUMENTO



[Signature]
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Lejía Copcha
Reg. CIP Nº 162631

PT-06-F06 / Diciembre 2016 / Rev. 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-6106 292-2095

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



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 385 - 2018

Página : 1 de 4

Expediente : T 404-2018
 Fecha de emisión : 2018-10-12

1. Solicitante : JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

Dirección : DAL MZ D LT34 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SOTO 01
 MZ 018 MZA MZ LOTE LT34 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN -
 SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : RUMSTONE

Modelo del Equipo : NO INDICA

Capacidad del Equipo : 42 L

Marca de Indicador : AUTONICS

Modelo de Indicador : TZN48

Temperatura calibrada : 110 °C

Código de Identificación : H-01

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
LABORATORIO DE JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
11 - OCTUBRE - 2018

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 075 - 2018	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0747 - 2017	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22.8	22.9
Humedad %	72	72

7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, para la realización de los ensayos en 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.




 Ing. Luis Estayza Cepeda
 Reg. CIP N° 171031



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 385 - 2018

Página : 2 de 4

CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Int. (°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	110.0	108.5	108.1	108.2	108.4	108.0	107.3	108.2	107.7	108.2	108.5	1.0	
2	110.0	108.4	108.1	108.3	108.5	108.0	107.4	108.2	108.3	107.8	108.3	1.0	
4	110.0	108.5	108.1	108.2	108.3	108.1	107.2	108.3	108.5	107.8	108.2	1.0	
6	109.9	108.5	108.2	108.2	108.5	108.2	107.3	108.2	108.3	107.3	108.2	1.0	
8	110.0	108.3	108.5	108.1	108.4	108.3	107.2	108.3	108.2	107.8	108.2	1.0	
10	110.0	108.6	108.3	108.3	108.2	108.2	107.2	108.2	108.3	107.9	108.2	1.0	
12	109.8	108.5	108.6	108.2	108.8	108.3	107.5	108.1	108.2	107.8	108.3	1.0	
14	110.0	108.4	108.5	108.2	108.3	108.2	107.2	108.2	108.3	107.7	108.3	1.0	
16	110.0	108.5	108.4	108.5	108.2	108.1	107.3	108.3	108.2	107.8	108.1	1.0	
18	108.7	108.5	108.6	108.2	108.5	108.2	107.2	108.5	108.2	107.9	108.2	1.0	
20	110.0	108.5	108.5	108.3	108.4	108.3	107.4	108.3	108.3	107.8	108.3	1.0	
22	109.8	108.4	108.2	108.2	108.5	108.3	107.2	108.2	108.1	107.8	108.2	1.0	
24	110.0	108.2	108.2	108.4	108.2	108.2	107.5	108.3	108.2	107.5	108.2	1.0	
26	110.0	108.8	108.2	108.2	108.2	108.3	107.3	108.3	108.3	107.8	108.3	1.0	
28	108.5	108.5	108.2	108.3	108.3	108.1	107.2	108.2	108.2	107.8	108.2	1.0	
30	110.0	108.5	108.3	108.1	108.1	108.2	107.2	108.3	108.3	107.8	108.4	1.0	
32	108.5	108.4	108.2	108.3	108.0	108.3	107.3	108.2	108.2	107.7	108.2	1.0	
34	110.0	108.8	108.1	108.3	108.0	108.2	107.2	108.4	108.3	107.8	108.3	1.0	
36	108.8	108.5	108.3	108.2	108.2	108.3	107.4	108.1	108.2	107.8	108.2	1.0	
38	110.0	108.5	108.2	108.4	108.3	108.3	107.5	108.2	108.2	107.8	108.3	1.0	
40	110.0	108.8	108.5	108.2	108.3	108.3	107.2	108.3	108.3	107.8	108.2	1.0	
42	108.8	108.5	108.3	108.5	108.0	108.3	107.1	108.2	108.0	107.8	108.4	1.0	
44	108.8	108.8	108.2	108.2	108.3	108.3	107.6	108.3	108.0	107.9	108.2	1.0	
46	110.0	108.4	108.3	108.3	108.6	108.8	107.0	108.2	108.2	107.7	108.3	1.0	
48	110.0	108.5	108.2	108.2	108.2	108.2	107.2	108.3	108.1	107.8	108.2	1.0	
50	108.8	108.8	108.1	108.3	108.1	108.5	107.3	108.1	108.3	107.8	108.0	1.0	
52	110.0	108.5	108.2	108.2	108.2	108.3	107.2	108.2	108.2	107.8	108.3	1.0	
54	110.0	108.5	108.3	108.3	108.3	108.4	107.3	108.3	108.3	107.8	108.1	1.0	
56	110.0	108.8	108.2	108.2	108.3	108.2	107.2	108.2	108.1	107.8	108.1	1.0	
58	110.0	108.3	108.3	108.5	108.2	108.8	107.3	108.3	108.2	107.8	108.3	1.0	
60	110.0	108.4	108.2	108.4	108.1	108.3	107.2	108.2	108.3	107.7	108.4	1.0	
Y. PROM	108.9	108.5	108.3	108.3	108.3	108.3	107.3	108.2	108.2	107.7	108.2	1.0	
Y. MAX	110.0	108.8	108.6	108.5	108.8	108.8	107.5	108.5	108.5	107.9	108.4		
Y. MIN	108.5	108.2	108.1	108.1	108.0	108.0	107.0	108.1	108.0	107.0	108.0		
DTT	0.5	0.6	0.6	0.4	0.8	0.8	0.5	0.4	0.5	0.6	0.4		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	108.8	0.4
Mínima Temperatura Medida	107.0	0.5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.9	0.2
Desviación de Temperatura en el Espacio	2.0	0.3
Estadística Merit (t)	0.45	0.02
Uniformidad Medida	2.6	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 las promedios de temperatura 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 %.



[Handwritten Signature]
 Ing. Luz Linares Cacho
 Res. CIP N° 127631



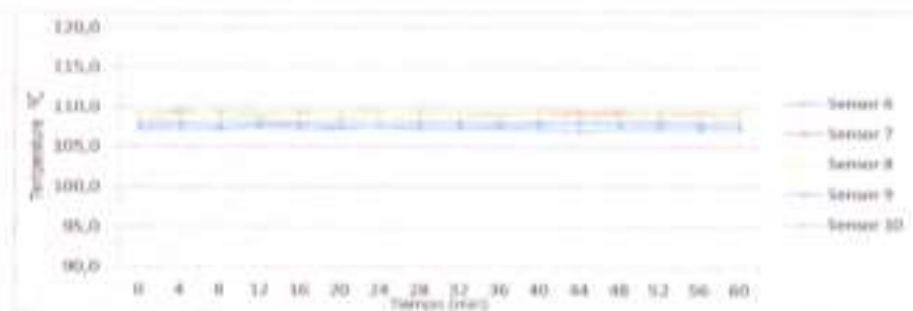
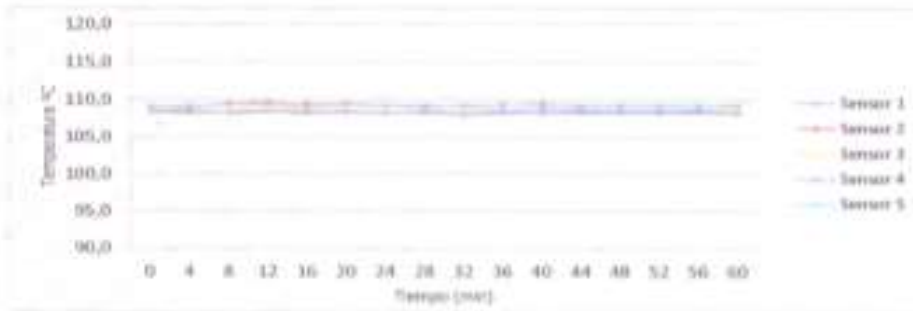
Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 385 - 2018

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



[Handwritten Signature]
Ing. Carlos Alberto López
RUC: Lolo Leonida Cepeda
Pas. QR N° 10031



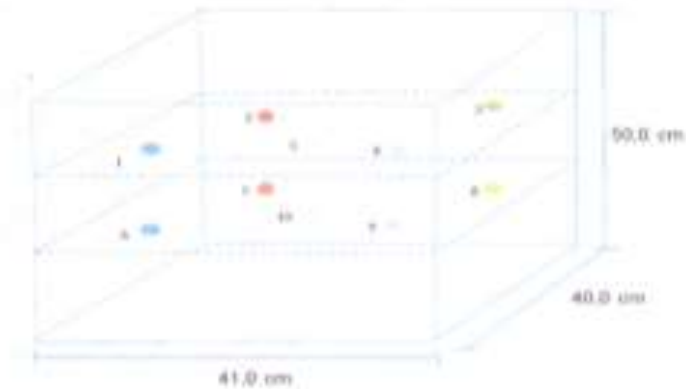
Puntos de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 385 - 2018

Página : 4 de 4

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demás sensores se ubicaron a 5 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 más alta que ocupa el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parte más baja.

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Lizyza Cepeda
Reg. COP NP 123731

Anexo 10 Diagrama de Canteras (Villa Rica- Puente Bermúdez)

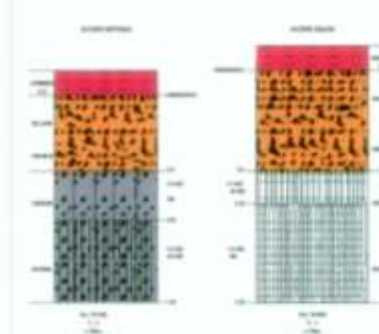
**DIAGRAMA DE CANTERAS, FUENTES DE AGUA Y DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE
"PUENTE CHIVIS Y ACCESOS"**

PUNTO	UBICACION	RESULTADO DE LABORATORIO						ESPECIFICACION					
		gr	% arena	gr/g	gr/g	gr/g	gr/g	gr	% arena	gr/g	gr/g	gr/g	gr/g
SECCION 1	76+000	4.21	25.7	21.0	1.2	24.0	22.0	4.21	25.7	21.0	1.2	24.0	22.0
SECCION 2	81+000	4.21	25.4	21.0	1.2	24.0	22.0	4.21	25.4	21.0	1.2	24.0	22.0
SECCION 3	86+000	4.21	24.9	21.0	1.2	24.0	22.0	4.21	24.9	21.0	1.2	24.0	22.0

CANTERA CACAZU II



CANTERA BLANDA



CANTERA	BLANDA
UBICACION	KM 20+450
LADO	Derecho
ACCESO	20 mts. de la actual carretera en buen estado
PROPIETARIO	Comunidad de San Juan de Cacazu
SITUACION LEGAL	SENAZ
TIPO DE MATERIAL	Gravado fino, agregado con arena y piedra
PERIODO DE EXPLOTACION	Todo el año
EQUIPO DE EXPLOTACION	Tractor, Cargador
AREA EXPLOTABLE	6.90 Ha
VOLUMEN BRUTO EXPLOTABLE	10,000 m ³
VOLUMEN DESCHONABLE	1,000 m ³
VOLUMEN NETO EXPLOTABLE	6,900 m ³
USOS	TREATAMIENTO
AFRANCO	NATURAL
RELLENO	NATURAL

CANTERA	CACAZU I
UBICACION	KM 76+450
LADO	Izquierdo
ACCESO	20 mts. Tronco Comunal en estado Servicio Mayor con Montonera y Construcción de Afianzo
PROPIETARIO	San Juan de Cacazu
SITUACION LEGAL	SENAZ
TIPO DE MATERIAL	Grava y arena de río, Tamazo Máximo a 9"
PERIODO DE EXPLOTACION	Epoca de Verano, Abril a Octubre
EQUIPO DE EXPLOTACION	Tractor, Cargador
AREA EXPLOTABLE	1.31 Ha
VOLUMEN BRUTO EXPLOTABLE	10,075 m ³
VOLUMEN DESCHONABLE	0.0 m ³
VOLUMEN NETO EXPLOTABLE	10,075 m ³
USOS	TREATAMIENTO
AFRANCO	19,75, 2, 1
RELLENO	Desmenuado

* 1 Lx Lavado de Agregado Fino(Arena)

OBSERVACIONES:

- El afirmado de los accesos se usará material mezclado en una proporción de (2) del material agregado de la cantera CACAZU I y (1) del material agregado de la cantera Blanda. En la obra se trabajará como dos volquetadas de material de agregado por una volquetada de material ligero.
- Se recomienda la utilización del material de corte proveniente de las excavaciones como material de relleno en los accesos y en las obras de arte con un porcentaje utilizable de 90%.
- Se recomienda la colocación de una carpeta asfáltica en 150 de espesor, sobre la base del puente, previamente tratado con una emulsion asfáltica de ruptura lenta 1.05 gal/m², piedra chancada de 0.833m³m² y arena gruesa de 0.8175 m³m²
- La piedra para el empedrado será de naturaleza ligera y transportada con el cargador frontal y volquetes a la zona indicada en los planos.
- Para la zona de las aristas del empedrado el diámetro de la piedra será igual o mayor a 9.50 cm, y colocado conforme en lo indicado en el plano HD-42 (ver Detalles)
- El volumen de reconfiguración de taludes es de 1,750 M³ que se obtendrán del mismo cauce del río Chiviría y de la cantera CACAZU I, con una diferencia promedio de 1.5 Km de su zona de influencia, que abastecerá el volumen requerido.
- Los accesos y las canteras se encuentran dentro de la jurisdicción de la comunidad nativa de San Juan de Cacazu.
- La piedra será zarandeada y triturada para los usos destinados.
- La arena para ser utilizada en concretos de alta resistencia debe ser lavada previamente.

(Handwritten signatures and stamps)

Anexo 11 Autorización de la Versión final del Trabajo



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CHAVEZ PALMERO, RAFAEL ANTONIO

INFORME TÍTULADO:

*ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PREOS Y CONSOLID
PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS URBANOS, 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA: *06/12/2018*

NOTA O MENCIÓN : *15 (Quince)*




[Handwritten Signature]
Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil

Anexo 12 Autorización de originalidad de la Tesis

Yo, **José Luis Benites Zuñiga** docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada: "**Estudio Comparativo empleando en aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018**", del estudiante **Chávez Pajuelo Rafael Antonio**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 29% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Lima 12 de Julio del 2019



.....
Mg. Ing. José Luis Benites Zuñiga
 DNI: 47414842

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGS	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Anexo 13 Autorización de publicación de tesis en repositorio



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02

Versión : 09

Fecha : 23-03-2018

Página : 1 de 1

Yo, **Chávez Pajuelo Rafael Antonio**, identificado con DNI N° 75450925, Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

"Estudio Comparativo empleando el aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33


FIRMA

DNI: 75450925

FECHA: 06 de Diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	--------------------------------

Anexo 14 Pantallazo del Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
 https://ex.tum5h.com/.../11412527328lang=es&no=103&no=100011400

feedback studio "Estudio Comparativo empleando el aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018"

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO
 "Estudio Comparativo empleando el aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018"


TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR
 Chávez Pajuelo Rafael Antonio

ASESOR
 Mgtr. Ing. Besites Zaliga Jose Luis

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
 "Infraestructura Vial"

LIMA - PERÚ



Resumen de coincidencias ✕

29 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

29	1	Entregado a Universidad. Trabajo de evaluación	9 % >
29	2	docplay.es Fuente de internet	3 % >
29	3	Entregado a Universidad. Trabajo de evaluación	2 % >
29	4	repositorio.unh.edu.pe Fuente de internet	2 % >
29	5	Entregado a Universidad. Trabajo de evaluación	2 % >
29	6	Entregado a Universidad. Trabajo de evaluación	2 % >
29	7	Entregado a Universidad. Trabajo de evaluación	1 % >
29	8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de internet	1 % >
29	9	repositorio.unh.edu.pe	1 % >

Página 1 de 63 Número de palabras: 13194

Text-only Report High Resolution Activado