



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y
cal, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019**

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

AUTOR:

Marcelo Alberto Vilma Katherine (ORCID: 0000-0003-3553-5315)

ASESOR:

Mgtr. Ing. Benítez Zúñiga José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios, por darme la vida y ser abundante en gracia para mí, los miembros de mi familia que son la bendición de Dios para mi vida, por su apoyo y fortaleza en todo momento.

Agradecimiento

A Dios Todopoderoso, por haber iluminado mi camino como estudiante y porque bajo su bendición nos permitimos presentarles este trabajo de investigación para obtener el título profesional de ingeniera civil.

De manera sincera y sencilla, mi profundo agradecimiento a mi alma mater "Universidad César Vallejo - Lima Norte" que supo acogerme en sus clases ya sus profesores que me guiaron de la mejor manera posible en mi formación profesional.

Un agradecimiento especial al ingeniero José Luis Benítez Zúñiga por su continuo asesoramiento durante el trabajo de investigación.

Gracias a mis padres por darme las mejores lecciones de educación y vida.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÒRICO	6
III. MÉTODO	26
3.1. Tipo y diseño de investigación	26
3.2. Variables y operacionalización.....	26
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.5. Procedimiento	28
3.6. Método de análisis de datos.....	28
3.7. Aspectos éticos.....	28
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN	42
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS	47
ANEXOS.....	56

Índice de tablas

Tabla 1. Composición de las distintas partes del huevo (%)	14
Tabla 2. Tipo de suelo	18
Tabla 3. Tipo de suelos que presentan los distritos de Pasco.....	19
Tabla 4. Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad.....	21
Tabla 5. Categorías de Subrasante	24
Tabla 6. Clasificación de Suelos	33
Tabla 7. Límites de Atterberg.....	33
Tabla 8. Contenido de Humedad	34
Tabla 9. Proctor Modificado	34
Tabla 10. CBR (95% M.D.S.).....	34
Tabla 11. CBR (100% M.D.S.).....	35
Tabla 12. Resumen de los todos los resultados obtenidos	36
Tabla 13. Límites de Atterberg (Estabilizante cáscara de huevo y cal)	37
Tabla 14. Proctor Modificado (Estabilizante cáscara de huevo y cal).....	38
Tabla 15. CBR (Estabilizante cáscara de huevo y cal).....	40

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Baches en la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca	2
Figura 2. Talud de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca	2
Figura 3. Talud donde se observa el tipo de suelo	2
Figura 4. Deslizamiento de suelos en la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca	3
Figura 5. Carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca.....	3
Figura 6. Cáscara de huevo	13
Figura 7. Estructura de la Cáscara de huevo.....	14
Figura 8. Suelo arcilloso de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca	19
Figura 9. Densidad Seca Máxima.....	22
Figura 10. Curva del Ensayo Proctor.....	23
Figura 11. Mapa político del Perú.....	29
Figura 12. Mapa de la región de Pasco	29
Figura 13. Mapa de los distritos de Pasco	30
Figura 14. Mapa de los distritos de Daniel Alcides Carrión.....	30
Figura 15. Distrito de Cerro de Pasco	30
Figura 16. Distrito de Yanahuanca	30
Figura 17. Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca	31
Figura 18. Zona de estudio.....	31
Figura 19. Vía de acceso.....	31
Figura 20. Secado de cáscara de huevo	32
Figura 21. Pulverización de cáscara de huevo	32
Figura 22. Calicata 01	32
Figura 23. Calicata 02	32
Figura 24. Ensayo de Atterberg.....	35
Figura 25. Ensayo CBR.....	35
Figura 26. Ejecución del ensayo de límite de Atterberg (límite líquido)	36
Figura 27. Ejecución del ensayo de límite de Atterberg (límite plástico)	36
Figura 28. Pesaje de los estabilizantes para la ejecución del ensayo Proctor Modificado	38
Figura 29. Mezcla de la muestra natural y los estabilizantes, para la ejecución del ensayo Proctor Modificado.....	38

Figura 30. Penetración en la prensa CBR, de la muestra natural con 6% de cáscara de huevo	40
Figura 31. Penetración en la prensa CBR, de la muestra natural con 6% de cal .	40
Grafico 1. Límites de Atterberg (Estabilizante cáscara de huevo y cal).....	37
Grafico 2. Densidad Máxima Seca (Estabilizante cáscara de huevo y cal).....	39
Grafico 3. Óptimo Contenido de Humedad (Estabilizante cáscara de huevo y cal)	39
Grafico 4. CBR (Estabilizante cáscara de huevo y cal)	41

Resumen

La investigación se tituló; “estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019”, presentó como objetivo general determinar la influencia de cáscara de huevo y cal en la estabilización de los suelos arcillosos cuya finalidad fue mejorar la capacidad de soporte del suelo, para que soporte de manera eficaz la pavimentación. La investigación es de tipo aplicada, de acuerdo al diseño metodológico es experimental. La población que utilizada fue del kilómetro 79.4 al 80.4 de la carretera. Las muestras fueron dos calicatas realizadas en la carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca. Se obtuvo como resultado que el suelo sin aditivo se califica de categoría de subrasante pobre, cuando se adiciona 6% y 9% de pulverización de cáscara de huevo sube a la categoría de subrasante regular, cuando se le adiciona 6% de cal sube a la categoría de subrasante buena y cuando se le adiciona 9% de cal la categoría de subrasante se mantiene. Como conclusión se demostró que para mejorar la resistencia de un suelo arcilloso con mayor eficacia se debe utilizar la cal teniendo en cuenta que con el 9% de cal el CBR se redujo en comparación con el 6%.

Palabras clave: Suelo arcilloso, cáscara de huevo, cal, índice de plasticidad, densidad máxima seca, resistencia.

Abstract

The investigation was titled; "stabilization of clay soils applying eggshell and lime, Cerro de Pasco - Yanahuanca highway, 2019", presented as a general objective to determine the influence of eggshell and lime in the stabilization of clay soils whose purpose was to improve the bearing capacity from the ground, to effectively support the paving. The research is of an applied type, according to the methodological design it is experimental. The population used was from kilometer 79.4 to 80.4 of the highway. The samples were two pits made on the Cerro de Pasco - Yanahuanca highway. It was obtained as a result that the soil without additive is classified as a poor subgrade category, when 6% is added and 9% of eggshell spraying rises to the regular subgrade category, when 6% lime is added it rises to the good subgrade category and when 9% lime is added, the subgrade category is maintained. As a conclusion, it was shown that to improve the resistance of a clay soil with greater efficiency, lime should be used, taking into account that with 9% lime the CBR was reduced compared to 6%.

Key words: Clay soil, eggshell, lime, plasticity index, maximum dry density, resistance.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se tiene muchos países que sufren de suelos inestables, México es uno de los países que tiene suelos inestables dentro de su territorio y que por consecuencia de ello en este país se ha visto afectada muchas de sus construcciones civiles teniendo como consecuencias daños arquitectónicos, de servicio o funcionales y estructurales. Dentro de los suelos inestables se encuentra el suelo arcilloso y justamente este tipo de suelo es el que presenta México, este tipo de suelo ante la presencia de agua tiende a hincharse esto provoca que el suelo empiece a expandirse y separarse del edificio, del puente, de la pavimentación, entre otras construcciones que tiene sobre ella a lo que se le denomina asentamiento. En el Perú la población aún no ha tomado conciencia de la contaminación ambiental, existen muchos residuos que pueden ser reutilizados, pero lastimosamente ello no ha cambiado aun, es decir los seres humanos no piensan en reutilizar objetos. Uno de los residuos que puede ser reutilizado es la cáscara de huevo, este residuo presenta propiedades que pueden ser utilizados a través del secado y pulverizados en obras de construcción. También se sabe que el suelo donde se va a llevar a cabo una obra de construcción es lo más importante, pues de ello depende que la edificación se mantenga en pie. Ante una pequeña falla del suelo base absolutamente toda la construcción sobre el suelo podría tener desde consecuencias leves (fisuras, grietas, etc.) hasta consecuencias graves (colapsos). Si se tiene un suelo inestable, la pulverización de la cáscara de huevo podría hacer que el suelo presente mayor estabilidad. Yanahuanca es la ciudad del centro del Perú, ubicada en la provincia de Daniel Alcides Carrión, en esta ciudad es rutinario ver que en las épocas de lluvias se presenten deslizamiento de suelos lo que provoca huaicos y por consecuente la falla de las vías de comunicación. En Yanahuanca los suelos son arcillosos, es decir son inestables, lo que provoca deslizamientos ante la presencia de lluvias. Se ha evidenciado que la carretera que vincula Cerro de Pasco y Yanahuanca presenta suelos arcillosos, además de ello se observó fallas en el pavimento flexible, como, por ejemplo; grietas, baches, desprendimiento de los componentes de la estructura del pavimento, entre otros. Lo que provoca que inseguridad a la población que transcurre por esta carretera, ya que si una persona viaja sin conocer la ruta se va a meter en los baches que

presenta carretera y como consecuencia podría traer choques entre autos o el mismo auto podría volcarse.



Figura 1. Baches en la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca



Figura 2. Talud de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca



Figura 3. Talud donde se observa el tipo de suelo



Figura 4. Deslizamiento de suelos en la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca



Figura 5. Carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca

Formulación del problema

Problema general

¿De qué manera influye la cáscara de huevo y cal en la estabilización de los suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca?

Problemas específicos

¿De qué manera influye la cáscara de huevo y cal en el contenido de humedad de los suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca?

¿De qué manera influye la cáscara de huevo y cal en la densidad máxima seca de los suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca?

¿De qué manera influye la cáscara de huevo y cal en la resistencia de los suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca?

La **justificación del estudio** para la presente investigación, debido a las consecuencias que trae los suelos inestables en la carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, es utilizar la cáscara de huevo como estabilizante de suelos ya que ello podría ser una solución al problema que aqueja dicha carretera, pues en casos extremos especialmente en la época de invierno ambas ciudades han salido bastante perjudicadas al no poder movilizarse de una ciudad a otra por deslizamientos de la estructura del pavimento, baches. De igual manera se espera que el presente trabajo de investigación contribuya a minimizar la contaminación ambiental con la utilización y aprovechamiento de las propiedades de las cáscaras de huevo ya que este es un residuo orgánico que por lo general se desecha.

La presente investigación servirá como muestra de aprendizaje para alumnos de pregrado.

Los procedimientos, estrategias e instrumentos pueden ser utilizados en investigaciones similares.

Los beneficiarios principales serían: la población de Cerro de Pasco, Rancas, Yurajhuanca, Quishuarcancha, Huarautambo, Huaylasjirca, San Pedro de Pillao, Chinche y Yanahuanca ya que consecutivamente se veían afectadas sus vías de comunicación por los deslizamientos de suelos que se presentaba por las intensas lluvias.

Objetivo general

Determinar la influencia de la cáscara de huevo y cal en la estabilización de los suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca.

Objetivos específicos

Determinar la influencia de la cáscara de huevo y cal en el contenido de humedad de los suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca

Determinar la influencia de la cáscara de huevo y cal en la densidad máxima seca de los suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca.

Determinar la influencia de la cáscara de huevo y cal en la resistencia de los suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca.

Hipótesis general

A mayor cantidad de cáscara de huevo y cal mejor estabilización de los suelos arcillosos.

Hipótesis específicas

A mayor cantidad de cáscara de huevo y cal menor contenido de humedad de los suelos arcillosos.

A mayor cantidad de cáscara de huevo y cal mejor densidad máxima seca de los suelos arcillosos.

A mayor cantidad de cáscara de huevo y cal mejor resistencia de los suelos arcillosos.

II. MARCO TEÓRICO

Salazar y Rodríguez (2016), en su disertación para elegir el título profesional de Ingeniero de Materiales titulado ***"Desarrollo y evaluación de un material adsorbente a partir de residuos orgánicos para la adsorción de $Cu + 2$ en soluciones sintéticas"***, de la Universidad Nacional de San Agustín, que presento Como un objetivo para desarrollar y evaluar un material adsorbente utilizando residuos orgánicos para eliminar $Cu + 2$ en solución acuosa, la **metodología** utilizada en este trabajo de investigación fue experimental, la población era un residuo orgánico, la **muestra** era la cáscara de huevos y mariscos, como **resultados** obtuvo que en un ligero aumento en la capacidad de eliminación de 0.053% de 99.826 a 99.880% a medida que la temperatura de sinterización aumenta de 850 a 1000 ° C. Se **concluyó** que el estudio de las variables independientes mostró que la capacidad de eliminación del catión $Cu + 2$ está directamente afectada por la relación cáscara de huevo. Como efecto individual, la temperatura de sinterización se convierte en la variable independiente que influye fuertemente en la mayor capacidad de eliminación.

Olaya (2018), en su disertación para elegir el título profesional de un químico titulado ***"Aplicación de agente químico como estabilizador de suelos arcillosos para la construcción de vías"***, de la Universidad Nacional abierta y remota, cuyo objetivo principal era investigar el uso de cáscara de huevo en polvo para la estabilización química del suelo arcilloso en la construcción de caminos 4G en el departamento de Antioquia, la **metodología** utilizada en este trabajo de investigación fue experimental, la población fue los caminos en el departamento de Antioquia, la **muestra** fue suelos arcillosos para la construcción de carreteras, se tuvo como **resultados**; se encuentra que la cantidad de cáscara de huevo en polvo utilizada para estabilizar eficazmente las arcillas no supera el 20% . Sin embargo, cuando se mezcla con otros estabilizantes, su efecto puede ser mayor. Lo anterior sugiere que la cáscara de huevo no se puede sustituir al 100% como material para una estabilización eficaz a menos que se realicen investigaciones adicionales. Se **concluyó** que; el carbonato de calcio y magnesio y el fosfato de calcio de las cáscaras de huevo no reaccionan químicamente inmediatamente a los suelos arcillosos. Sin embargo, cuando el material se pulveriza, tiene afinidad por el agua

en la superficie de la arcilla, lo que da como resultado una fácil solubilidad, prefiriéndose que el calcio reaccione con la arcilla. Por lo tanto, la adición de cáscara de huevo en polvo conduce a una mejor firmeza del suelo y favorece el aumento de la UCC (resistencia a la compresión sin restricciones). Por otro lado, se ha observado que la cáscara de huevo, que se ha mezclado con otros agentes químicos en determinadas proporciones, permite avances significativos en los límites de Atterberg y mejora la estabilidad del suelo estabilizado. Sin embargo, este material se puede utilizar para la estabilización del suelo si no se requiere un alto rendimiento subterráneo.

Huanca (2018), en su disertación para elegir un título profesional para Ingeniero Agrónomo titulado **"Uso de la cáscara de huevo molido como material blanco en suelos ácidos en Perú"**, de la Universidad Nacional Agraria de La Molina, que presento como un objetivo para para determinar la factibilidad de utilizar cáscara de huevo triturada como material de máscara blanca y fuente de calcio disponible para los suelos ácidos de la selva y selvas peruanas, la **metodología** utilizada en este trabajo de investigación fue experimental, la población de suelos ácidos de la Sierra y la selva peruana, la **muestra** estuvo compuesta por tres suelos ácidos de la Sierra (Jauja) y la selva peruana (Ucayali), **resultando** un suelo estudiado con suelos con diferentes respuestas al encalado, pero sin una tasa de aplicación del 100 por ciento de neutralización la acidez reemplazable alcanzó o excedió 5.5 unidades de pH, en suelo Ucayali fue posible exceder 5.5 unidades de pH con una aplicación de neutralización 200 por ciento con ambas fracciones de molienda; en contraste, la respuesta al encalado en los suelos Ucayali fue más rápida en comparación con los suelos Jauja y Pangoa, alcanzando valores por encima de la neutralidad y manteniendo una mayor estabilidad del pH en el tiempo. Se **concluyó** que el cambio obtenido al triturar cáscaras de huevo tiene efectos satisfactorios como agente blanqueador de suelos, liberando calcio e hidroxilos que intervienen en la restauración de la fertilidad de suelos ácidos.

Cuadros (2017), en su disertación para elegir el título profesional de ingeniero civil titulado **"Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de manera confirmada para la red vial departamental en la región de Junín a**

través de la estabilización química con óxido de calcio - 2016", de la Universidad Peruana de Los Andes, que presento como objetivo determinar el efecto de la estabilización química mediante la adición de diferentes porcentajes de óxido de calcio para mejorar las propiedades físico-mecánicas de la cimentación de manera confirmada para la Red de Departamentos de la Región Junín, la **metodología** utilizada en este la investigación fue experimental, la **población** fue la red vial comarcal de la región de Junín, la prueba es una ruta confirmada para la red vial comarcal de la región Junín. Dónde se obtuvo como **resultado**; Para esta prueba, se repitió el mismo procedimiento en la prueba CBR para suelo natural, esta vez el porcentaje de óxido de calcio aumentó en 1%, 3%, 5% y 7% con respecto al peso del suelo. Todo ello para determinar el porcentaje óptimo de cal necesario para incrementar la resistencia del suelo y cumplir con los parámetros del manual vial "Suelo, geología, geotecnología y pavimentos" - sección suelo. Se **concluyó** que la estabilización química con óxido de calcio afecta las propiedades físico-mecánicas de la cimentación, ya que reduce el índice de plasticidad y aumenta el valor de soporte (C.B.R.) del suelo estabilizado en comparación con el suelo natural.

Jurado y Clavijo (2016), en su disertación para el título de Ingeniero Civil con el título **"Estabilización de suelos con cemento tipo MH para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del material de sustrato en el área del taller y garaje en PLMG, el sector Quitumbre"**, del Pontificio Católico La Universidad del Ecuador, su objetivo general era mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo obtenido de la excavación para los talleres y garaje de la PLMQ mediante la adición de diversas dosis de cemento tipo MH, la **metodología** fue aplicada, su población era el material de sustrato en los talleres y área de garaje para PLMG, su **muestra** fue de 800 kg de material de sustrato, dio como **resultado** aumentos de límites plásticos en valores de 6% de cemento y estabilizados (las diferencias entre los valores de LP no exceden el 2%) mientras que el contenido de cemento aumenta hasta un 12%, pero si el cemento aumenta hasta un 15% de límite pl. la **conclusión** fue que; se permitió que disminuya el viento, y el índice plástico tiene 67.2% en relación con el natural en suelo para todas las encuestas porcentuales de cemento tipo MH.

Cañar (2017), en su disertación en ingeniería civil titulada **"Análisis comparativo de resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y fangosos en combinación con cenizas de carbón"**, de la Universidad Técnica de Ambato, como objetivo general se tuvo que evaluar los resultados de la resistencia al corte entre suelos arenosos finos y fangosos y el comportamiento mecánico de estabilización de suelos arenosos finos y fangosos con cenizas de carbón con el fin de determinar las mejores condiciones para su uso, la **metodología** empleada en este trabajo fue la investigación experimental y tiene los dos tipos de suelo presentados por Ecuador como población con una **muestra** de 420,9 kg de suelo. En resumen, el **resultado** para el límite plástico es de 65,28% y un índice de plasticidad de 19,87%, lo que significa que el suelo es arcilloso con alta plasticidad (CH), ya que el índice de plasticidad es superior al 11% si se requiere. Clasificación SUCS según lo aprobado por las normas ASTM-D424-59-74 y AASHTO: T-90-70. Los valores de densidad máxima se mantienen porque la adición de cenizas no varía mucho en ninguno de los porcentajes, pero el contenido de humedad aumenta en menos de aproximadamente el 1% y los valores de CBR aumentan significativamente en menos del 1%. Se **concluyó** que; La adición de ceniza de carbón tiene un efecto beneficioso sobre suelos expansivos como la arcilla, formando una masa compacta y aumentando el grado de compactación y por lo tanto mejorando la resistencia a CBR y al cizallamiento.

Reibán (2017), en su disertación para elegir un título profesional el arquitecto tituló **"Evaluación experimental de las propiedades mecánicas de las matrices cementosas con la adición de cáscara de huevo en polvo deshidratada y sus aplicaciones en arquitectura"**, de la Universidad Técnica de Loja, cuyo principal objetivo fue determinar experimentalmente las propiedades químicas, físicas y mecánicas de matrices a base de cemento con la adición de cáscara de huevo deshidratada en polvo para evaluar sus posibles usos en diseños arquitectónicos y su porcentaje permitido para actuar como aglutinante, la **metodología** utilizada en este trabajo de investigación fue experimental, la **población** fue en cáscara de huevo, la muestra fue de gallina morena, criolla, oca y cáscara de huevo de avestruz, se obtuvo en **conclusión** que la creación de un nuevo material orgánico para desempeñar el papel generalmente se aprecia en base a ser un componente

r, es un sustituto en el porcentaje de cemento, lo que satisface la hipótesis de que fue posible crear un material que actúa como un aditivo orgánico de CHPD con la reducción del uso de fracturas calcáreas, ya que se trata de una CAL VIVA que, al hidratarse, se convierte en un componente ideal para nuestra formación de cemento industrial.

Esmail (2016), en su disertación para elegir la Maestría en Ciencias en Ingeniería Civil titulada "**Estabilización de arcilla compactada con cemento y / o cal que contiene ceniza de turba**", del Departamento de Ingeniería Civil, Universiti Tenaga Nasional, donde presento como su objetivo investigar la posibilidad del uso de cemento y / o cal para mejorar el suelo de arcilla poco profunda para soportar el terraplén de la carretera y presentar un enfoque novedoso para estabilizar la arcilla es usar ceniza de turba como material suplementario en el suelo compactado y estabilizado. Sus **resultados** fueron que; se descubrió que el diseño óptimo de la mezcla de suelo estabilizado es 14% de cemento, 12% de ceniza de turba y 5% de arena de sílice. Se **concluyó** que; el análisis SEM sugiere que los productos de cemento aumentaron con las dosis de cemento y ceniza de turba y obstruyeron los espacios intersticiales. Se reveló además que, el reemplazo parcial de cemento con 12% de ceniza de turba en el diseño óptimo de la mezcla resultó en una resistencia a la compresión máxima no confinada.

Keng (2016), en la revista "**International Journal of Structural and Civil Engineering Research**", de Universitas Christian Indonesia Paulus, donde presento el objetivo se puede hacer la estabilización para aumentar la capacidad de carga del país. Las **muestras** de suelo del distrito de Gowa, Sungguminasa, subdistrito de Pallangga, calle Poros Limbung en la provincia meridional de Sulawesi es la clasificación de USCS, son los tipos de limo orgánico y arcilla orgánica con baja plasticidad (OL). Los **resultados** de la prueba del supervisor modificada mostraron la adición de residuos de huevos de gallina hasta un valor de 10% de peso unitario máximo seco donde el envejecimiento 1 día obtenido es 1,612 gr / cm³, el envejecimiento 7 días obtenido es 1,618 gr / cm³, el envejecimiento 14 días obtenido 1,630 gr / cm³ y 21 días de envejecimiento, se obtuvieron 1.625 gr / cm³. Se **concluyó** que; el valor seco del peso unitario con la adición de 10% de

cáscara de huevo de gallina ha aumentado un máximo de 1.58 gr / cm³ a 1,630 gr / cm³ a los 14 días de envejecimiento (el aumento ocurrió a 3,164%).

Gajewska y Kraszewski (2018) en la revista " *Significance of cement-stabilised soil grain size distribution in determining the relationship between strength and resilient modulus*" de la Revista Road Materials and Pavement Design, donde pretendía comprender si la distribución del tamaño del grano afecta la correlación $E = f$ para diferentes suelos estabilizados con cemento y en ese caso cuantifica el efecto. Los **resultados** de la prueba determinaron la relación entre la resistencia y el módulo elástico para suelos arcillosos y arenosos y de grava. Resultó que existe una relación lineal entre la resistencia y el módulo elástico. El estudio también encontró que las relaciones $E = f(R_c)$ y $E = f(R_{it})$ diferían significativamente para los dos grupos de suelos analizados. Se **concluyó** que; la distribución del tamaño de partícula del suelo debe tenerse en cuenta al determinar el módulo elástico en función de la resistencia del suelo estabilizado con cemento y que se deben desarrollar correlaciones para los grupos de suelo con una distribución de tamaño de partícula similar.

Mantovani (2017), en su artículo científico titulado "*Atributos químicos para el suelo con aplicación de cáscara de huevo*" de la Universidad José do Rosario Vellano, cuyo propósito en el presente trabajo fue evaluar el efecto de las cáscaras de huevo en las propiedades de fertilidad de los suelos con diferentes contenidos de arcilla. El **método** utilizado fue experimental porque el experimento se realizó en condiciones de laboratorio, de septiembre a diciembre de 2015. Para ello, se utilizó una **muestra** de la capa superficial (0 a 20 cm) de dos suelos, uno de estructura de arena, clasificado como Ultisol y otro con una textura de arcilla., clasificado como Oxisol. Después de la recolección, la muestra de cada suelo se tomó por separado y se secó a la sombra, se molió, se tamizó con una malla de 4 mm y se homogeneizó. El **resultado** fue que la cáscara del huevo y los tipos de suelo afectaron significativamente ($p < 0.01$) el pH, el ácido potásico (H + Al) y Ca²⁺, Mg²⁺ + y Al³⁺ + en los suelos (Tabla 3). Hubo interacción entre los factores evaluados con respecto a estos atributos químicos, lo que indica que el efecto de las cáscaras de huevo en estos atributos dependía del soli utilizado. Se obtuvo la

conclusión de que la cáscara de huevo corrige la acidez y aumenta los niveles de Ca 2+ y Mg 2+, especialmente en suelos arenosos, pero aún menos eficiente que la piedra caliza.

Ricardo, Buenaventura y Ortiz (2016), en su artículo científico titulado **"Estabilización de un Suelo Arcilloso mediante el uso de Ceniza de Cuesco de Palma Africana y cal"** de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas e Ingeniería de Rocas, cuyo principal objetivo de su trabajo fue estudiar las propiedades mecánicas e hidráulicas, en condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y tiempo de endurecimiento, de un suelo arcilloso estabilizado en el departamento de Vichada (Colombia). Dado que el material no cumple con los requisitos de la construcción de carreteras, la ubicación remota de las canteras y las condiciones climáticas de la región; es necesario reponer el material poco después de la instalación debido a la pérdida de capacidad de soporte debido a la presencia de agua. La estabilización del suelo se logró agregando 7.5% de ceniza de palmiste y 4% de cal. Este trabajo tiene como objetivo brindar una solución ecológica y económicamente viable utilizando los depósitos de suelos arcillosos y la ceniza que deja el procesamiento de la palmera africana para la construcción de la red vial de este departamento.

Vera e Hidalgo (2019), en su artículo científico titulado **"El Efecto de diferentes niveles de suministro de carbonato de calcio sobre el peso y grosor de la cascara del huevo"** de Revista Colombiana de Ciencia Animal RECIA, cuyo principal objetivo de su trabajo fue evaluar el efecto de los niveles de suministro de carbonato de calcio 0,00; 0,50; 1,00; 1,50 g / ave / día, con un tamaño de partícula entre 2 y 4 mm cuando se añade a última hora de la tarde sobre el peso del huevo y el grosor de la cáscara en gallinas ponedoras envejecidas 22 a 30 semanas. Los **resultados** no mostraron diferencias en el peso del huevo, mientras que para el grosor de la cáscara se encontraron diferencias estadísticamente significativas $p < 0.05$. En **conclusión**, se demostró que la adición de 1,50 g / ave / día de carbonato cálcico al final de la tarde, con un tamaño de partícula de 2 a 4 mm, mejoró el grosor del caparazón de huevo durante las semanas de evaluación, además de confirmar que el grosor de la cáscara se puede estimar a partir del peso del huevo utilizando

el siguiente modelo de regresión (grosor de cáscara = $0,3533 \times \ln(\text{peso huevo}) - 1,001$).

La *cáscara de huevo* sirve para proteger la parte interna del huevo, ya que el interior del huevo llega a ser un ovulo de la gallina no fecundado y este se deriva para el consumo humano. Una parte de su estructura que no se aprovecha es la cáscara de huevo debido a que es un residuo orgánico, pero lo que no se sabe es que en sus propiedades presenta carbonatos y fosfatos es un material mineralógico. Es por ello que este residuo que la mayoría de la población tira se debería de reutilizar, ya que también aportaríamos con el cuidado del medio ambiente.¹



Figura 6. Cáscara de huevo

Las *características y propiedades químicas de la cáscara de huevo*, dentro de la estructura de un huevo se encuentran los siguientes elementos; la cáscara, la clara y la yema. Las funciones principales que presenta la cáscara de huevo son; proteger el desarrollo embrionario, evitar que mis microbios ingresen dentro del huevo y la facilidad de transporte sin poner en riesgo el contenido.²

A continuación, se presenta una tabla donde se puede apreciar de mejor manera la composición de un huevo:

¹ (CARAVACA, y otros, 2003 pág. 464)

² (GIL, 2010 pág. 78)

Tabla 1. Composición de las distintas partes del huevo (%)

	Huevo entero	Cáscara	Clara	Yema
Agua	74	1	88.5	46.7
Proteínas	13	3.8	10.6	16.6
Hidratos de carbono	1	-	0.9	1
Lípidos	10	-	0.03	32.6
Sales minerales	0.1	95.2	0.6	1.1
Proporción del peso total		10.3	56.9	32.8

Fuente: Tratado de Nutrición.

La cáscara de huevo presenta un grosor de 0.35mm aproximadamente, tiene más o menos entre 7000 y 15000 poros lo que con lleva a que exista el intercambio gaseoso con el exterior y también contiene el 90% de carbonato de calcio.³

En seguida se presenta una figura donde se observará de mejor manera la estructura de la cáscara de huevo:

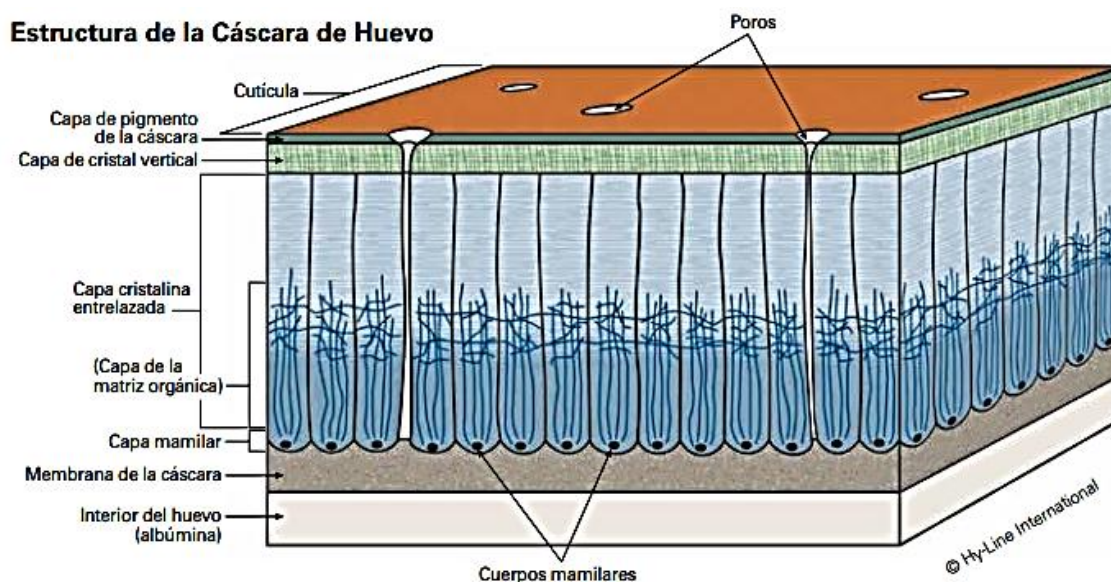


Figura 7. Estructura de la Cáscara de huevo

³ (SASTRE, y otros, 2002 pág. 47)

Las *ventajas y desventajas de la cáscara de huevo*, la primera ventaja se encuentra en su estructura, debido a que la capa cristalina está hecha de cristales de calcio fuertemente unidos en forma o columnas entrelazadas. Estas columnas de cristal de calcio están orientadas perpendicularmente a la superficie de la cubierta para proporcionar una mayor resistencia. Finalmente, las columnas se funden en una cerámica a medida que aumenta el grosor de la carcasa. La mayoría de los cristales son carbonato de calcio (96%) con pequeñas cantidades de cristales de carbonato de magnesio y fosfato tricálcico. El magnesio es importante para agregar dureza a la estructura de la carcasa.⁴

La segunda ventaja es que la cáscara de huevo es un residuo orgánico por lo que no se reutiliza, por ello esta investigación presenta una manera de reutilizar este residuo. Además de esta manera se podrá ayudar a la reducción de la contaminación ambiental.

La desventaja será el apoyo de la población para poder contribuir a la reutilización de la cáscara de huevo.

La *cal* que también se le denomina cal viva, es el óxido de calcio o la cal se obtienen mediante la descomposición por fuego, el carbonato de calcio en los laboratorios se calcina con este objeto de carbonato puro, que se presenta en cristales blancos o mármol estatuario.⁵

A la hora de hablar de estabilización, hablamos de brindar resistencia a los suelos que poseen de poca resistencia. Se tiene dos tipos de estabilización una que es mecánica y la otra es química. En este momento hablaremos de la estabilización química, esta consiste en el incremento de conglomerantes hidráulicos, cal o cemento al suelo que se desea estabilizar.⁶

⁴ (HY LINE, 2017 pág. 4)

⁵ (CASARES, 1857 pág. 259)

⁶ (INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA, 1995 pág. 287)

Las *características y propiedades químicas de la cal*, el óxido de calcio es sólido, blanco, con un sabor alcalino fuerte, no se derrite debido a la acción del calor. Expuestos al aire, los fragmentos de cal utilizan la humedad atmosférica, aumentan de volumen y se pulverizan, en este caso se forma un hidrato y se dice que la cal ha expirado. Si el hidrato continúa expuesto al aire, absorbe ácido carbónico y parte de él se convierte en carbonato, que se une al óxido no carbonatado.⁷

La composición requerida para la estabilización de suelos con cal es que presente el 75 % mayor en peso de óxido cálcico y magnésico. La cal viva es la más eficiente a la hora de estabilizar suelos, pero también es peligrosa debido a que provoca ciertas alteraciones en la piel húmeda. Este tipo de cal se obtiene al calentar el carbonato cálcico a unos 980°C.⁸

Las *ventajas y desventajas de la cal*, la primera ventaja es que ya existen antecedentes con respecto a la estabilización con cal y con experimentos tanto en laboratorios como en campo ha resultado efectivo.

La segunda ventaja es la gran cantidad de caliza que presenta el Perú, ya que ello facilita la obtención de la cal.

La desventaja es que ante el contacto de la cal con los ojos provocan ulceración, es decir que a la hora de maniobrar la cal cabe la posibilidad de que se presenten accidentes.

Para el *proceso de aplicación*, primeramente, se tiene que realizar las calicatas para obtener las muestras necesarias y poder llevar al laboratorio de mecánica de suelos. La pulverización de cáscara de huevo y cal la caracterizará físicamente (porcentajes de componentes y tamaño de grano) y químicamente (propiedades químicas); a partir de entonces se derivará para mezclarlo con el suelo arcilloso extraído de la carretera de Cerro de Pasco a Yanahuanca para su estabilización. Para lo cual se utilizaron los siguientes porcentajes: 6% CH, 9% CH, 6% C y 9% C,

⁷ (CASARES, 1857 pág. 260)

⁸ (ARREDONDO, y otros, 1977 pág. 251)

donde CH es cáscara de huevo y C es cal. Para finalmente realizar los ensayos siguientes: Determinación de los límites de Atterberg, Ensayo Proctor y Capacidad de soporte CBR del suelo.

La *estabilización de suelos arcillosos*, la evolución ocurre en todo aspecto, dentro de la estabilización de suelos ocurre lo mismo pues antes la estabilización se daba solo a través de la experimentación sin embargo ahora se ha vuelto parte de la ciencia.⁹

Hay muchos suelos que presentan inestabilidad, ello quiere decir que la resistencia que presenta el suelo no es el adecuado para poder colocar una estructura sobre este. O en todo caso si se llega a colocar una estructura sobre un suelo poco estable, la estructura podría sufrir desde fallas leves a fallas graves y lo peor aún es que podría correr el riesgo que afectar las vidas de terceros. La estabilización de suelos arcillosos se puede realizar con muchos productos, entre los cuales están; cenizas de arroz, cal, cemento, entre otros. La estabilización de suelos arcillosos no solo se da con fines de construcción si no también con fines de agricultura.¹⁰

El *tipo de suelo*, el suelo es una de las capas de la corteza terrestre, esta capa comparada con toda la masa del planeta tierra. Hay distintos puntos de vista al hablar del suelo, por ejemplo; para un niño es un objeto con el cual puede hacer carreteras para sus autos de juguete, para una madre es la suciedad que tiene entre sus manos su hijo al jugar con ello, para un agricultor es la base principal con la logra cultivar y para un ingeniero es la base de una construcción, pues de ello depende la estabilización y la vida útil de una obra civil.¹¹

⁹ (MONTEJO, y otros, 2019 pág. 21)

¹⁰ (BEHAK, 2015 pág. 37)

¹¹ (THOMPSON, y otros, 2009 pág. 11)

Tabla 2. Tipo de suelo

N°	Descripción	% Arena	% Limo	% Arcilla	LL	IP
1	Arena bien graduada	88	10	2	16	-
2	Marga arenosa bien graduada	72	15	13	16	-
3	Marga arenosa graduación media	73	9	18	22	4
4	Arcilla limo arenosa	5	33	35	28	9
5	Arcilla limosa	5	64	31	36	15
6	Limo de loess	5	85	10	26	2
7	Arcilla homogénea	6	22	72	67	40
8	Arena mal graduada	94	8	-	-	-

Fuente: El terreno.

El *suelo arcilloso* es un tipo de suelo fino, que tiene las partículas del tamaño menor de 0.002 milímetros. A la hora de inspeccionar el suelo de una obra y se encuentra con un suelo arcilloso este resulta ser un gran problema para la construcción debido a que este tipo de suelo al contacto con el agua tiende a hincharse, llevándolo a su estado de plasticidad, y si no hay presencia de agua cerca del suelo este tiende a encogerse.¹²

En el momento que se observa la presencia predominante de arcilla a diferencia de otras partículas en un suelo, será porque el suelo es arcilloso. El color rojizo del suelo también es una característica de los suelos arcillosos. Cabe mencionar que el tamaño de una partícula de un suelo arcilloso es menor a 0.001 metros.¹³

El tipo de suelo que presenta la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca es arcilloso, esto se determinó debido a que el Gobierno Regional de Pasco utilizó la clasificación de regiones que hizo Javier Pulgar Vidal, pero indicando para cada distrito de Pasco. Y es ahí donde indica que para el distrito de Yanahuanca el tipo de suelo es arcilloso de reacción acida, rojizo o pardo.¹⁴

¹² (NÚÑEZ, 2001 pág. 52)

¹³ (PORTA, 2014 pág. 88)

¹⁴ (GOBIERNO REGIONAL DE PASCO, 2005 pág. 17)

A continuación, se presenta la tabla donde se indica el tipo de los suelos de según los distritos de Pasco:

Tabla 3. Tipo de suelos que presentan los distritos de Pasco

Planificación Vial Departamental Pasco 2005 - 2016



Pasco: Pisos Ecológicos y Área Geográfica por Regiones Naturales

REGION	ALTITUD	DISTRITOS	AREA GEOGRAFICA
JANCA O CORDILLERA (ALPINO)	4500 – 5000	Huachón, Yanahuanca	Se encuentra localizado el nevado Huaguruncho altitud (5,748 msnm)
PUNA (SUB-ALPINO)	4000- 4500	Chaupimarca, Vicco, Huayllay, Yanacancha Tinyahuarco, Ninacaca Simón Bolívar, Tinyahuarco	Áreas bastante extensa, suaves o ligeramente ondulados y colmadas, se localiza en la Meseta de Bombón, fuerte declive y casos de afloramiento de rocas, la vegetación está conformado por abundante mezcla de gramíneas
SUNI (MONTANO)	3000 - 4000	Yanahuanca, Paucar Chacayán, Sta. Ana de Tusi, Pillao, Huachón Paucartambo, Ticlacayán	Área conformado por laderas de valles interandinos, los suelos son relativamente profundos arcillosos de reacción ácida, rojizo o pardo, en la parte baja predomina las gramíneas, las tierras se usa para la agricultura en secano y ganadería.
QUECHUA (MONTANO BAJO)	2000- 3000	Pallanchacra, Tapuc Huariaca	
RUPA RUPA O SELVA ALTA (SUB TROPICAL)	500 – 2000	Oxapampa, Villa Rica, Huancabamba, Pozuzo, Chontabamba	La zona de vida bosque húmedo montañoso, son favorables para la agricultura y la ganadería, tienen pastizales naturales y de igual manera tiene áreas para la forestación.
OMAGUA O SELVA BAJA (TROPICAL)	300 - 500	Puerto Bermúdez Palcazú.	Terrenos relativamente planos, poco extensos se puede cultivar cítricos, la ganadería extensiva, el recurso más productivo es la madera, tiene áreas aptas para la agricultura que se localiza al borde de los ríos.

Fuente: Plan vial departamental participativo Pasco



Figura 8. Suelo arcilloso de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca

Los ensayos para la identificación del suelo son los que se llevan a cabo en un laboratorio de mecánica de suelos especializados, este tipo de ensayos suelen tener desventajas por los márgenes de error que podrían presentarse en los equipos o instrumentos que se van a requerir utilizar para llevar a cabo los ensayos.¹⁵

La tecnología avanza en todo aspecto de la humanidad y en el área de la ingeniería civil también es por ello que en la actualidad existen demasiados ensayos de laboratorio para analizar las propiedades y características que presenta el suelo, para el presente trabajo de investigación se utilizaran las siguientes:

El *contenido de humedad*, si queremos conocer el suelo de una mejor manera es necesario verlo in situ, es decir en el campo. Ya que de esta manera el suelo no sufre cambios físicos ni biológicos al cambiarlo o llevarlo de su posición original a otra diferente. Los ensayos de reconocimiento del terreno no expresan índices de mecánica de suelos, pero si se puede clasificarlos según los comportamientos y características que presenten.¹⁶

Las rocas se presentan de manera homogénea o gran parte homogénea, caso contrario de los suelos pues ellos se presentan de forma heterogénea y esto se debe a la composición y tamaños que tienen. Debido a ello se identificarán teniendo en cuenta sus características físicas, es decir los diferentes tamaños que presentan los suelos estudiados, y sus características químicas, es decir los componentes químicos naturales y lo que no son naturales.¹⁷

El ensayo de reconocimiento del terrero se llevará a cabo en el campo es decir en el lugar donde se encuentra el suelo a estudiar. Las ventajas de este tipo de ensayo son que sus condiciones climatológicas no van a variar y la rapidez con la cual ya se puede identificar el tipo de suelo que se tiene.¹⁸

¹⁵ (JUÁREZ, y otros, 2005 pág. 51)

¹⁶ (AYALA, y otros, 2006 pág. 103)

¹⁷ (SANZ, 1975 pág. 29)

¹⁸ (CASSAN, 1982 pág. 18)

El contenido de humedad es el peso del agua que se encuentra a través del siguiente proceso; primeramente, se pesa la muestra de suelo tal y como se adquirió en campo, luego esta muestra tiene que ser llevada a un horno que debe estar a una temperatura entre 100°C y 110°C, una vez secado se vuelve a pesar la muestra y la diferencia entre el peso inicial y el final llega a ser el peso del agua, es decir el contenido de humedad que tuvo la muestra de suelo.¹⁹

Los *límites de Atterberg*, son los límites de la plasticidad que puede tener un suelo, dentro de ellos se presentan tres tipos; límite de liquidez, límite de plasticidad e índice de plasticidad. A través de este método se puede definir si el suelo tiene una plasticidad alta, media, baja o en todo caso no es plástico. A continuación se presenta una tabla, la cual nos ayudara para identificar el tipo de suelo que se tiene una vez realizado el ensayo de Atterberg.²⁰

Tabla 4. Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad

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

Fuente: Manual de carreteras

La *densidad seca máxima*, para la obtención de la densidad máxima seca de un suelo, es necesario realizar la compactación con el óptimo contenido de humedad y con una adecuada energía de compactación.²¹

Para un trabajo de compactación se sabe que existe una relación concreta entre la densidad seca máxima y el contenido de humedad del suelo. Es decir que la realización de la compactación de un suelo se puede alcanzar la densidad seca máxima si el suelo presenta el óptimo contenido de humedad.²²

¹⁹ (CRESPO, 2004 pág. 64)

²⁰ (SANZ, 1975 pág. 36)

²¹ (GONZALES, 2001 pág. 30)

²² (DAL/RE, 2001 pág. 40)

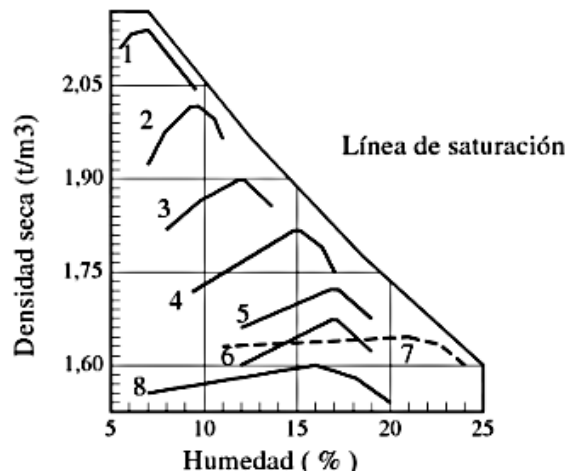


Figura 9. Densidad Seca Máxima

Para obtener la densidad seca máxima es necesario realizar el ensayo Proctor, pues este a través de su procedimiento determina la adecuada densidad. Para ponerlo en obra se tiene que tener mucha precaución debido a la segregación que podría ocurrir.²³

El *ensayo Proctor*, la resistencia del suelo depende del grado de compactación que se le da, es decir a mayor compactación mayor resistencia. Se sabe que la compactación va de la mano con la densidad, así que por ello si un suelo es bien compactado y denso, este tendrá un buen nivel de resistencia. La finalidad de un ensayo de Proctor es calcular el contenido óptimo de agua que requiere un suelo para que este se compacte y obtenga la densidad adecuada. Para este ensayo que requiere una cantidad exacta de suelo secado a través de una estufa.²⁴

El proceso, normalizado, se puede resumir de la siguiente manera: la muestra de suelo, con poca o casi nada de humedad, se divide en tres partes, cada una sometida a apisonamiento (marco de 2.5 kg y 5 cm de diámetro, y 30.5 cm de altura de caída), con 26 trazos distribuidos sobre la superficie. Al repetir el proceso de lavado para las otras dos partes, el conjunto de las tres partes del suelo comprimido se obtiene en forma estandarizada (forma de cilindro de metal con una capacidad de 1 litro). Se determinan su densidad y humedad, con lo cual se obtiene un punto en el diagrama. Al aumentar ligeramente la humedad del suelo, en un 2 o 3%, el

²³ (FERRER, 1987 pág. 48)

²⁴ (SANZ, 1975 pág. 40)

proceso se repite tantas veces como se deseen puntos (generalmente de 5 a 7 puntos), que, cuando se unen, determinan una curva característica donde el valor puede observarse fácilmente por la densidad seca máxima, que para corresponder a un valor óptimo de humedad.²⁵

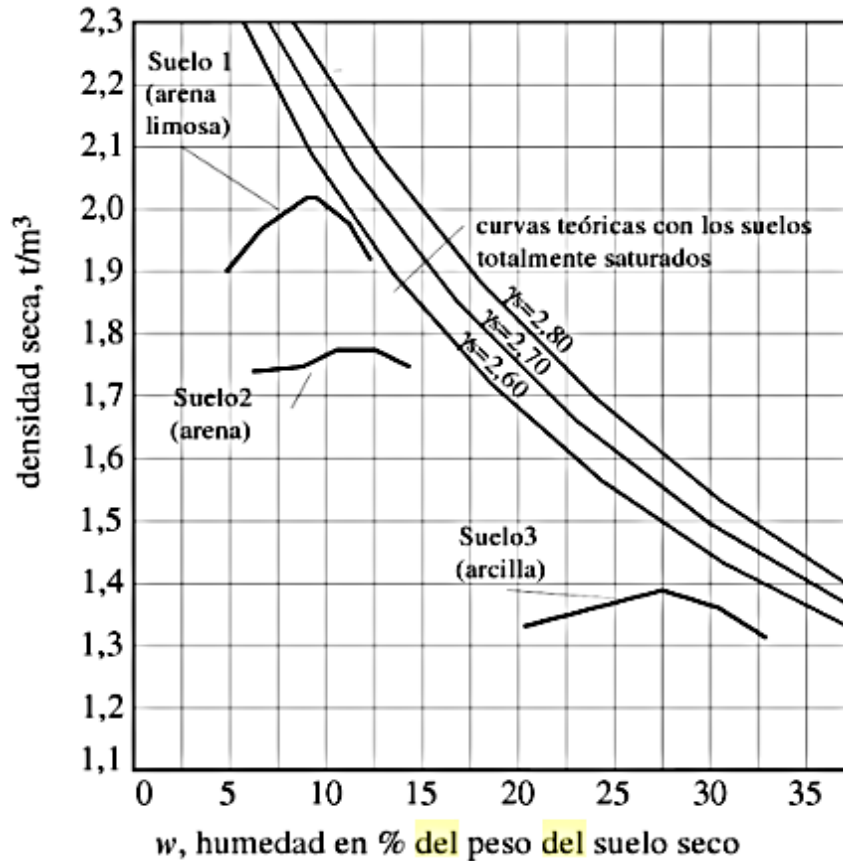


Figura 10. Curva del Ensayo Proctor

La *resistencia del suelo* a ciertas tensiones no cortantes, como la tensión, por ejemplo, es tan baja que generalmente no es de gran importancia para el ingeniero. En general, las estructuras en las que el ingeniero interviene en el terreno son de tal naturaleza que en ellas el esfuerzo cortante es el esfuerzo de actuación básico y la resistencia depende principalmente del hecho de que la estructura no falla. Por supuesto, en estas estructuras, a menudo sucede que los esfuerzos que no sean el corte a veces interfieren más de lo que el ingeniero quisiera.²⁶

²⁵ (GONZALES, 2001 pág. 21)

²⁶ (RICO, 2005 pág. 62)

Se conocen diferentes tipos de ensayos con los que se puede definir la resistencia de los suelos, a través de compresión y cizallamiento como también por la deformabilidad a través de colocar esfuerzos sobre el suelo.²⁷

Los ensayos de resistencia al igual que los ensayos de identificación del suelo se realizan en un laboratorio de mecánica de suelos sin embargo al analizar la resistencia de los suelos se requiere de más tiempo y precisión para que de esta manera el rango de falla sea lo más mínimo posible y como consecuencia tener resultados más cerca a la realidad del tipo de suelo.²⁸

La *capacidad de soporte del suelo*, en este ensayo se utiliza el mismo molde que el del Proctor modificado. La manera de realizar el ensayo es colocando la muestra de suelo que se desea estudiar en el molde humidificando hasta lograr el óptimo contenido de humedad, después se compacta de la misma manera que en el ensayo del Proctor y se sumerge en el agua por 4 días en las condiciones más desfavorables que se podría tener.²⁹

Tabla 5. *Categorías de Subrasante*

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: Manual de carreteras

²⁷ (SANZ, 1975 pág. 43)

²⁸ (JUÁREZ, y otros, 2005 pág. 351)

²⁹ (SANZ, 1975 pág. 52)

La *calicata* es una de las prácticas de campo que consiste en realizar una excavación de pequeña a mediana dimensión, ello depende del estudio que se requiera hacer. Pero se aconseja que las medidas promedio deben estar entre 0.8 metros, 1.2 metros y 1.5 – 2.0 metros de profundidad, para que de esta manera se tome las muestras más convenientes y con ello un buen ensayo tanto en campo como el laboratorio. Cabe mencionar que las calicatas tienen que ser estudiadas antes, pues depende del tipo de suelo que se encuentre en campo se tendrá que tomar medidas de seguridad a la hora de la excavación.³⁰

La carretera de Cerro de Pasco a Yanahuanca es una carretera de tercera clase debido a que su Índice Medio Diario Anual está entre 400 y 201 veh/día, por ello para los ensayos se van a realizar dos calicatas cada 1000 metros. También se tendrá en cuenta que para el ensayo del CBR es requerida una distancia de 2000 metros de calicata en calicata.³¹

³⁰ (LOZANO, 2016 pág. 22)

³¹ (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2013 pág. 30)

III. MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación de acuerdo al fin:

El tipo de investigación de acuerdo al fin es aplicado, ya que la investigación está centrada específicamente en utilizar las teorías generales en la práctica. Al respecto mencionan que este estudio se identifica como: “aquel tipo de investigación que tiene fines prácticos en el sentido de solucionar problemas detectados en un área del conocimiento”.³²

Tipo de investigación de acuerdo al nivel:

De acuerdo al nivel es descriptiva correlacional, descriptiva debido a que se busca especificar las características o propiedades del objeto de estudio y correlacional debido a que se busca identificar si las dos variables están o no correlacionadas.

Tipo de investigación de acuerdo al diseño metodológico:

El diseño metodológico de la investigación es experimental, puesto que se estudia los fenómenos en su ambiente natural y se manipula las variables.

Tipo de investigación de acuerdo al enfoque:

El enfoque que se utiliza para esta investigación es cuantitativo, por ello se utiliza la estadística. Se indica que: “Este tipo de enfoque usa la recolección de datos para probar la hipótesis con base a la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”.³³

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente

V1: Cáscara de Huevo y Cal

Variable dependiente

V2: Estabilización de suelos arcillosos

³² (HERNÁNDEZ, y otros, 2006 pág. 38)

³³ (SAMPIERI, 2006 pág. 30)

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

La población es la agrupación de todos los elementos, personas u objetos que tienen una característica en común.³⁴

Para el trabajo de investigación se considera como población del kilómetro 79.4 al 80.4 de la carretera Cerro de Pasco a Yanahuanca.

La muestra es una porción de la población que se elige o selecciona a través técnicas, esta muestra debe ser adecuada, representativa y válida.³⁵

Por ello el tamaño de muestra para la investigación será dos calicatas realizadas en la carretera Cerro de Pasco a Yanahuanca del kilómetro 79.4 al 80.4.

El muestreo para la investigación es probabilístico, aleatorio simple. Es decir que cualquiera de los elementos de la población tiene la probabilidad de ser elegidos.³⁶

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que va a utilizar será el análisis de laboratorio. Ya que este es un método de recolección de datos a través de la observación de los ensayos que se realizaran en el laboratorio de mecánica de suelos.

El instrumento de recolección de datos va a ser la ficha de recolección de datos, que se elabora a partir de normas estandarizadas.

La validez tiene que ser dada expertos, para que se pueda verificar las variables, dimensiones, indicadores, ítems y escala que se presenta a través de una matriz. La validez “es el grado en que la medida refleja con exactitud la característica o dimensión que se pretende medir”.³⁷

³⁴ (SAMPIERI, 2006 pág. 174)

³⁵ (SAMPIERI, 2006 pág. 175)

³⁶ (SAMPIERI, 2006 pág. 177)

³⁷ (CARRASCO, 2015 pág. 336)

La confiabilidad es importante dentro de un trabajo de investigación pues ello demuestra el grado de fiabilidad del trabajo es decir que será o prestara un buen funcionamiento.³⁸

3.5. Procedimiento

Para empezar, se va a tener que preparar los materiales necesarios para realizar las calicatas en la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, después se tiene que ir al lugar para realizar la excavación de las calicatas y así tomar las muestras necesarias para poder llevar al laboratorio de mecánica de suelos. Teniendo en cuenta que el suelo no debe pasar por cambios bruscos tanto físicos como químicos.

3.6. Método de análisis de datos

El procesamiento y análisis de la información requiere de la utilización de estadística descriptiva, que nos presenta los datos de forma organizada. También se utiliza la estadística inferencial, que nos permite saber la información de la población basándose en la muestra. Debido a ello se va a trabajar con ensayos de laboratorio que se realizara en un laboratorio de mecánica de suelos, los ensayos que se va a realizar son los siguientes: Determinación de los límites de Atterberg, Contenido de humedad, Ensayo Proctor, Capacidad de soporte CBR del suelo. Estos ensayos que se utilizarán en la investigación tendrán un control de calidad, según las normas ya estipuladas.

3.7. Aspectos éticos

El trabajo de investigación se presenta respetando las normas establecidas, teniendo en cuenta los valores éticos y morales.

³⁸ (SAMPIERI, 2006 pág. 207)

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019”

Acceso a la zona de trabajo:

El ingreso a la zona del proyecto es por la carretera que une la ciudad de Cerro de Pasco y Yurahuanca, una vez terminada esa carretera se sigue la carretera con dirección a Yanahuanca.

Ubicación política:

La zona de estudio se ubicó en la región de Pasco, provincia de Pasco y Daniel Alcides Carrión, carretera que une los distritos de Cerro de Pasco y Yanahuanca.



Figura 12. Mapa de la región de Pasco

Figura 11. Mapa político del Perú

Ubicación del proyecto:

Provincia de Pasco y Daniel Alcides Carrión



Figura 13. Mapa de los distritos de Pasco



Figura 14. Mapa de los distritos de Daniel Alcides Carrión

El distrito de Chaupimarca limita por el:
Este y norte con Yanacancha.
Oeste con Simón Bolívar.
Sur con Tinayahuarco.

El distrito de Yanahuanca limita por el:
Este con Tápuç, Vilcabamba y Chacayán.
Oeste con la Provincia de Oyón.
Norte San Miguel de Cauri y San Pedro de Pillao.
Sur con Simón Bolívar.

La zona de estudio fue designada con la finalidad de estabilizar los suelos de la carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, ya que el tipo de suelo que presenta esta carretera es arcilloso y este es uno de los suelos inestables que existe en el Perú. El tener un suelo inestable como terreno es muy perjudicial para la construcción de una pista pavimentada, ya que como consecuencia esta tiende a presentar fisuras, baches, entre otras consecuencias. Por ello se recomienda la estabilización del suelo antes de la ejecución de cualquier proyecto.

Ubicación geográfica:

De manera geográfica el distrito de Cerro de Pasco está en las coordenadas longitud $O76^{\circ}15'24.05''$ y latitud $S10^{\circ}40'2.93''$, tiene un área aproximada de 6.66

Km2, posee una altitud de 4 830 m.s.n.m. y en el año 2017 contaba con una población de 25 627 habitantes.



Figura 15. Distrito de Cerro de Pasco

De manera geográfica el distrito de Yanahuanca está en las coordenadas longitud $076^{\circ}31'0.01''$ y latitud $S10^{\circ}29'29''$, tiene un área aproximada de 745 Km2, posee una altitud de 3 178 m.s.n.m. y en el año 2017 contaba con una población de 11 333 habitantes.

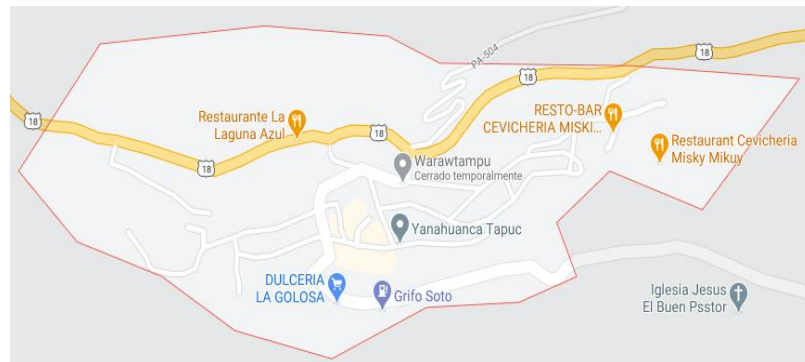


Figura 16. Distrito de Yanahuanca

La ubicación más precisa de la zona de estudio para realizar la estabilización de los suelos arcillosos se halla en la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, el tramo elegido se va a ver en la siguiente figura.



Figura 17. Carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca



Figura 18. Zona de estudio

Vías de acceso:

Para poder llegar a la zona de estudio se tiene que salir por la carretera que se dirige hacia Yurajhuanca, pasar por Rancas, Pacoyán, Uchumarca y llegar a Chinche.

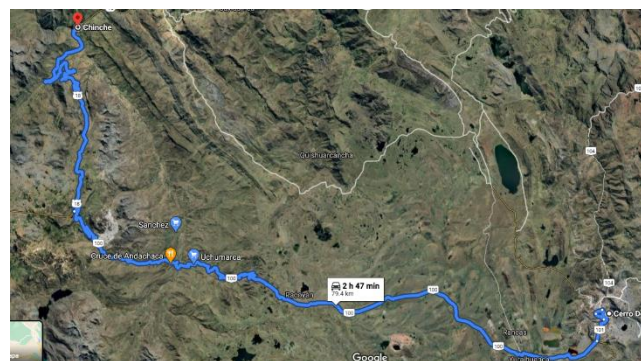


Figura 19. Vía de acceso

Clima:

En el distrito de Yanahuanca, los veranos son cortos, frescos y nublados y los inviernos son cortos, fríos y parcialmente nublados, la temperatura generalmente varía de -2°C a 12°C.

En el distrito de Yanahuanca, los veranos son cortos, frescos y nublados y los inviernos son cortos, fríos y parcialmente nublados, la temperatura generalmente varía de -1°C a 15°C.

Localidad para la adquisición de materiales:

Los aditivos a utilizar serán obtenidos en la ciudad de Lima debido a que los ensayos se ejecutarán en la misma ciudad. La muestra de los suelos fue trasladada desde la zona de estudio hasta la ciudad de Lima.

Procedimiento

Para empezar, desde el mes de enero se coordinó con unos familiares y el dueño de una panadería para juntar las cascara de huevo. Por lo cual mi persona procedió a facilitarles un cesto y de esa manera puedan desechar las cascara de huevo exclusivamente en el cesto que se le dio a cada uno. Después de los días personalmente iba a recoger lo juntado y de esa manera llevarlo a mi casa y dejarlos secar. Y así luego podrecer a triturarlos con una máquina de moler.



Figura 20. Secado de cáscara de huevo

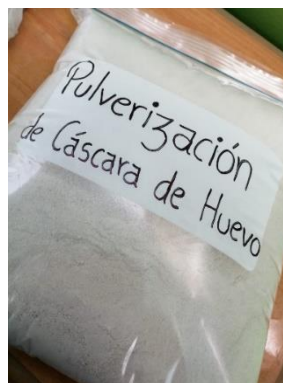


Figura 21. Pulverización de cáscara de huevo

Se viajó a la ciudad de Cerro de Pasco después se contrató una movilidad para dirigirme a la progresiva 79.4 km, para luego empezar a realizar las calicatas. Cuya profundidad es el 1.50 metros, el ancho es 0.40 metros y largo 0.50 metros aproximadamente.



Figura 22. Calicata 01



Figura 23. Calicata 02

Ensayos del Laboratorio

Muestra natural

La muestra que se utilizó para los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos fue de la calicata 01, sin ninguna alteración de la muestra natural. Los resultados de la clasificación de suelos según SUCS (ASTM D2487) y AASHTO (D3282), fueron los siguientes:

Tabla 6. *Clasificación de Suelos*

N°		1
CALICATA		C-1
MUESTRA		M-1
PROFUNDIDAD (m)		1.5
PROGRESIVA Km		79.4
GRANULOMETRÍA	% Grava	0
	% Arena	41.5
	% Finos	58.5
CLASIFICACIÓN	SUCS	CL
	AASHTO	A-2-4 (0)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se encuentra el resumen de la clasificación de suelos de la muestra natural de la calicata 01, de lo que se obtuvo como resultado que el suelo según la clasificación SUCS es CL (arcilla de baja plasticidad).

Ensayo Límites de Atterberg

Tabla 7. *Límites de Atterberg*

N°		1
CALICATA		C-1
MUESTRA		M-1
PROFUNDIDAD (m)		1.5
PROGRESIVA Km		79.4
LIMITES DE ATTERBERG	LL (%)	28.2
	LP (%)	18.8
ÍNDICE PLASTICO (%)		9.4

Fuente: Elaboración propia

Después de realizar los ensayos de límite líquido y líquido plástico se obtuvo como resultado que el índice plástico (9.4 %) es ≤ 20 , lo que indica que el suelo tiene una plasticidad media y ello es una de las características de un suelo arcilloso.

Ensayo Proctor Modificado

Tabla 8. *Contenido de Humedad*

N°		1
CALICATA		C-1
MUESTRA		M-1
PROFUNDIDAD	m.	1.5
PROGRESIVA	Km.	79.4
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	6.9

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 se presenta el resultado obtenido sobre el contenido de humedad natural de la muestra 1 extraída de la calicata 01.

Tabla 9. *Proctor Modificado*

N°		1
CALICATA		C-1
MUESTRA		M-1
PROFUNDIDAD	m.	1.5
PROGRESIVA	km.	79.4
DENSIDAD MÁXIMA SECA	gr/cm ³	1.891
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	9.3

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el ensayo proctor modificado se tomó la muestra predominante y con ello se obtuvo como resultados la densidad máxima seca y el óptimo contenido de humedad, que se muestran en la tabla 9.

Ensayo CBR (California Bearing Ratio)

Tabla 10. *CBR (95% M.D.S.)*

N°		1
CALICATA		C-1
MUESTRA		M-1
PROFUNDIDAD	m.	1.5
PROGRESIVA	km.	79.4
CBR (95% M.D.S.)	0.1"	4.1
CBR (95% M.D.S.)	0.2"	6.5

Fuente: Elaboración propia

Después de hallar el óptimo contenido de humedad del suelo natural, a través del ensayo proctor modificado. Se procede a la realización del ensayo CBR al 95% para el cual se dejó el suelo natural 96 horas sumergidas bajo el agua, midiendo su expansión cada 24 horas y así posteriormente saber la capacidad de soporte que nos brindó la prensa CBR, como se puede apreciar en la tabla 10.

Tabla 11. CBR (100% M.D.S.)

N°		1
CALICATA		C-1
MUESTRA		M-1
PROFUNDIDAD	m.	1.5
PROGRESIVA	km.	79.4
CBR (100% M.D.S.)	0.1"	6
CBR (100% M.D.S.)	0.2"	9.1

Fuente: Elaboración propia

Luego del ensayo CBR al 95%, se procede a realizar el ensayo CBR al 100% siguiendo el mismo procedimiento llegando a obtener como resultados los datos que se presentan en la tabla 11.

Muestra empleando los estabilizantes cáscara de huevo y cal

La muestra que se utilizó es la muestra 01 de la calicata 01, sin embargo, para los siguientes ensayos a la muestra 01 se le va a adicionar por separado 6% y 9% de pulverización de cáscara de huevo y cal.



Figura 24. Ensayo de Atterberg



Figura 25. Ensayo CBR

Tabla 12. Resumen de los todos los resultados obtenidos

CALICATA	MUESTRA	DOSIFICACIÓN (%)	I.P. (%)	M. D. S. (gr/cm ³)	O. C. H. (%)	CBR AL 100% M.D.S.		CBR AL 95% M.D.S.	
						0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
C-01	M-01	0	9.4	1.891	9.3	6	9.1	4.1	6.5
C-01	M-01 + C.H.	6	7.6	1.902	9.1	8.5	11.5	6.4	8.2
C-01	M-01 + C.H.	9	-	1.914	9.0	9.7	11.0	7.1	8.2
C-01	M-01 + C.	6	3	1.936	8.9	23.6	24.7	18.1	19.1
C-02	M-01 + C.	9	-	1.971	9.0	17.6	18.8	13	13.6

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 12 se presenta el resumen de los ensayos realizados, es decir de límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR. Los resultados obtenidos, indican que la estabilización de suelos arcillosos con pulverización de cáscara de huevo mejora el suelo natural de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, pero en pequeña escala. Sin embargo, cuando se estabiliza con cal el suelo natural mejora en gran escala.

Ensayo Límites de Atterberg

Se realizó el ensayo de los Límites de Atterberg al material de la muestra 01 en combinación con los estabilizantes por separado, para que esta manera se pueda encontrar el desempeño de cada estabilizante. Para ello se utilizó el 6% del peso seco del suelo de cáscara de huevo y cal.



Figura 26. Ejecución del ensayo de límite de Atterberg (límite líquido)



Figura 27. Ejecución del ensayo de límite de Atterberg (límite plástico)

Tabla 13. Límites de Atterberg (Estabilizante cáscara de huevo y cal)

CALICATA	MUESTRA	DOSIFICACIÓN (%)	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
C-01	M-01	0	28.2	18.8	9.4
C-01	M-01 + C.H.	6	27.9	20.3	7.6
C-01	M-01 + C.	6	23.2	20.2	3

Fuente: Elaboración propia

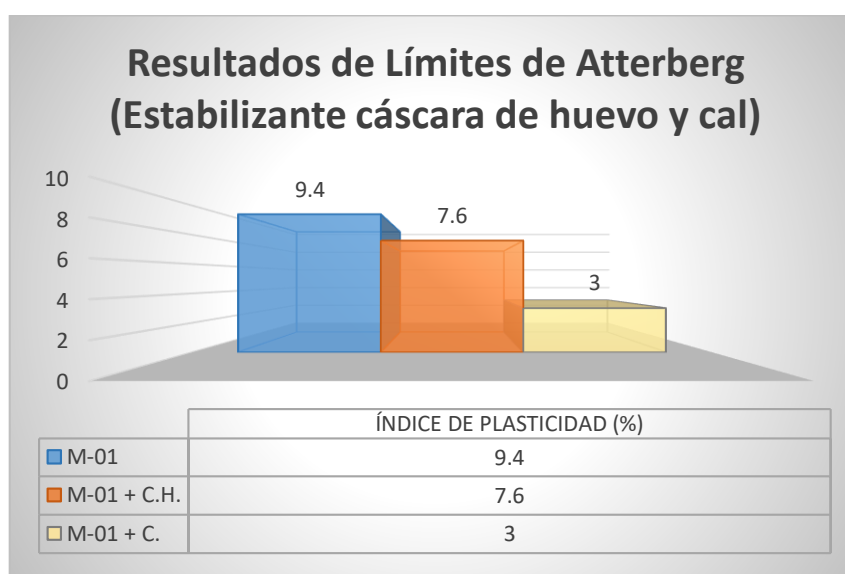


Grafico 1. Límites de Atterberg (Estabilizante cáscara de huevo y cal)

Interpretación: En el gráfico se visualiza la disminución del índice de plasticidad, para el primer caso se compara los resultados del índice de plasticidad de la muestra natural y de la muestra natural con la adición de pulverización de cáscara de huevo, y se observa que se reduce un 1.8 %. Para el segundo caso se compara los resultados del índice de plasticidad de la muestra natural ($7\% < I.P. = 9.4\% < 20$) y de la muestra natural con la adición de cal ($I.P. = 3\% < 7\%$), y se observa que el suelo pasa de tener una plasticidad media a baja (ver tabla 4).

Ensayo Proctor Modificado

Se realizó el ensayo de proctor modificado al material de la muestra 01, es decir al suelo natural, en combinación con los estabilizantes por separado, para que esta manera se pueda encontrar el desempeño de cada estabilizante. Para ello se utilizó el 6% y 9% del peso seco del suelo de cáscara de huevo y cal.



Figura 28. Pesaje de los estabilizantes para la ejecución del ensayo Proctor Modificado

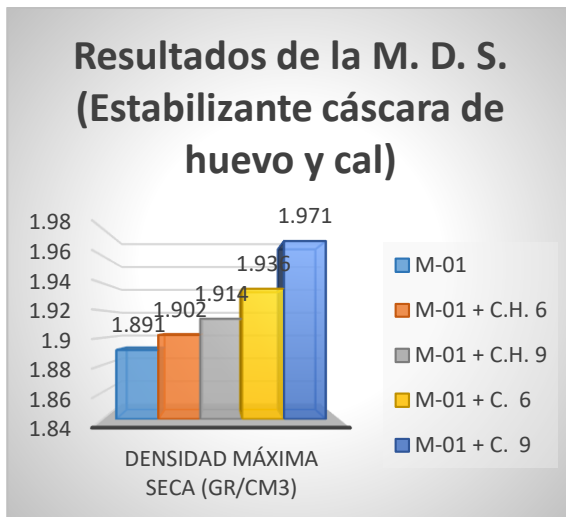


Figura 29. Mezcla de la muestra natural y los estabilizantes, para la ejecución del ensayo Proctor Modificado

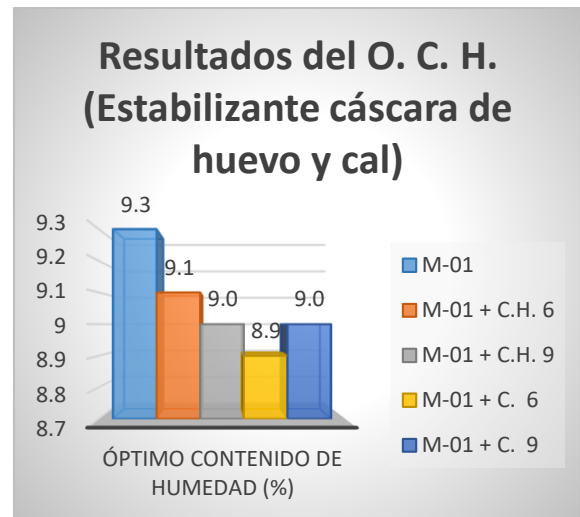
Tabla 14. Proctor Modificado (Estabilizante cáscara de huevo y cal)

CALICATA	MUESTRA	DOSIFICACIÓN (%)	M. D. S. (gr/cm ³)	O. C. H. (%)
C-01	M-01	0	1.891	9.3
C-01	M-01 + C.H.	6	1.902	9.1
C-01	M-01 + C.H.	9	1.914	9.0
C-01	M-01 + C.	6	1.936	8.9
C-01	M-01 + C.	9	1.971	9.0

Fuente: Elaboración propia



*Grafico 2. Densidad Máxima Seca
(Estabilizante cáscara de huevo y cal)*



*Grafico 3. Óptimo Contenido de
Humedad (Estabilizante cáscara de
huevo y cal)*

Interpretación:

En el grafico 2 se observa el aumento de la densidad máxima seca, para el primer caso se compara los resultados de la M.D.S. de la muestra natural y de la muestra natural con la adición de 6% y 9% de pulverización de cáscara de huevo, y se observa que aumenta 0.011 gr/cm³ y 0.023 gr/cm³ respectivamente. Para el segundo caso se compara los resultados de M.D.S. de la muestra natural y de la muestra natural con la adición de 6% y 9% de cal, y se observa que aumenta 0.045 gr/cm³ y 0.08 gr/cm³ respectivamente.

En el grafico 3 se observa la reducción del óptimo contenido de humedad, para el primer caso se compara los resultados del O.C.H. de la muestra natural y de la muestra natural con la adición de 6% y 9% de pulverización de cáscara de huevo, y se observa que se reduce 0.2 gr/cm³ y 0.3 gr/cm³ respectivamente. Para el segundo caso se compara los resultados del O.C.H. de la muestra natural y de la muestra natural con la adición de 6% y 9% de cal, y se observa que reduce 0.4 gr/cm³ y 0.3 gr/cm³ respectivamente.

Ensayo CBR (California Bearing Ratio)

Una vez culminado el ensayo proctor modificado, se halló la densidad máxima seca al 100% y 95%. Con estos resultados se procede a la ejecución del ensayo CBR al material de la muestra 01, es decir al suelo natural, en combinación con los estabilizantes por separado, para que esta manera se pueda encontrar el desempeño de cada estabilizante. Para ello se utilizó el 6% y 9% del peso seco del suelo de cáscara de huevo y cal.



Figura 30. Penetración en la prensa CBR, de la muestra natural con 6% de cáscara de huevo



Figura 31. Penetración en la prensa CBR, de la muestra natural con 6% de cal

Tabla 15. CBR (Estabilizante cáscara de huevo y cal)

CALICATA	MUESTRA	DOSIFICACIÓN (%)	CBR AL 100% M.D.S.		CBR AL 95% M.D.S.	
			0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
C-01	M-01	0	6	9.1	4.1	6.5
C-01	M-01 + C.H.	6	8.5	11.5	6.4	8.2
C-01	M-01 + C.H.	9	9.7	11.0	7.1	8.2
C-01	M-01 + C.	6	23.6	24.7	18.1	19.1
C-01	M-01 + C.	9	17.6	18.8	13	13.6

Fuente: Elaboración propia.

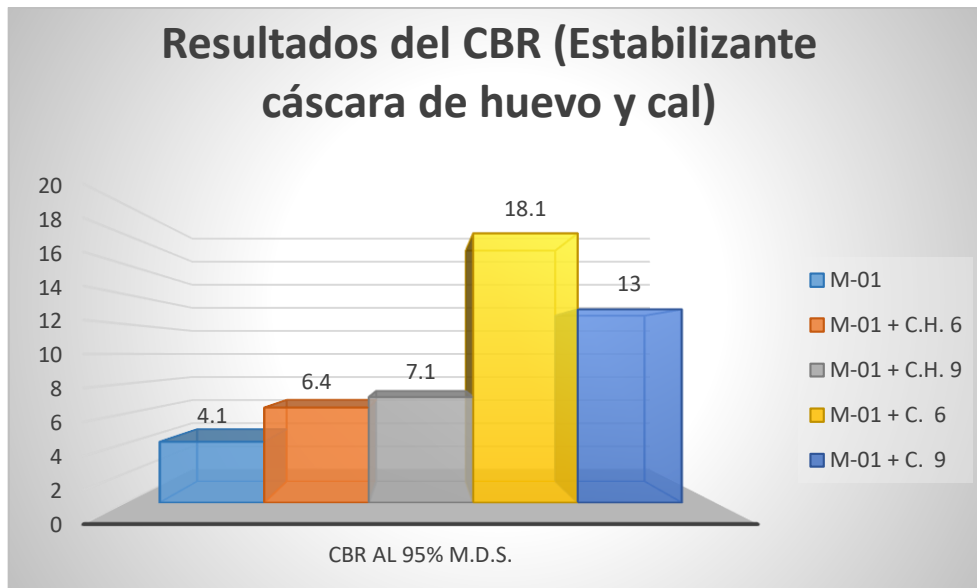


Grafico 4. CBR (Estabilizante cáscara de huevo y cal)

Interpretación:

En el grafico 4 se logra visualizar el aumento del CBR. Inicialmente el suelo sin ningún aditivo se califica de categoría de subrasante pobre ($6\% > \text{CBR} = 4.1\% \geq 3\%$), cuando se le adiciona 6% y 9% de pulverización de cáscara de huevo sube a la categoría de subrasante regular ($10\% > \text{CBR} = 6.4\%$ y $7.1\% \geq 6\%$), cuando se le adiciona 6% de cal sube a la categoría de subrasante buena ($20\% > \text{CBR} = 18.1\% \geq 10\%$) y cuando se le adiciona 9% de cal la categoría de subrasante se mantiene (ver tabla 5).

V. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como propósito hacer uso de la pulverización de cáscara de huevo y cal como un material que logre estabilizar el suelo de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, ya que el tipo de suelo que se encontró fue arcilloso. Para ello se utilizó el 6% y 9% de aditivos (pulverización de cáscara de huevo y cal), del peso seco del suelo y así de esta manera se pueda alcanzar los objetivos trazados inicialmente.

De los resultados obtenidos en los ensayos realizados se determinó que la estabilización de suelos arcillosos con los dos aditivos utilizados mejora. Sin embargo, cuando se utiliza la pulverización de cáscara de huevo la estabilización del suelo arcilloso mejora en poca magnitud. Pero cuando se utiliza cal la mejora es en mayor magnitud. Según Huanca (2018), en su disertación para elegir un título profesional para Ingeniero Agrónomo titulado "Uso de la cáscara de huevo molido como material blanco en suelos ácidos en Perú", según sus resultados mencionó que el uso de la pulverización de cáscara de huevo mejora las propiedades de los suelos arcillosos. Después de revisar el aporte de Huanca y de la presente investigación, concuerdo que debido a la adición de pulverización de cáscara de huevo y cal habrá una mejora en la estabilización de suelos arcillosos, teniendo en cuenta los porcentajes a utilizar ya que la cal al 9% del peso seco del suelo tiende a bajar su rendimiento.

El primer ensayo realizado fue el de los límites de Atterberg, por lo que una vez obtenido los resultados se visualizó que con la pulverización de cáscara de huevo el índice de plasticidad solo se reduce en 1.8% y con la cal el suelo arcilloso pasa de tener una plasticidad media a baja. Olaya (2018), en su disertación para elegir el título profesional de un químico titulado "Aplicación de agente químico como estabilizador de suelos arcillosos para la construcción de vías", indica que según a sus resultados observo que la cáscara de huevo, que se ha mezclado con otros agentes químicos en determinadas proporciones, permite avances significativos en los límites de Atterberg. Cuadros (2017), en su disertación para elegir el título profesional de ingeniero civil titulado "Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de manera confirmada para la red vial departamental

en la región de Junín a través de la estabilización química con óxido de calcio - 2016", de acuerdo con sus resultados, determino las mejoras que realiza la estabilización química con óxido de calcio luego de haber sido adicionado en diferentes porcentajes (1%, 3%, 5% y 7%) tales como; el aumento significativo del límite plástico del suelo que reduce el índice de plasticidad. Luego de revisar el aporte de Olaya, Cuadros y de la presente investigación, se concuerda que, debido a la adición de pulverización de cáscara de huevo y cal en porcentajes referidos al peso seco del suelo, el índice de plasticidad tiende a reducirse.

El segundo ensayo realizado fue el Proctor Modificado, por lo que una vez obtenido los resultados se visualizó que con la pulverización de cáscara de huevo la densidad máxima seca aumenta 0.011 gr/cm³ (con 6%) y 0.023 gr/cm³ (con 9%) y con la cal aumenta 0.045 gr/cm³ (con 6%) y 0.08 gr/cm³ (con 9%). Salazar y Rodríguez (2016), en su tesis "Desarrollo y evaluación de un material adsorbente a partir de residuos orgánicos para la adsorción de CU + 2 en soluciones sintéticas", señala que según a sus resultados la pulverización de cáscara de huevo aumenta en poca proporción la densidad máxima de suelos arcillosos. Una vez revisado el aporte de Salazar, Rodríguez y de la presente investigación, se concuerda que, debido a la adición de pulverización de cáscara de huevo y cal en porcentajes referidos al peso seco del suelo, la densidad máxima seca aumenta para las dos investigaciones.

El tercer ensayo realizado fue el CBR, por ello una vez obtenido los resultados se visualizó que con la pulverización de cáscara de huevo (6% y 9%) pasa de tener una subrasante pobre a regular, la resistencia no mejora en gran escala. Con el 6% de cal la resistencia del suelo arcilloso aumenta en gran magnitud, sin embargo, con el 9% de cal la resistencia se reduce a comparación de con el 6% de cal. Olaya (2018), indica que según a sus resultados la adición de cáscara de huevo pulverizada da lugar a la mejora de la resistencia del suelo estabilizado. Luego de revisar el aporte de Olaya y de la presente investigación, se concuerda que, debido a la adición de pulverización de cáscara de huevo y cal en porcentajes referidos al peso seco del suelo, se logra mejorar la resistencia natural de suelos arcillosos teniendo en cuenta que para el 9% de cal la resistencia se redujo.

VI. CONCLUSIONES

1. En forma general por medio de los resultados alcanzados de la presente investigación se determinó que con la adición de cáscara de huevo (6% y 9% del peso seco del suelo) la influencia en la estabilización suelos arcillosos no es de manera significativa, ya que las propiedades de los suelos arcillosos mejoran en poca magnitud. Sin embargo, con la adición de cal la influencia en la estabilización suelos arcillosos es de manera significativa pues en este caso las propiedades de los suelos arcillosos mejoran en gran magnitud. Cabe mencionar que la pulverización de cáscara de huevo no logra mejoras abismales en comparación con la cal.
2. En cuanto al contenido de humedad se evidencio que con la adición de pulverización de cáscara de huevo y cal la influencia en el suelo arcilloso fue de manera positiva, ya que el porcentaje del contenido de humedad se redujo. Cuando se adiciono la pulverización de cáscara de huevo se vio que el índice de consistencia bajo de 9.4% a 7.6% y con la adición de cal bajo de 9.4% a 3% (la plasticidad pasa de baja a media). Por ello, se llegó a la conclusión que la reducción del contenido de humedad de los suelos arcillosos funciona con mayor eficacia utilizando la cal.
3. Respecto a densidad máxima seca se demostró con la adición de pulverización de cáscara de huevo y cal la influencia en el suelo arcilloso fue de manera positiva, ya que esta tendió a mejorar. Cuando se adicionó la pulverización de cáscara de huevo (6% y 9% del peso seco del suelo) se observó que la densidad máxima seca pasa de 1.891 gr/cm³ a 1.902 gr/cm³ y 1.914 gr/cm³, respectivamente según los porcentajes del aditivo. Y cuando se adicionó la cal (6% y 9% del peso seco del suelo) se observó que la densidad máxima seca pasa de 1.891 gr/cm³ a 1.936 gr/cm³ y 1.971 gr/cm³, respectivamente según los porcentajes del aditivo. Se concluyó, que para mejorar la densidad máxima seca con mayor eficacia se utilice la cal.

4. En cuanto al CBR se determinó que con la adición pulverización de cáscara de huevo y cal la influencia en los suelos arcillosos fue de manera positiva, ya que tendió a mejorar la resistencia de dicho suelo. Cuando se adicionó la pulverización de cáscara de huevo (6% y 9% del peso seco del suelo) al suelo arcilloso se observó que el CBR pasa de 4.1% a 6.4% y 7.1%, respectivamente según los porcentajes del aditivo, es decir la subrasante de dicho suelo pasa de ser pobre a regular. Y cuando se adicionó la cal (6% y 9% del peso seco del suelo) se observó que el CBR pasa de 4.1% a 18.1% y 13%, respectivamente según los porcentajes del aditivo, lo que quiere decir que el suelo pasa de tener una subrasante pobre a buena. Por ende, se llegó a la conclusión que para mejorar la resistencia de un suelo arcilloso con mayor eficacia se debe utilizar la cal teniendo en cuenta que con el 9% de cal el CBR se redujo en comparación con el 6%.

VII. RECOMENDACIONES

1. La pulverización de cáscara de huevo como estabilizante de suelos arcillosos logra pequeñas mejoras en los suelos, es por ello que se recomienda usarlo junto con la cal, ya que de esta manera se podrá reducir la dosificación de la cal.
2. Se recomienda proseguir con investigaciones que estimulen el cuidado del medio ambiente en el ámbito de ingeniería civil, a través de la reutilización o reciclaje de ciertos residuos ya que estos podrían tener similitud de ciertas propiedades con algún material de construcción.
3. Si más adelante se realizan investigaciones semejantes a la estabilización de suelos arcillosos con cáscara de huevo y cal, la presente investigación se puede utilizar como guía básica.
4. A los futuros investigadores se le recomienda seguir con la presente investigación, ya sea; encontrando la relación (en porcentaje) más eficaz entre la cáscara de huevo y cal para la estabilización de suelos arcillosos, buscando otro aditivo que mejore la resistencia de los suelos arcillosos utilizando menos porcentaje de dosificación.

REFERENCIAS

Compactación de terrenos por Arredondo Francisco [et al.]. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, S.A., 1977. 265 pp.

ISBN: 84-7146-044-0

AYALA, Frank Y84- ANDREU, Franco. Manual de Ingeniería de Taludes. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2006. 405 pp.

ISBN: 84-7840-626-3

BEHAK, Leonardo. Estabilización de una arena con ceniza de cáscara de arroz y cal: Proyecto de investigación. España: Editorial Académica Española, 2015. 204 pp.

ISBN: 978-3-659-08739-4

BAŞER, Onur. Stabilization Of Expansive Soils Using Waste Marble Dust. Tesis (Máster de Ciencia en Ingeniería Civil). Turquía: The Graduate School Of Natural And Applied Sciences Of Middle East Technical University, 2009, 102 pp.

Bases de la producción animal por Caravaca Frank [et al.]. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2003. 517 pp.

ISBN: 84-472-0764-1

CAÑAR, Edwin. Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinada con ceniza de carbón. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Facultad De Ingeniería Civil y Mecánica, 2017, 167 pp. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2019]. Disponible en:

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25266/1/Tesis%201115%20-%20Ca%20C3%B1ar%20Tiviano%20Edwin%20Santiago.pdf>

CARRASCO, Sergio. Metodología de la Investigación Científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación. 19. a ed. Lima: Editorial San Marcos E I R Ltda, 2019. 476 pp.

ISBN: 978-9972-38-344-1

CASARES, Antonio. Manual de química general, con aplicaciones a la industria y con especialidad a la agricultura. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 1857. 241 pp.

ISBN: 5313187102

CASSAN, Maurice. Los ensayos in situ en la mecánica del suelo. España: Editores técnicos asociados, s.a. 1982. 495 pp.

ISBN: 84-7146-225-7

COTRINA, Pedro. Manual de estilo de la Universidad César Vallejo. Lima: Fondo Editorial, 2012. 26 pp.

CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5.a ed. México: Editorial Limusa S.A., 2004. 650 pp.

ISBN: 968-18-6489-1

CUSQUISIBÁN, Wilder. Mejoramiento de suelos arcillosos utilizando caucho granular de neumáticos para fines constructivos de pavimento. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, 2014, 136pp. [Fecha de consulta: 24 de setiembre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/685/T%20631.4%20C984%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DAL-RE, Rafael. Caminos Rurales. 3. a ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2001. 224 pp.

ISBN: 84-7114-999-0

DE LA CRUZ, Lizeth y SALCEDO, Katie. Estabilización de Suelos Cohesivos por Medio de Aditivos (Eco Road 2000) para Pavimentación en Palian – Huancayo - Junin. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Peruana los Andes Facultad de Ingeniería Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016. 146 pp.

DICCIONARIO de la lengua española [en línea]. 22. ed. España: Real Academia Española. 2001 [fecha de consulta: 28 de Setiembre de 2019]. Consultado en <http://www.rae.es/rae.html>

Esmaeil, Seyed. Estabilización de arcilla compactada con cemento y / o cal que contiene ceniza de turba. [en línea]. Malaysia: Universiti Tenaga Nasional, 2016. [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14680629.2016.1212729>

FERRER, Carlos. Instalaciones deportivas proyecto, construcción y mantenimiento. España: Editores Técnicos Asociados, 1987. 225 pp.
ISBN: 8471462559

GAJEWSKA, Beata y KRASZEWSKI, Cezary. Significance of cement-stabilised soil grain size distribution in determining the relationship between strength and resilient modulus. [en línea]. Poland: Road Materials and Pavement Design, 2018. [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14680629.2017.1324808?scroll=top&needAccess=true>

GIL, Ángel. Tratado de Nutrición. 2.a ed. Madrid: Editorial Medica Panamericana, 2010. 790 pp.
ISBN: 978-84-9835-347-1

GOBIERNO Regional de Pasco. Plan vial departamental participativo Pasco. [en línea]. Cerro de Pasco: Banco Interamericano de Desarrollo, 2005. [Fecha de consulta: 28 de setiembre de 2019]. Disponible en: file:///D:/tesis/PVDP_Pasco.pdf

GÓMEZ, Luis y MANTILLA, Juan. Evaluación de tres métodos para determinar requerimiento de cal y correlación con curvas de incubación, en suelos ácidos de Honduras. Tesis (Titulación de Ingeniero Agrónomo) Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras, 2014. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3470/1/CPA-2014-035.pdf>.

GONZÁLES, Matilde. El terreno. Barcelona: Editorial de la Universidad Politécnica de Catalunya, SL, 2001. 333 pp.
ISBN: 84-8301-530-7

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5.a ed. México: Mc Graw Hill, 2006. 613 pp.
ISBN: 978-607-15-0291-9

HOLMES, John y RUEBER, David. Use of Ground Eggshells as a Liming Source.[en línea]. Iowa State University. 2013. [Fecha de consulta: 02 de octubre de 2019]. Disponible en: http://lib.dr.iastate.edu/farms_reports.

HUANCA, ANTONI FERNANDO. USO DE LA CÁSCARA DE HUEVO MOLIDA COMO MATERIAL ENCALANTE EN suelos ácidos del Perú. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Agrónomo). Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Agronomía, 2018. 82 pp.

HUANIO, E. LILIBET. Determinación de la granulometría óptima del carbonato de calcio obtenido de la cáscara de huevo para el mejoramiento de suelos ácidos del valle de Santa. Tesis (Titulación de Ingeniero Agroindustrial). Perú, E.A.P. DE Ingeniería Agroindustrial, 2017. [Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2019]. Disponible en : <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2984>

INSTITUTO Tecnológico Geominero de España. Manual de reutilización de residuos de la industria minera, siderometalúrgica y termoeléctrica. Madrid: Rivadeneyra S. A., 1995. 308 pp.

ISBN: 8478402063

JUÁREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. Mecánica de suelos. México: Limusa Noriega Editores, 2005. 644 pp.

ISBN: 968-18-0069-9

JURADO, Carlos y CLAVIJO, Daniel. Estabilización de suelos con cemento tipo MH para mejorar las características físicas y mecánicas del material de subsuelo de la zona de talleres y cochera de la PLMG, sector Quitumbre. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Escuela de Civil, 2016, 269 pp.

KENG, Irwan. Study Added of Waste Chicken Egg Shell in Soils. [en línea]. Indonesia, Universitas Kristen Indonesia Paulus, 2016. [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2019]. Disponible en: www.ijscer.com/uploadfile/2016/0629/20160629044755746.pdf.

Lecciones sobre el huevo por Sastre Ana. [et al.]. Madrid: Instituto de Estudios del Huevo, 2002. 176 PP.

ISBN: 84-607-5343-3

LOZANO, William. Suelos: Guía de prácticas simplificadas en campo y laboratorio. Bogotá, Colombia: Universidad Piloto, 2016. 200 pp.

ISBN: 978-958-8957-59-3

MANUAL para redactar citas bibliográficas según norma ISO 690 y 690-2. Santiago: Bibliotecas Duocuc, 2005. 38 pp.

MINISTERIO de transportes y comunicaciones. Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013. 355 pp.

MINISTERIO de transportes y comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales. Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2016. 1272 pp.

MITCHELL, Charles. Crushed Eggshells in the Soil. [en línea]. Alabama, Department Of Agronomy & Soils, Auburn University, 2005. [Fecha de consulta: 13 de julio de 2018]. Disponible en: www.aces.edu/timelyinfo/Ag%20Soil/2005/.../s-05-05.pdf.

MONTEJO, Alfonso, MONTEJO, Alejandro Y MONTEJO, Alberto. Estabilización de suelos. Colombia: Ediciones de la U, 2019. 348 pp.
ISBN: 9789587628784

MONTOVANI, Ricardo. Chemical attributes of soils with eggshell application .Atributos químicos de solos com aplicação de casca de ovo. [en línea] Universidad José do Rosario Vellano, 2017. [Fecha de consulta: 24 de Setiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.escavador.com/sobre/.../jose-ricardo-mantovani>.

NÁGILA, H (ed.al). Eggshell as a source of calcium in the production, nutrition and bromatological composition of 'Piatã' and 'Marandu' grasses. [Fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n2p113-118>.

NÚÑEZ, Jorge. Manejo y conservación de suelos. San Jose: Editorial Universidad Estatal a Distancia, 2001. 258 pp.
ISBN: 9968-31-154-5

OLAYA, Andres Paul. Aplicación de agente químico como estabilizador de suelos arcillosos para la construcción de vías. Monografía (Título Profesional de Químico). Bucaramanga: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Facultad de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, 2018. 74 pp. [Fecha de consulta: 03 de Octubre de 2019]. Disponible en: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/20215/1/1098695948.pdf>

PORTA, Jaume. EDAFOLOGÍA. Uso y protección de suelos. 3.a ed. España: Ediciones Munidi-Prensa, 2014. 579 pp.
ISBN: 9788484766612.

PRIALÉ, César. Empleo del kit de análisis de agua y suelos siw-1 de hach en análisis de suelos de la provincia de Tocache, región San Martín. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Agrónomo). Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Agronomía, Departamento Académico de Ciencias Agrarias, 2014, 163 pp. . [Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/168/AGR-617.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

REAL Academia Española. Ortografía de la lengua española. España: Espasa Calpe, 2010.
743 pp.

REIBÁN, Dayanna Verónica. Evaluación experimental de las características mecánicas de matrices cementicias con adición de cáscara de huevo pulverizado deshidratado y sus aplicaciones en la arquitectura. Tesis (Título Profesional de Arquitecto). Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja, La Universidad Católica de Loja, 2017. 131 pp. [Fecha de consulta: 10 de Octubre de 2019]. Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/20988/1/Reib%C3%A1n%20Jeda%2C%20Dayanna%20Ver%C3%B3nica..pdf>

RICARDO, Gabriel, BUENAVENTURA, Cristian y ORTIZ, Alejandro. Estabilización de un Suelo Arcilloso mediante el uso de Ceniza de Cuesco de Palma Africana y cal. [en línea] International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering, 2016. [Fecha de consulta: 24 de Setiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.onepetro.org/conference-paper/ISRM-ICSR-2016-093>

SALAZAR, Delia Ivonne y RODRIGUEZ, Lisethe Aurora. Desarrollo y evaluación de un material adsorbente a partir de residuos orgánicos para la adsorción de Cu^{+2} en soluciones sintéticas. Tesis (Título Profesional de Ingeniero de Materiales). Perú: Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Procesos, Escuela Profesional de Ingeniería de Materiales, 2017. 137 pp.

SAMAKE, Alhassane. Use of Locally Available Amendments to Improve Acid Soil Properties and Maize Yield in the Savanna Zone of Mali. [en línea]. Department Of Crop And Soil Sciences, 2014. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2019]. Disponible en: www.ir.knust.edu.gh/xmlui/handle/123456789/6940.

SANCHEZ, Erika Janeth y HUANIO, Lilibet Nila. Determinación de la Granulometría Óptima del Carbonato de Calcio Obtenido de la Cáscara de Huevo para el Mejoramiento de Suelos Ácidos del Valle del Santa. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial). Perú: Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, E.A.P. De Ingeniería Agroindustrial, 2017. 121 pp.

SANZ, Juan. Mecánica de Suelos. España: Editores Técnicos Asociados, S.A., 1975. 225 pp.

ISBN: 84-7146-165-1

SOLMINIHAC, Hernán, ECHEVERRÍA, Gerardo Y THENOUX, Guillermo. Estabilización Química de Suelos: Aplicaciones en la construcción de estructuras de pavimentos. [en línea] Pontificia Universidad Católica de Chile, 2012. [Fecha de consulta: 24 de Setiembre de 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/JASERVICE/Downloads/323-2420-1-PB.pdf>

THOMPSON, Louis y TROEH, Frederick. Los suelos y su fertilidad. 4.a ed. España: Editorial Reverté, 2009. 661 pp.

ISBN: 978-84-291-1041-8

VALLE, Wilfredo. Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatados o yesíferos. Tesis (Máster de Ingeniero Civil). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, E. T. S De Ingenieros De Caminos, Canales Y

Puertos, Departamento De Ingeniería Y Morfología Del Terreno, 2010, 68 pp.
[Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2019]. Disponible en:
<https://studylib.es/doc/1113685/tesis-master-wilfredo-alfonso-valle-areas>

VERA, José e HIDALGO, Gustavo El Efecto de diferentes niveles de suministro de carbonato de calcio sobre el peso y grosor de la cascara del huevo. [en línea].
Revista Colombiana de Ciencia Animal RECIA, 2019. [Fecha de consulta: 24 de Setiembre de 2019]. Disponible en:
<https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/719>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Cáscara de Huevo y cal	<p>El huevo que se deriva para el consumo humano llega a ser un ovulo de la gallina no fecundado. Una parte de su estructura que no se aprovecha es la cáscara de huevo debido a que es un residuo orgánico, pero lo que no se sabe es que en sus propiedades presenta carbonatos y fosfatos es un material mineralógico. (Caravaca, Caste, Guzmán, Delgado, Mena, Alcalde y González, 2003, p.464).</p>	<p>La pulverización de cáscara de huevo y cal la caracterizará físicamente (porcentajes de componentes y tamaño de grano) y químicamente (propiedades químicas); a partir de entonces se derivará para mezclarlo con el suelo arcilloso extraído de la carretera de Cerro de Pasco a Yanahuanca para su estabilización. Para lo cual se utilizaron los siguientes porcentajes: 6% CH, 9% CH, 6% C y 9% C</p>	<p>Dosificación de Cáscara de Huevo y cal</p>	<p>6% CH, 9% CH, 6% C y 9% C</p>	<p>Ficha de recolección de datos Balanza</p>
	<p>El óxido de calcio o la cal se obtienen mediante la descomposición por fuego, el carbonato de calcio en los laboratorios se calcina con este objeto de carbonato puro, que se presenta en cristales blancos o mármol estatuario (Casares, 1857, p.259).</p>		<p>Tamaño de la pulverización de cáscara de huevo y cal</p>	<p>Partículas con diámetro menor o igual a 0.075 mm</p>	<p>Tamiz # 200 (ASTM D 422)</p>

Estabilización de suelos arcillosos	Hay muchos suelos que presentan inestabilidad, ello quiere decir que la resistencia que presenta el suelo no es el adecuado para poder colocar una estructura sobre este. O en todo caso si se llega a colocar una estructura sobre un suelo poco estable, la estructura podría sufrir desde fallas leves a fallas graves y lo peor aún es que podría correr el riesgo que afectar las vidas de terceros. La estabilización de suelos arcillosos se puede realizar con muchos productos, entre los cuales están; cenizas de arroz, cal, cemento, entre otros. La estabilización de suelos arcillosos no solo se da con fines de construcción si no también con fines de agricultura (Behak, 2015, p.37).	Para la siguiente variable, con el fin de estabilizar el suelo arcilloso, se definirá el siguiente método de operación: Aplicación cuantitativa, de modo que se busque determinar las propiedades del suelo con pruebas de laboratorio rápidamente y con resultados numéricos.	Tipo de suelo	Análisis Granulométrico	Ficha de Granulometría por Tamizado (MTC E 107-2000)
			Contenido de humedad	Contenido de humedad natural	Ficha de Contenido de humedad (MTC E 108-2000)
				Determinación de los límites de Atterberg	Ficha de Límite de Atterberg (MTC E 110 – 2000/ MTC E 111-2000)
			Densidad Seca Máxima	Ensayo Proctor	Ficha de Proctor Modificado (MTC E 115 – 2000)
			Resistencia	Ensayo CBR	Ficha de California Bearing Ratio (MTC E 132 - 2000)


Matriz de consistencia

Matriz de consistencia			
Título: Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019			
Autor: Vilma Katherine Marcelo Alberto			
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores
¿De qué manera influye la cáscara de huevo y cal en la estabilización de los suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca?	Determinar la influencia de la cáscara de huevo y cal en la estabilización de los suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca.	A mayor cantidad de cáscara de huevo y cal mejor estabilización de los suelos arcillosos.	VARIABLE 1 Cáscara de huevo y cal
			DIMENSIONES
			6% CH 9% CH 6% C 9% C
¿De qué manera influye la cáscara de huevo y cal en el contenido de humedad de los suelos arcillosos, carretera	Determinar la influencia de la cáscara de huevo y cal en el contenido de humedad de los	A mayor cantidad de cáscara de huevo y cal menor contenido de	Tamaño de la pulverización de cáscara de huevo y cal Partículas con diámetro menor o igual a 0.075 mm

<p>Cerro de Pasco – Yanahuanca?</p> <p>¿De qué manera influye la cáscara de huevo y cal en la densidad máxima seca de los suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca?</p> <p>¿De qué manera influye la cáscara de huevo y cal en la resistencia de los suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca?</p>	<p>suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca</p>	<p>humedad de los suelos arcillosos.</p>	<p>VARIABLE 2 Estabilización de suelos arcillosos</p>		
			<p>DIMENSIONES</p>	<p>INDICADORES</p>	
				<p>Tipo de suelo</p>	<p>Análisis Granulométrico</p>
		<p>Determinar la influencia de la cáscara de huevo y cal en la densidad máxima seca de los suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca.</p>	<p>A mayor cantidad de cáscara de huevo y cal mejor densidad máxima seca de los suelos arcillosos.</p>	<p>Contenido de humedad</p>	<p>Contenido de humedad natural</p>
		<p>Determinar la influencia de la cáscara de huevo y cal en la resistencia de los suelos arcillosos, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca.</p>	<p>A mayor cantidad de cáscara de huevo y cal mejor resistencia de los suelos arcillosos.</p>	<p>Densidad Seca Máxima</p>	<p>Ensayo Proctor Modificado</p>
			<p>Resistencia</p>	<p>Ensayo CBR</p>	


Anexo 2. Validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Título de la investigación: Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019						
Apellidos y nombres del investigador: Marcelo Alberto, Vilma Katherine						
Apellidos y nombres del experto: PADILLA PICHEN, Santos Ricardo						
ASPECTO POR EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INTRUMENTO	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERACIONES / SUGERENCIAS
Cáscara de Huevo y cal	Dosificación de Cáscara de Huevo y cal	6% CH, 9% CH, 6% C y 9% C	Ficha de recolección de datos Balanza	X		
	Tamaño de la pulverización de cáscara de huevo y cal	Partículas con diámetro menor o igual a 0.075 mm	Tamiz # 200 (ASTM D 422)	X		
Estabilización de suelos arcillosos	Tipo de suelo.	Análisis Granulométrico	Ficha de Granulometría por Tamizado (MTC E 107-2000)	X		
	Contenido de humedad	Contenido de humedad natural	Ficha de Contenido de humedad (MTC E 108-2000)	X		
		Determinación de los límites de Atterberg	Ficha de Limite de Atterberg (MTC E 110 - 2000/ MTC E 111- 2000)	X		
	Densidad Seca Máxima	Ensayo Proctor	Ficha de Proctor Modificado (MTC E 115 - 2000)	X		
Resistencia	Ensayo CBR	Ficha de California Bearing Ratio (MTC E 132 - 2000)	X			
Firma del experto			Fecha ____ / ____ / ____			
 SANTOS RICARDO PADILLA PICHEN INGENIERO CIVIL O.P. 51430						

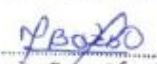
Nota: Las DIMENSIONES e INDICADORES, solo si proceden, en dependencia de la naturaleza de la investigación y de las variables.

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Título de la investigación: Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019						
Apellidos y nombres del investigador: Marcelo Alberto, Vilma Katherine						
Apellidos y nombres del experto: RODRIGUEZ SOLIS, Carmen Beatriz						
ASPECTO POR EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INTRUMENTO	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERACIONES / SUGERENCIAS
Cáscara de Huevo y cal	Dosificación de Cáscara de Huevo y cal	6% CH, 9% CH, 6% C y 9% C	Ficha de recolección de datos Balanza	X		
	Tamaño de la pulverización de cáscara de huevo y cal	Partículas con diámetro menor o igual a 0.075 mm	Tamiz # 200 (ASTM D 422)	X		
Estabilización de suelos arcillosos	Tipo de suelo	Análisis Granulométrico	Ficha de Granulometría por Tamizado (MTC E 107-2000)	X		
	Contenido de humedad	Contenido de humedad natural	Ficha de Contenido de humedad (MTC E 108-2000)	X		
		Determinación de los límites de Atterberg	Ficha de Límite de Atterberg (MTC E 110 – 2000/ MTC E 111- 2000)	X		
	Densidad Seca Máxima	Ensayo Proctor	Ficha de Proctor Modificado (MTC E 115 – 2000)	X		
Resistencia	Ensayo CBR	Ficha de California Bearing Ratio (MTC E 132 - 2000)	X			
Firma del experto		 CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOLIS INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 50202		Fecha ___ / ___ / ___		

Nota: Las DIMENSIONES e INDICADORES, solo si proceden, en dependencia de la naturaleza de la investigación y de las variables.

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Título de la investigación: Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019						
Apellidos y nombres del investigador: Marcelo Alberto, Vilma Katherine						
Apellidos y nombres del experto: BOZA OLAECHEA, Margarita						
ASPECTO POR EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INTRUMENTO	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERACIONES / SUGERENCIAS
Cáscara de Huevo y cal	Dosificación de Cáscara de Huevo y cal	6% CH, 9% CH, 6% C y 9% C	Ficha de recolección de datos Balanza	X		
	Tamaño de la pulverización de cáscara de huevo y cal	Partículas con diámetro menor o igual a 0.075 mm	Tamiz # 200 (ASTM D 422)	X		
Estabilización de suelos arcillosos	Tipo de suelo	Análisis Granulométrico	Ficha de Granulometría por Tamizado (MTC E 107-2000)	X		
	Contenido de humedad	Contenido de humedad natural	Ficha de Contenido de humedad (MTC E 108-2000)	X		
		Determinación de los límites de Atterberg	Ficha de Limite de Atterberg (MTC E 110 – 2000/ MTC E 111- 2000)	X		
	Densidad Seca Máxima	Ensayo Proctor	Ficha de Proctor Modificado (MTC E 115 – 2000)	X		
	Resistencia	Ensayo CBR	Ficha de California Bearing Ratio (MTC E 132 - 2000)	X		
Firma del experto						
 Margarita Boza Olaechea INGENIERA CIVIL CIP. 80500			Fecha ___ / ___ / ___			

Nota: Las DIMENSIONES e INDICADORES, solo si proceden, en dependencia de la naturaleza de la investigación y de las variables.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal,
carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019”**

Apellidos y nombres del investigador: MARCELO ALBERTO, Vilma Katherine

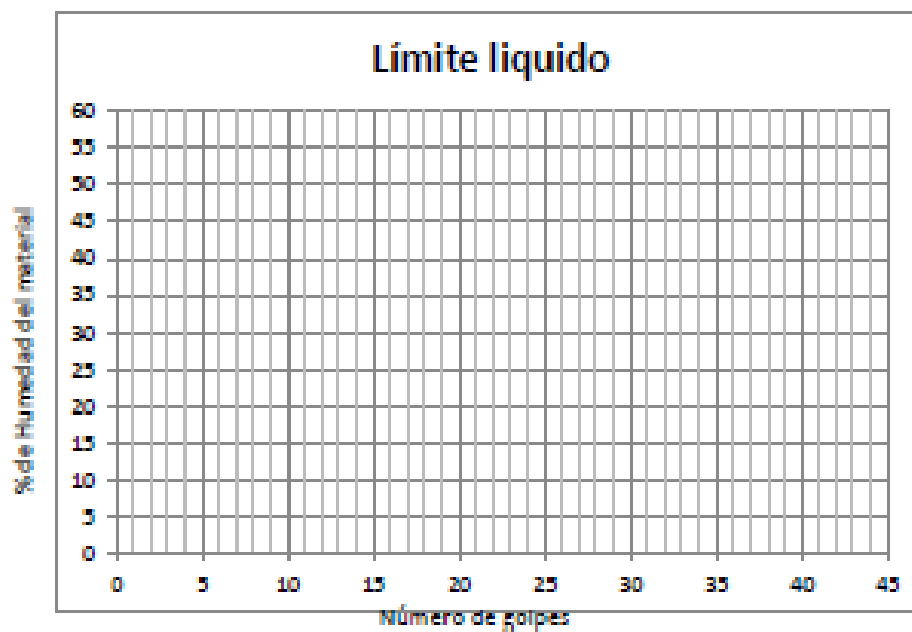
Apellidos y nombres del experto: PADILLA PICHEN, Santos Ricardo

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

Ubicación			
Fecha			
Muestra		Profundidad	
Descripción de suelo			

LÍMITE LIQUIDO

Nº DE LATA						
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA (gr.)						
PESO DEL SUELO SECO + LATA (gr.)						
PESO DE LA LATA (gr.)						
PESO DEL SUELO SECO (gr.)						
PESO DEL AGUA (gr.)						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						
Nº DE GOLPES						



FIRMA DEL EXPERTO:

SANTOS RICARDO PADILLA PICHEN
INGENIERO CIVIL
OPT 11111



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LIMITE PLÁSTICO

N° DE LATA						
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA (gr.)						
PESO DEL SUELO SECO + LATA (gr.)						
PESO DE LA LATA (gr.)						
PESO DEL SUELO SECO (gr.)						
PESO DEL AGUA (gr.)						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						
LIMITE PLÁSTICO						

LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO		INDICE PLÁSTICO	
LL =	%	LP =	%	IP =	%

FIRMA DEL EXPERTO:



SANTARCANO ROLLANO-B
INGENIERO CIVIL
C.P. 11 130



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE COMPACTACIÓN [PROCTOR MODIFICADO]

NTP 339:141 / ASTM D 1556

MOLDE N°	Volumen de Molde (cc) :		Tipo de Molde:		δ'		Temperatura Secado (°C)	
CAPAS N°	Golpes (N°) :		Peso de Molde (gr.)		Método :			
MUESTRA			N°					
PESO SUELO HUMEDO-MOLDE			Gr.					
PESO DEL MOLDE			Gr.					
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)-(2)			Gr.					
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4)/(3)			Gr./c.c.					
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE			N°					
PESO SUELO HUMEDO-CAPSULA			Gr.					
PESO SUELO SECO-CAPSULA			Gr.					
PESO DE LA CAPSULA			Gr.					
PESO DEL AGUA (8)-(9)			Gr.					
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)			Gr.					
HUMEDAD (10)/(11)			%					
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)/(1)-(12/100)			Gr./c.c.					
Densidad seca (gr/cm ³)								
Contenido de humedad %								
DENSIDAD MÁXIMA =					HUMEDAD ÓPTIMA =			

FIRMA DEL EXPERTO:



INGENIERO BOLIVIANO
INGENIERIA CIVIL
EP 1113



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)

NTP 339:145/ ASTM D 1883

SOLICITANTE				UBICACIÓN							
PROYECTO				PROFUNDIDAD (m.)							
CALICATA				MUESTRA							
UBICACIÓN				FECHA							
PROGRESIVA				ENSAYADO POR							
MOLDE N°											
N° DE CAPAS											
N° DE GOLPES POR CAPA											
MUESTRA		SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR				
VOLUMEN DE MOLDE											
PESO DE MOLDE											
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO											
PESO DEL SUELO HUMEDO											
DENSIDAD HUMEDA											
RECIPIENTE N°											
PESO DE RECIPIENTE											
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO											
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO											
PESO DE AGUA											
PESO DE SUELO SECO											
CONTENIDO DE HUMEDAD											
DENSIDAD SECA											
EXPANSIÓN											
			56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Psig.	%		Psig.	%		Psig.	%
PENETRACIÓN											
		56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES			
PENETRACIÓN (psig.)	PATRÓN (lb/psf)	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	
0.025											
0.050											
0.075											
0.100	1000										
0.150											
0.200	1500										
0.250											
0.300											
0.400											
0.500											

FIRMA DEL EXPERTO:



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal,
carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019”**

Apellidos y nombres del investigador: MARCELO ALBERTO, Vilma Katherine

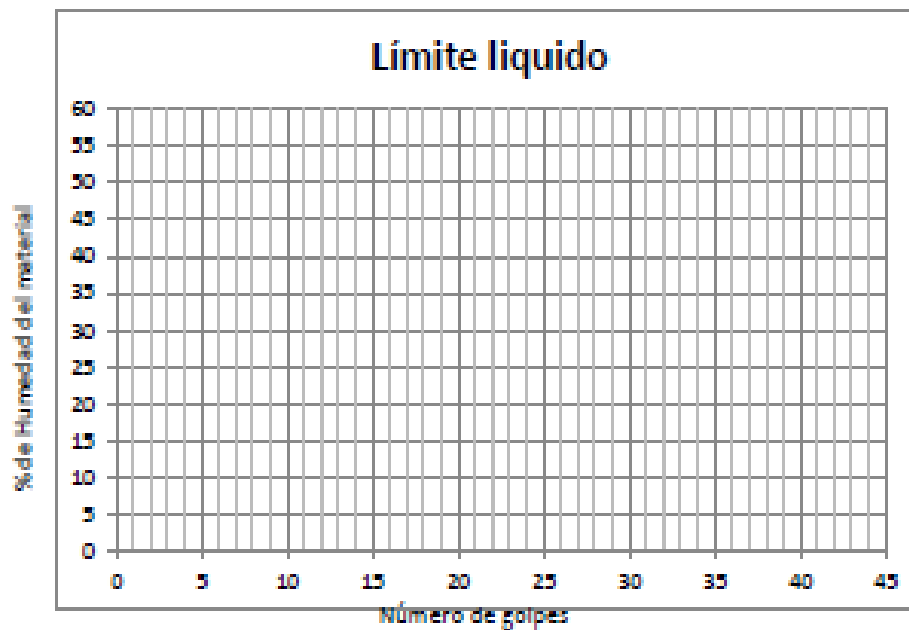
Apellidos y nombres del experto: RODRIGUEZ SOLIS, Carmen Beatriz

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

Ubicación			
Fecha			
Muestra		Profundidad	
Descripción de suelo			

LÍMITE LIQUIDO

Nº DE LATA						
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA (gr.)						
PESO DEL SUELO SECO + LATA (gr.)						
PESO DE LA LATA (gr.)						
PESO DEL SUELO SECO (gr.)						
PESO DEL AGUA (gr.)						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						
Nº DE GOLPES						



FIRMA DEL EXPERTO:

Carmen Beatriz Rodríguez Solís
 CARMEN BEATRIZ
 RODRIGUEZ SOLIS
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 50202



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA


ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LIMITE PLÁSTICO

Nº DE LATA						
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA (gr.)						
PESO DEL SUELO SECO + LATA (gr.)						
PESO DE LA LATA (gr.)						
PESO DEL SUELO SECO (gr.)						
PESO DEL AGUA (gr.)						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						
LIMITE PLÁSTICO						

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLÁSTICO	INDICE PLÁSTICO
LL = %	LP = %	IP = %

FIRMA DEL EXPERTO:


CARMEN BEÁTRIZ
RODRÍGUEZ SOLÍS
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 50202



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)

NTP 339:141 / ASTM D 1556

MOLDE N°	Volumen de Molde (cc):		Tipo de Molde:	Ø'	Temperatura Secado (°C)
CAPAS N°	Golpes (N°):		Peso de Molde (gr.)	Método:	
MUESTRA	N°				
PESO SUELO HUMEDO-MOLDE	Gr.				
PESO DEL MOLDE	Gr.				
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)(2)	Gr.				
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (4)(3)	Gr./c.c.				
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE	N°				
PESO SUELO HUMEDO-CAPSULA	Gr.				
PESO SUELO SECO-CAPSULA	Gr.				
PESO DE LA CAPSULA	Gr.				
PESO DEL AGUA (8)-(9)	Gr.				
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	Gr.				
HUMEDAD (10)(11)	%				
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)-(1)-(12/100)	Gr./c.c.				
Densidad Seca (gr/cm ³)					
Contenido de humedad %					
DENSIDAD MAXIMA :			HUMEDAD OPTIMA :		

FIRMA DEL EXPERTO:

C. Rodríguez Solís
 CARMEN BEATRIZ
 RODRIGUEZ SOLIS
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 50202



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)

NTP 339:145/ ASTM D 1883

SOLICITANTE				UBICACIÓN							
PROYECTO				PROFUNDIDAD (m.)							
CALCATA				MUESTRA							
UBICACIÓN				FECHA							
PROGRESIVA				ENSAYADO POR							
MOLDE N°											
N° DE CAPAS											
N° DE GOLPES POR CAPA											
MUESTRA		SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR				
VOLUMEN DE MOLDE											
PESO DE MOLDE											
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO											
PESO DEL SUELO HUMEDO											
DENSIDAD HUMEDA											
RECIPIENTE N°											
PESO DE RECIPIENTE											
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO											
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO											
PESO DE AGUA											
PESO DE SUELO SECO											
CONTENIDO DE HUMEDAD											
DENSIDAD SECA											
EXPANSIÓN											
			35 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES				
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%
PENETRACIÓN											
		35 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES			
PENETRACIÓN (mil.)	Pañón (libras/pul)	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	
0.05											
0.06											
0.07											
0.100	1000										
0.150											
0.200	1500										
0.250											
0.300											
0.400											
0.500											

FIRMA DEL EXPERTO:

C. Rodríguez Solís
 CARMEN BEATRIZ
 RODRÍGUEZ SOLÍS
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 90202



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**"Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal,
carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019"**

Apellidos y nombres del investigador: MARCELO ALBERTO, Vilma Katherine

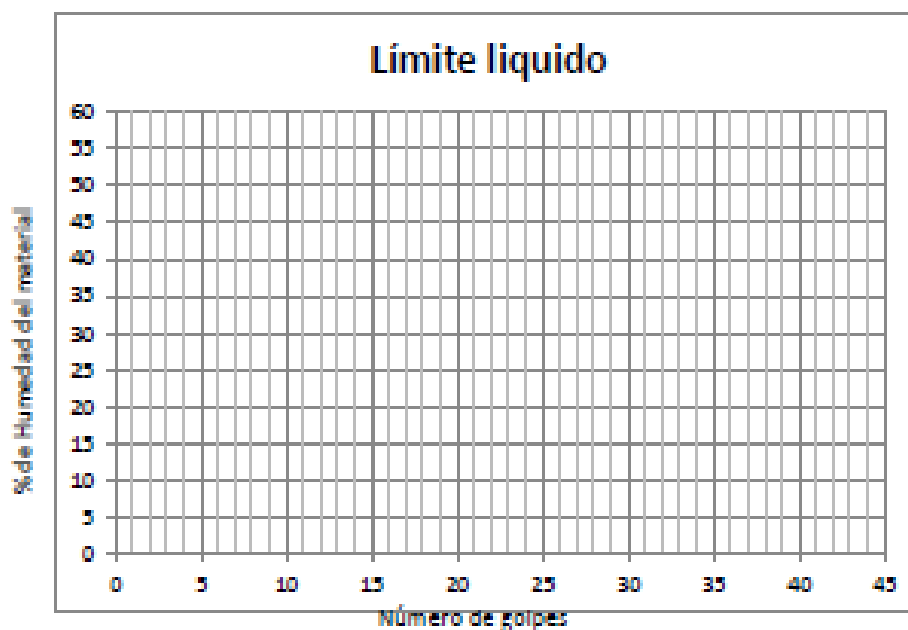
Apellidos y nombres del experto: BOZA OLACHEA, Margarita

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

Ubicación			
Fecha			
Muestra		Profundidad	
Descripción de suelo			

LÍMITE LIQUIDO

Nº DE LATA						
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA (gr.)						
PESO DEL SUELO SECO + LATA (gr.)						
PESO DE LA LATA (gr.)						
PESO DEL SUELO SECO (gr.)						
PESO DEL AGUA (gr.)						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						
Nº DE GOLPES						



FIRMA DEL EXPERTO:

Margarita Boza Olachea
 Margarita Boza Olachea
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 80500



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA


ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LIMITE PLÁSTICO

N° DE LATA						
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA (gr.)						
PESO DEL SUELO SECO + LATA (gr.)						
PESO DE LA LATA (gr.)						
PESO DEL SUELO SECO (gr.)						
PESO DEL AGUA (gr.)						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						
LIMITE PLÁSTICO						

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLÁSTICO	INDICE PLÁSTICO
LL = %	LP = %	IP = %

FIRMA DEL EXPERTO:



Mariamita Boba Olaveles
INGENIERA CIVIL
CIP. 80549



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)

NTP 339:141 / ASTM D 1556

MOLDE	Nº	Volumen de Molde (cc):		Tipo de Molde:		Temperatura Secado (°C)																																																																																	
CAPAS	Nº	Golpes (Nº):		Peso de Molde (gr.):		Método:																																																																																	
MUESTRA		Nº																																																																																					
PESO SUELO HUMEDO-MOLDE		Gr.																																																																																					
PESO DEL MOLDE		Gr.																																																																																					
PESO DEL SUELO HUMEDO (3)(2)		Gr.																																																																																					
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO (1)(3)		Gr./c.c.																																																																																					
CONTENIDO DE HUMEDAD																																																																																							
RECIPIENTE		Nº																																																																																					
PESO SUELO HUMEDO-CAPSULA		Gr.																																																																																					
PESO SUELO SECO-CAPSULA		Gr.																																																																																					
PESO DE LA CAPSULA		Gr.																																																																																					
PESO DEL AGUA (8)-(9)		Gr.																																																																																					
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)		Gr.																																																																																					
HUMEDAD (8)/(11)		%																																																																																					
DENSIDAD DE SUELO SECO (8)/(12/100)		Gr./c.c.																																																																																					
Densidad Seca (gr/cm ³)	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																																																																																						
Contenido de humedad %																																																																																							
DENSIDAD MAXIMA =				HUMEDAD OPTIMA =																																																																																			

FIRMA DEL EXPERTO: 
Margarita Bosa Olancha
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA


ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)

NTP 339-145/ ASTM D 1883

SOLICITANTE				UBICACIÓN							
PROYECTO				PROFUNDIDAD (m.)							
CALICATA				MUESTRA							
UBICACIÓN				FECHA							
PROGRESIVA				ENSAYADO POR							
MOLDE N°											
N° DE CAPAS											
N° DE GOLPES POR CAPA											
MUESTRA		SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR				
VOLUMEN DE MOLDE											
PESO DE MOLDE											
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO											
PESO DEL SUELO HUMEDO											
DENSIDAD HUMEDA											
RECIPIENTE N°											
PESO DE RECIPIENTE											
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO											
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO											
PESO DE AGUA											
PESO DE SUELO SECO											
CONTENIDO DE HUMEDAD											
DENSIDAD SECA											
EXPANSIÓN											
			50 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES				
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%
PENETRACIÓN											
		50 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES			
PENETRACIÓN (Pulg.)	PATRÓN (Lb/pul)	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	
0.025											
0.050											
0.075											
0.100	1000										
0.150											
0.200	1500										
0.250											
0.300											
0.400											
0.500											

FIRMA DEL EXPERTO:


 Margarita Baza Olancha
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 806-00

Anexo 3. Declaratoria de originalidad del autor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Originalidad del Autor

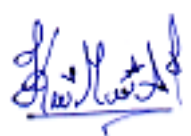
Yo MARCELO ALBERTO Vilma Katherine, egresada de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulado:

"Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima, 13 de noviembre de 2020

Apellidos y Nombres de la Autora: MARCELO ALBERTO Vilma Katherine	
DNI: 72325000	Firma: 
ORCID: 0000-0003-3553-5315	

Anexo 4. Pantallazo del Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/en_us/?u=1069540650&o=1445990256&lang=en_us&s=&BDS=1&student_user=1

feedback studio Vilma Katherine Marcelo Alberto Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca, 2019
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL
AUTOR:
Marcelo Alberto Vilma Katherine (ORCID: 0000-0003-3553-5315)
ASESOR:
Mgtr. Ing. Benítez Zúñiga José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño de Infraestructura Vial
LIMA – PERÚ
2020

Match Overview
16%
Currently viewing standard sources
[View English Sources \(Beta\)](#)
Matches

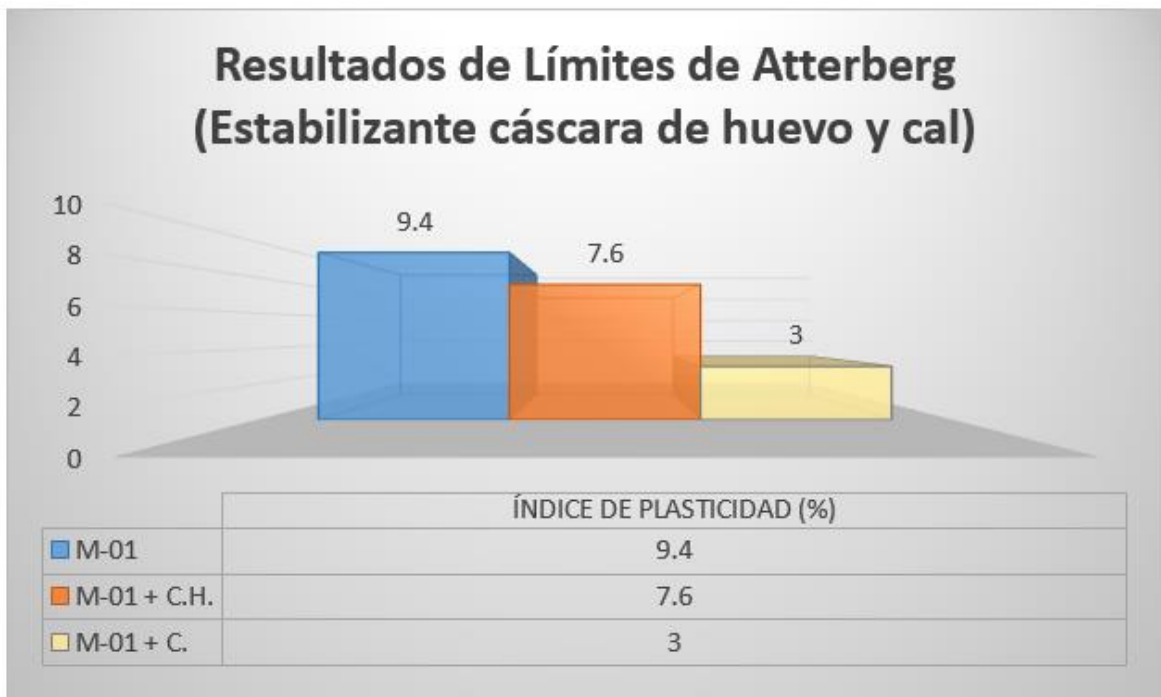
1	repositorio.ucv.edu.pe	4%
2	stadium.unad.edu.co	2%
3	revistas.unisucre.edu.co	1%
4	Submitted to Universid...	1%
5	onepetro.org	1%
6	repositorio.usanpedro....	1%
7	Submitted to Universid...	1%
8	www.mdpi.com	<1%
9	es.scribd.com	<1%

Page: 1 of 48 Word Count: 11679 Text-only Report High Resolution Off

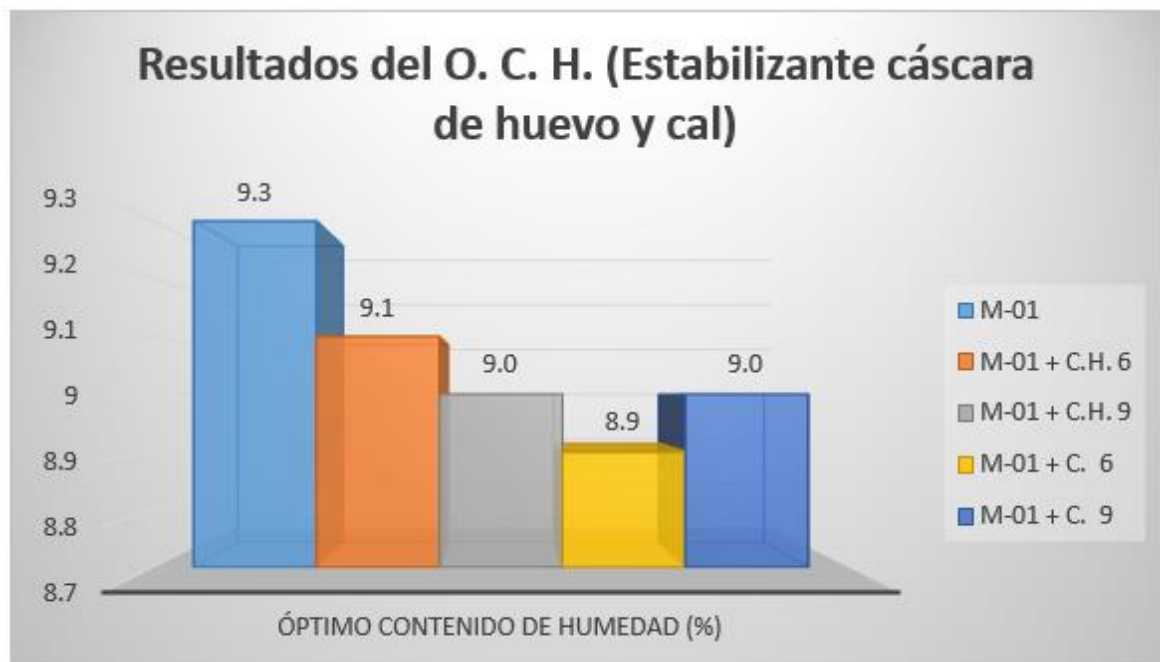
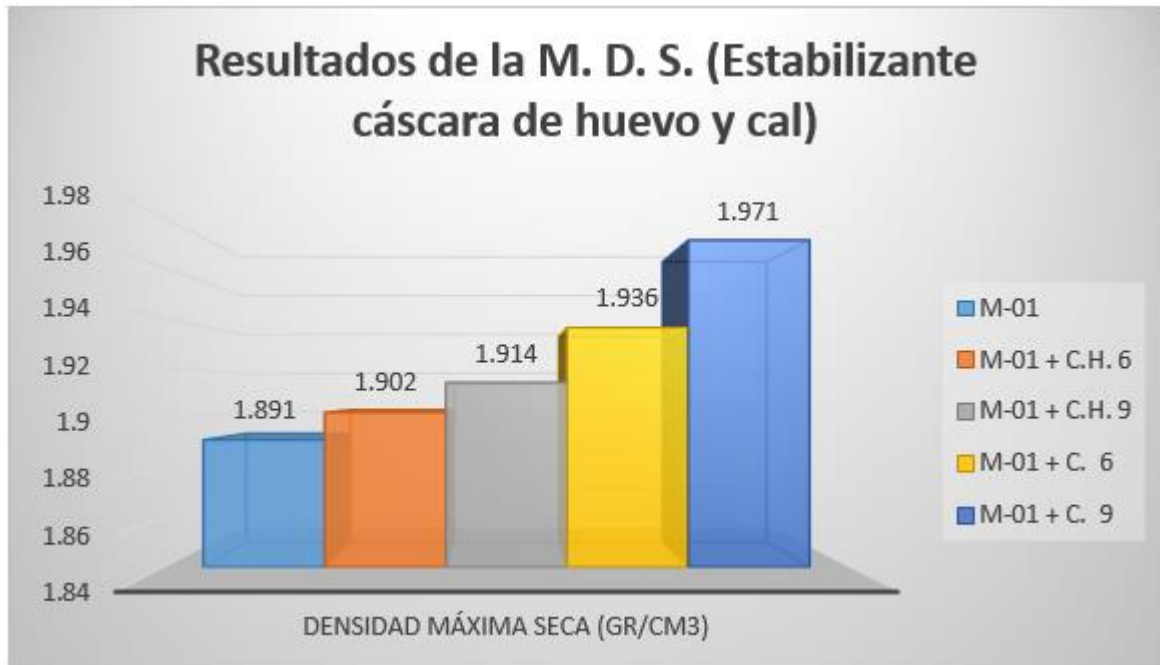
Anexo 5. Hojas de calculo

CALICATA	MUESTRA	DOSIFICACIÓN N (%)	I.P. (%)	M. D. S. (gr/cm ³)	O. C. H. (%)	CBR AL 100% M.D.S.		CBR AL 95% M.D.S.	
						0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
C-01	M-01	0	9.4	1.891	9.3	6	9.1	4.1	6.5
C-01	M-01 + C.H.	6	7.6	1.902	9.1	8.5	11.5	6.4	8.2
C-01	M-01 + C.H.	9	-	1.914	9.0	9.7	11.0	7.1	8.2
C-01	M-01 + C.	6	3	1.936	8.9	23.6	24.7	18.1	19.1
C-02	M-01 + C.	9	-	1.971	9.0	17.6	18.8	13	13.6

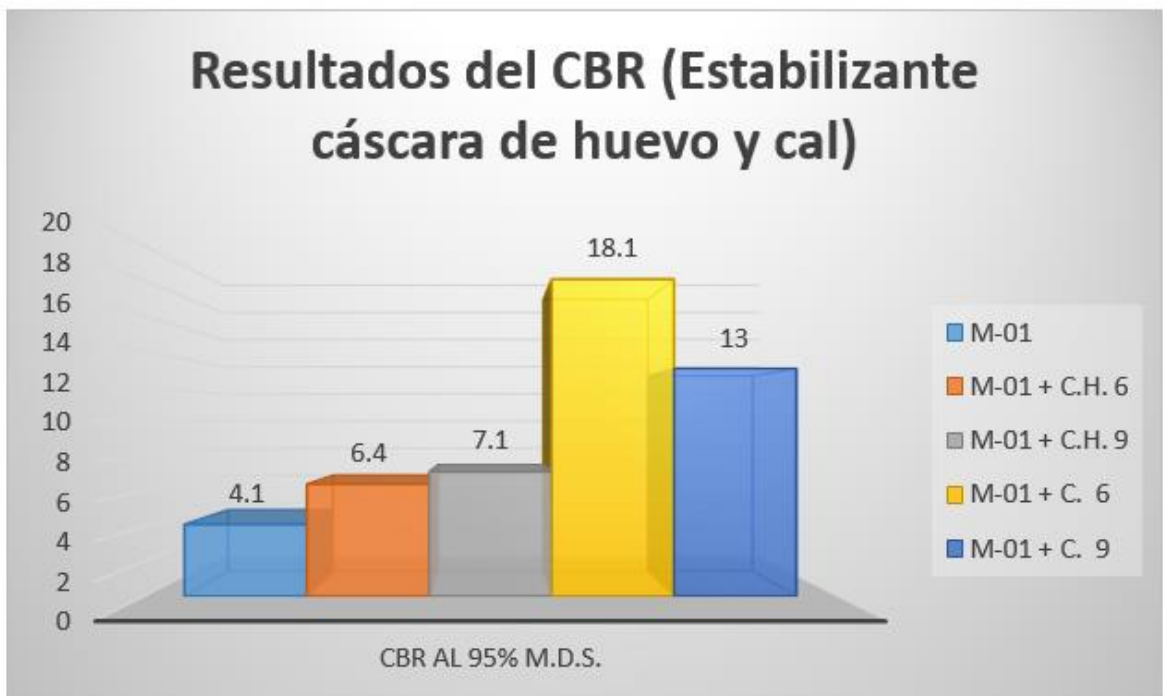
CALICATA	MUESTRA	DOSIFICACIÓN (%)	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
C-01	M-01	0	28.2	18.8	9.4
C-01	M-01 + C.H.	6	27.9	20.3	7.6
C-01	M-01 + C.	6	23.2	20.2	3



CALICATA	MUESTRA	DOSIFICACIÓN (%)	M. D. S. (gr/cm ³)	O. C. H. (%)
C-01	M-01	0	1.891	9.3
C-01	M-01 + C.H.	6	1.902	9.1
C-01	M-01 + C.H.	9	1.914	9.0
C-01	M-01 + C.	6	1.936	8.9
C-02	M-01 + C.	9	1.971	9.0



CALICATA	MUESTRA	DOSIFICACIÓN (%)	CBR AL 100% M.D.S.		CBR AL 95% M.D.S.	
			0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
C-01	M-01	0	6	9.1	4.1	6.5
C-01	M-01 + C.H.	6	8.5	11.5	6.4	8.2
C-01	M-01 + C.H.	9	9.7	11.0	7.1	8.2
C-01	M-01 + C.	6	23.6	24.7	18.1	19.1
C-02	M-01 + C.	9	17.6	18.8	13	13.6



Anexo 6. Panel Fotográfico



Fotografía 1. Juntado y secado de las cáscaras de huevo



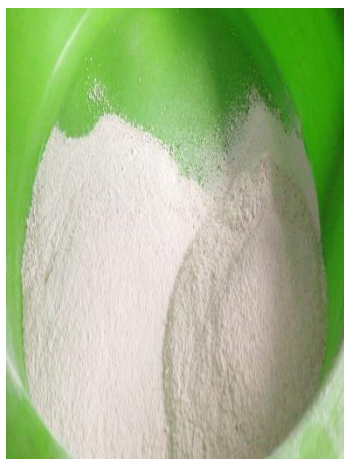
Fotografía 2. Colocación de la máquina de moler



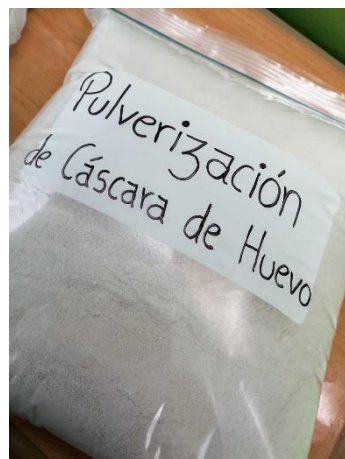
Fotografía 3. Comienzo de la trituración de cascara de huevo



Fotografía 4. Cáscara de huevo triturada



Fotografía 5. Resultado final de la trituración de casaca de huevo



Fotografía 6. Pulverización de cáscara de huevo lista para llevar al laboratorio



Fotografía 7. Realización de la calicata 01



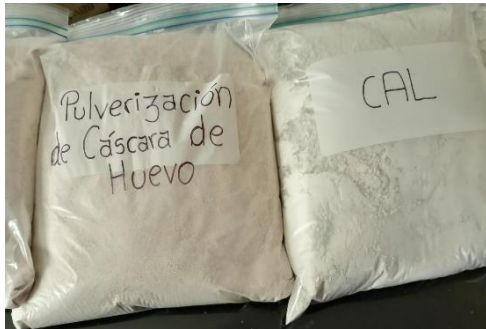
Fotografía 8. Realización de la calicata 02



Fotografía 9. Medición de la calicata 01



Fotografía 10. Medición de la calicata 02



Fotografía 11. Estabilizadores



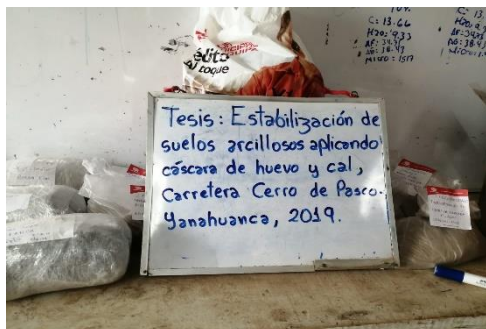
Fotografía 12. Entrega de la pulverización de cáscara de huevo al laboratorio MTL Geotecnia



Fotografía 13. Entrega de la pulverización de cal al laboratorio MTL Geotecnia



Fotografía 14. Suelo a estabilizar



Fotografía 14. Nombre de tesis



Fotografía 15. Tamizado de la muestra natural



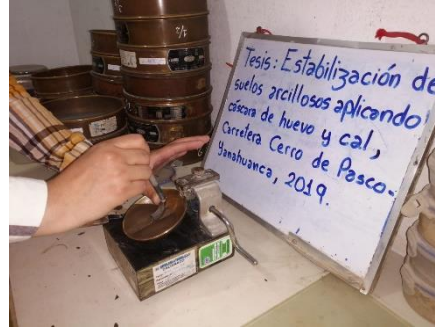
Fotografía 16. Pesado de la muestra natural que paso la malla N°200



Fotografía 17. Muestra secada en el horno eléctrico



Fotografía 18. Copa de Casagrande



Fotografía 19. Determinación del límite líquido



Fotografía 20. El acanalador se pasa sobre el centro de la copa, para cortar la pasta del suelo en dos



Fotografía 21. Movimientos de la manivela, para suministrar los golpes necesarios para cerrar la ranura.



Fotografía 22. Determinación del límite plástico



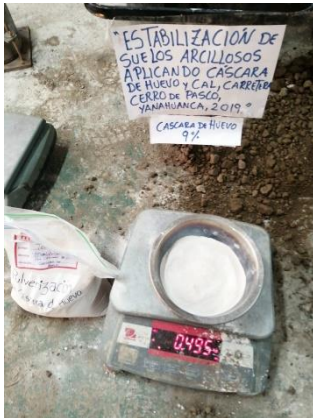
Fotografía 23. Pesado de la muestra utilizada en los límites de consistencia



Fotografía 24. Colocación de muestra en el horno eléctrico



Fotografía 25. Materiales para la realización del Proctor Modificado y CBR



Fotografía 26. Pesado del aditivo para la realización del Proctor Modificado y CBR



Fotografía 27. Mezcla del aditivo y la muestra natural



Fotografía 28. Compactación de muestras con la adición de cáscara de huevo



Fotografía 29. Compactación de muestras con la adición de cal.



Fotografía 30. Moldes, con adición de 6% de cáscara de huevo, compactados con 56, 25 y 12 golpes



Fotografía 31. Moldes, con adición de 9% de cáscara de huevo, compactados con 56, 25 y 12 golpes



Fotografía 32. Los moldes del CBR se sumergen por 96 horas.



Fotografía 33. Penetración del pistón a la muestra con adición de 6% de cal



Fotografía 34. Aplicación de carga a la muestra con adición de 9% de cal



Fotografía 35. Penetración del pistón a la muestra con adición de 6% de cáscara de huevo



Fotografía 36. Aplicación de carga a la muestra con adición de 9% de cáscara de huevo



Fotografía 37. Muestras finalizado el CBR

Anexo 7. Certificados de laboratorio



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

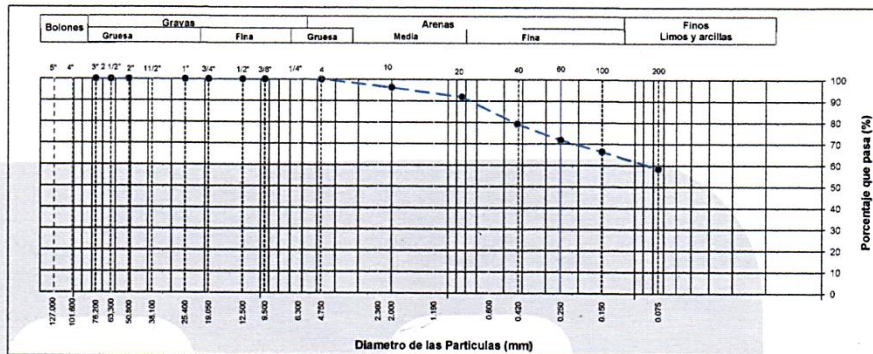
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: Vilma Katherine Marcelo Alberto
TESIS	: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuasca, 2019"
UBICACIÓN	: Lima Fecha de ensayo: 15/10/2020
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-1
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE GRADACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2218) Contenido Humedad (%) 6.9 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Líquido (LL) 28 Limite Plástico (LP) 19 Índice Plástico (IP) 9 Grava (%) 0.0 Arena (%) 41.5 Finos (%) 58.5 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) CL Clasificación AASHTO (D3282) A-2-4 (0) Nombre del Grupo Arcilla de baja plasticidad con arena INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	100.0		
Nº 10	2.000	96.1		
Nº 20	0.840	91.9		
Nº 40	0.425	79.3		
Nº 60	0.250	71.8		
Nº 80	0.177	71.8		
Nº 100	0.150	66.5		
Nº 200	0.075	58.5		
< Nº 200	FONDO			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

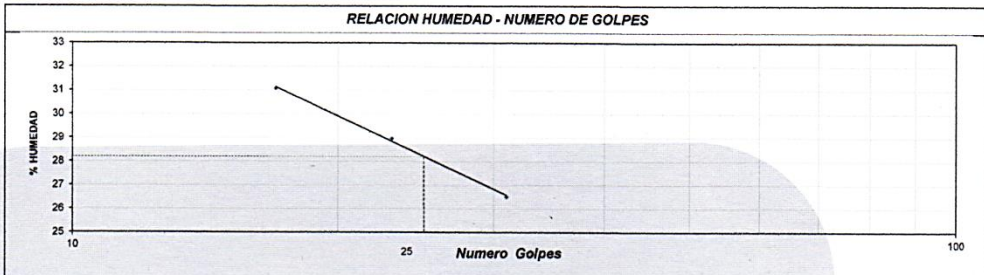
Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: Vilma Katherine Marcelo Alberto
TESIS	: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, 2019"
UBICACIÓN	: Lima
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-1
PROFUNDIDAD	: 1.50 m
	Fecha de ensayo: 15/10/2020


DESCRIPCION	UNIDAD	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		D	F	1	15	19
Nro. de Recipiente						
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	30.96	31.15	31.09	21.06	21.48
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	26.84	27.31	27.50	19.78	20.15
Peso de Recipiente (C)	gr.	13.58	14.05	13.96	12.98	13.09
Peso del Agua (A-B)	gr.	4.12	3.84	3.59	1.28	1.33
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	13.26	13.26	13.54	6.80	7.06
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	31.07	28.96	26.51	18.82	18.84
Nº De Golpes		17	23	31		

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	28.2	18.8	



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

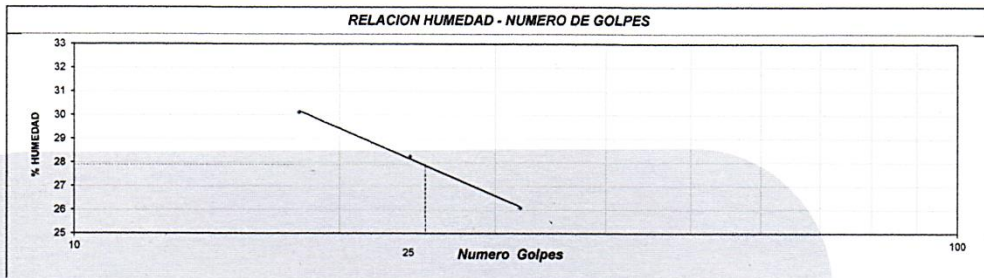
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio	Fecha de ensayo:	15/10/2020
SOLICITANTE	: Vilma Katherine Marcelo Alberto		
TESIS	: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, 2019"		
UBICACIÓN	: Lima		
CALICATA	: C-1		
MUESTRA	: CASCARA DE HUEVO 6%		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		G	2	14	18	22	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	30.59	30.87	30.69	21.15	21.48	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	26.51	27.04	27.14	19.79	20.02	
Peso de Recipiente (C)	gr.	12.96	13.48	13.53	13.05	12.87	
Peso del Agua (A-B)	gr.	4.08	3.83	3.55	1.36	1.46	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	13.55	13.56	13.61	6.74	7.15	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	30.11	28.24	26.08	20.18	20.42	
N° De Golpes		18	24	32			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	27.9	20.3	



- OBSERVACIONES:**
- Muestra provista e identificada por el solicitante.
 - El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
 - Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

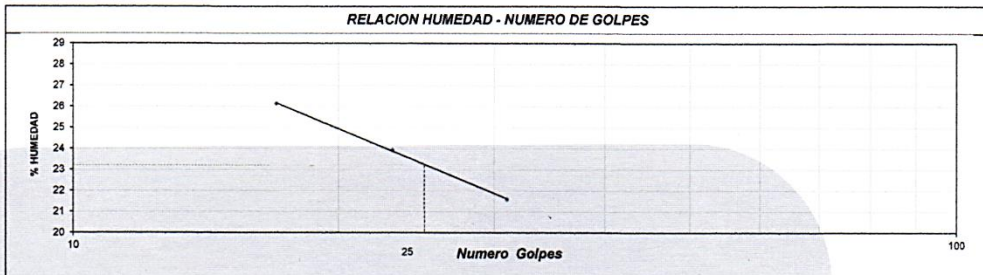
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: Vilma Katherine Marcelo Alberto
TESIS	: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, 2019"
UBICACIÓN	: Lima Fecha de ensayo: 15/10/2020
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: CAL 6%
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		F	9	14	17	12	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	30.89	30.74	30.92	21.56	21.73	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	27.12	27.32	27.75	20.05	20.25	
Peso de Recipiente (C)	gr.	12.69	13.02	13.07	12.57	12.96	
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.77	3.42	3.17	1.51	1.48	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	14.43	14.30	14.68	7.48	7.29	
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	26.13	23.92	21.59	20.19	20.30	
N° De Golpes		17	23	31			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	23.2	20.2	



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <p>MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto y Asfalto Eimar Moreno Huamani INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 219905</p>	 <p>MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

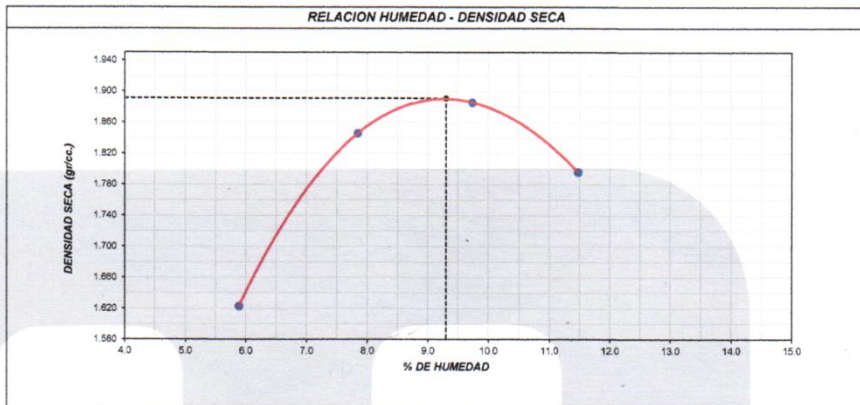
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Vilma Katherine Marcelo Alberto		
TESIS	: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuanka, 2019"		
UBICACIÓN	: Lima		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo:	15/10/2020
MUESTRA	: PATRÓN		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

Volumen Molde	937	cm ³
Peso Molde	3826	gr.

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr. 5,436	5,691	5,765	5,702	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr. 1,610	1,865	1,939	1,876	
Peso Volumetrico Humedo	gr. 1,718	1,990	2,069	2,002	
Recipiente Numero	12	14	9	7	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr. 686.5	692.5	675.5	683.5	
Peso Suelo Seco + Tara	gr. 655.3	651.8	626.7	624.3	
Peso de la Tara	gr. 125.6	133.2	125.4	108.7	
Peso del agua	gr. 31.2	40.7	48.8	59.2	
Peso del suelo seco	gr. 530	519	501	516	
Contenido de agua	% 5.9	7.8	9.7	11.5	
Densidad Seca	gr/cc 1.623	1.846	1.886	1.796	

Densidad Máxima Seca:	1.891	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	9.3	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-----	---



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Vilma Katherine Marcelo Alberto
TESIS	: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, 2019"
UBICACIÓN	: Lima
CALICATA	: C-1 Fecha de ensayo : 19-10-2020
MUESTRA	: PATRÓN
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

	D		F		15	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº					15	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	12,128		12,008		12,067	
Peso molde (gr.)	7,780		7,774		8,129	
Peso suelo compactado (gr.)	4,348		4,234		3,938	
Volumen del molde (cm³)	2,102		2,141		2,141	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,069		1,978		1,839	
Humedad (%)	9.2		9.2		9.3	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,894		1,811		1,683	

CONTENIDO DE HUMEDAD

	D	F	15
Tara+suelo húmedo (gr.)	615.8	608.5	612.7
Tara+suelo seco (gr.)	563.8	557.2	560.5
Peso de agua (gr.)	52.0	51.3	52.2
Peso de tara (gr.)			
Peso de suelo seco (gr.)	563.8	557.2	560.5
Humedad (%)	9.2	9.2	9.3

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión		Expansión		Expansión	
			Dial	mm %	Dial	mm %	Dial	mm %
18-Oct	10:50:00	24	14	0.36 0.30	16	0.41 0.35	17	0.43 0.37
17-Oct	10:50:00	48	18	0.46 0.39	21	0.53 0.46	26	0.66 0.57
18-Oct	10:50:00	72	22	0.56 0.48	25	0.64 0.55	29	0.74 0.63
19-Oct	10:50:00	96	22	0.56 0.48	27	0.69 0.59	32	0.81 0.70

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	D				F				Molde Nº 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		18	0.9			14	0.7			6	0.3		
0.050		31	1.6			23	1.2			11	0.6		
0.075		57	2.9			43	2.2			20	1.0		
0.100	70.307	76	3.9	4.2	6.0	57	2.9	3.1	4.4	27	1.4	1.4	2.0
0.150		136	6.9			102	5.2			48	2.4		
0.200	105.460	198	10.1	9.6	9.1	149	7.5	7.2	6.8	69	3.5	3.3	3.1
0.300		302	15.3			227	11.5			106	5.4		
0.400		394	20.0			298	15.0			138	7.0		
0.500		461	23.4			348	17.6			161	8.2		

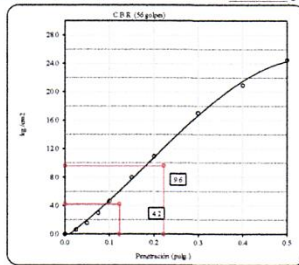
OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

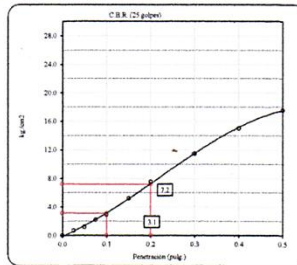
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-016
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA		: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE		: Vilma Katherine Marcelo Alberto	
TESIS		: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuasca, 2019"	
UBICACIÓN		: Lima	
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo	: 19-10-2020
MUESTRA	: PATRÓN		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

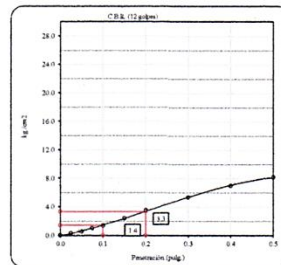
Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca _____ 1.891 gr/cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% _____ 1.796 gr/cm³
 Optimo Contenido de Humedad _____ 9.30 %



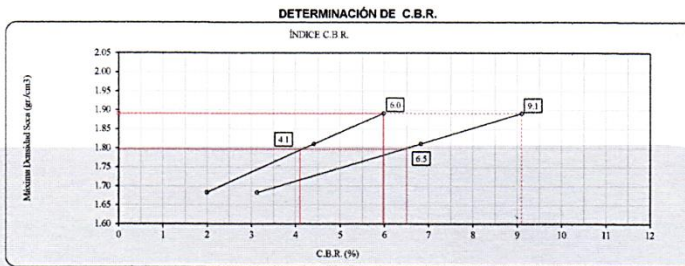
C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 6.0 %



C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 4.4 %



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : 2.0 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 6.0 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 4.1 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 9.1 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 6.5 %

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

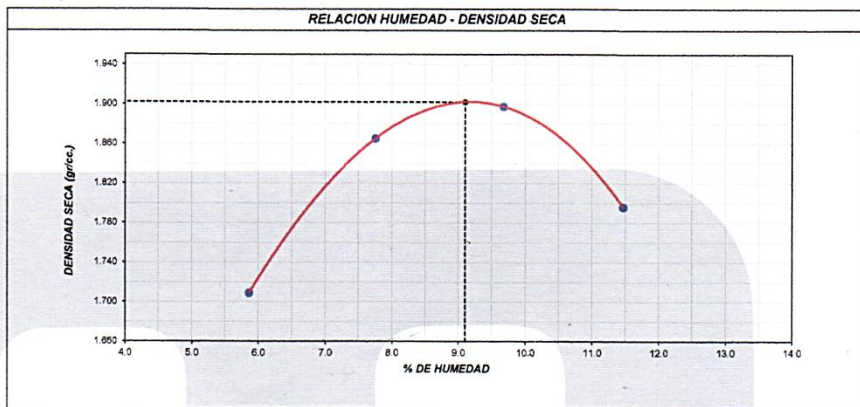
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Vilma Katherine Marcelo Alberto
TESIS : "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuasca, 2019"
UBICACIÓN : Lima
CALICATA : C-1 **Fecha de ensayo:** 15/10/2020
MUESTRA : 6% DE CASCARA DE HUEVO
PROFUNDIDAD : 1.50 m

Volumen Molde	937	cm ³
Peso Molde	3826	gr.

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr. 5,521	5,709	5,776	5,702	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr. 1,695	1,883	1,950	1,876	
Peso Volumétrico Humedo	gr. 1,809	2,010	2,081	2,002	
Recipiente Número	3	1	4	6	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr. 692.1	685.2	695.8	687.2	
Peso Suelo Seco + Tara	gr. 660.5	645.2	645.9	628.1	
Peso de la Tara	gr. 121.5	129.5	130.2	112.8	
Peso del agua	gr. 31.6	40.0	49.9	59.1	
Peso del suelo seco	gr. 539	516	516	515	
Contenido de agua	% 5.9	7.8	9.7	11.5	
Densidad Seca	gr/cc 1.709	1.865	1.898	1.796	

Densidad Máxima Seca:	1.902	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	9.1	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-----	---



OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Pavimento Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N. 21996 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Vilma Katherine Marcelo Alberto		
TESIS	: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, 2019"		
UBICACIÓN	: Lima		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo	: 19-10-2020
MUESTRA	: 6% DE CÁSCARA DE HUEVO		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		


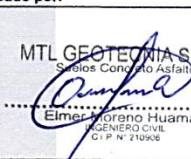
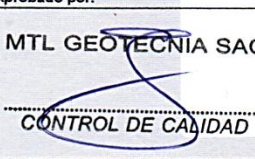
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	16	A	11			
Número de capas	5	5	5			
Número de golpes	56	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,387		12,705		12,482	
Peso molde (gr.)	7,925		8,547		8,507	
Peso suelo compactado (gr.)	4,462		4,158		3,975	
Volumen del molde (cm³)	2,148		2,103		2,135	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,077		1,977		1,862	
Humedad (%)	9.1		9.1		9.1	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,904		1,812		1,707	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara+suelo húmedo (gr.)	611.7	625.1	638.7
Tara+suelo seco (gr.)	560.8	572.9	585.5
Peso de agua (gr.)	50.9	52.2	53.2
Peso de tara (gr.)			
Peso de suelo seco (gr.)	560.8	572.9	585.5
Humedad (%)	9.1	9.1	9.1

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
16-Oct	11:25:00	24	14	0.36	0.30	15	0.38	0.33	16	0.41	0.35
17-Oct	11:25:00	46	18	0.46	0.39	20	0.51	0.44	24	0.61	0.52
18-Oct	11:25:00	72	22	0.56	0.48	24	0.61	0.52	28	0.71	0.61
19-Oct	11:25:00	96	21	0.53	0.46	25	0.64	0.54	30	0.76	0.65

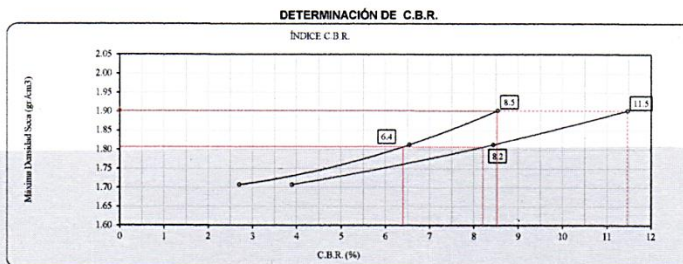
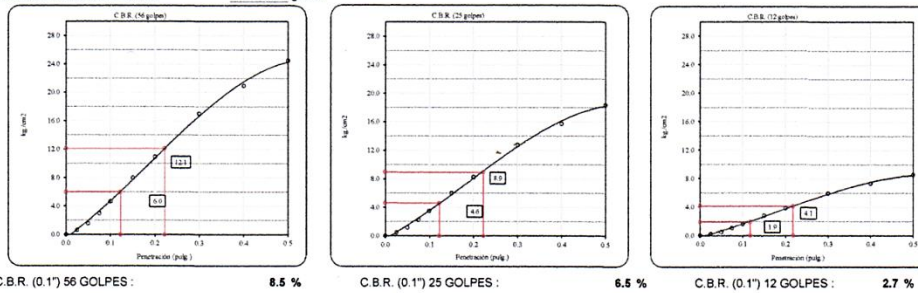
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm²)	Molde N° 16				A				Molde N° 11			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		12	0.6			9	0.4			4	0.2		
0.050		30	1.5			23	1.1			11	0.5		
0.075		58	3.0			44	2.2			20	1.0		
0.100	70.307	91	4.6	6.0	6.5	69	3.5	4.6	6.5	32	1.6	1.9	2.7
0.150		157	8.0			118	6.0			55	2.8		
0.200	105.460	216	10.9	12.1	11.5	162	8.2	8.9	8.4	75	3.8	4.1	3.9
0.300		335	17.0			251	12.8			117	6.0		
0.400		412	20.9			309	15.7			144	7.3		
0.500		482	24.5			362	18.4			169	8.6		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 212696 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA		: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE		: Vilma Katherine Marcelo Alberto	
TESIS		: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, 2019"	
UBICACIÓN		: Lima	
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo	: 19-10-2020
MUESTRA	: 6% DE CÁSCARA DE HUEVO		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

Datos de muestra
Máxima Densidad Seca : 1.902 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.807 gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad : 9.10 %



OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Eimer Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210506	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

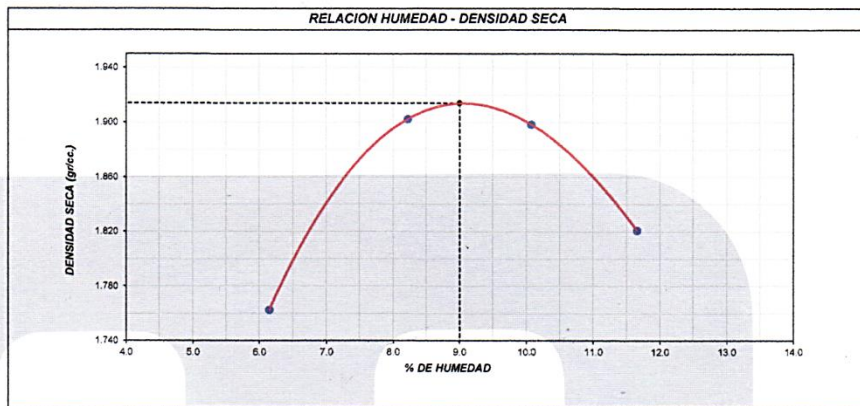
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Vilma Katherine Marcelo Alberto
TESIS	: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, 2019"
UBICACIÓN	: Lima
CALICATA	: C-1 Fecha de ensayo: 15/10/2020
MUESTRA	: 9% DE CÁSCARA DE HUEVO
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

Volumen Molde	937	cm ³
Peso Molde	3826	gr.

NÚMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,579	5,755	5,784	5,731	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,753	1,929	1,958	1,905	
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1,871	2,059	2,090	2,033	
Recipiente Número		13	A	18	15	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	687.5	699.2	685.2	682.1	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	654.5	655.3	633.8	622.2	
Peso de la Tara	gr.	117.8	121.4	123.5	108.5	
Peso del agua	gr.	33.0	43.9	51.4	59.9	
Peso del suelo seco	gr.	537	534	510	514	
Contenido de agua	%	6.1	8.2	10.1	11.7	
Densidad Seca	gr/cc	1.762	1.902	1.898	1.821	

Densidad Máxima Seca:	1.914	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Óptima:	9.0	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-----	---



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos y Pavimentos Asfalto Eliam Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 219305	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Vilma Katherine Marcelo Alberto
TESIS	: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, 2019"
UBICACIÓN	: Lima
CALICATA	: C-1 Fecha de ensayo : 19-10-2020
MUESTRA	: 9% DE CÁSCARA DE HUEVO
PROFUNDIDAD	: 1.50 m


CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	12		15		14	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	58		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,982		12,384		12,432	
Peso molde (gr.)	8,510		8,129		8,449	
Peso suelo compactado (gr.)	4,472		4,255		3,983	
Volumen del molde (cm³)	2,140		2,141		2,129	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,090		1,967		1,871	
Humedad (%)	9.0		9.0		9.1	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,917		1,823		1,715	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	625.6		642.1		637.2	
Tara+suelo seco (gr.)	573.9		588.9		584.2	
Peso de agua (gr.)	51.7		53.2		53.0	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	573.9		588.9		584.2	
Humedad (%)	9.0		9.0		9.1	

Fecha	Hora	Tiempo Hr	EXPANSIÓN								
			Dial		Expansión		Dial		Expansión		
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	
16-Oct	11:50:00	24	13	0.33	0.28	14	0.38	0.31	15	0.38	0.33
17-Oct	11:50:00	46	17	0.43	0.37	18	0.46	0.39	23	0.58	0.50
18-Oct	11:50:00	72	19	0.48	0.41	21	0.53	0.46	26	0.66	0.57
19-Oct	11:50:00	96	19	0.48	0.41	22	0.56	0.48	27	0.69	0.59

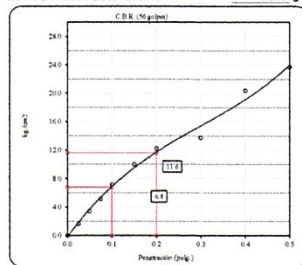
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 12				Molde N° 15				Molde N° 14			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		32	1.6			24	1.2			11	0.6		
0.050		67	3.4			50	2.5			23	1.2		
0.075		101	5.1			76	3.9			35	1.8		
0.100	70.307	141	7.2	6.8	9.7	106	5.4	5.1	7.3	49	2.5	2.4	3.4
0.150		197	10.0			148	7.5			69	3.5		
0.200	105.460	241	12.2	11.6	11.0	181	9.2	8.8	8.3	84	4.3	4.2	4.0
0.300		271	13.6			203	10.3			95	4.8		
0.400		401	20.4			301	15.3			140	7.1		
0.500		466	23.7			350	17.8			163	8.3		

OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

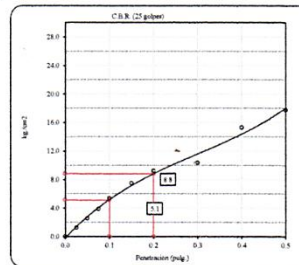
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA		: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE		: Vilma Katherine Marcelo Alberto	
TESIS		: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, 2019"	
UBICACIÓN		: Lima	
CALICATA		: C-1	Fecha de ensayo : 19-10-2020
MUESTRA		: 9% DE CASCARA DE HUEVO	
PROFUNDIDAD		: 1.50 m	

Datos de muestra
Máxima Densidad Seca : 1.914 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.818 gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad : 9.00 %



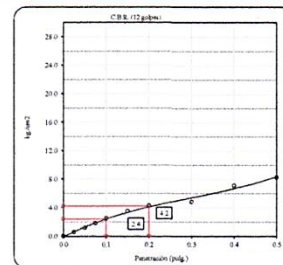
C.B.R. (0.1') 56 GOLPES :

9.7 %



C.B.R. (0.1') 25 GOLPES :

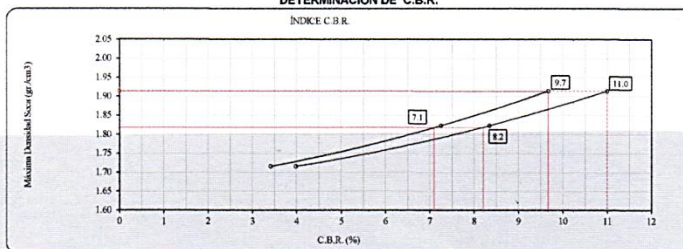
7.3 %



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES :

3.4 %


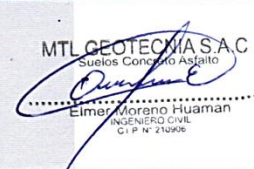
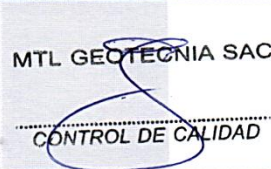
DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 9.7 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 7.1 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 11.0 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 8.2 %

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

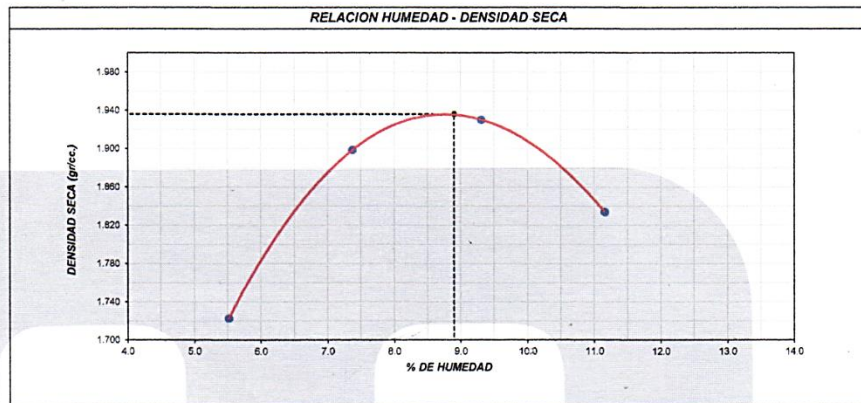
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Vilma Katherine Marcelo Alberto		
TESIS	: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, 2019"		
UBICACIÓN	: Lima		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo:	15/10/2020
MUESTRA	: 6% DE CAL		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		


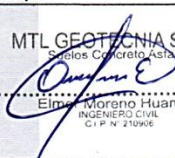
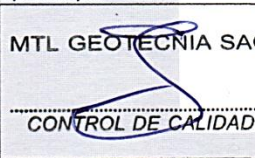
Volumen Molde	937	cm ³
Peso Molde	3826	gr.

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr. 5,529	5,736	5,803	5,736	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr. 1,703	1,910	1,977	1,910	
Peso Volumétrico Humedo	gr. 1,818	2,038	2,110	2,038	
Recipiente Numero	15	18	25	21	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr. 689.5	693.5	687.5	696.3	
Peso Suelo Seco + Tara	gr. 659.5	654.2	639.2	637.3	
Peso de la Tara	gr. 115.8	121.4	120.2	108.5	
Peso del agua	gr. 30.0	39.3	48.3	59.0	
Peso del suelo seco	gr. 544	533	519	529	
Contenido de agua	% 5.5	7.4	9.3	11.2	
Densidad Seca	gr/cc 1.722	1.898	1.930	1.834	

Densidad Máxima Seca:	1.936	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	8.9 %
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-------



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto, Asfalto  Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N. 210995	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Vilma Katherine Marcelo Alberto TESIS : "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, 2019" UBICACIÓN : Lima CALICATA : C-1 Fecha de ensayo : 19-10-2020 MUESTRA : 6% DE CAL PROFUNDIDAD : 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	B			D			F						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			12						
Condición de la muestra	NO SATURADO			SATURADO			NO SATURADO			SATURADO			
Peso suelo + molde (gr.)	13.289			12.502			11.809						
Peso molde (gr.)	8.897			8.251			7.774						
Peso suelo compactado (gr.)	4.392			4.251			4.035						
Volumen del molde (cm³)	2.085			2.131			2.141						
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.106			1.995			1.885						
Humedad (%)	8.8			8.8			8.8						
Densidad Seca (gr./cm³)	1.937			1.834			1.732						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	608.5			632.0			641.5						
Tara+suelo seco (gr.)	559.5			581.1			589.6						
Peso de agua (gr.)	49.0			50.9			51.9						
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	559.5			581.1			589.6						
Humedad (%)	8.8			8.8			8.8						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
16-Oct	12:50:00	24	11	0.28	0.24	13	0.33	0.28	15	0.38	0.33		
17-Oct	12:50:00	48	14	0.36	0.31	18	0.46	0.39	19	0.48	0.41		
18-Oct	12:50:00	72	16	0.41	0.35	20	0.51	0.44	21	0.53	0.46		
19-Oct	12:50:00	96	16	0.41	0.35	21	0.53	0.46	23	0.58	0.50		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm²)	B				D				F			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección		
		kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		37	1.9			27	1.4			13	0.6		
0.050		129	6.6			97	4.9			45	2.3		
0.075		213	10.8			160	8.1			75	3.8		
0.100	70.307	290	14.7	16.6	23.6	218	11.1	12.6	17.9	102	5.2	5.6	8.0
0.150		407	20.7			305	15.5			142	7.2		
0.200	105.460	484	24.6	26.1	24.7	363	18.5	19.7	18.7	170	8.6	9.0	8.5
0.300		603	30.6			452	23.0			211	10.7		
0.400		699	35.5			524	26.6			245	12.4		
0.500		803	40.8			602	30.6			281	14.3		

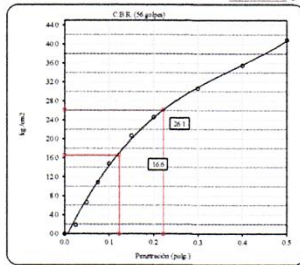
OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.P. N° 210206 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	--

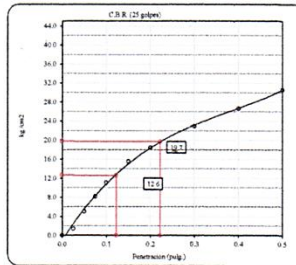


LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-016
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Vilma Katherine Marcelo Alberto		
TESIS	: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuasca, 2019"		
UBICACIÓN	: Lima		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo	: 19-10-2020
MUESTRA	: 6% DE CAL		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

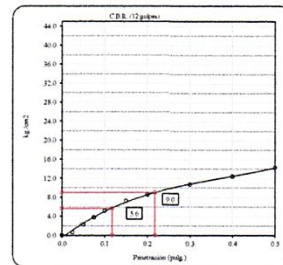
Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca _____ 1.936 gr/cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% _____ 1.839 gr/cm³
 Optimo Contenido de Humedad _____ 8.90 %



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 23.6 %

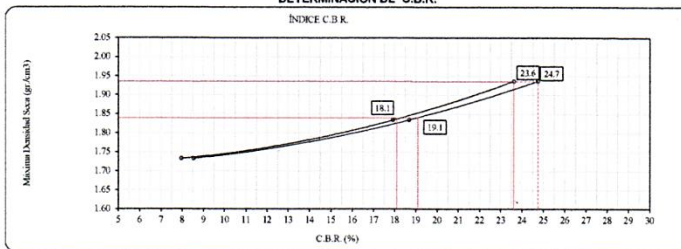


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 17.9 %



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : 8.0 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 23.6 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 18.1 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 24.7 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 19.1 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

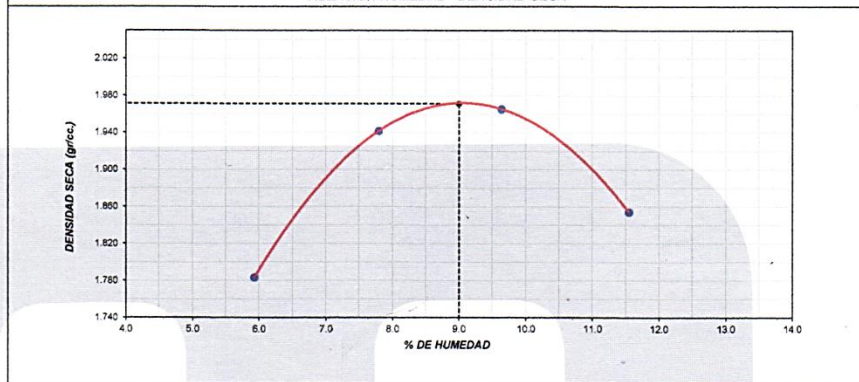
REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Vilma Katherine Marcelo Alberto
TESIS	: "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuasca, 2019"
UBICACIÓN	: Lima
CALICATA	: C-1 Fecha de ensayo: 15/10/2020
MUESTRA	: 9% DE CAL
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

Volumen Molde	937	cm ³
Peso Molde	3826	gr.

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr. 5,596	5,787	5,845	5,764	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr. 1,770	1,961	2,019	1,938	
Peso Volumetrico Humedo	gr. 1,889	2,093	2,155	2,068	
Recipiente Numero	17	33	28	24	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr. 693.5	689.5	682.5	689.5	
Peso Suelo Seco + Tara	gr. 661.2	648.2	633.2	630.8	
Peso de la Tara	gr. 116.8	118.5	121.7	122.6	
Peso del agua	gr. 32.3	41.3	49.3	58.7	
Peso del suelo seco	gr. 544	530	512	508	
Contenido de agua	% 5.9	7.8	9.6	11.6	
Densidad Seca	gr/cc 1.783	1.941	1.965	1.854	

Densidad Máxima Seca:	1.971	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	9.0	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-----	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



- OBSERVACIONES:**
- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto, Asfalto Elmer Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Vilma Katherine Marcelo Alberto TESTIS : "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca, 2019" UBICACIÓN : Lima CALICATA : C-1 Fecha de ensayo : 19-10-2020 MUESTRA : 9% DE CAL PROFUNDIDAD : 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	17			21			18						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			12						
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO SATURADO				
Peso suelo + molde (gr.)	12.332		12.065		12.065		11.838						
Peso molde (gr.)	7.749		7.734		7.734		7.760						
Peso suelo compactado (gr.)	4.583		4.331		4.331		4.076						
Volumen del molde (cm³)	2.131		2.113		2.113		2.120						
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.151		2.050		2.050		1.923						
Humedad (%)	9.0		9.0		9.0		9.0						
Densidad Seca (gr./cm³)	1.973		1.881		1.881		1.764						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	612.8			625.8			633.8						
Tara+suelo seco (gr.)	562.3			574.2			581.5						
Peso de agua (gr.)	50.5			51.6			52.3						
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	562.3			574.2			581.5						
Humedad (%)	9.0			9.0			9.0						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
16-Oct	13:25:00	24	7	0.18	0.15	9	0.23	0.20	11	0.28	0.24		
17-Oct	13:25:00	48	9	0.23	0.20	13	0.33	0.29	14	0.36	0.31		
18-Oct	13:25:00	72	11	0.28	0.24	15	0.38	0.33	17	0.43	0.37		
19-Oct	13:25:00	96	12	0.30	0.26	17	0.43	0.37	19	0.48	0.41		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 17				Molde N° 21				Molde N° 18			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección
0.025		33	1.7	25	1.3	12	0.6						
0.050		96	4.9	72	3.7	34	1.7						
0.075		160	8.1	120	6.1	56	2.8						
0.100	70.307	208	10.6	12.4	17.6	156	7.9	9.5	13.5	73	3.7	4.2	6.0
0.150		297	15.1			222	11.3			104	5.3		
0.200	105.460	370	18.8	19.8	18.8	277	14.1	14.9	14.1	129	6.6	6.8	6.4
0.300		478	24.3			359	18.2			167	8.5		
0.400		559	28.4			419	21.3			196	9.9		
0.500		640	32.5			480	24.4			224	11.4		

OBSERVACIONES:

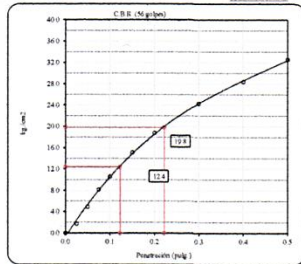
- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

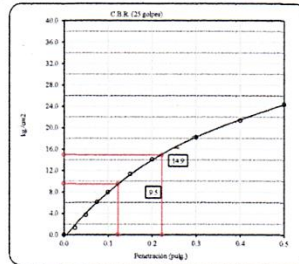
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Vilma Katherine Marcelo Alberto TESIS : "Estabilización de suelos arcillosos aplicando cáscara de huevo y cal, carretera Cerro de Pasco - Yanahuasca, 2019" UBICACIÓN : Lima CALICATA : C-1 Fecha de ensayo : 19-10-2020 MUESTRA : 9% DE CAL PROFUNDIDAD : 1.50 m			

Datos de muestra

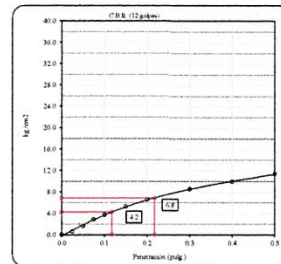
Máxima Densidad Seca 1.971 gr/cm^3 Optimo Contenido de Humedad 9.00%
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.872 gr/cm^3



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : **17.6 %**

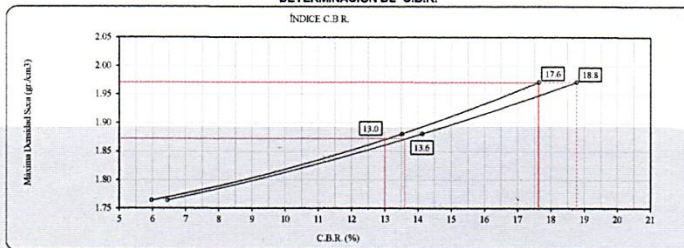


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : **13.5 %**



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : **6.0 %**


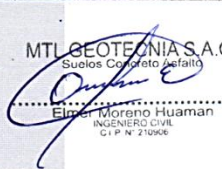
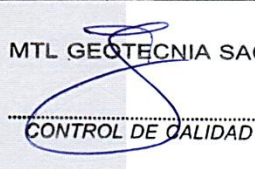
DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S) 0.1": **17.6 %**
 C.B.R. (95% M.D.S) 0.1": **13.0 %**
 C.B.R. (100% M.D.S) 0.2": **18.8 %**
 C.B.R. (95% M.D.S) 0.2": **13.6 %**

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 8. Certificados de Calibración de los equipos

Certificado

 **INACAL**
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemos N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019
Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023



ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 230-2019-INACAL/DA
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA
Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web: www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)

DA-acr-01P-02M Ver. 02

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

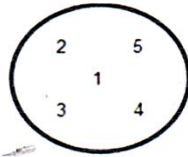
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-9
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-9
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
Emáx - Emin (mg)				12	Emáx - Emin (mg)				11
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020



ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

N°	Determinación de Error Eo			Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)		
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)		E (mg)	Ec (mg)
1	1,000	1,00	4	1	800,000	799,99	4	-9	-10	200
2		1,00	5	0		799,98	4	-19	-19	
3		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
4		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
5		1,00	5	0		799,99	5	-10	-10	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,3 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,000	0,10	4	101						
0,000	1,00	5	1 000	899	1,00	4	1 001	900	100
0,000	10,00	4	10 001	9 900	10,00	5	10 000	9 899	100
0,000	100,00	4	100 001	99 900	100,00	5	100 000	99 899	100
0,000	500,00	5	500 000	499 899	499,99	4	499 991	499 890	100
0,000	799,99	4	799 991	799 890	799,99	4	799 991	799 890	200
0,000	999,99	4	999 991	999 890	1 000,00	5	1 000 000	999 899	200
0,000	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	200
0,000	1 499,99	5	1 499 990	1 499 889	1 500,01	5	1 500 010	1 499 909	200
2 000,004	1 999,99	5	-14	-115	1 999,99	4	-13	-114	200
2 000,004	2 199,99	4	199 987	199 886	2 199,99	4	199 987	199 886	300

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 4,58 \times 10^{-1} \times R$
Incetidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{7,73 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 2,26 \times 10^{-10} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 1 999,97 g para una carga de valor nominal 2200 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
 Marca : GEMMY
 Modelo : YC0-010
 N° de Serie : 510847
 Tipo de Ventilación : Turbulencia
 Procedencia : ALEMANIA
 Identificación : NO INDICA
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
 Marca : No Indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
 Marca : No Indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
 Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25
 Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado : TC - 4371 - 2020
Página : 2 de 5

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	40 min	180 min	30 %	ENVASE METALICO C/MUESTRAS CLIENTE

Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										Tprom ⁽²⁾ (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110,8	111,8	111,3	110,6	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,6	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	109,8	110,6	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,9	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,6	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,6	111,8	112,0	113,1	113,8	111,9	113,3	113,0	112,7	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,5	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,6	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,6
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,6	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,6	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,6	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,6	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,8	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,5	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,6	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,6	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,8	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,8	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,6	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T. PROM ⁽¹⁾	110,0	111,6	112,6	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9	111,9	
T. MAX ⁽³⁾	110,0	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9	113,9	
T. MIN ⁽⁴⁾	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	109,4	109,4	
DTT ⁽⁵⁾	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	4,6	1,6	1,6	4,9	4,4	4,4	



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

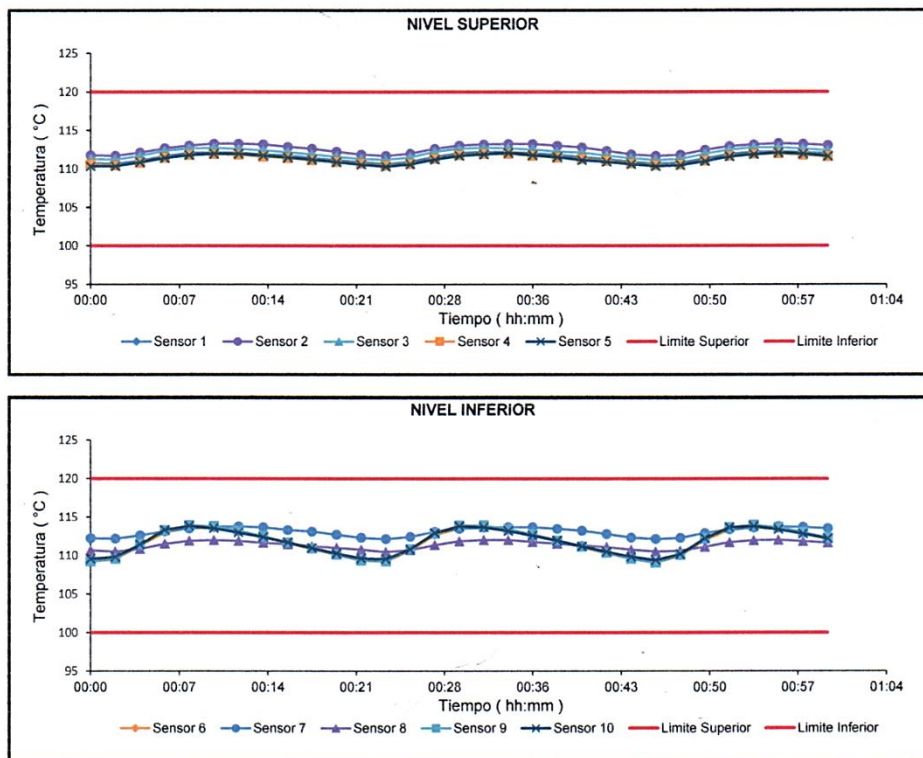
(01) 262 9536
(51) 988 901 065

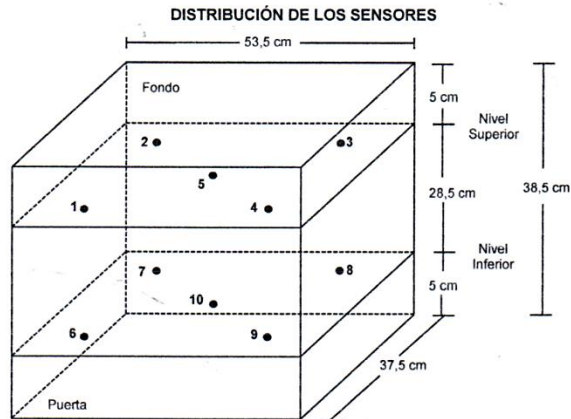
informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida (±)	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES





- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles. -
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
- Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Certificado : TC - 4371 - 2020

Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,6 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-4374-2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESNA CBR

Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
N° Serie : NO INDICA
Intervalo de indicación : 5000 Kg
Resolución : 0,1 Kg

CELDA DE CARGA

Marca : Keli
Modelo : A-FED
Serie : 5X70836
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA
Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,9°C	20,1°C
HUMEDAD RELATIVA	43,0%	44,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	LM-0033-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (Kg)	Lectura Convencionalmente Verdadera (Kg)	Error (Kg)	Incertidumbre (Kg)
500,0	485,0	15,0	0,1
1000,0	974,5	25,5	0,1
1500,0	1437,5	62,5	0,1
2000,0	1945,3	54,7	0,1
2500,0	2464,6	35,4	0,1
3000,0	2965,3	34,7	0,1
3500,0	3465,7	34,3	0,1
4000,0	3945,5	54,5	0,1
4500,0	4435,8	64,2	0,1
5000,0	4946,3	53,7	0,1

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Anexo 9. Recibo del pago realizado por los servicios de ensayos en laboratorio

30/10/2020

::: Boleta de Venta Electronica - Impresion :::

MTL GEOTECNIA S.A.C. CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20600375262 EB01-21				
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : 30/10/2020 Señor(es) : VILMA KATHERINE MARCELO ALBERTO DNI : 72325000 Tipo de Moneda : SOLES Observación :						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	ENSAYOS DE LABORATORIO PARA TESIS ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS APLICANDO CÁSCARA DE HUEVO Y CAL, CARRETERA CERRO DE PASCO - YANAHUANCA, 2019	1770.00	0.00	2,088.60	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/2,088.60
SON: DOS MIL OCHENTA Y OCHO Y 60/100 SOLES						
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :		S/ 1,770.00		
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :		S/ 0.00		
		Op. Inafecta :		S/ 0.00		
		ISC :		S/ 0.00		
		IGV :		S/ 318.60		
		ICBPER :		S/ 0.00		
		Otros Cargos :		S/ 0.00		
		Otros Tributos :		S/ 0.00		
		Importe Total :		S/ 2,088.60		
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						

Anexo 10. Plano de ubicación y localización

