



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Aplicación del Mucílago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa
del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarochirí, 2019”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORA:

Chappa Díaz, Ronald (ORCID: 0000-0002-8482-4589)

ASESOR:

Mg. Ing. Arriola Moscoso, Cecilia (ORCID: 0000-0003-2497-294x)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

A Dios por iluminarme por el buen camino, por fortalecerme de ese ímpetu de seguir adelante y lograr mis sueños, a mis padres José Chappa y Rosa Aleida Díaz por el apoyo incondicional, por sus consejos y valores inculcados, a mi hija Ivana Valeria por ser el motivo de mi felicidad, de mi esfuerzo y de mis ganas de buscar lo mejor para ella. A mi familia y amistades por el apoyo moral.

Agradecimiento

A mi familia y amistades quienes me apoyaron moralmente para poder realizar mi tesis y también a mi asesora Mg. Ing. Arriola Moscoso, Cecilia por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad, experiencia, y la guía constante para lograr el fin de este estudio.

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado	iv
Declaración de Autenticidad	v
I. INTRODUCCIÓN	12
II. MÉTODO	38
2.1. Tipo y diseño de investigación.	39
2.2. Operacionalización de Variables	41
2.3. Población, muestra y muestreo	41
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	43
2.5. Procedimiento	45
2.6. Método de Análisis de Datos	46
2.7. Aspectos Éticos	46
III. RESULTADOS	48
3.1. Descripción de la Zona de Estudio	49
3.2. Trabajos Preliminares	53
3.3. Análisis de Resultados	72
3.4. Contrastación de Hipótesis.	77
IV. DISCUSIÓN	81
V. CONCLUSIONES	87
V. RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS	91
ANEXOS	98

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Porcentaje de cemento según la clasificación de suelos.</i>	27
Tabla 2. <i>Número de Calicatas según el tipo de carretera</i>	28
Tabla 3. <i>Tamaño de partículas de acuerdo al tipo de material</i>	29
Tabla 4. <i>Índice de plasticidad</i>	30
Tabla 5. <i>Clasificación de suelos según SUCS</i>	31
Tabla 6. <i>Clasificación de suelos según AASHTO</i>	32
Tabla 7. <i>Resumen de clasificación de suelos según AASHTO y SUCS.</i>	32
Tabla 8. <i>Porcentaje de CBR para determinar el tipo de subrasante</i>	33
Tabla 9. <i>Números de CBR según el tipo de carretera</i>	34
Tabla 10. <i>Confiabilidad de expertos.</i>	45
Tabla 11. <i>Análisis Granulométrico (Calicata N°1)</i>	54
Tabla 12. <i>Contenido de Humedad (Calicata N°1)</i>	54
Tabla 13. <i>Límite líquido, Limite plástico e Índice de Plasticidad (Calicata N°1)</i>	54
Tabla 14. <i>Análisis Granulométrico (Calicata N°2)</i>	55
Tabla 15. <i>Contenido de Humedad (Calicata N°2)</i>	55
Tabla 16. <i>Límite líquido, Limite plástico e Índice de Plasticidad (Calicata N°2)</i>	55
Tabla 17. <i>Análisis Granulométrico (Calicata N°3)</i>	56
Tabla 18. <i>Contenido de Humedad (Calicata N°3)</i>	56
Tabla 19. <i>Límite líquido, Limite plástico e Índice de Plasticidad (Calicata N°3)</i>	57
Tabla 20. <i>Resumen de Clasificación de Suelos</i>	57
Tabla 21. <i>Proctor Modificado (Calicata N°3/M-4)</i>	58
Tabla 22. <i>CBR al 95% (Calicata N°3/M-4)</i>	58
Tabla 23. <i>CBR al 100% (Calicata N°3/M-4)</i>	59
Tabla 24. <i>Proctor Modificado (Adición con Cemento Portland)</i>	59
Tabla 25. <i>CBR al 95% (Adición con Cemento Portland)</i>	60
Tabla 26. <i>CBR al 100% (Adición con Cemento Portland)</i>	61
Tabla 27. <i>Proctor Modificado (Adición con Cemento Portland + Mucilago de Tuna)</i>	63
Tabla 28. <i>CBR al 95% (Adición con Cemento Portland + Mucilago de Tuna)</i>	65
Tabla 29. <i>CBR al 100% (Adición con Cemento Portland + Mucilago de Tuna)</i>	67
Tabla 30. <i>Análisis de precios unitarios de principales partidas involucradas.</i>	69

Tabla 34. <i>Planilla de Metrado para el diseño de Pavimento Unicapa.</i>	70
Tabla 35. <i>Precio para el diseño de Pavimento Unicapa.</i>	70
Tabla 36. <i>Precio para el diseño de Pavimento Unicapa empleando el Mucilago de Tuna.</i>	71
Tabla 37. <i>Clasificación de suelos - Calicata N°3</i>	72
Tabla 38. <i>Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple</i>	75
Tabla 39. <i>Clasificación del suelo SUCS - ASSHTO</i>	78
Tabla 40. <i>Resumen comparativo de ensayo de resistencia a la compresión de probetas suelo – cemento MTC E 1103 - 2000 / ASTM D1633-00(2007).</i>	79
Tabla 41. <i>Resultado del ensayo de la resistencia a la compresión.</i>	80

Índice de Figuras

Figura 1. Tramo del camino vecinal Santo Domingo de Olleros – Huarochirí.	14
Figura 2. Tuna encontrada en el camino vecinal Santo Domingo de Olleros – Huarochirí.	21
Figura 3. Procedimiento del metodo de escaldado o vapor	23
Figura 4. Tamices Granulométrico	29
Figura 5. Prensa CBR	34
Figura 6. Ubicación de Puntos de Calicata en Google Earth	51
Figura 7. Resumen del Ensayo Proctor Modificado Muestra Natural (Cemento Portland 12%)	60
Figura 8. Resumen del CBR al 95% (suelo natural – cemento portland 12%).	61
Figura 9. Resumen del CBR al 95% con Adición (Cemento Portland 12%)	62
Figura 10. Resumen del CBR al 100% con Adición (Cemento Portland 12%)	62
Figura 11. Resumen del CBR al 95% con Adición (Cemento Portland)	63
Figura 12. Resumen del proctor modificado Adición (Cemento Portland y Mucilago de Tuna 1%, 2%, 3%).	64
Figura 13. Resumen del CBR al 95% con Adición (Cemento Portland y Mucilago de Tuna)	66
Figura 14. Resumen del CBR al 95% con Adición (Cemento Portland y Mucilago de Tuna)	66
Figura 15. Resumen del CBR al 100% con Adición (Cemento Portland y Mucilago de Tuna)	68
Figura 16. Resumen del CBR al 100% con Adición (Cemento Portland y Mucilago de Tuna)	68
Figura 17. Resumen del CBR al 95%	73
Figura 18. Resumen del CBR al 95%	73
Figura 19. Resumen del CBR al 100%	74
Figura 20. Resumen del CBR al 100%	74
Figura 21. Resistencia a la Compresión-Comparativo	76

RESUMEN

La investigación que se desarrolló tuvo como objetivo principal analizar la influencia de la aplicación del Mucílago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarocharí, 2019. Buscando plantear un mejor diseño de mezcla incorporando el Mucilago de Tuna en polvo y estudiar su comportamiento para así implementar un nuevo diseño de pavimento unicapa.

Para la realización del proyecto de investigación se tuvieron que realizar 3 calicatas para la extracción de muestras correspondientes, en las siguientes progresivas 3+500, 4+500 y 5+500 de forma intercalada y con una profundidad de 1.5m. Estas muestras fueron llevadas al laboratorio y las cuales se realizaron los ensayos de Análisis Granulométrico, Contenido de Humedad, Limite de Atterberg, Proctor Modificado, CBR y Compresión Simple. Encontrándose una muestra que predomina un material arcilloso, con una clasificación SUCS de CL.

Por otro lado, se obtuvo un CBR de 1'' al 95% de 8.7% de suelo natural de se diseñó un pavimento unicapa obteniendo un CBR de 1'' al 95% de 148.1% y un CBR con adición de 1% de Mucilago de Tuna en Polvo un CBR de 1'' al 95% de 254%, adición 2% de Mucilago de Tuna en Polvo un CBR de 1'' al 95% de 230% y por último la adición de 3% de Mucilago de Tuna en Polvo un CBR de 1'' al 95% de 210.8%. Así, demostrando que la adición del Mucilago de Tuna genera una mayor capacidad de carga,

Por último, en el ensayo de resistencia en la muestra con adición de Cemento 12%, se obtuvo una resistencia de 21.8 Kg/cm², en la muestra empleada con Cemento 12% y 1% Mucilago de Tuna, nos dio como resultado el 39.6 Kg/cm² de resistencia, en la muestra empleada con Cemento 12% y 2% de Mucilago de Tuna, obtenemos como resultado el 42.7 Kg/cm² y por último en la muestra se tiene un total de 35.7 con un 3% de Mucilago de Tuna. Culminando que el Mucilago mejora la resistencia del diseño de pavimento unicapa.

Palabras Clave: Diseño, pavimento unicapa y Mucilago de Tuna.

ABSTRACT

The research that was carried out in this thesis had as main objective to analyze the influence of the application of the Tuna Mucilage in the design of the unilayered pavement of the Santo Domingo de Olleros-Huarochirí neighborhood road, 2019. Looking to propose a better mix design incorporating the Tuna mucilago powder and study its behavior in order to implement a new unilayer pavement design.

In order to carry out the research project, 3 recesses had to be made for the extraction of corresponding samples, in the following progressive stages 3 + 500, 4 + 500 and 5 + 500, interspersed and with a depth of 1.5m. These samples were taken to the laboratory and the Granulometric Analysis, Moisture Content, Atterberg Limit, Modified Proctor, CBR and Simple Compression tests were performed. Finding a sample that predominates a clay material, with an SUCS classification of CL.

On the other hand, a CBR of 1 " to 95% of 8.7% of natural soil was obtained, a single-layer pavement was designed obtaining a CBR of 1 " at 95% of 148.1% and a CBR with the addition of 1% of Mucilago of Tuna in Powder a CBR of 1 " to 95% of 254%, addition 2% of Mucilago of Tuna in Powder a CBR of 1 " to 95% of 230% and finally the addition of 3% of Mucilago of Tuna in Powder a CBR of 1 " to 95% of 210.8%. Thus, demonstrating that the addition of the Mucilago de Tuna generates a greater load capacity,

Finally, in the resistance test in the sample with the addition of Cement 12%, a resistance of 21.8 Kg / cm² was obtained, in the sample used with Cement 12% and 1% Mucilago de Tuna, the result was 39.6 Kg / cm² of resistance, in the sample used with Cement 12% and 2% of Mucilago de Tuna, we obtain as a result 42.7 Kg / cm² and finally in the sample there is a total of 35.7 with 3% of Mucilago de Tuna. Culminating that the Mucilago improves the strength of the unilayer pavement design.

Keywords: Unilayer pavement design and Mucilago de Tuna.

I. INTRODUCCIÓN

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

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

Se conoce que las carreteras no pavimentadas necesitan trabajos de mantenimiento preventivo y/o correctivo cada determinado tiempo para que su vida útil se extienda. Por otro lado, tanto las carreteras no pavimentadas como las del tipo afirmado no tienen un usual mantenimiento, y sufren deterioros a causa del tránsito y el clima (precipitaciones) formándose baches, ahuellamientos y desprendimiento de agregados; aumentando y ocasionando un alto costo de reconstrucción y mantenimiento.

La propuesta de la investigación trata de plantear el mejor diseño de mezcla incorporando el Mucilago de Tuna y estudiar su comportamiento para implementar el diseño del pavimento unicapa en la red vecinal que se encuentra ubicado en el distrito Pampa Pacta-Santo Domingo de Olleros, a fin de obtener una opción más viable y económica de realizar a comparación de una carretera afirmada.



Figura 1. Tramo del camino vecinal Santo Domingo de Olleros – Huarochirí.
Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 1 observamos un tramo del camino vecinal que se encuentra ubicado en el distrito Santo Domingo de Olleros, la cual al emplear el mucilago de tuna en el diseño de pavimento unicapa no solo se mejoraría la red vial; si no a la vez muchos aspectos socioeconómicos como: el turismo, la ganadería y la conexión entre pueblos.

Por otro lado, en la localidad de Huarochirí, Santo Domingo de Olleros; hay mucha plantación de la tuna en la cual se extraerá el Mucilago de Tuna, ahorrándonos un costo de traslado del material y aportando a la economía de los pobladores.

Además, esta propuesta tiene varias ventajas con respecto a otras, lo cual nos permitirá que la red vial cumpla con su función básica a un bajo costo.

Con la intención de conocer más ampliamente el comportamiento de las variables de estudio se analizó investigaciones del ámbito internacional, donde se destacó el estudio de Laica (2016). En su tesis de título: “Influencia de la inclusión de polímero reciclado (caucho) en las propiedades mecánicas de una sub base”. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, teniendo como objetivo general; determinar el grado de influencia de la aplicación de polímero reciclado (caucho) en las propiedades mecánicas de la sub base, cuyo tipo de diseño de la investigación es experimental, con una muestra que está constituido por el número de ensayos, en esta investigación se realizaran cilindros con Sub base (clase 3) sin caucho y con adición del mismo, pero para obtener datos más eficientes se tomaran tres muestras por cada porcentaje de adición de caucho, obteniendo un total de 70 muestras. Teniendo como conclusiones: a) La granulometría de la sub base clase 3, según las especificaciones de la norma AASHTO T-87-70; ASTM D 421-58 los valores obtenidos cumple con los parámetros establecidos, b) Los ensayos CBR miden la capacidad portante del suelo para soportar cargas, el valor obtenido del ensayo del CBR no cumple con las especificaciones técnicas establecidas, Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MTOP, c) Al analizar los resultados obtenidos de la muestra de una Sub-base sin adición de caucho y compararlos con las muestras con adición de caucho en diferentes porcentajes, se puede ver claramente la disminución de la resistencia del material y d) de los ensayos de compactación se pudo verificar que la adición de caucho en una Sub-base clase 3 es perjudicial ya que a medida que vamos aumentando la adición de caucho la Densidad Seca y el Contenido de Humedad Óptimo van disminuyendo.

Muñoz, Quintero y Pérez (2015). Compartiendo el Artículo Científico “Comportamiento de la actividad enzimática del suelo al aplicar mucílago de nopal (Opuntiaspp.)”. Teniendo como objetivo del trabajo es aplicar y observar el comportamiento de tres dosis de mucílago de nopal y realizar un patrón sin emplear el mucílago, en dos suelos con textura arenosa y arcillosa, identificar si la textura influye en el efecto del mucilago de nopal en el suelo. Teniendo como conclusión: Que al aplicar el mucilago de tuna o también llamado de nopal más conocido en México con ese se incrementó en las actividades de las enzimas: amilasa, celulasa, lipasa e invertasa, tanto en el suelo arenoso como en el suelo arcilloso. Este incremento se notó más en el tratamiento con una dosis de mucílago mayor, por lo que se apreció una influencia de los polisacáridos que aporta el mucílago de nopal, en el incremento

de la actividad enzimática en el suelo, que puede influir en una mayor degradación de la materia orgánica del suelo. (Se escogió este Artículo Científico como un antecedente porque nos complementa e informa sobre la aplicación del mucilago de tuna o también llamado nopal, en este caso se le agrego al suelo; por lo tanto, al tener esta información se podrá trabajar con la base necesaria).

Guadalupe, Jiménez y Suárez (2014). Compartiendo el Artículo Científico “Efecto de la impermeabilidad del Mucílago de Nopal en bloques de tierra comprimidos”. Teniendo como objetivo observar el comportamiento al emplear el mucílago de nopal a bajas concentraciones en bloques de tierra comprimidos y describir los resultados arrojados aplicando y sin aplicar el mucilago de tuna. Teniendo como conclusión: a) Los resultados que se obtuvieron muestran que el mucílago de nopal mejora, en general, las características de los bloques de tierra comprimidos por la reducción de porosidad relacionado con un cambio en la permeabilidad del sólido. (Se empleó este Artículo Científico como un antecedente porque nos complementa e informa sobre la aplicación del mucilago de tuna o también llamado nopal, mostrando que el mucilago de nopal tiene propiedades que mejoran).

Sánchez (2014). “Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Calcical del Cantón Tosagua provincia de Manabí”. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, teniendo como objetivo general estabilizar el suelo expansivo del sector Calcical del Cantón Tosagua, por medio de la aplicación de cal y cemento, para reducir su potencial de expansión. Teniendo como conclusiones: a) El material cumple con las características para ser estabilizado con cal como o cemento, se presenta contenido orgánico de 0.22% menor al 1% permitido, y el contenido de sulfatos solubles es de 2039 ppm que está dentro del rango permitido de 10000 ppm, b) En el material estabilizado con el 7% se ha logrado obtener una reducción del 8.5 % en el límite líquido y el límite plástico de 10% y en el índice de plasticidad se ha alcanzado una disminución del 11.5%, siendo este porcentaje el que muestra la mayor reducción en el índice de plasticidad y a partir del cual ya no se presentan cambios significativos, c) Con el 9 % de cemento se ha obtenido el menor valor en el índice de plasticidad; este se ha reducido en un 36% respecto al estado natural. El límite líquido aumenta en un 8% y el Límite de plasticidad crece en un 61%, y d) Con el 3% de cemento se reduce el porcentaje de hinchamiento en un 57%, por

medio de la adhesión de 5% de cemento esta reducción es del 74%, y haciendo uso del 7% se logra una disminución de 87%. Usando un 3% de cemento se reduce el potencial de hinchamiento de alto a medio, en el 5% se alcanza una reducción de alto a bajo y con el 7% se disminuye el potencial de expansión de alto a muy bajo.

Dentro de los estudios previos de índole nacional, se puede citar el estudio de Huerto (2018). “Comparación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ adicionando el 4% y 6% de mucílago de tuna y superplastificante sika n290 al cemento. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad de Cajamarca, teniendo como objetivo general que con la presente investigación se busca determinar la resistencia a la fuerza de la compresión del concreto diseñado como un concreto simple de $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$, cuando en este diseño es añadido el mucílago de tuna y superplastificante sika N290. En un 4% y 6%. La composición química del mucilago de tuna, indica su potencial como puzolana, ya que contiene un 90.391% de componentes (óxido de calcio 59.028%, óxido de magnesio 31.105% y trióxido de hierro 0.258%), en concordancia con la norma ASTM C- 618, también existen componentes químicos como (óxido de potasio 7.365% y trióxido de fosforo 1.085%), estos dos últimos elementos químicos afectan en la durabilidad y resistencia del concreto. Teniendo como conclusiones: a) La composición química del sika N290, indica su potencial como puzolana, ya que contiene un 94.00% de componentes (óxido de silicio 93%, óxido de calcio 0.6%, óxido de magnesio 0.6% y trióxido de hierro 0.8%), en concordancia con la norma ASTM C- 618, b) Las muestras son altamente alcalinas resultando similar a la del cemento, obteniendo las combinaciones (cemento + 4% de mucilago de tuna) de 12.31 de PH, (cemento + 4% de sika) de 12.49 de PH, (cemento + 6% de mucilago de tuna) de 12.21 de PH, (cemento + 6% de sika) de 12.44 de PH, c) Se obtuvo una consistencia plástica con un asentamiento de (3” a 4”) con una relación A/C del concreto patrón 0.32, relación A/C del concreto con adición de 4% de mucilago de tuna 0.32, relación A/C del concreto con adición de 4% de sika 0.32, relación A/C del concreto con adición de 6% de mucilago de tuna 0.32 y relación A/C del concreto con adición de 6% de sika 0.31.

Ramos (2017). “Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017”. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad de Cesar Vallejo, teniendo como objetivo general determinar la influencia en las propiedades mecánicas de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la

adición de mucilago de tuna. Teniendo como conclusiones: a) Se concluye que la adición del mucilago de tuna a un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ influye de la manera positiva en las propiedades mecánicas del concreto. Ya que el mucilago de tuna contiene químicamente 5 componentes (óxido de sílice, óxido de calcio, óxido de hierro, óxido de magnesio y óxido de sodio) de los 7 componentes del cemento (óxido de sílice, óxido de calcio, óxido de hierro, óxido de magnesio, óxido de sodio cal libre y óxido de azufre), b) Para un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con una dosificación de 1/1.92/2.44/24.57, y una relación agua/cemento de 0.558 se realizó el diseño de mezcla con los agregados de la cantera San Pedrito y La Cumbre, obteniendo los siguientes resultados, un módulo de fineza de 2.42, el tamaño máximo del agregado grueso es de $\frac{1}{2}$ ", c) La adición del mucilago de tuna a un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejora la resistencia a la compresión. El caso de la adición del 1% de mucilago incrementa la resistencia a la compresión en un +4.31%, si adicionamos el 1.5% mucilago de tuna aumenta la resistencia la compresión en un +18.05% y si adicionamos el 2% del mucilago de tuna incrementa la resistencia a la compresión en un +25.46% y d) La adición del mucilago de tuna a un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejora la resistencia a la tracción. El caso de la adición del 1% de mucilago incrementa la resistencia a la tracción en un +8.27%, si adicionamos el 1.5% mucilago de tuna aumenta la resistencia la tracción en un +8.40% y si adicionamos el 2% del mucilago de tuna incrementa la resistencia a la tracción en un +8.68%.

Herrera (2014). "Efecto del cemento portland tipo 1, como estabilizante del material granular de la cantera el guitarrero para bases de pavimentos rígidos". Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad de Cajamarca, teniendo como objetivo general evaluar el efecto del cemento Portland Tipo I, como estabilizante en las propiedades físicas mecánicas del material granular de la cantera El Guitarrero para bases de pavimentos rígidos. Teniendo como conclusiones: a) El Cemento Portland Tipo I, no tuvo efecto en el índice de plasticidad del material granular de la cantera El Guitarrero, por ser un suelo no plástico y el límite líquido disminuyó, en un rango de 0% hasta 20% respecto al material en estado natural, b) El Cemento Portland Tipo I en 1% de adición en peso del material granular, aumentó la máxima densidad seca en 0.45%, con 2% de adición, aumentó en 1.36% y con 4% de adición aumentó en 2.27% de la máxima densidad seca, respecto al material en estado natural de la cantera El Guitarrero, El contenido de humedad óptimo disminuyó 1.69% al adicionarle 1%

de cemento, al adicionarle 2% de cemento disminuyó 5.08% y al adicionarle 4% de cemento disminuyó 6.78%, respecto al material en estado natural, c) El Cemento Portland Tipo I en 1% de adición en peso del material granular, aumentó el valor del CBR al 100% de la MDS en 219.89%, con 2% de adición aumentó 532.74% y con 4% de adición aumentó el valor en 1370.21% respecto al material en estado natural de la cantera El Guitarrero y d) El valor del CBR al 100% de la MDS, adicionando 1% de cemento en peso del material granular de la cantera El Guitarrero, es mayor del 100%, por lo que no es útil adicionar cemento en mayores porcentajes.

Primo (2014). “Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (*Opuntia ficus-Indica*) en la resistencia a compresión del concreto”. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad de Cajamarca, teniendo como objetivo general determinar el efecto de la adición de extracto de paleta de tuna, en la resistencia a compresión del concreto. Teniendo como conclusiones: a) Al adicionar el 1% de extracto de paleta de tuna, en peso cemento, la resistencia a compresión aumenta en un 21% respecto a nuestra resistencia base, b) Al adicionar el 3% de extracto de paleta de tuna en peso cemento, la resistencia a compresión disminuye en un 10% respecto a nuestra resistencia base, c) Al adicionar el 5% de extracto de paleta de tuna en peso cemento, la resistencia a compresión disminuye en un 38% respecto a nuestra resistencia base, y d) Se concluye que el efecto de la adición de extracto de paleta de tuna es positivo en dosis pequeñas, pero al ir aumentando la dosis nos muestra un efecto negativo.

Dentro de los estudios previos se citó artículos científicos en inglés, Aquilina, Paul and Borg (2018). They Shared the Article “The application of Natural Organic Additives in Concrete: *Opuntia ficus-indica*”. The objective of the research article is to implement the extract of the tuna mucilage by different methods and to be used in cement pastes being applied to the mortar, either replacing the water in the mixture with mucilage, or replacing the cement in the mixture with lyophilized OFI powder. The conclusion of the research article is that the results are optimal when using the extract of the mucilage of tuna in cement pastes, replacing the water and improving the energy. In addition, the tuna was used as an additive which was used as a retardant in both liquid and powder form. When adding this type of natural additive, the setting time of the

cement pastes was increased, which was obtained for a long time, which adversely affected the strength of these cement pastes.

Aquilina, Paul and Borg (2018), interpretando el presente artículo de investigación el fin de su objetivo es implementar el extracto del mucilago de tuna por diferentes métodos y que sean empleadas en pastas de cemento siendo estas aplicadas al mortero, ya sea reemplazando el agua en la mezcla con mucilago, o reemplazando el cemento en la mezcla con liofilizado OFI polvo. La conclusión del artículo de investigación es que los resultados son óptimos al emplear el extracto del mucilago de tuna en pastas de cemento reemplazando el agua y mejorando la energía. Además, la tuna se empleó como un aditivo la cual se usó como retardante tanto en forma líquida como en polvo. Al agregar este tipo de aditivo natural se aumentó el tiempo de fraguado de las pastas de cemento las cuales se obtuvieron un tiempo prolongado de estas, lo que afectó negativamente fue que disminuyó la resistencia de estas pastas de cemento.

Martínez Molina, W. [et al]. (2015). They Shared the Article “Cement-Based, Materials-Enhanced Durability from Opuntia Ficus Indica Mucilage Additions.” the present objective of the research article was that within 5 years the properties of the mortar and its behavior are determined by adding different percentages of mucilage, as a replacement for water. In addition, what type of application is appropriate to improve durability. Having as conclusion that tells us that the road is a great reach and that it generates a greater durability in the mortar that is in a cement base. The porosity of the mortar increases and increases its electrical resistance, ultrasonic pulse velocity and compressive strength. On the other hand, the benefit that is obtained is obtained in addition to this natural additive is that it is superabsorbent, retaining water for prolonged periods, favoring the hydration of the cement particles, which is considered a setting in the longer time.

Martínez Molina, W. [et al]. (2015). interpretando el presente artículo de investigación el fin de su objetivo fue que dentro de 5 años se determine las propiedades del mortero y su comportamiento agregándole diferentes porcentajes de mucilago, como reemplazo del agua. Además, que tipo de aplicación es el adecuado para mejorar la durabilidad. Teniendo como conclusión nos indica que el mucilago es un gran alcance ya que genera una mayor durabilidad en el mortero que están hechos a base de cemento. La porosidad del mortero disminuye y aumenta su resistividad eléctrica, velocidad de pulso ultrasónico y la resistencia

a la compresión. Por otro lado, el beneficio que se obtiene es que al agregarle este aditivo natural es que es súper absorbente, reteniendo agua por periodos prolongados, favoreciendo la hidratación de las partículas de cemento, lo cual se logra un fraguado en mayor tiempo. Dentro de las teorías que están relacionadas a la investigación, se cita definiciones como la que podemos encontrar sobre.

La Penca de Tuna. según Barbero (1998, p.148) nos indica que: Es una dispersión viscosa de goma en agua (mucílago), que contiene, entre otras sustancias carbohidratos, agua, proteínas y sales minerales. Es un aditivo con propiedades adhesivas, fluidamente, coloidal, retardador de fraguado e inductor de aire a la mezcla.

Según La Gerencia Regional Agraria La Libertad (2009, p 5.):

[...] Esta cactácea se localizan ampliamente dividida en el país, especialmente en los valles interandinos donde ha encontrado condiciones apropiadas para su establecimiento. Sus frutos son consumidos en forma natural tanto por los agricultores como por pobladores locales y son derivados en los principales mercados del país.

Por lo tanto, esta cactácea que se empleó se encuentra distribuida en el distrito de Santo Domingo de Olleros, provincia de Huarochirí siendo cultivados por los pobladores del mismo sector. Al emplear este mucilago de tuna se genera que la población tenga una mayor salida económica, ya que esta planta cactácea no solamente está destinada para uso medicinal, si no que la penca tuna tiene componentes que pueden mejorar la resistencia y absorción de agua en el concreto, los cuales son pocos empleados al usar.



Figura 2. Tuna encontrada en el camino vecinal Santo Domingo de Olleros – Huarochirí.
Fuente: Elaboración Propia.

Propiedades, según Torres, Martínez y Molina (2010, p.8)

“El nopal y sus derivados, [...] como el de la construcción por sus propiedades aglutinantes en adobes y pinturas, o anticorrosivos, como infiltradores de suelo entre otros. En México hay una larga historia del uso del mucílago de nopal en combinación con cal: aumenta sus propiedades adhesivas y mejora su repelencia al agua. [...] A partir del jugo de nopal, se puede fabricar pintura que actúa como impermeabilizante, el cual puede ser aplicado a cualquier construcción para protegerla.”

Además, Torres, Martínez y Molina (2010, p.8) nos dice que: En caso de adherirse a una casa, este impermeabilizante conformado a base de nopal, cubre la construcción del frío, la humedad del ambiente, del agua y de los insectos.

Extracción, según Ramírez (2008, p.34) nos indica que: El método más empleado en las investigaciones para la extracción del mucilago de tuna es de escaldado o de vapor, además nos indica que por este método las pérdidas de componentes de hidrosolubles son menores.

Por otro lado, Ramos (2017, p. 28-29) nos dice que: Los procedimientos por los cuales pasa el método escaldado o de vapor del mucilago de tuna son los siguientes:

- a) Se corta en trozos pequeños las hojas de tuna la cual nos facilitaran el pelado, ya que contiene muchas espinas.
- b) Se procede a ejecutar el proceso el escaldado o también llamado vapor, en la cual consiste en emplear una olla casera con agua la cual dejaremos hirviendo y generar vapor el cual dejaremos cocinar a la tuna por un promedio de 11 a 13 minutos hasta que por resultado la tuna tenga un color amarillento.
- c) Después de realizar el escaldado o vapor, posteriormente se realizará la molienda; en la cual emplearemos una licuadora casera y obtendremos una mezcla ligosa que se dejará en un reposo a una temperatura ambiente variando el tiempo entre 11 horas a 1 día.
- d) Posteriormente se deja la mezcla ligosa reposando, y se pone una manta la cual nos ayudara a evitar el paso de las partículas gruesas que contiene esta mezcla.

- e) Luego la mezcla ligosa se colocará en unos moldes para posteriormente en un horno, ya sea artesanal se ponga a una temperatura normal (50°-120°) por un total de 3 a 4 horas hasta que se encuentren totalmente secas y no contengan agua.
- f) Finalmente se tritura la mezcla ya secada en el horno, la cual obtendremos unas partículas pequeñas y el resultado ponerlo en un envase.

Ademas Jimenez (2014, p.20) nos muestra el siguiente diagrama (Fig. 2) del metodo de escaldado y no escaldadas que son las que usualmente son empleadas para la extraccion del mucilago de tuna.

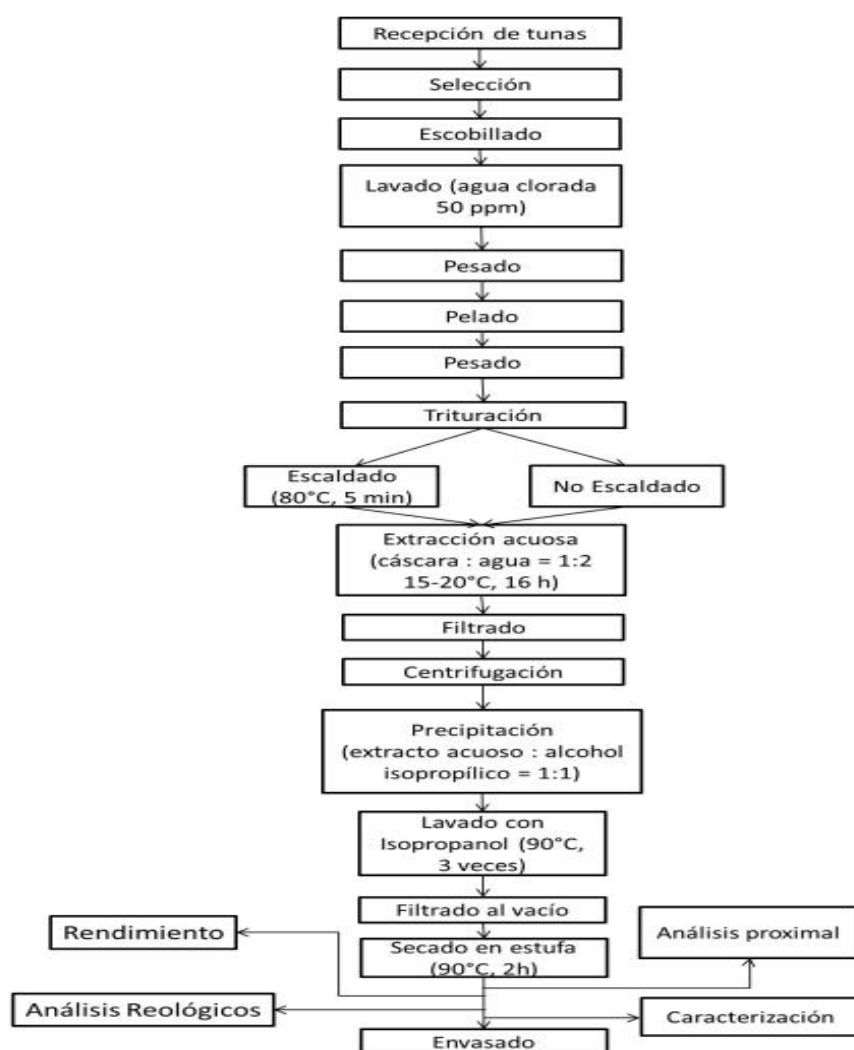


Figura 3. Procedimiento del metodo de escaldado o vapor Fuente: Jiménez, 2014.

Pavimento Unicapa, según Quintanilla (2007, p. 17) nos dice que: Son estructura de pavimento la cual está constituida por una sola capa empleando el mismo suelo natural (suelo de fundación), mezclado con una proporción de cemento Portland la cual varía entre un 11% y 20% en peso, que compactada es capaz de poder resistir las cargas y el desgaste producido por el tráfico, proporcionando a la vez una superficie de rodaje adecuada.

Suelos, según Casas (2001, p.11) nos dice que: El suelo es el resultado de la transformación, el transcurso del tiempo, de un material geológico (la roca madre), por la influencia de diversos procesos físicos, químicos y biológicos. El suelo está compuesto de partículas minerales, materia orgánica, agua y aire en proporciones variables.

Tipos de suelos, existen cuatro tipos de suelos las cuales se caracterizan por qué se diferencian por su composición, textura, color, el tamaño de sus partículas y las cuales serán denominadas como un suelo grueso o un suelo fino.

Gravas, según Crespo nos indica que son acumulaciones sueltas de fracciones de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro. Dado la procedencia, cuando son acarreadas por las aguas las gravas sufren desgaste en sus aristas y son, además, redondeadas. [...] Sus partículas se modifican desde 7.62 cm (3'') hasta 2.0 mm. (2004, p. 21).

Como nos dice el autor las gravas son secciones de grandes rocas que con el tiempo han ido disgregándose en tamaños más pequeños, las cuales también son conocidas o llamadas como piedras, es un material que se emplea para la construcción también denominado como agregado grueso. También son denominados y pertenecen al grupo de suelos granulares.

Arena, según Crespo (2004) sostiene al respecto sobre la arena que: La arena tiene la denominación que se le da a los materiales de granos finos originarios de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2mm y 0.0.5 mm de diámetro. (p.22).

Las desintegraciones de las rocas las cuales pueden ser de forma natural o artificial lo cual producen que se obtengan como resultado la arena. La arena esta denominada como un agregado fino por sus pequeñas partículas que las que están compuestas. Por otro lado, la arena es un material que no tiene plasticidad y es utilizado en la construcción con una denominación de arena gruesa y fina.

Limo,

Según Crespo nos define que:

Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser *limo inorgánico* como el resultado en canteras, o *limo orgánico* como el que suele localizarse en los ríos, siendo en este último caso de propiedades plásticas. [...]. (2004, p. 21).

Los suelos limosos son la combinación de gravas pequeñas, arena y arcilla. Son considerados suelos cohesivos por el tamaño de sus partículas por contener granos finos. Existen 2 tipos de limos, orgánico e inorgánico variando en sus propiedades y características.

Arcilla

Según Crespo nos indica que:

Se les denomina arcilla a las partículas sólidas con un diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. [...] se estiman como arcillas a las partículas menores a 0.002 mm. (2004, p. 21).

La arcilla es un material que está compuesta por finos granos y las cuales tienden a cambiar cuando tienen contacto con el agua. La arcilla cuando está seca tiene la propiedad de endurecerse, es un material sumamente plástico. Son considerados como suelos cohesivos.

Cemento, según Areal (2002, p. 413) nos indica que: El cemento Portland es un polímero inorgánico sintético barato y ampliamente usado. Se emplea como un material de

construcción básicamente que no incluya ni metal ni madera. [...] el cemento está compuesto por silicatos de calcio cristalinos anhidros.

Existen 5 tipos de cementos los cuales mencionaremos a continuación:

- Cemento tipo I: Es el cemento más usado y el más comercialmente empleado. Su uso es general, es apropiado cuando no son requeridas las propiedades especiales de los otros tipos de cemento. Normalmente se emplea en veredas, concreto armado, pavimentos, etc.
- Cemento tipo II: Este tipo de cemento genera menos calor de hidratación a comparación del cemento tipo I, su uso es en lugares en los cuales se genera un mayor grado de temperatura; además este tipo de cemento se emplean en estructuras de masas de concreto considerables.
- Cemento tipo III: El cemento tipo III es el que alcanza una mayor resistencia en un menor tiempo que los otros tipos de cemento. Su resistencia pueden adquirirla en una semana o menos desde el vaciado. Este tipo de cemento no es considerado en estructuras de grandes masas de concreto.
- Cemento tipo IV: Este tipo de cemento logra su resistencia a un mayor tiempo que el cemento de tipo I, normalmente es empleado en estructuras de grandes volúmenes de concreto tales como grandes presas, además este cemento se emplea donde el calor de hidratación debe ser disminuido al mínimo.
- Cemento tipo V: El cemento tipo V se utiliza cuando la estructura va a estar expuesta a tener contacto con el agua, o en aquellos suelos que tienen un alto contenido de sulfatos. Este tipo de cemento logra su resistencia en un mayor tiempo que el cemento tipo I.

Según Ortega (2014, p.16) nos dice que: Como información adicional, también existen los cementos con incorporaciones de aire los cuales los encontramos en la norma ASTM C 175. Existiendo 3 tipos de cemento con incorporación de aire: IA, IIA y IIIA.

Suelo-Cemento

Según el Manual de Carreteras (2013, p.118) nos indica que:

El suelo-cemento se adquiere por la combinación de la mezcla misma del suelo natural (suelo de fundación) talmente disgregada con cemento, agua y otras eventuales adiciones, posteriormente de una compactación y un teniendo un adecuado curado. Por lo tanto, este material combinado se convierte en uno más resistente, aunque no logra compararse al concreto teniendo una inferior resistencia y un módulo elasticidad más bajo que el concreto.

Por otro lado, nos indica que el suelo más apropiado de poder emplear el cemento son los suelos granulares con clasificación de tipo A-1, A-2 y A3, con una plasticidad de baja o media. La dosificación del suelo-cemento se observa en la siguiente (Tabla 1) de acuerdo al tipo de suelo en el que se empleara.

Tabla 1. *Porcentaje de cemento según la clasificación de suelos.*

Clasificación de suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido Porcentaje del peso de los suelos
A-1-a	3 - 5
A-1-b	5 - 8
A-2	5 - 9
A-3	7 - 11
A-4	7 - 12
A-5	8 - 13
A-6	9 - 15
A-7	10 - 16

Fuente: MTC “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013.

Ensayos de Campo encontramos lo siguiente:

La calicata es un ensayo que se realizó en campo y en el lugar de estudio la cual esta tiene como procedimiento mediante una excavación mecánica la cual nos proporciona el conocimiento de los estratos por los cuales está compuesto el suelo de fundación. Su variación de profundidad de la calicata varía de acuerdo al tipo de proyecto según su envergadura (Ver Tabla 2).

Tabla 2. *Número de Calicatas según el tipo de carretera*

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

Fuente: MTC “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013.

Ensayos de Laboratorio se realizó:

Ensayos de Caracterización de Suelos, estos ensayos se encargarán de determinar sus características del suelo mediante procedimientos establecidos por las normas ASTM.

Análisis Granulométrico (ASTM D422), o también conocido como granulometría es el ensayo el cual nos permite conocer los tamaños por el cual está conformado el tipo de suelo analizado. Mediante este ensayo podremos saber qué tipo de partículas predominan y es un ensayo previo e importante para la clasificación de suelos. Se emplearán los siguientes tamices para el ensayo de granulometría (Ver Figura 4) y (Ver Tabla 3).



Figura 4. Tamices Granulométrico
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3. *Tamaño de partículas de acuerdo al tipo de material*

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

Fuente: MTC “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013.

Contenido de Humedad (ASTM D2216), este ensayo es simple de realizar, lo cual nos permitió determinar cuánto contenido de agua contiene el material. El procedimiento de este ensayo es extraer una muestra del material con el que se trabajó y se realiza el pesaje, luego se metió al horno para un secado a una cierta temperatura; para después posteriormente pesarse el material seco.

Límite Líquido y Límite Plástico (ASTM D4318), el límite líquido es el contenido de humedad por la cual está representado en porcentaje el material natural. Se emplea la copa de casa grande ensayándolo con una mayor de una muestra de 100g.

El límite plástico se amasa en formas representativas de pequeñas barritas como si fuera una plastilina de un diámetro de 3.2 mm rodándola en un vidrio esmerilado hasta que se agrieten.

Índice de Plasticidad, el índice de plasticidad es la resta entre el límite líquido y límite plástico, si alguno de estos ensayos no tiene límite plástico será representada como un N.P. (No plástico). El tipo de suelo en la cual se obtiene un mayor índice de plasticidad es la arcilla (Ver Tabla 4).

Tabla 4. *Índice de plasticidad*

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

Fuente: MTC “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013.

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

Clasificación de suelos (SUCS), según Crespo (2004, p.88) nos indica que: “El sistema fue presentado por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en 1942 para aeropuertos.” (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Clasificación de suelos según SUCS

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

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

Sistema de clasificación (AASHTO), según Bowles (1982, p. 88-89) nos dice que el sistema de clasificación (AASHTO): Se clasifica los suelos de ocho grupos, desde A-1 hasta A-8 (Ver Tabla 6), y originalmente requiere de los siguientes datos:

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

Tabla 6. Clasificación de suelos según AASHTO

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

Fuente: BOWLES Joseph, 1982.

Como podemos observar en la tabla no encontramos el grupo A-8 (Ver Tabla 6), la cual es turba o vegetal y la podemos clasificar en base a una descripción visual.

Tabla 7. Resumen de clasificación de suelos según AASHTO y SUCS.

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

Fuente: MTC, 2013.

Se Aplicó Ensayos de Resistencia

Proctor Modificado (ASTM D-1557), se realizó el ensayo en el laboratorio y se empleó para determinar la relación entre el %OCH (óptimo contenido de humedad) y la MDS (máxima densidad seca) para analizar la curva de compactación, es un ensayo con procedimientos de compactación. Este ensayo tiene el Método A, B y C los cuales varían de acuerdo al tamaño de partículas, el método se basará en la graduación del material. El método A y B, se realiza en el molde de 4" agregándole 5 capas de material empleándole 25 golpes por cada capa con el pisón, el método C se realiza en el molde de 6" agregándole 5 capas de material empleándole 56 golpes por cada capa. Este un ensayo previo para realizar el ensayo del CBR.

CBR (California Bearing Ratio) (ASTM D-1883), este ensayo nos permitió determinar el índice de resistencia del suelo o también denominada la capacidad de soporte del suelo. Este ensayo se realizó en el laboratorio empleando la muestra extraída con un óptimo contenido de humedad y densidad; este método se empleó para determinar la capacidad de soporte de la subrasante, base, sub-base y de la capa de rodadura. Según la Tabla 8, nos muestra que subrasante se obtiene de acuerdo al ensayo de CBR en porcentajes. Asimismo, en la tabla 9 se describe el número de CBR según el tipo de carretera.

Tabla 8. *Porcentaje de CBR para determinar el tipo 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: MTC "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013.

Tabla 9. *Números de CBR según el tipo de carretera*

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

Fuente: MTC “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2013.



Figura 5. Prensa CBR
Fuente: Elaboración Propia.

El ensayo a la compresión simple (ASTM D2166 – 06), es un ensayo en la cual se calculó o evaluó la resistencia última de un suelo cohesivo o semi-cohesivo, por medio de emplear una carga con control de deformación y usar una muestra inalterada en forma cilíndrica de suelo. Este ensayo es muy fácil de efectuar en comparación con el ensayo de compresión triaxial.

Dentro del desarrollo de este trabajo de investigación se ha realizado la formulación del problema, en donde el problema general fue:

Problema General, ¿De qué manera influye la aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarochirí, 2019?

Problema Específico, ¿Cuál es la clasificación del suelo en el que se aplicó el Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa?

¿Cuánto influye la aplicación del mucilago de tuna en la resistencia del diseño de pavimento unicapa?

¿Cuál es el óptimo porcentaje de dosificación del Mucilago de Tuna que se empleó en el diseño de pavimento unicapa?

Esta investigación se justifica de manera teórica, metodológica, técnica y económica.

Justificación Teórica, la investigación está relacionada de acuerdo a las normas ASTM, AASHTO, la Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones y el MTC. Además, el proyecto de investigación busco proponer una mejor solución a los caminos vecinales no pavimentadas empleando el Mucilago de Tuna, que fue anteriormente empleando en el concreto obteniendo resultados favorables. Por otro lado, se quiso conocer cuál era el óptimo porcentaje del el Mucilago de Tuna para emplearlo en el diseño de pavimento unicapa, y así pueda dar una mayor resistencia.

Justificación Metodológica, el proyecto de investigación se rigió mediante los instrumentos de medición, teniendo como objetivo emplear un nuevo conocimiento sobre el Mucilago de Tuna aplicándolo en el diseño de pavimento unicapa. Los cuales se plantearon preguntas y así se resolvió si el proyecto de investigación responde satisfactoriamente nuestras expectativas. El tipo de investigación del proyecto es Cuasi-Experimental.

Justificación Técnica, el proyecto de investigación empleo una mejora en el camino vecinal Santiago de Olleros realizando el diseño de pavimento unicapa, además de ello aplicándole un aditivo natural (Mucílago de Tuna) con diferentes dosificaciones y así se obtuvo una dosificación optima en la cual mejoro considerablemente la resistencia del diseño de pavimento unicapa.

El suelo del camino vecinal por haberse realizado una observación visual se comprende que el tipo de suelo fue limo y arcilla, la cual estos tipos de suelos es considerando con una media-alta plasticidad y además que tiene una menor resistencia lo cual no cumple los requisitos para ser un suelo por el cual soporte poca resistencia sometidas por los esfuerzos y cargas de los vehículos. Por lo tanto, se optó por mejorar; es por ello que se diseñó un pavimento unicapa aplicándole el mucilago de tuna en forma de polvo.

Justificación Económica, el proyecto de por sí, tiende a ser económico en todos los aspectos para el mejoramiento del camino vecinal, empleando el mucilago de tuna en el diseño de pavimento unicapa con respecto a realizar un camino vecinal pavimentado, ya sea flexible o rígido. El proyecto de investigación tiende a mejorar la red vial del camino vecinal, la cual mejora el turismo en la zona; ya que los pobladores se dedican a la ganadería y cosecha. Además, que en el sector se cosecha la tuna; los pobladores tienen la opción de vender su cosecha y obtener un ingreso.

Hipótesis General, La aplicación del Mucilago de Tuna influye en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarochirí, 2019.

Hipótesis Específico, La clasificación del suelo fue indispensable para la aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa.

La aplicación del mucílago de tuna influyo positivamente en la resistencia del diseño de pavimento unicapa.

La dosificación del Mucilago de Tuna que se empleó en el diseño de pavimento unicapa debe ser mayor al 1% del peso de la muestra.

Objetivo General, analizar la influencia de la aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarochirí, 2019.

Objetivo Específico, conocer la clasificación del suelo en el que se aplicó el Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa.

Determinar la influencia de la aplicación del mucilago de tuna en la resistencia del diseño de pavimento unicapa.

Calcular el porcentaje óptimo de dosificación del Mucilago de Tuna que se emplea en el diseño de pavimento unicapa.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo de Investigación

Según Rodríguez nos dice que el tipo de investigación aplicada (p.23). [...] Se aplica la investigación a problemas concisos, en circunstancias y características específicas. Esta forma de investigación se dirige directamente para utilizar y no al desarrollo de teorías.

En la presente investigación se utilizó el tipo de investigación aplicada, porque empleamos problemas concretos y resolveremos estas disyuntivas que están entendidos por el autor. Por otro lado, aplicamos conocimientos adquiridos de teorías que están establecidas mas no realizamos la creación de una teoría o un modelo nuevo.

Diseño de Investigación.

Según Carrasco (2005, p. 70): Se llaman diseños cuasiexperimentales, a aquellos que no asignan al azar los sujetos que forman parte del grupo de control y experimental, ni son asociados, puesto que los grupos de trabajo ya están formados [...]

En la presente investigación el diseño es cuaxiesperimental perteneciente al diseño experimental, por la cual al menos una de las variables independientes se manipulará, ya que se empleó teorías que ya existen previamente al proyecto, y se creó un nuevo modelo basada en una teoría, manuales, guías existentes en las cuales nos basamos para la elaboración del proyecto de investigación.

Enfoque

Según Gómez (2006, p.60) nos indica que: un enfoque cuantitativo es la cual en proyecto de investigación se utiliza la recolección de datos para responder preguntas y comprobar hipótesis planteadas previamente, por otro lado, este enfoque se basa en la medición numérica y el conteo.

Por lo tanto, el tipo de enfoque se basa en la recolección de datos para poder responder a nuestras preguntas específicas que se plantearon del proyecto de investigación y poder probar nuestras hipótesis, además que nos ayudara a establecer nuestro tipo de población estén definidas.

Nivel de Investigación

Fassio, Pascual y Suarez (2006, p.41). Los estudios explicativos tienen por el propósito de establecer la existencia de relaciones y medir el grado de estas relaciones. Este tipo de estudios permite desarrollar un análisis más profundo que la mera descripción [...]

Por lo tanto, el estudio explicativo no solo nos permite describir un problema, sino que buscan hallar las causas de un fenómeno estableciendo relaciones y midiéndola estas mismas. El proyecto de investigación se basó en explicar los resultados, de los cuales se elaboraron preguntas para poder responderlas y saber si nuestras hipótesis fueron demostradas.

2.2. Operacionalización de Variables

Variable de Investigación	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Metodología de Investigación
Variable independiente	Según Barbero (1998) nos indica que: Es una dispersión viscosa de goma en agua (mucilago), que contiene, entre otras sustancias carbohidratos, agua, proteínas y sales minerales. Es un aditivo con propiedades adhesivas, fluidamente, coloidal, retardador de fraguado e inductor de aire a la mezcla. (p.148)	Se empleo el Mucilago de Tuna al diseño de pavimento unicapa para conocer sus propiedades, ventajas y pueda obtenerse como una propuesta tecnología en la cual pueda mejorar los caminos vecinales no pavimentados.	Propiedades	Composición	Nivel de Investigación Explicativo
Mucilago de Tuna				Características	
			Dosificación	1%	
				2%	
				3%	
Variable dependiente			Según Quintanilla (2007, p. 17) nos dice que: Se definen como una estructura de pavimento la cual está constituida por una sola capa empleando el mismo suelo natural (suelo de fundación), mezclado con una proporción de cemento Portland la cual varía entre un 11% y 20% en peso, que compactada es capaz de poder resistir las cargas y el desgaste producido por el tráfico, proporcionando a la vez una superficie de rodaje adecuada	Se realizo el diseño de pavimento unicapa o más conocido como suelo-cemento, una combinación del material de fundación con cemento, a la vez siendo compactado.	
Diseño de Pavimento Unicapa	SUCS				
	Resistencia del Suelo	Proctor Modificado			
		Capacidad de Soporte (CBR)			
Costo	Resistencia a la Compresión Simple				
	Pavimento Unicapa				
				Pavimento Unicapa empleando el mucilago de Tuna	

2.3. Población, muestra y muestreo

Población

Según Carrasco (2005, p. 236-237.) nos define que la población: Es la agrupación de todos los componentes (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el proyecto de investigación.

Según el autor mencionado la población es el conjunto de elementos en donde se desarrolló el trabajo de investigación. El estudio de investigación se realizó en el camino vecinal Pampa Pacta – Santiago de Olleros, Huarochirí teniendo una longitud de 80 kms, teniendo como población toda la longitud de este camino vecinal.

Muestra

Según Carrasco (2005, p. 237) nos dice al respecto que “Es una parte o fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella [...]”.

Tomando como referencia al autor Carrasco que nos indica que la muestra es una parte que representa a la población, tomamos parte como muestra del camino vecinal Pampa Pacta – Santo Domingo de Olleros del tramo de la progresiva K 3+000 hasta K 6+000, se tomó un tramo de 3km de muestra del camino vecinal, usando como referencia la norma E.050. Por otro lado, de los 3 kms que se toman como muestra se realizó 1 calicata por 1km, tomando como referencia 3 kms de la muestra, la cual se conoció los diferentes tipos de estratos por el cual está compuesto el suelo.

Se realizó la exploración y excavación en campo, ejecutándose el ensayo de calicata cada km según el MTC. Se tomó como muestra 3 km, realizándose un total de 3 calicatas con una profundidad de 1.5 m, de acuerdo a cada calicata se extrajo los tipos de suelos por las cuales está compuesto, con estos conocimientos se realizó los ensayos para la clasificación del suelo y con estos resultados se supo qué tipo de suelo predomina en el camino vecinal Santo Domingo de Olleros. Para los ensayos de resistencia se realizó el ensayo Proctor Modificado y CBR al suelo de fundación que más predominó en las calicatas realizadas; por lo tanto, se realizó: 1 Proctor Modificado y 1 CBR, esto basado de acuerdo al MTC para caminos con un $IMD \leq 200$ veh/día. Posteriormente de haber realizado el ensayo de Proctor Modificado y CBR al suelo de fundación, se ejecutó el ensayo de Proctor Modificado y el ensayo CBR para el diseño de pavimento unicapa (suelo de fundación – cemento portland), posteriormente a ello también se realizó el ensayo al suelo de fundación - cemento portland,

pero con la aplicación del mucílago de tuna en diferentes dosificaciones 1%, 2% y 3% respectivamente obteniendo un total de 4 Proctor Modificado y 4 CBR's.

Por otro lado, se realizó el diseño de pavimento unicapa teniendo como patrón 3 especímenes de suelo – cemento, las cuales se sometieron a un proceso de curado por 7 días en una cámara de humedad y después del curado se sumergieron en agua por un lapso de tiempo de 4 horas, para luego ser evaluados por el ensayo de resistencia a la compresión simple; Posteriormente se le aplicó el mucílago de tuna en polvo con un porcentaje de dosificación de 1%, 2% y 3% al diseño de pavimento unicapa realizando nuevamente el proceso de curado y ensayo de resistencia a la compresión simple. Teniendo como muestras con la adición del aditivo natural (mucílago de tuna en polvo) un total de 9 probetas.

Muestreo

Según el estudio de investigación, se empleó un método de muestro no probabilístico, ya que la elección de nuestra muestra será seleccionada dependiendo de lo que utilice en la investigación.

De acuerdo a lo expresado por (Sampieri 2010, p.176) “(...) la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con la característica de la investigación o de quien hace la muestra.”

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica

Según Romero (2003, p.43). Las técnicas de investigación representan un sistema de principios y normas que auxilian al investigador en la aplicación del método elegido.

De acuerdo al proyecto de investigación podemos decir que la técnica que se empleó fue la “observación”, la cual nos ayudó para referirnos al procedimiento de selección de problemas, objetivos, hipótesis y la recolección de información.

Instrumento de recolección de datos

Según Gómez (2006, p. 121) nos dice que para la recolección de datos bajo la perspectiva cuantitativa: [...] recolectar los datos es equivalente a “medir”. De acuerdo con la definición de este término, medir significa “asignar números a objetos y eventos de acuerdo con ciertas reglas.

En el proyecto de investigación se empleó la recolección de datos la cual se realizó recolectando datos y estos fueron medidos para obtener resultados. Por otro lado, en la recolección de datos se aplicó de acuerdo a su naturaleza y característica del problema.

Validez

Según Carrasco (2005, p. 336) nos indica que: Esta característica de los instrumentos de investigación consiste en que estos evalúen con objetividad, especificación, formalidad y autenticidad aquello que se desea medir alguna variable de estudio.

Por lo tanto, la validez del estudio de investigación se midió de acuerdo a la evaluación de juicio de expertos, además que los ensayos serán veraces y auténticos ya que se realizó en un laboratorio la cual nos emite un informe y resultados firmados por los ingenieros especialistas.

Confiabilidad

Según Carrasco (2005, p. 339) nos indica que: Es la facultad o atributo de un instrumento de medición, que le permite alcanzar los mismos resultados, al emplearse una o más veces a la misma persona o grupos de personas en diferentes periodos de tiempo.

Por otro lado, Mohammad (2006, p. 229) nos dice que: “Una medición es confiable de acuerdo con el grado en que puede ofrecer resultados consistentes”.

Para la confiabilidad del estudio, se realizaron varios tipos de ensayos obteniendo

fotográficamente cada una de ellas realizadas en el laboratorio y en campo. Por otro lado, se obtuvieron los datos por parte de la empresa encargada que realizó los ensayos de laboratorio.

Tabla 10. *Confiabilidad de expertos.*

Expertos	Puntaje
Experto 1	0.93
Experto 2	0.97
Experto 3	1
Promedio	0.97

Fuente: Elaboración Propia.

2.5. **Procedimiento**

Para el procedimiento y el proceso de nuestro proyecto de investigación se realizó por tramos. Para nosotros empezar a realizar una investigación tenemos que tener en cuenta un problema que aqueja nuestra sociedad (mirar a nuestro alrededor) y plantearnos incógnitas; de acuerdo a ello se eligió un tema, las cuales posteriormente estos fueron resueltos en el proceso de la investigación. Además, se plantearon las hipótesis y objetivos; las cuales se pudo lograr, determinar o dar a conocer en el proyecto de investigación, por otro lado, se realizó la elección del método de investigación, la recolección de datos, población y muestra y muestreo. Por consiguiente, se realizó la recolección de datos mediante los diferentes ensayos que se ejecutaron. Los ensayos que se evaluaron son primeramente la caracterización del suelo, las cuales implican en conocer sobre en qué tipo de suelo se realizó el proyecto de investigación, para ello los ensayos serán los siguientes: Análisis granulométrico, contenido de humedad, índice de plasticidad; todos estos ensayos se realizaron de las muestras que han sido extraídas mediante el ensayo de campo (Calicata).

Luego de realizar los ensayos de caracterización se procedió a realizar los ensayos de resistencia las cuales nos ayudaron a conocer si el suelo tiene una resistencia adecuada sin necesidad de estabilizar o mejorarlo que cumpla según la norma del MTC, y la NORMA E.0.50, estos ensayos son comprendidos por Proctor Modificado y C.B.R. para realizar nuestro diseño de pavimento unicapa emplearemos un porcentaje entre 11 a 15 % de acuerdo al peso de la muestra extraída, para nosotros medir la resistencia de nuestro pavimento

unicapa se realizó el ensayo de Resistencia a la Compresión Simple, obteniendo tres muestras patrón de suelo – cemento las cuales se mediaron su resistencia en 7 días de curado en una cámara de humedad y después sumergido en 4 horas, obteniendo una resistencia promedio. Posteriormente a ello se realizó la aplicación del mucilago de tuna en polvo en el diseño de pavimento unicapa, la cual fue extraída mediante el método de escaldado o de vapor, las cuales fueron aplicadas en porcentajes de 1%, 2% y 3% de dosificación de acuerdo con el peso de la muestra. Asimismo, se realizó los ensayos de resistencia a la compresión simple en los diferentes porcentajes empleados, por lo tanto, de los ensayos realizados se verificará si se obtendrá una mayor resistencia en el diseño.

Posteriormente a los ensayos realizados se conoció si el aditivo natural mejora la propiedad de la resistencia en el diseño de pavimento unicapa.

Luego de conocer y de obtener el resultado de acuerdo con ello se procesó todos los datos que se emplearan para responder nuestras incógnita e hipótesis; y así sabremos si el proyecto de investigación es satisfactorio y aplicable. Todo esto fue validado bajo el juicio de expertos, es por ello por lo que en la recolección de datos nuestras fichas de validación están firmadas y selladas por ingenieros expertos sobre el tema de suelos e infraestructura vial, los cuales tienen que estar habilitados por el colegio de ingenieros del Perú.

2.6. Método de Análisis de Datos

El proyecto de investigación se realizó como método de análisis de datos los tipos de ensayos de suelos que se empleó, estos ensayos nos dieron resultados; los cuales se realizó para la recolección de datos y posteriormente procesarlos.

2.7. Aspectos Éticos

Respeto

El respeto es un valor que nos permite como ser humanos observar, apreciar teniendo como reconocimiento el valor propio mismos y de nuestros prójimos. Además, está basado en la ética y la moral, por tal si nos centramos en la compostura académica nos enfatizaríamos en

reconocer el tipo de información que empleamos en nuestro proyecto de investigación, renombrando los autores y fuentes mediante referencias bibliográficas.

Honestidad

La honestidad es un valor que constituye parte de la formación de la personalidad del ser humano, en la cual consiste en la autenticidad o veracidad de la persona. En el aspecto académico tendremos que ser honestos al utilizar o emplear alguna fuente, citarlos correctamente y no omitirlos como si fuera información propia.

III. RESULTADOS

3.1. Descripción de la Zona de Estudio

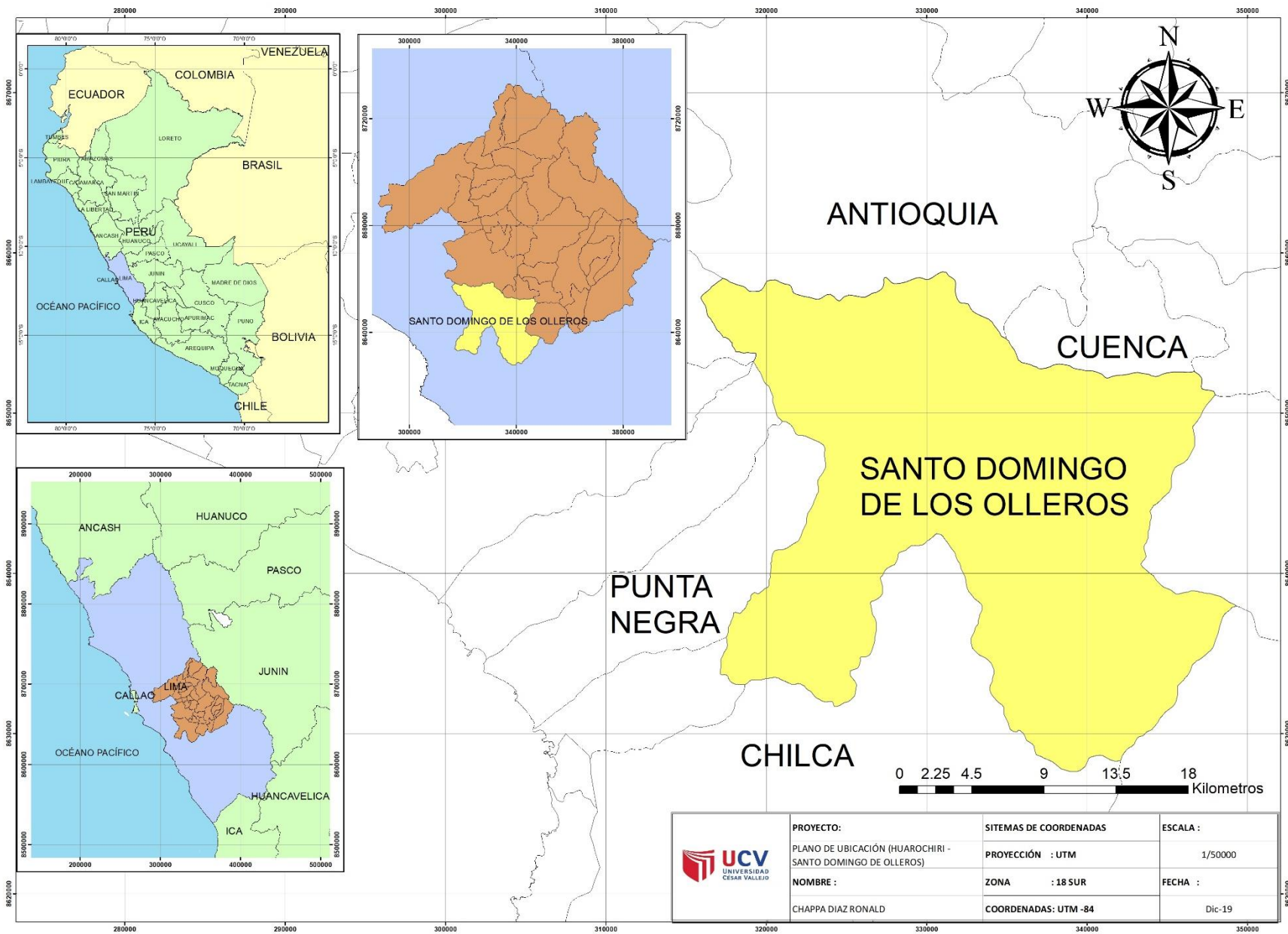
El distrito de Santo Domingo de Olleros, se encuentra ubicado en la provincia de Huarochirí, departamento de Lima. Teniendo una altura de ciudad capital de (2693 m.s.n.m.)

El proyecto de investigación se ejecutó en el camino vecinal Santo Domingo de Olleros, la cual se realizó el ensayo de campo (Calicata); lo cual nos permite conocer el tipo de estrato por la cual está compuesto el suelo. Por otro lado, se realizó 3 calicatas en la progresiva 3+500, 4+500 y 5+500 con una profundidad de 1.5m. El fin de realizar la calicata es de conocer la composición del suelo del lugar de trabajo; obteniendo así muestras de diferentes composiciones, posteriormente estas muestras que se extrajeron de las calicatas se lleven a laboratorio para que se realicen los ensayos pertinentes.

Los ensayos en laboratorio que se realizaron para la caracterización de suelo son: Granulometría, L.L., L.P. y Contenido de Humedad; estos ensayos nos permitieron conocer la clasificación y conocer exactamente en qué tipo de suelo se realizó el proyecto de investigación. Luego de ello, se realizó el ensayo de resistencia los cuales están comprendidos por el: Proctor Modificado, CBR y por último el ensayo de Resistencia a la Compresión Simple. Estos ensayos nos permiten conocer la capacidad de soporte del suelo, la cual se realizaron estos ensayos para cada muestra predominante extraída de cada Calicata.

Ubicación del Proyecto

La ubicación del Proyecto se encuentra en el distrito de Santo Domingo de Olleros localizada en la sierra alta de la Región de Lima Provincia en la región central andina, en el extremo sur occidental de la provincia de Huarochirí, entre las cotas 100 m.s.n.m. y el más alto a 3,809 m.s.n.m.



 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	PROYECTO: PLANO DE UBICACIÓN (HUAROCHIRI - SANTO DOMINGO DE OLLEROS)	SITEMAS DE COORDENADAS PROYECCIÓN : UTM	ESCALA : 1/50000
	NOMBRE : CHAPPA DIAZ RONALD	ZONA : 18 SUR	FECHA : Dic-19
	COORDENADAS: UTM -84		

Se realizaron 3 calicatas con las siguientes coordenadas UTM (Ver Figura 6):

C-1

X: 333127

Y: 8648224

18 L

Altitud: 2722 m.s.n.m.

C-2

X: 332762

Y: 8647807

18 L

Altitud: 2675 m.s.n.m.

C-3

X: 332726

Y: 8647602

18 L

Altitud: 2637 m.s.n.m.

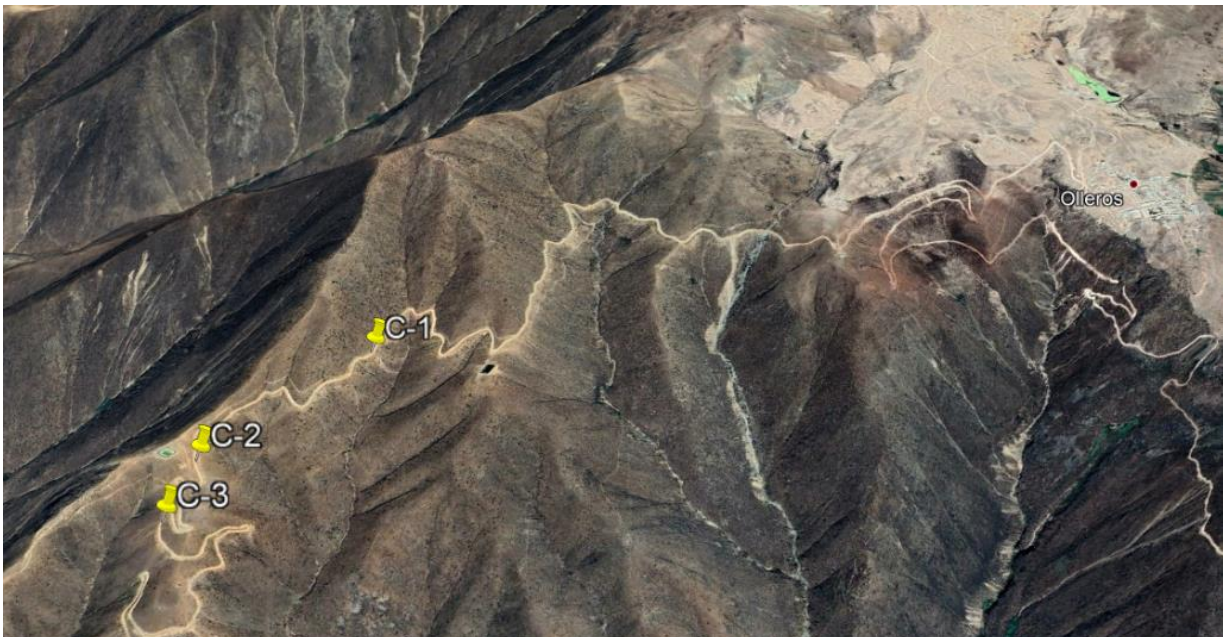


Figura 6. Ubicación de Puntos de Calicata en Google Earth

Extracción de Muestras

La extracción se realizó mecánicamente realizando el ensayo en campo Calicata (ASTM D-2488), de 1.5m de profundidad. Guiandonos del Manual de Transportes y Comunicaciones (MTC) (Ver Tabla N°2), que nos indica que por ser un camino vecinal $IMDA \leq 200$ veh/día se realiza por cada kilometro 1 calicata.

Asimismo continuando con la extracción de muestras para la obtención del Mucílago de Tuna (polvo) se llevo un proceso de selección de las pencas de tuna o nopal (*opuntia ficus - indica*), las cuales se consiguieron de los sembríos que se encuentran en la parte aledaña del trayecto de la carretera que se dirige al Distrito de Santo Domingo de Olleros - Huarochirí; dichas pencas de tuna se seleccionaron de tal forma que no hayan sido afectadas por la cochinilla (insecto parásito de la penca), estas pencas despues de brindar sus frutos (tuna), son desechadas en partes desérticas o aledañas a la carretera no dandole otro uso alguno.

Proceso de deshidratación: Una vez obtenido cierta cantidad de pencas se procede a limpiarlas, sacarles las espinas, lavarlas y luego se las corta en trozos, para así llevarlas a un proceso de escaldado para lo cual se utilizo un cocina casera, ollas y una malla en este caso metalica en donde se dejo reposar los trozos de la penca de tuna, se hizo hervir el agua, de tal forma poder generar vapor y cocinar a la tuna por un promedio de 11 a 33 minutos hasta que por resultado la tuna tenga un color amarillento; luego de realizar el proceso de escaldamiento o vapor se procedió con la trituración de la penca utilizando para ello una licuadora casera, obteniendo una mezcla ligosa, se dejó reposar la mezcla por un lapso de 1 día a una temperatura ambiente, después de pasado 1 día, se hizo el proceso de colado utilizando para ello una manta que retenga las partículas gruesas de la muestra; estas muestras se colocaron en bandejas de metal y posteriormente sean ingresadas un horno en el laboratorio a una temperatura de 80°C por un total de 3 a 4 horas hasta que las muestras se encuentren debidamente secas y no contengan agua; seguidamente una vez obtenido las muestras secas se proceden a moler utilizando un moledor o una licuadora casera, de tal forma que se obtuvo Mucílago de Tuna en polvo, el cual fue utilizado en los diferentes ensayos con sus respectivas dosificaciones, las mismas que nos dieron resultados para mejorar el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros.

3.2.Trabajos Preliminares

En los trabajos preliminares se procede a mencionar cada uno de los ensayos que fueron realizados.

Clasificación de Suelos

Para obtener nuestra clasificación de suelos, constaron de los siguientes ensayos:

1) Análisis Granulométrico

El ensayo de Análisis Granulométrico se realizó a cada una de las muestras extraídas del ensayo de campo (Calicata), teniendo como resultado el % de los tamaños de las partículas agrupadas en Gravas, Arena y Finos.

2) Contenido de Humedad

Cada tipo de muestra presenta un tipo de humedad diferente, es por ello que todas las muestras tienen que ser analizadas. Este ensayo consta de tomar el peso de nuestra muestra húmeda y luego anotar el peso de la muestra secada en el horno.

3) Límite de Atterberg

Luego de realizar el ensayo de Granulometría y el Contenido de Humedad, se prosigue a realizar el ensayo de Límite Líquido y Límite Plástico, estos datos son importantes para obtener la clasificación de suelos según AASHTO y SUCS.

Calicata N°1

Tabla 11. *Análisis Granulométrico (Calicata N°1)*

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Progresiva Km	Granulometría		
					%G	%A	%F
1	C-1	M-1	0.00 - 0.10	3+500	*	8.7	91.3
2	C-1	M-2	0.10 - 0.40	3+500	22	62.8	15.2
3	C-1	M-3	0.40 - 1.50	3+500	56	32.9	11.1

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 11. correspondiente a la Calicata N°1 se encontró 3 tipos de muestras, las cuales fueron estudiadas y de acuerdo al análisis granulométrico realizado, se encontró los % de gravas, arenas y finos. Teniendo como resultado que en la M-2 y M-3 predominan las Gravas y Arenas.

Tabla 12. *Contenido de Humedad (Calicata N°1)*

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Progresiva Km	Suelo	Suelo	% de Contenido de Humedad
					Húmedo (g)	seco (g)	
1	C-1	M-1	0.00 - 0.10	3+500	2861.6	2773.6	3.2
2	C-1	M-2	0.10 - 0.40	3+500	1440.8	1374.4	4.8
3	C-1	M-3	0.40 - 1.50	3+500	1548.4	1426.4	8.6

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 12. nos muestra el contenido de humedad que tiene cada muestra de la Calicata N°1, teniendo un mayor % de contenido de humedad la M-3.

Tabla 13. *Límite líquido, Limite plástico e Índice de Plasticidad (Calicata N°1)*

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Progresiva Km	Límite Líquido	Límite Plástico	I.P.
					%	%	%
1	C-1	M-1	0.00 - 0.10	3+500	*	*	N.P.
2	C-1	M-2	0.10 - 0.40	3+500	31	21	10
3	C-1	M-3	0.40 - 1.50	3+500	35	22	13

Fuente: Elaboración Propia

Luego de realizar el ensayo de Límites de Atterberg con las muestras de la Calicata N°1 (Ver Tabla 13), analizamos que la M-1 es un N.P. (No plástico) y que la M-2 y M-3 son un I.P. de media.

Calicata N°2

Tabla 14. *Análisis Granulométrico (Calicata N°2)*

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Progresiva Km	Granulometría		
					%G	%A	%F
1	C-2	M-1	0.00 - 0.20	4+500	*	8.7	91.3
2	C-2	M-2	0.20 - 0.40	4+500	*	66.5	33.5
3	C-2	M-3	0.40 - 1.50	4+500	*	62.1	37.9

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 14. correspondiente a la Calicata N°2, las cuales se obtuvieron 3 tipos de muestras y de acuerdo a cada muestra se realizó el Análisis Granulométrico; teniendo como resultado que en la M2 y M3 resultaron tener un mayor % de Arena y Finos.

Tabla 15. *Contenido de Humedad (Calicata N°2)*

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Progresiva Km	Suelo	Suelo	% de Contenido de Humedad
					Húmedo (g)	seco (g)	
1	C-2	M-1	0.00 - 0.20	4+500	1061.2	1044.4	1.6
2	C-2	M-2	0.20 - 0.40	4+500	1786.8	1691.6	5.6
3	C-2	M-3	0.40 - 1.50	4+500	1370.8	1252.4	9.5

Fuente: Elaboración Propia

De los datos obtenidos sobre el ensayo de Contenido de Humedad (Ver Tabla 15) de la Calicata N°2, nos indica que la M-3 tiene el mayor % de Contenido de Humedad.

Tabla 16. *Límite líquido, Límite plástico e Índice de Plasticidad (Calicata N°2)*

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Progresiva Km	Límite Líquido	Límite Plástico	I.P.
					%	%	
1	C-1	M-1	0.00 - 0.10	3+500	*	*	N.P.
2	C-1	M-2	0.10 - 0.40	3+500	31	21	10
3	C-1	M-3	0.40 - 1.50	3+500	35	22	13

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 16. encontramos que en la M-1 es un N.P. (No plástico), esto nos quiere indicar que es un material que no soporta deformaciones a diferencia de la M-2 y M-3 que presentan un 10% y 13% de I.P. de media correspondientemente.

Calicata N°3

Tabla 17. *Análisis Granulométrico (Calicata N°3)*

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Progresiva Km	Granulometría		
					%G	%A	%F
1	C-3	M-1	0.00 - 0.10	5+500	*	45.1	54.9
2	C-3	M-2	0.10 - 0.40	5+500	*	34.1	65.9
3	C-3	M-3	0.40 - 0.65	5+500	*	39.1	60.9
4	C-3	M-4	0.65 - 1.50	5+500	*	42.1	57.9

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 17. nos indica los resultados obtenidos del ensayo de Análisis Granulométrico realizados a las 4 muestras de la Calicata N°3. Teniendo como conclusión que, en la M2, M3 y M4 predomina la Arena y los Finos.

Tabla 18. *Contenido de Humedad (Calicata N°3)*

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Progresiva Km	Suelo	Suelo	% de Contenido de Humedad
					Húmedo (g)	seco (g)	
1	C-3	M-1	0.00 - 0.10	5+500	1714.4	1634	4.9
2	C-3	M-2	0.10 - 0.40	5+500	1672.4	1561.2	7.1
3	C-3	M-3	0.40 - 0.65	5+500	1620	1508	7.4
4	C-3	M-4	0.65 - 1.50	5+500	1525.2	1403.6	8.7

Fuente: Elaboración Propia

Del ensayo realizado de Contenido de Humedad de la Calicata N°3 (Ver Tabla 18), nos encontramos que, a mayor profundidad, se obtendrá una mayor humedad sobre la muestra.

Tabla 19. Límite líquido, Límite plástico e Índice de Plasticidad (Calicata N°3)

N°	Calicata	Muestra	Profundidad	Progresiva	Límite Líquido	Límite Plástico	I.P.
			(m)	Km	%	%	%
1	C-3	M-1	0.00 - 0.10	5+500	36	20	16
2	C-3	M-2	0.10 - 0.40	5+500	35	21	14
3	C-3	M-3	0.40 - 0.65	5+500	37	21	16
4	C-3	M-4	0.65 - 1.50	5+500	43	21	22

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 19. Observamos que la M-1, M-2 y M-3 dan como resultado un I.P. de media y que la M-4 es un Índice de Plasticidad alta, ya que el $I.P > 20$ es considerado como alta (Ver Tabla 4).

Tabla de Resumen

Tabla 20. Resumen de Clasificación de Suelos

N°	Calicata	Muestra	Profundidad	Progresiva	Clasificación	
			(m)	Km	SUCS	ASSHTO
1	C-1	M-1	0.00 - 0.10	3+500	GP-GM	A-1-a (0)
2	C-1	M-2	0.10 - 0.40	3+500	SC	A-2-4 (0)
3	C-1	M-3	0.40 - 1.50	3+500	GP-GC	A-2-6 (0)
4	C-2	M-1	0.00 - 0.20	4+500	GP	A-1-a (0)
5	C-2	M-2	0.20 - 0.40	4+500	SC	A-2-6 (0)
6	C-2	M-3	0.40 - 1.50	4+500	SC	A-7-6 (3)
7	C-3	M-1	0.00 - 0.10	5+500	CL	A-6 (6)
8	C-3	M-2	0.10 - 0.40	5+500	CL	A-6 (7)
9	C-3	M-3	0.40 - 0.65	5+500	CL	A-6 (8)
10	C-3	M-4	0.65 - 1.50	5+500	CL	A-7-6 (10)

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 20. nos indica un resumen de la Clasificación de Suelos según SUCS Y AASHTO de acuerdo a cada muestra que fue analizada y a las cuales se realizaron los ensayos previos para la obtención de la Clasificación de Suelos (Análisis Granulométrico, Contenido de Humedad, Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad).

Muestra Natural

Proctor Modificado

Tabla 21. *Proctor Modificado (Calicata N°3/M-4)*

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Progresiva Km	Max. Densidad Seca gr/cm ³	Optimo C. H. %
1	C-3/M-4	Natural	0.65 - 1.50	5+500	1,880	12,7

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 21. Nos muestra los datos obtenidos por el ensayo de Proctor Modificado del suelo natural, con referencia a la calicata N°3 muestra N° 4, a una profundidad de 0.65 - 1.50m; dicha calicata se encuentra en la progresiva km 5+500, teniendo como resultado una Máxima Densidad Seca (M.D.S) de 1,880 gr/cm³ y un Óptimo Contenido de humedad (O.C.H.) DEL 12,7%.

California Bearing Ratio (CBR)

Después de realizar el Proctor Modificado, procedemos a ejecutar nuestro ensayo de CBR. Teniendo como resultado un CBR al 95% (Ver Tabla 21) y un CBR al 100% (Ver Tabla 22).

Tabla 22. *CBR al 95% (Calicata N°3/M-4)*

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Progresiva Km	CBR	CBR
					AL 95%.	AL 95%.
					0.1''	0.2''
1	C-3/M-4	Natural	0.65 - 1.50	5+500	8,7	13,7

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 22. Nos muestra los datos obtenidos en el ensayo california Bearing Ratio (CBR) al 95% de la calicata N°3/M-4, del suelo natural, dándonos como resultado nos da como resultado el CBR al 95% con una penetración de 0.1'' el valor de 8,7% y también a 0.2'' de 13,7 %.

Tabla 23. CBR al 100% (Calicata N°3/M-4)

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Progresiva Km	CBR	CBR
					AL 100%.	AL 100%
					0.1''	0.2''
1	C-3/M-4	Natural	0.65 – 1.50	5+500	12,2	18,7

Fuente: Elaboración Propia

En Tabla 23. Nos muestra los datos obtenidos en el ensayo california Bearing Ratio (CBR) al 100% de la calicata N°3/M-4, del suelo natural, dándonos como resultado el CBR al 100% una penetración de 0.1'' el valor de 12.2% y también a 0.2'' de 18.7 %.

Muestra Natural con Adición Cemento 12%

Proctor Modificado

Tabla 24. Proctor Modificado (Adición con Cemento Portland)

N°	Calicata	Adición	Dosificación %	Max. Densidad Seca	Optimo C. H.
			Cemento Portland	gr/cm3	%
1	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I	12	1,920	12,3

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 24. Se muestra el ensayo Proctor Modificado con la Muestra de la Calicata N°3/M-4 y con la adición del Cemento Portland al 12%; obteniendo como resultado una Máxima Densidad Seca de 1,920 gr/cm3 y un Óptimo Contenido de Humedad del 12.3%.

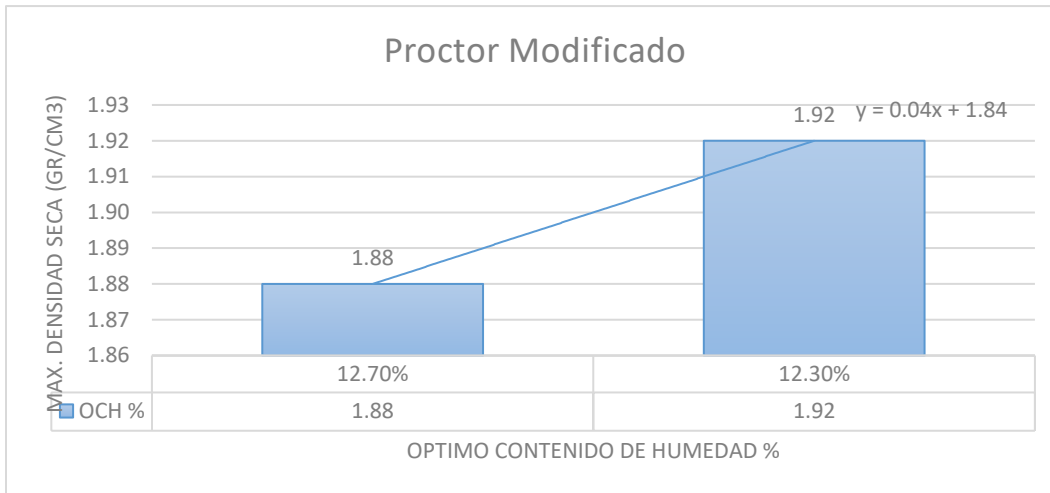


Figura 7. Resumen del Ensayo Proctor Modificado Muestra Natural (Cemento Portland 12%)

Fuente: Elaboración Propia

California Bearing Ratio (CBR)

Posteriormente, al haber realizado el ensayo Proctor Modificado, y conocer el O.C.H de la muestra; se procede a ejecutar nuestro ensayo de CBR. Teniendo como resultado un CBR al 95% (Ver Tabla 25) y un CBR al 100% (Ver Tabla 26).

Tabla 25. CBR al 95% (Adición con Cemento Portland)

N°	Calicata	Adición	Dosificación %	CBR	CBR
				AL 95%.	AL 95%.
				0.1"	0.2"
1	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I	12%	148,1	151,3

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 25. Como podemos apreciar en los datos obtenidos en el ensayo California Bearing Ratio (CBR) al 95% de la calicata N°3/M-4, del suelo natural con la adición de cemento portland al 12%, nos da como resultado el CBR al 95% con una penetración de 0.1'' el valor de 148.1% y también a 0.2'' de 151.3%.

Tabla 26. CBR al 100% (Adición con Cemento Portland)

N°	Calicata	Adición	Dosificación %	CBR	CBR
				Al 100%	Al 100%.
				0.1"	0.2"
1	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I	12%	205,9	210,3

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 26. Como podemos observar en los datos obtenidos en el ensayo california Bearing Ratio (CBR) al 100% de la calicata N°3/M-4, del suelo natural con la adición de cemento portland al 12%, nos da como resultado el CBR al 100% con una penetración de 0.1'' el valor de 205.9% y también a 0.2'' de 210.3%.

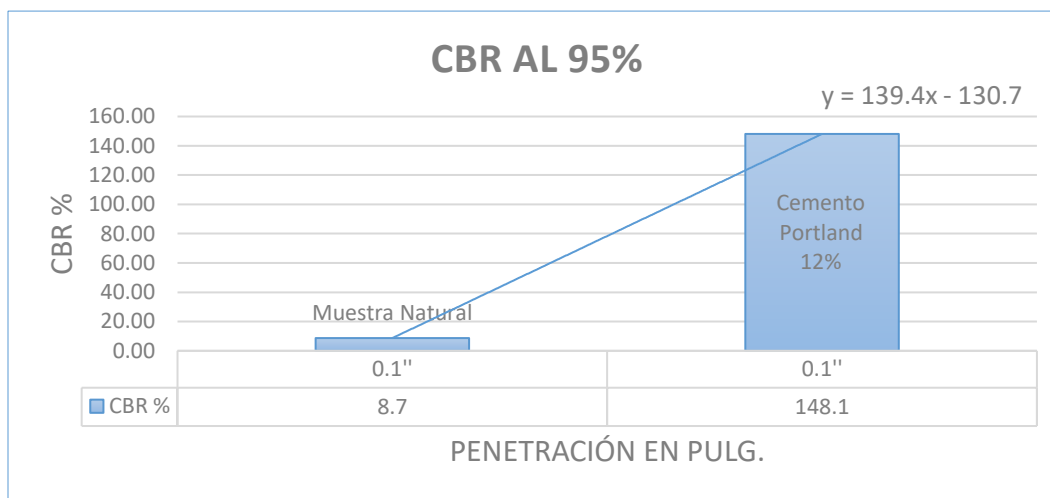


Figura 8. Resumen del CBR al 95% (suelo natural – cemento portland 12%).

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 8. Observamos que en el ensayo de CBR al 95 % aplicado al suelo natural con una penetración de 0.1'', obtenemos un resultado de CBR del 8.7%; asimismo al adicionar cemento portland 12% al suelo natural el CBR al 95% con una penetración de 0.1'' se obtuvo un aumento del CBR de 148.1%.

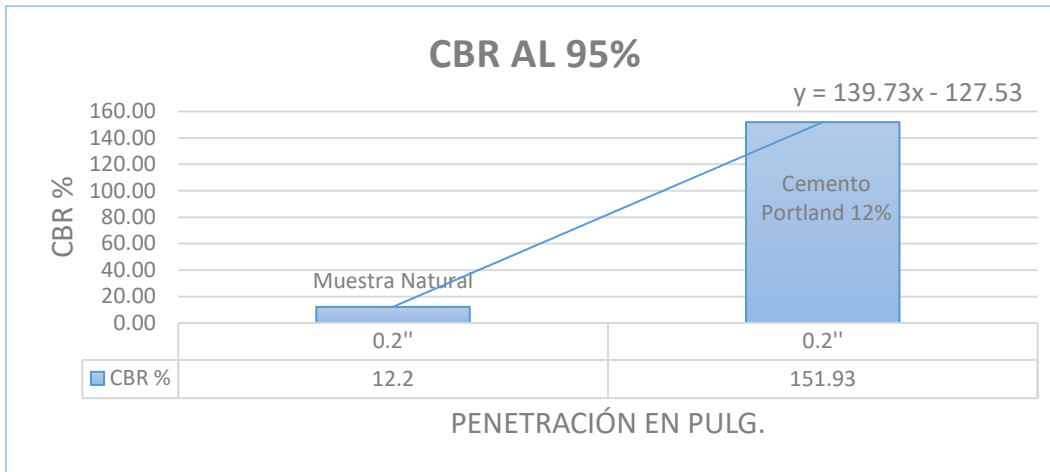


Figura 9. Resumen del CBR al 95% con Adición (Cemento Portland 12%)

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 9. Podemos observar que en el ensayo de CBR al 95 % aplicado al suelo natural con una penetración de 0.2”, alcanzó un resultado de CBR del 12.2%; asimismo al adicionar cemento portland 12% al suelo natural el CBR al 95% con una penetración de 0.2” se obtuvo un aumento del CBR de 151.93%.

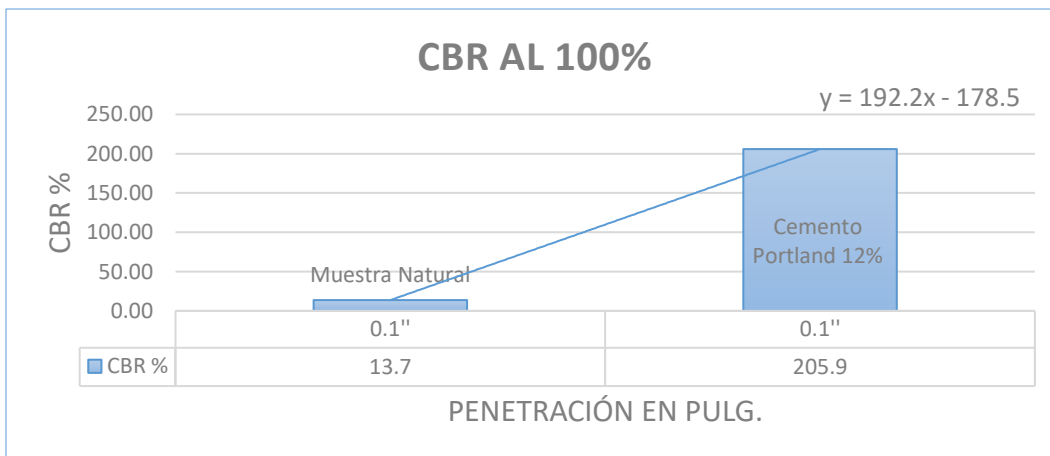


Figura 10. Resumen del CBR al 100% con Adición (Cemento Portland 12%)

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura10. Como Podemos observar que en el ensayo de CBR al 100 % aplicado al suelo natural con una penetración de 0.1”, se obtuvo un resultado de CBR es del 13.7%; asimismo al adicionar cemento portland 12% al suelo natural el CBR al 100% con una penetración de 0.1” se obtuvo un aumento del CBR de 205.9%.

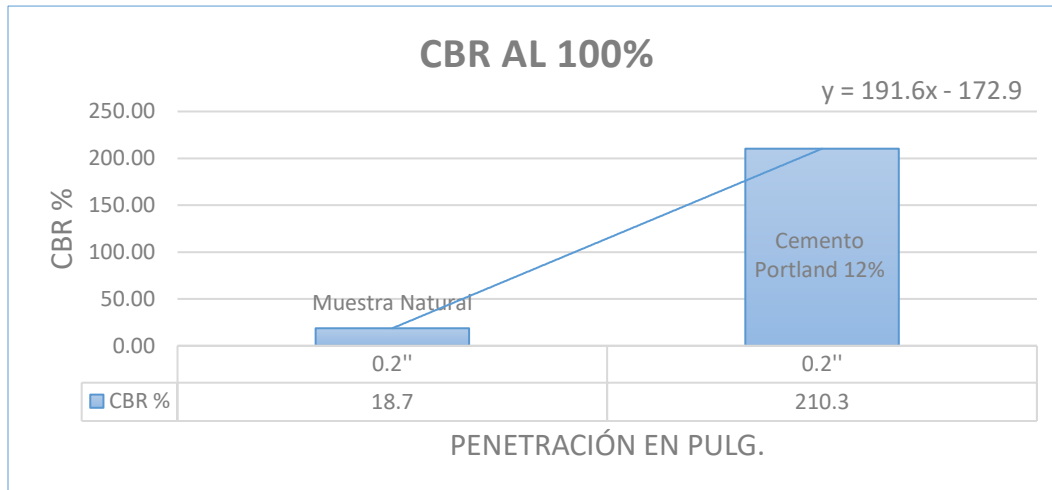


Figura 11. Resumen del CBR al 95% con Adición (Cemento Portland)
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 11. Se observa que en el ensayo de CBR al 100 % aplicado al suelo natural con una penetración de 0.2", se alcanzó un resultado de CBR del 18.7%; asimismo al adicionar cemento portland 12% al suelo natural el CBR al 100% con una penetración de 0.2" se obtuvo un incremento del CBR de 210.3%.

Adición de Suelo-Cemento 12% + Mucilago de Tuna en Polvo

Proctor Modificado

Tabla 27. Proctor Modificado (Adición con Cemento Portland + Mucilago de Tuna)

N°	Calicata	Adición	Dosificación %		Max. Densidad seca	Optimo C. H.
			Cemento Portland	Mucilago de Tuna	gr/cm ³	%
1	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I + MUCILAGO DE TUNA (EN POLVO)	12%	1%	1,930	12
2	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I + MUCILAGO DE TUNA (EN POLVO)	12%	2%	1,950	10,2
3	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I + MUCILAGO DE TUNA (EN POLVO)	12%	3%	1,904	11,1

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 27. Se puede observar resultados del ensayo Proctor modificado con las dosificaciones respectivas (Adición con Cemento Portland + Mucilago de Tuna), en donde en primer lugar se realiza el ensayo con el suelo natural mas el 12% de cemento portland tipo I y adicionando el 1% de Mucilago de Tuna (en polvo), obteniendo como resultado la (M.D.S) de 1,930 gr/cm³ y a la vez un (O.C.H) del 12%. En segundo lugar, realiza el ensayo con el suelo natural mas el 12% de cemento portland tipo I y adicionando el 2% de Mucilago de Tuna (en polvo) dándonos como resultado la (M.D.S) de 1,950 gr/cm³ y a la vez un (O.C.H) del 10.2%. y por último el ensayo con el suelo natural mas el 12% de cemento portland tipo I y adicionando el 3% de Mucilago de Tuna (en polvo) nos dio como resultado la (M.D.S) de 1,904 gr/cm³ y a la vez un (O.C.H) del 11.1%.

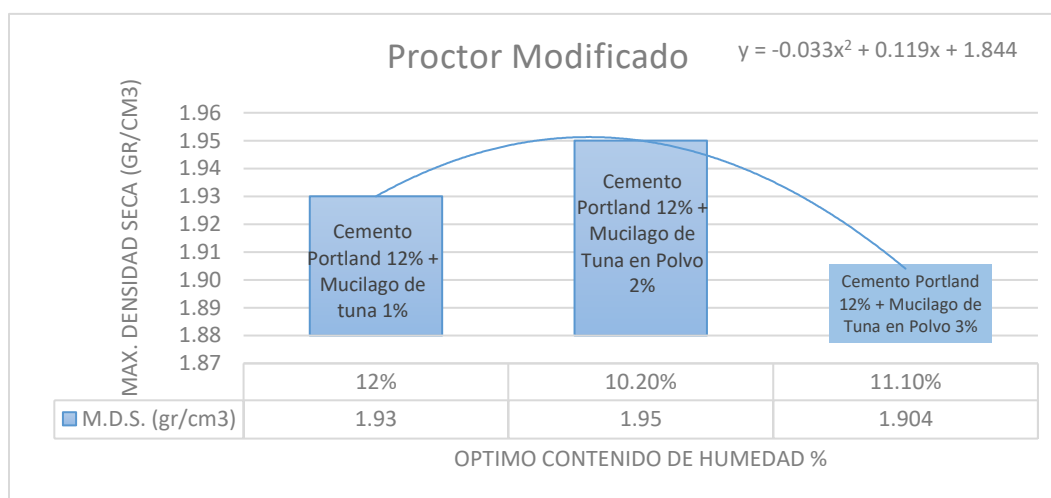


Figura 12. Resumen del proctor modificado Adición (Cemento Portland y Mucilago de Tuna 1%, 2%, 3%).

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 12. Como podemos observar que en el ensayo de Proctor modificado suelo natural – cemento portland 12% mas la adición de 1% de Mucilago de Tuna, de acuerdo a esa dosificación nos da como resultado una (M.D.S) de 1.930 gr/cm³ y obteniendo un (O.C.H) del 12%; asimismo con el ensayo suelo natural – cemento portland 12% mas la adición del 2% de Mucilago de Tuna nos da resultado de una (M.D.S) de 1.950 gr/cm³, obteniendo un (O.C.H) del 10.20% y por último en el ensayo suelo natural – cemento portland 12% mas la adición del 3% de Mucilago de Tuna nos da como resultado de una (M.D.S) de 1.904 gr/cm³, alcanzando un (O.C.H) del 11.10%.

California Bearing Ratio (CBR)

Tabla 28. CBR al 95% (Adición con Cemento Portland + Mucilago de Tuna)

N°	Calicata	Muestra	Profundidad		Progresiva	CBR
			(m)	Km	AL 95%	AL 100%
					0.1''	0.2''
1	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I + MUCILAGO DE TUNA (EN POLVO)	12%	1%	254,3	301,7
2	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I + MUCILAGO DE TUNA (EN POLVO)	12%	2%	230,8	264,0
3	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I + MUCILAGO DE TUNA (EN POLVO)	12%	3%	210,8	227,0

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 28. Como se puede observar en los resultados del ensayo californiano Bearing Ratio (CBR), con las adiciones dosificadas respectivamente (Adición con Cemento Portland tipo I + Mucilago de Tuna), en donde en primer lugar se realiza el ensayo con el suelo natural más el 12% de cemento portland tipo I y adicionando el 1% de Mucilago de Tuna (en polvo), obteniendo como resultado el CBR al 95% con una penetración de 0.1'' el valor de 254.3% y también a 0.2'' de 301.7%. En segundo lugar, realiza el ensayo con el suelo natural más el 12% de cemento portland tipo I y adicionando el 2% de Mucilago de Tuna (en polvo) dándonos como resultado el CBR al 95% con una penetración de 0.1'' el valor de 230.8%. y también a 0.2'' de 264.0%, y por último el ensayo con el suelo natural más el 12% de cemento portland tipo I y adicionando el 3% de Mucilago de Tuna (en polvo) nos dio como resultado el CBR al 95% con una penetración de 0.1'' el valor de 210.8 y también a 0.2'' de 227.0%.

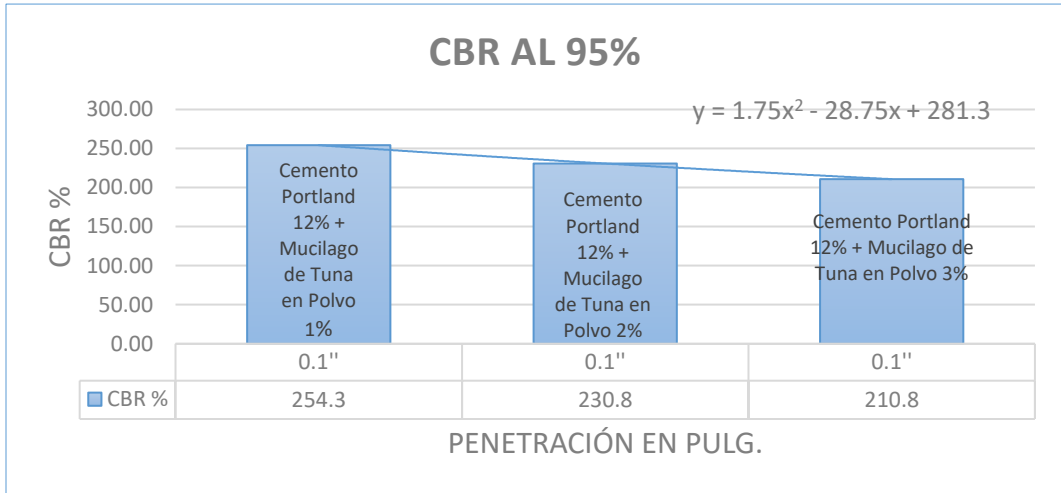


Figura 13. Resumen del CBR al 95% con Adición (Cemento Portland y Mucilago de Tuna)
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 13. Observamos que al emplear el Mucilago de Tuna al diseño de pavimento unicapa (Suelo-Cemento) aumenta el CBR hasta un 254.3% de CBR al 95% con una penetración de 0.1'', teniendo como referencia que nos entrega una mayor capacidad de soporte es el 1% de adición de Mucilago de Tuna en polvo.

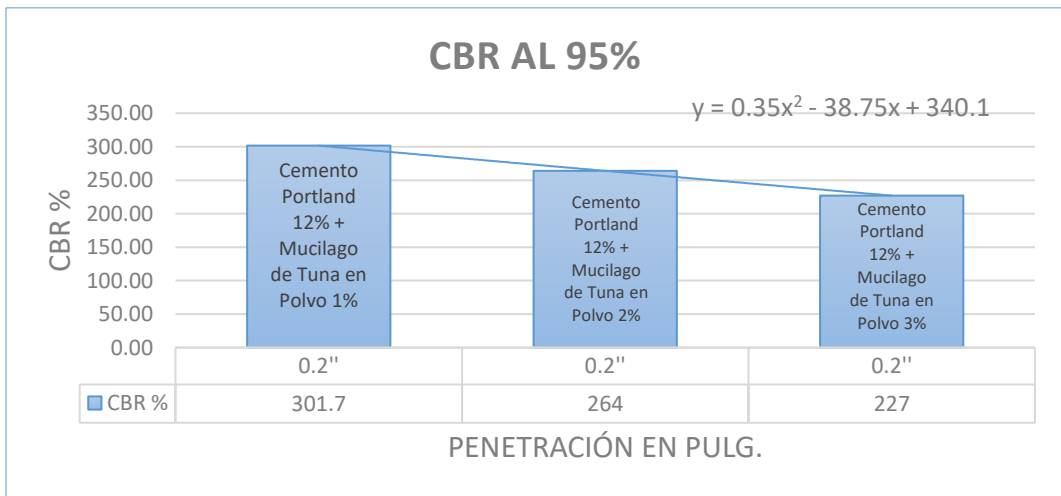


Figura 14. Resumen del CBR al 95% con Adición (Cemento Portland y Mucilago de Tuna)
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 14. Observamos que al emplear el Mucilago de Tuna al pavimento unicapa (Suelo-Cemento) aumenta el CBR hasta un 301.7% de CBR al 95% con una penetración de

0.2'', teniendo como la adición que nos da una mayor capacidad de soporte es el 1% de adición de Mucilago de Tuna en polvo.

Tabla 29. CBR al 100% (Adición con Cemento Portland + Mucilago de Tuna)

N°	CALICATA	ADICIÓN	DOSIFICACIÓN %		CBR	CBR
			Cemento Portland	Mucilago de Tuna	AL 100%	AL 100%
					0.1''	0.2''
1	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I + MUCILAGO DE TUNA (EN POLVO)	12%	1%	305,2	361,9
2	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I + MUCILAGO DE TUNA (EN POLVO)	12%	2%	317,7	325,5
3	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I + MUCILAGO DE TUNA (EN POLVO)	12%	3%	276,9	298,8

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 29. Como se puede observar en los resultados del ensayo california Bearing Ratio (CBR), con las adiciones dosificadas respectivamente (Adición con Cemento Portland tipo I + Mucilago de Tuna), en donde en primer lugar se realiza el ensayo con el suelo natural mas el 12% de cemento portland tipo I y adicionando el 1% de Mucilago de Tuna (en polvo), obteniendo como resultado el CBR al 100% con una penetración de 0.1'' el valor de 305.2% y también a 0.2'' de 361.9%. En segundo lugar, realiza el ensayo con el suelo natural mas el 12% de cemento portland tipo I y adicionando el 2% de Mucilago de Tuna (en polvo) dándonos como resultado el CBR al 100% con una penetración de 0.1'' el valor de 317.7%. y también a 0.2'' de 325.5%, y por último el ensayo con el suelo natural mas el 12% de cemento portland tipo I y adicionando el 3% de Mucilago de Tuna (en polvo) nos dio como resultado el CBR al 100% con una penetración de 0.1'' el valor de 276.90% y también a 0.2'' de 298.8%.

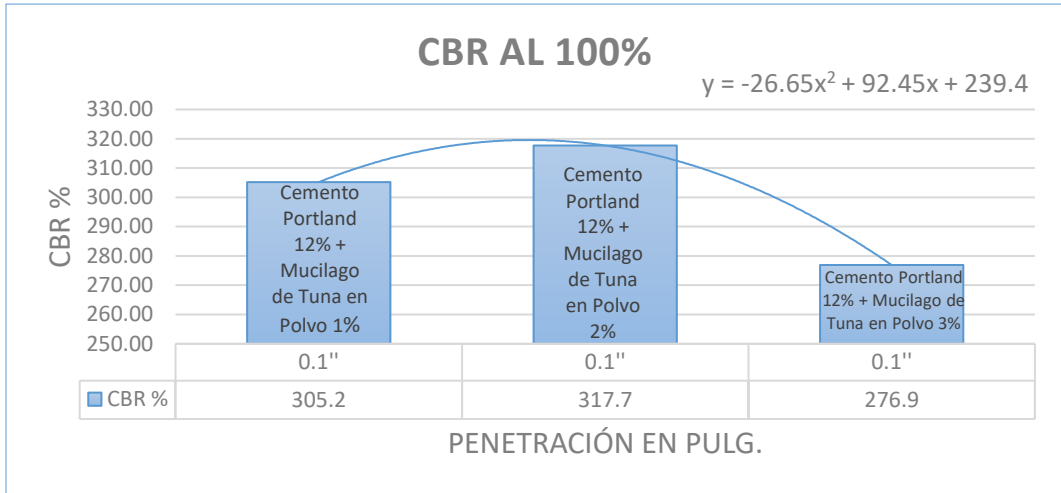


Figura 15. Resumen del CBR al 100% con Adición (Cemento Portland y Mucilago de Tuna)
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 15. Observamos que al agregar el Mucilago de Tuna al pavimento unicapa (Suelo-Cemento) aumenta el CBR hasta un 317.7% de CBR al 100% con una penetración de 0.1'', teniendo como la adición que nos da una mayor capacidad de soporte es el 2% de adición Mucilago de Tuna en polvo.

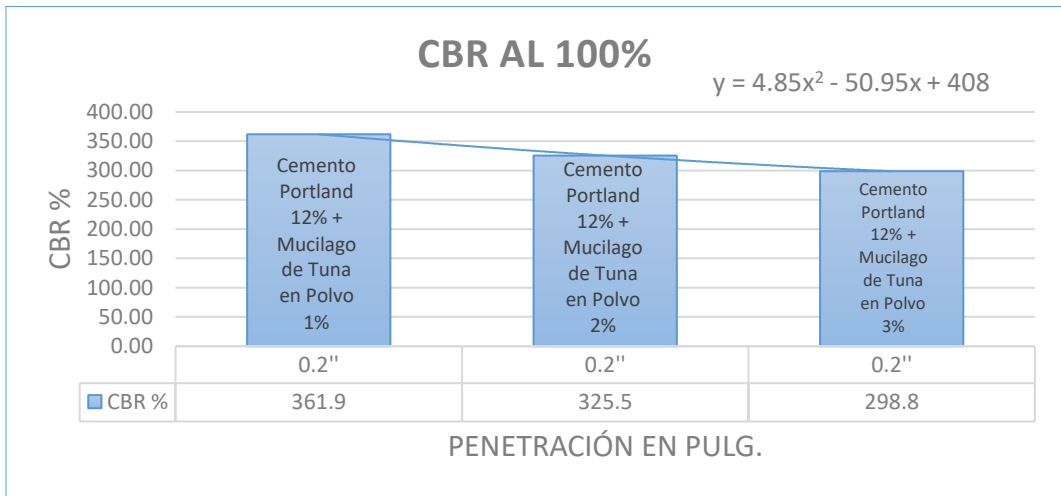


Figura 16. Resumen del CBR al 100% con Adición (Cemento Portland y Mucilago de Tuna)
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 16. Se observa que al agregar el Mucilago de Tuna al pavimento unicapa (Suelo-Cemento) que va en aumento el CBR hasta llegar a 361.9% de CBR al 100% con una penetración de 0.2'', con la adición de 1% de Mucilago de Tuna en Polvo.

3.3. Costo del Pavimento Unicapa empleando el Mucilago de Tuna

De acuerdo a los costos empleados para el diseño de pavimento unicapa tenemos ciertas partidas que se requieren:

Tabla 30. *Análisis de precios unitarios de principales partidas involucradas.*

PARTIDA	LIMPIEZA DE TERRENO				COSTO POR M3:		4.01
Rendimiento	M2/DIA	MO. 600.0000	EQ.	600.0000			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
		MANO DE OBRA					0.55
47		OFICIAL	HH	1.0000	0.0089	17.00	0.15
47		PEÓN	HH	2.0000	0.0267	15.30	0.4
		EQUIPOS					3.46
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.03	0.01
49		TRACTOR SOBRE ORUGAS DE 100 HP	HM	1.0000	0.0189	182.46	3.45
		MANO DE OBRA					0.22
47		CAPATAZ	HH	0.5000	0.0018	27.26	0.05
47		OFICIAL	HH	1.0000	0.0036	17.00	0.06
47		PEÓN	HH	2.0000	0.0071	15.30	0.11
		EQUIPOS					1.52
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.22	0.01
49		RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101- 135HP 10-12 ton	HM	1.0000	0.0036	179.85	0.65
49		MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	HM	1.0000	0.0036	239.57	0.86
PARTIDA	PERFILADO Y COMPACTACIÓN				COSTO POR M2:		1.74
Rendimiento	M2/DIA	MO. 2250.0000	EQ.	2250.0000			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
		MANO DE OBRA					0.74
47		CAPATAZ	HH	0.1000	0.0018	27.26	0.05
47		OFICIAL	HH	0.5000	0.0089	17.00	0.15
47		PEÓN	HH	2.0000	0.0356	15.30	0.54
		EQUIPOS					11.87
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.65	0.08
49		CAMIÓN VOLQUETE 4X2 210-280 HP 8 M3.	HM	4.0000	0.0356	242.59	8.64
49		CARGADOR S/LLANTAS 125 HP 2.5 YD3.	HM	1.0000	0.0178	176.74	3.15
PARTIDA	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE				COSTO POR M3:		12.61
Rendimiento	M2/DIA	MO. 450.0000	EQ.	450.0000			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
		MANO DE OBRA					0.74
47		CAPATAZ	HH	0.1000	0.0018	27.26	0.05
47		OFICIAL	HH	0.5000	0.0089	17.00	0.15
47		PEÓN	HH	2.0000	0.0356	15.30	0.54
		EQUIPOS					11.87
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.65	0.08
49		CAMIÓN VOLQUETE 4X2 210-280 HP 8 M3.	HM	4.0000	0.0356	242.59	8.64
49		CARGADOR S/LLANTAS 125 HP 2.5 YD3.	HM	1.0000	0.0178	176.74	3.15

PARTIDA	ADICIÓN DE CEMENTO Y BATIDO						
Rendimiento	M2/DIA	MO.	450.0000	EQ.	450.0000	COSTO POR M3:	43.49
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	
	MANO DE OBRA						0.87
47	CAPATAZ	HH	0.1000	0.0018	27.26	0.05	
47	PEÓN	HH	3.0000	0.0533	15.30	0.82	
	MATERIALES						28.01
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	BLS		1.482	18.12	25.95	
39	AGUA PUESTA EN OBRA	M3		0.2525	8.15	2.06	
	EQUIPOS						14.61
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.92	0.03	
49	CAMIÓN CISTERNA DE AGUA 3.000 gl	HM	2.0000	0.0356	199.99	7.12	
49	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101- 135 HP 10-12 ton	HM	1.0000	0.0178	179.85	3.20	
49	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	HM	1.0000	0.0178	239.57	4.26	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31. Planilla de Metrado para el diseño de Pavimento Unicapa.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial	Total
1.00	OBRAS PRELIMINARES						
1.01	Limpieza del Terreno Natural	m ²	80,000	6	-	480,000	480,000
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRA						
2.01	Perfilado y Compactación	m ²	80,000	6	-	480,000	480,000
2.02	Eliminación de Material Excedente	m ³	80,000	6	0.05	24,000	24,000
3.00	PAVIMENTO UNICAPA						
3.01	Adición de Cemento y Batido	m ³	80,000	6	0.2	96,000	96,000
3.02	Perfilado y Compactado	m ²	80,000	6	-	480,000	480,000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32. Precio para el diseño de Pavimento Unicapa.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.00	OBRAS PRELIMINARES				
1.01	Limpieza del Terreno Natural	m ²	480,000	4.01	1,924,800
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.01	Perfilado y Compactación	m ²	480,000	1.74	835,200
2.02	Eliminación de Material Excedente	m ³	24,000	12.61	302,640
3.00	PAVIMENTO UNICAPA				
3.01	Adición de Cemento y Batido	m ³	96,000	43.49	4,175,040
3.02	Perfilado y Compactación	m ²	480,000	1.74	835,200
				Costo Directo	8,072,880

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33. Precio para el diseño de Pavimento Unicapa empleando el Mucilago de Tuna.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.00	OBRAS PRELIMINARES				
1.01	Limpieza del Terreno Natural	m ²	480,000	4.01	1,924,800
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.01	Perfilado y Compactación	m ²	480,000	1.74	835,200
2.02	Eliminación de Material Excedente	m ³	24,000	12.61	302,640
3.00	PAVIMENTO UNICAPA				
3.01	Adición de Cemento y Batido con el Mucilago de Tuna	m ³	96,000	45.85	4,401,600
3.02	Perfilado y Compactación	m ²	480,000	1.74	835,200
				Costo Directo	8,299,440

Fuente: Elaboración Propia

Los precios que se obtuvieron en la Tabla 31 y 32. fueron de acuerdo a la revista especializada para la construcción (COSTOS) publicada en el mes de OCTUBRE del 2019 (Ver pág. 171).

3.4. Análisis de Resultados

Clasificación del suelo en el que se aplicó el Mucílago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa.

La Calicata N°3 fue la analizada y en la cual se diseñó el pavimento unicapa; adicionándole el Mucilago de Tuna en Polvo en diferentes %. Esta muestra fue estudiada ya que presenta un tipo de suelo arcilloso, ya que por entendimiento se conoce que la arcilla tiene una menor resistencia con respecto a los demás tipos de suelos.

Tabla 34. Clasificación de suelos - Calicata N°3

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Progresiva Km	Contenido de Humedad %	L.L. %	L.P %	I.P %	Clasificación	
									SUCS	ASSHTO
1	C-3	M-1	0.00 - 0.10	5+500	4.92	36	20	16	CL	A-6 (6)
2	C-3	M-2	0.10 - 0.40	5+500	7.13	35	21	14	CL	A-6 (7)
3	C-3	M-3	0.40 - 0.65	5+500	7.43	37	21	16	CL	A-6 (8)
4	C-3	M-4	0.65 - 1.50	5+500	8.66	43	21	22	CL	A-7-6 (10)

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 30. se observa un resumen de la clasificación de suelos de la Calicata 3 con cada una de sus muestras encontradas, siendo que la muestra que predomina más es la M-4 obteniendo una clasificación SUCS de CL (arcilla de baja plasticidad) y una AASHTO en el grupo A-6 (8).

Por tal, el diseño de pavimento unicapa se realizó en la M-4 siendo una arcilla de baja plasticidad y además en la cual se empleó Mucílago de Tuna en polvo.

Influencia en la aplicación del mucilago de tuna en la resistencia del diseño de pavimento unicapa.

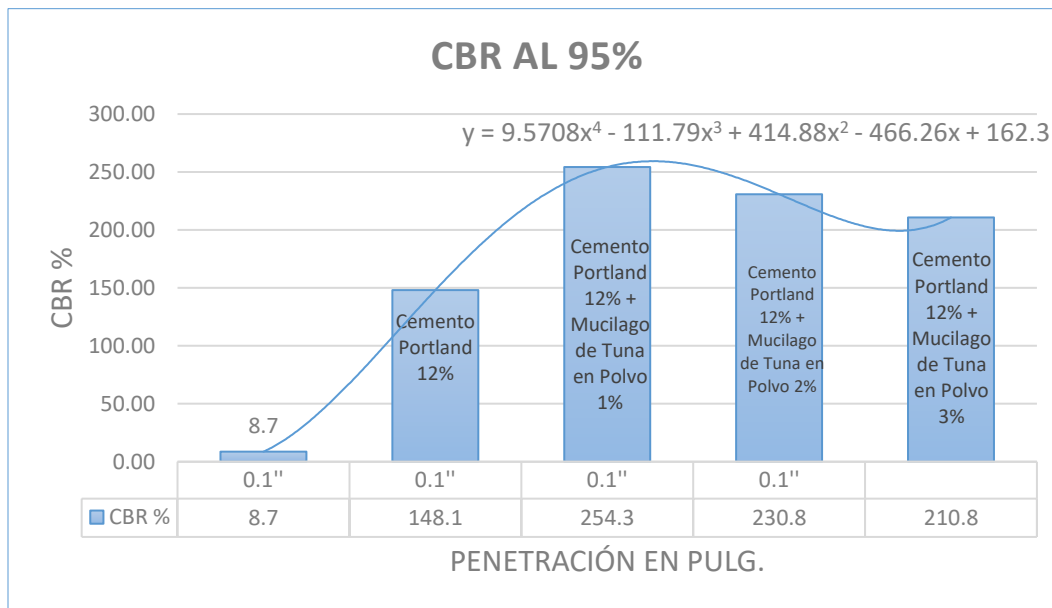


Figura 17. Resumen del CBR al 95%

Fuente: Elaboración Propia

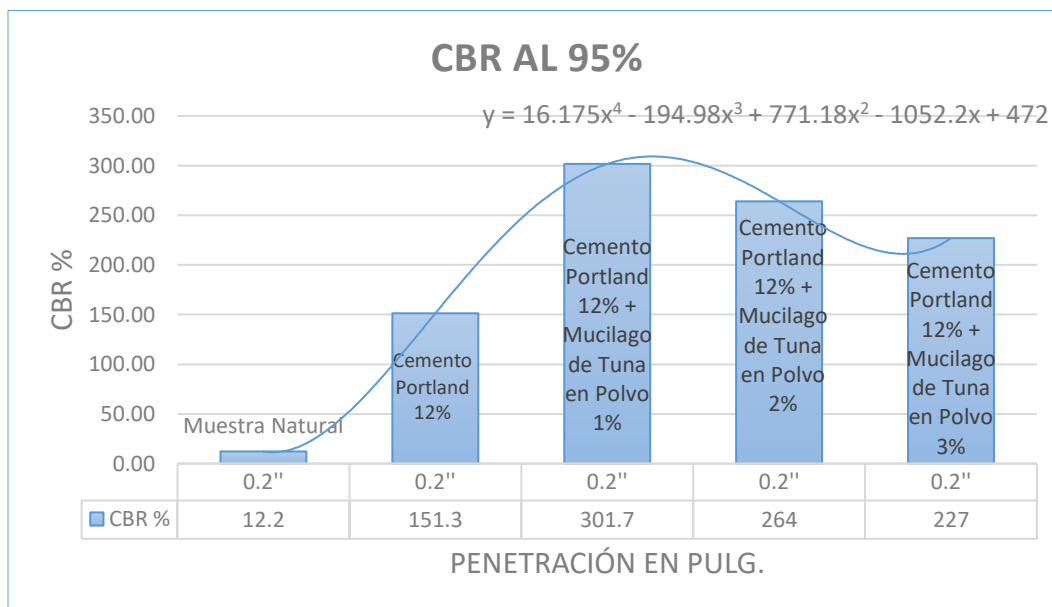


Figura 18. Resumen del CBR al 95%

Fuente: Elaboración Propia

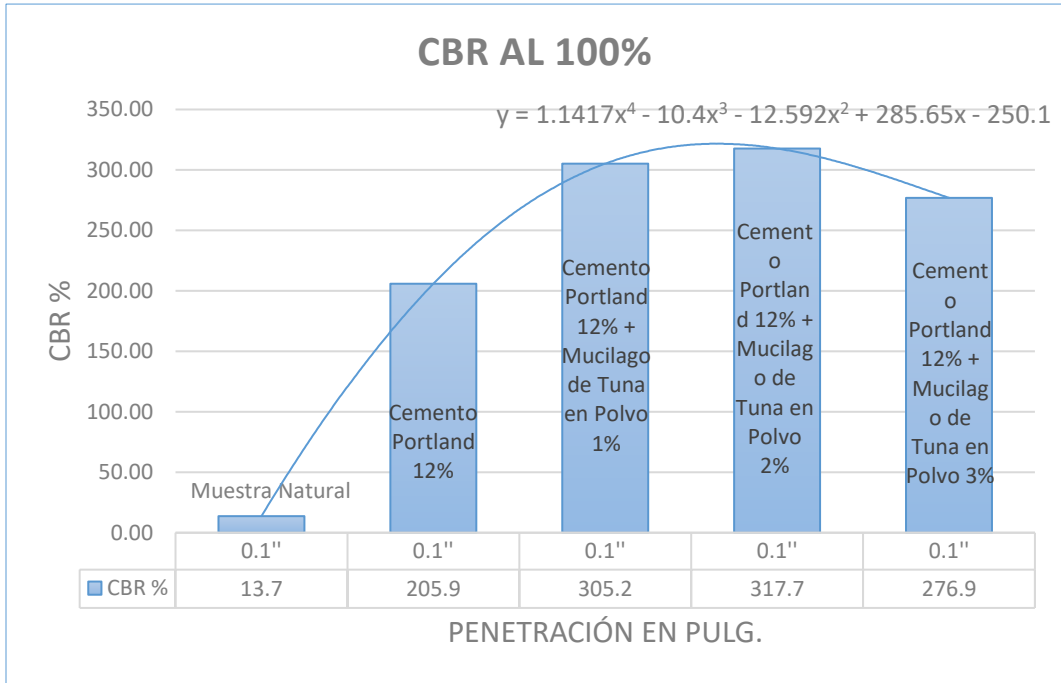


Figura 19. Resumen del CBR al 100%
Fuente: Elaboración Propia

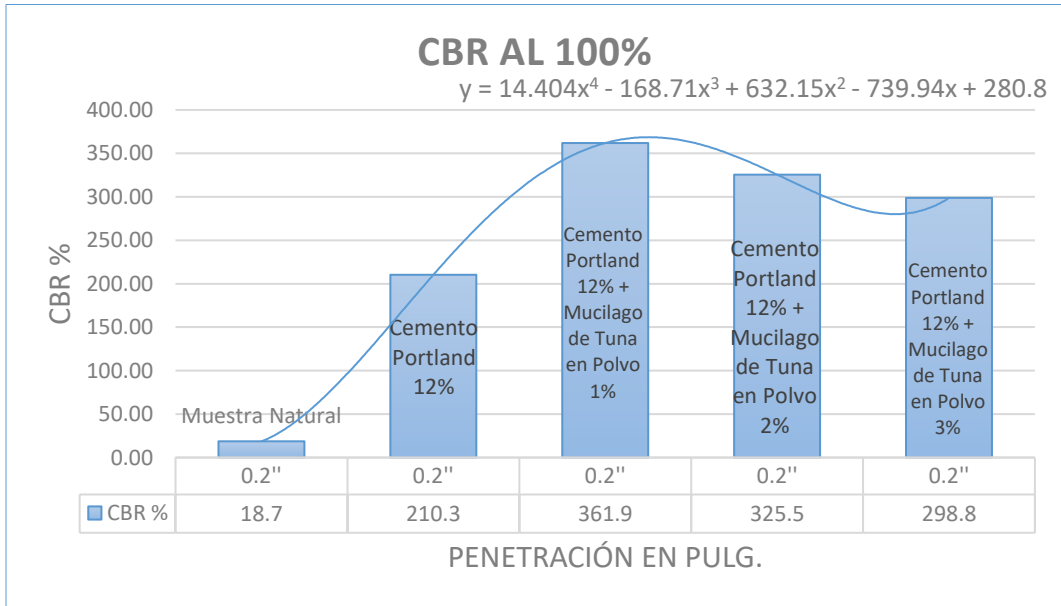


Figura 20. Resumen del CBR al 100%
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a las Figuras 17, 18, 19 y 20 observamos el % de CBR de acuerdo a las muestras y adiciones empleadas. En todas las Figuras si analizamos, nos daremos cuenta que la influencia de la adición del Mucilago de Tuna es favorable, ya que a comparación de la muestra natural y el diseño de pavimento unicapa, esta adición del Mucilago genera que el CBR aumente considerablemente y la cual obtenga una mayor capacidad de soporte de carga.

Óptimo porcentaje de dosificación del Mucilago de Tuna que se emplea en el diseño de pavimento unicapa.

Tabla 35. *Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple*

N°	Muestra	Adición	Dosificación %		Edad Días	Carga de Rotura Kg	Resistencia a la Compresión Promedio Kg/cm2
			Cemento Portland	Mucilago de Tuna			
1	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I	12%	*	7	1952.90	21.8
2	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I + MUCILAGO DE TUNA (EN POLVO)	12%	1%	7	3290.27	39.6
3	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I + MUCILAGO DE TUNA (EN POLVO)	12%	2%	7	3541.47	42.7
4	C-3/M-4	CEMENTO PORTLAND TIPO I + MUCILAGO DE TUNA (EN POLVO)	12%	3%	7	2933.00	35.7

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 31. se observa los datos obtenido por el ensayo de resistencia a la compresión simple, este ensayo solo se realiza a los suelos que son estabilizados con cemento. En la presente tabla se extrajo información resumida de los ensayos realizados de 4 tipos de muestra con diferente adición. En la Muestra 1 con adición de Cemento 12%, se obtuvo una resistencia de 21.8 Kg/cm2, en la Muestra 2 empleada con Cemento 12% y 1% Mucilago de Tuna, nos dio como resultado el 39.6 Kg/cm2 de resistencia, en la Muestra 3 empleada con Cemento 12% y 2% de Mucilago de Tuna, obtenemos como resultado el 42.7 Kg/cm2 y por último en la Muestra 4 empleada con Cemento 12% y 3% Mucilago de Tuna se tiene un total

de 35.7 Kg/cm² de resistencia. Estos resultados obtenidos por el ensayo, son datos promedios.

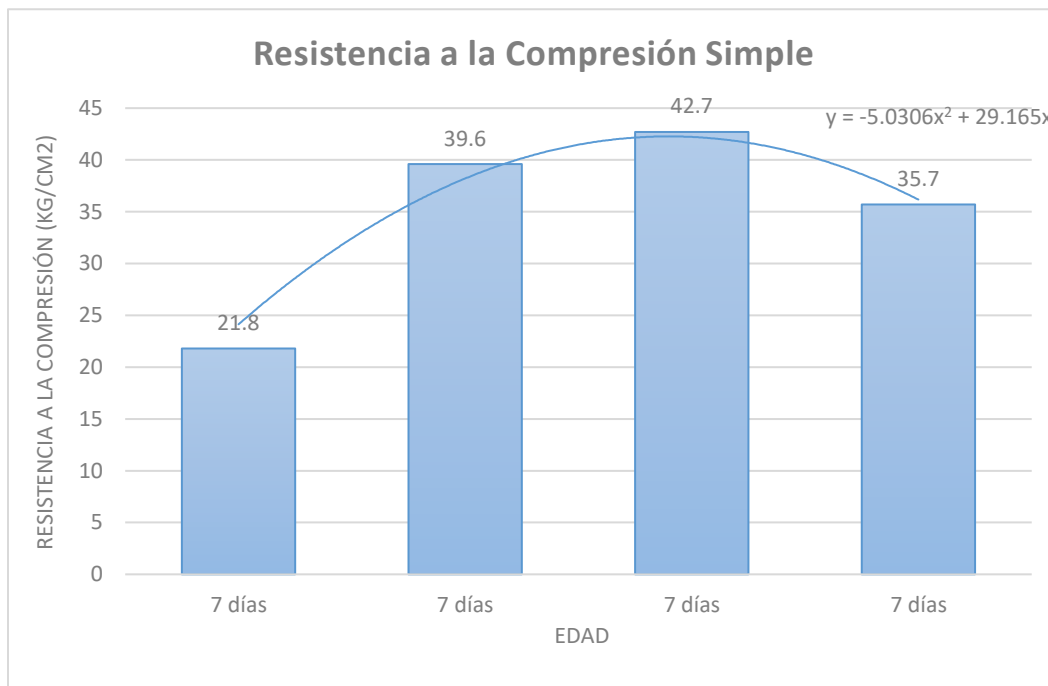


Figura 21. Resistencia a la Compresión-Comparativo

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 21. observamos la comparación obtenidas de resistencia de nuestras muestras de acuerdo al ensayo de Resistencia a la Compresión Simple. Estas muestras tuvieron un curado de 7 días en una cámara de humedad, luego sumergidas en agua por un lapso de 4 horas, las cuales posteriormente fueron ensayadas de forma inmediata. El Resultado que se obtuvo teniendo una adición Cemento portland 12% y Mucílago de Tuna 2% generaron una mayor resistencia, teniendo como referencia los datos de la Tabla 31.

Con ello se concluye que la adición óptima es el Cemento portland 12% y Mucílago de Tuna 2%, dando una resistencia promedio de 42.7 (Kg/cm²).

3.5. Contratación de Hipótesis.

Contratación de hipótesis: La aplicación del Mucílago de Tuna influye en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo domingo de Olleros – Huarochirí 2019.

Ha: La aplicación del Mucílago de Tuna influye en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo domingo de Olleros – Huarochirí 2019.

H0: La aplicación del Mucílago de Tuna no influye en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo domingo de Olleros – Huarochirí 2019.

De acuerdo a los resultados se acepta la hipótesis alterna (Ha) y se niega la hipótesis nula (H0). En estos resultados se demuestra que la aplicación del Mucilago de Tuna si influye de forma favorable en el diseño de pavimento unicapa ya que, de acuerdo con los resultados obtenidos de los ensayos geotécnicos con las respectivas dosificaciones del Mucilago de Tuna en polvo, nos ha permitido conocer datos como la clasificación del suelo, la máxima densidad seca (M.D.S), el óptimo contenido de humedad (O.C.H), la capacidad de soporte de suelo (CBR), y la resistencia que alcanza con las dosificaciones.

Contratación de hipótesis: La clasificación del suelo es indispensable para la aplicación del Mucílago de tuna en el diseño de pavimento unicapa.

Ha: La clasificación del suelo es indispensable para la aplicación del Mucílago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa.

H0: La clasificación del suelo no es indispensable para la aplicación del Mucílago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa.

Se acepta la hipótesis alterna (Ha). Ya que, la clasificación del suelo nos va a permitir dar a conocer sus características, textura, el tamaño de sus partículas, y de acuerdo a la granulometría nos podrá precisar a qué clasificación pertenece el suelo. En este caso de acuerdo a la granulometría con la que contamos respecto a la calicata (N° 3 – M-4) la cual se eligió por tener la muestra que más predomina, dio como resultado: (CL) Arcilla arenosa de

baja plasticidad. A-6(7) - Malo. Así que este suelo requiere ser estabilizado, en tal sentido la aplicación del Mucílago de Tuna en polvo resulta conveniente para el diseño de pavimento unicapa (suelo - cemento), ya que mejoraría la estabilidad del suelo (Ver Tabla 32).

Tabla 36. *Clasificación del suelo SUCS - ASSHTO*

Clasificación del suelo		Descripción del suelo
SUCS	ASTM D 2487-05 : CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
AASHTO	ASTM D 3282 : A-6(7)	MALO

Fuente: Elaboración Propia.

Contrastación de hipótesis: La aplicación del Mucílago de Tuna influye positivamente en la resistencia del diseño de pavimento unicapa.

Ha: La aplicación del Mucílago de Tuna influye positivamente en la resistencia del diseño de pavimento unicapa.

H0: La aplicación del Mucílago de Tuna no influye positivamente en la resistencia del diseño de pavimento unicapa.

Según los resultados obtenidos por los ensayos realizados se acepta la hipótesis alterna (Ha) y se niega la hipótesis nula (H0). Ya que, al aplicar la dosificación de Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa (suelo - cemento) influye positivamente aumentando su resistencia a la compresión, en este caso la muestra suelo – cemento (12%) + Mucílago de Tuna (2%) a comparación de las otras nos dio como resultado una resistencia mayor de 42.7 kg/cm² (Ver Tabla 33).

Tabla 37. Resumen comparativo de ensayo de resistencia a la compresión de probetas suelo – cemento MTC E 1103 - 2000 / ASTM D1633-00(2007).

Denominación	Fecha de Moldeo	Fecha de Curado	Fecha de Rotura	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
MUESTRA PATRON SUELO - CEMENTO (12%)	22/11/2019	29/11/2019	29/11/2019	21.8 kg/cm ²
MUESTRA SUELO CEMENTO (12%) + MUCILAGO (1%)	22/11/2019	29/11/2019	29/11/2019	39.6 kg/cm ²
MUESTRA SUELO CEMENTO (12%) + MUCILAGO (2%)	22/11/2019	29/11/2019	29/11/2019	42.7 kg/cm ²
MUESTRA SUELO CEMENTO (12%) + MUCILAGO (3%)	22/11/2019	29/11/2019	29/11/2019	35.6 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

Contrastación de hipótesis: La dosificación del Mucílago que se emplea en el diseño de pavimento unicapa debe ser mayor al 1%. del peso de la muestra.

Ha: la dosificación del Mucílago de que se emplea en el diseño de pavimento unicapa debe ser mayor al 1%. del peso de la muestra.

H0: la dosificación del Mucílago de que se emplea en el diseño de pavimento unicapa no debe ser mayor al 1%. del peso de la muestra.

Se acepta la hipótesis alterna (Ha), ya que según los resultados de los ensayos analizados la dosificación de Mucílago de Tuna debería ser mayor del 1%, en este caso la dosificación adecuada de Mucílago de Tuna sería el 2% debido a que nos da mayor resistencia a la compresión (Ver Tabla 34).

Tabla 38. *Resultado del ensayo de la resistencia a la compresión.*

DENOMINACIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)
MUESTRA PATRON SUELO - CEMENTO (12%)	21.8 kg/cm ²
MUESTRA SUELO CEMENTO (12%) + MUCILAGO (1%)	39.6 kg/cm ²
MUESTRA SUELO CEMENTO (12%) + MUCILAGO (2%)	42.7 kg/cm ²
MUESTRA SUELO CEMENTO (12%) + MUCILAGO (3%)	35.6 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

IV. DISCUSIÓN

En relación al objetivo general sobre analizar la influencia de la aplicación del mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarochirí, 2019. Se puede indicar los resultados en este punto la información que se requiere para determinar cómo mejorar el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros Huarochirí, 2019 por tal motivo se evaluarán las distintas etapas que involucran la clasificación de suelos tanto AASHTO y SUCSS; se ensayará la resistencia del suelo con Proctor modificado, la capacidad de soporte (CBR) y resistencia compresión simple. Se constata con Aquilina, Paul and Borg (2018), interpretando el presente artículo de investigación el fin de su objetivo es implementar el extracto del mucilago de tuna por diferentes métodos y que sean empleadas en pastas de cemento siendo estas aplicadas al mortero, ya sea reemplazando el agua en la mezcla con mucilago, o reemplazando el cemento en la mezcla con liofilizado OFI polvo. La conclusión del artículo de investigación es que los resultados son óptimos al emplear el extracto del mucilago de tuna en pastas de cemento reemplazando el agua y mejorando la energía. Además, la tuna se empleó como un aditivo la cual se usó como retardante tanto en forma líquida como en polvo. Al agregar este tipo de aditivo natural se aumentó el tiempo de fraguado de las pastas de cemento las cuales se obtuvieron un tiempo prolongado de estas, lo que afectó negativamente fue que disminuyó la resistencia de estas pastas de cemento. Así mismo Según Barbero (1998, p.148) nos indica que: Es una dispersión viscosa de goma en agua (mucilago), que contiene, entre otras sustancias carbohidratos, agua, proteínas y sales minerales. Es un aditivo con propiedades adhesivas, fluidamente, coloidal, retardador de fraguado e introductor de aire a la mezcla.

En cuanto al primer objetivo específico conocer la clasificación del suelo en el que se aplicó Mucilago de tuna en el diseño de pavimento unicapa, Se puede indicar que los resultados que se obtuvieron concluyen que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde se construirá el pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarochirí; tiene un contenido de Humedad de 8.7%, con un tamaño máximo de 4.750mm, porcentaje de arena de 42.1%, porcentaje que pasa la malla número 200 es de 57.9% ; se clasifica en SUCSS: CL(arcilla arenosa de baja plasticidad), en AASHTO: A6-(7) (malo), con un límite líquido de 37, límite plástico de 21 y un índice de plasticidad del 16 %. Se tiene que conocer las características del material que se desea mejorar y con esto comparar las mejoras. Se

puede decir que Herrera (2014). “Efecto del cemento portland tipo 1, como estabilizante del material granular de la cantera el guitarrero para bases de pavimentos rígidos”. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad de Cajamarca, teniendo como objetivo general evaluar el efecto del cemento Portland Tipo I, como estabilizante en las propiedades físicas mecánicas del material granular de la cantera El Guitarrero para bases de pavimentos rígidos. Teniendo como conclusiones: a) El Cemento Portland Tipo I, no tuvo efecto en el índice de plasticidad del material granular de la cantera El Guitarrero, por ser un suelo no plástico y el límite líquido disminuyó, en un rango de 0% hasta 20% respecto al material en estado natural, b) El Cemento Portland Tipo I en 1% de adición en peso del material granular, aumentó la máxima densidad seca en 0.45%, con 2% de adición, aumentó en 1.36% y con 4% de adición aumentó en 2.27% de la máxima densidad seca, respecto al material en estado natural de la cantera El Guitarrero, El contenido de humedad óptimo disminuyó 1.69% al adicionarle 1% de cemento, al adicionarle 2% de cemento disminuyó 5.08% y al adicionarle 4% de cemento disminuyó 6.78%, respecto al material en estado natural, c) El Cemento Portland Tipo I en 1% de adición en peso del material granular, aumentó el valor del CBR al 100% de la MDS en 219.89%, con 2% de adición aumentó 532.74% y con 4% de adición aumentó el valor en 1370.21% respecto al material en estado natural de la cantera El Guitarrero y d) El valor del CBR al 100% de la MDS, adicionando 1% de cemento en peso del material granular de la cantera El Guitarrero, es mayor del 100%, por lo que no es útil adicionar cemento en mayores porcentajes. Se puede decir que Crespo se les denomina arcilla a las partículas sólidas con un diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. [...] se estiman como arcillas a las partículas menores a 0.002 mm. (2004, p. 21)

En cuanto al segundo objetivo específico es determinar la influencia de la aplicación del mucilago de tuna en la resistencia del diseño de pavimento unicapa. Se puede indicar que se obtuvieron en el terreno natural afirman el Proctor tiene un óptimo contenido de humedad de 12.7% y un CBR al 95% de 12.2 con una penetración de 0.1” y cuando se el 0.2” de penetración un CBR de 18.7%, después al suelo se le añadió el 12% de cemento Portland tipo I esto dio un contenido de humedad del 12.3%, el CBR (95%) con una penetración de 0.1” con un resultado de 148% y cuando es 0.2 da como resultado 151.3% el CBR(100%) con una penetración de 0.1” tiene 205.9 y 0.2” con un resultado de 210.3%. Después al suelo

se convino con cemento al 12% y ese sería el patrón y se le aumento la dosificaciones de mucilago al 1%,2% y 3% dando como resultados del CBR(95%) con una penetración de 0.1” con los resultados de 148%,254.3%,230.4%,210.8% respectivamente; con una penetración de 0.2” y CBR(95) se obtiene los resultados respectivamente de 151.3%, 301.7%, 264%, 227%; el CBR(100%) con una penetración de 0.1” da como resultado de 205.9%,305.2,317.7,276.9% respectivamente, con una penetración de 0.2% da como resultado de 210%, 361.9%, 325.5%, 298.8%. se constata que Huerto (2018). “Comparación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ adicionando el 4% y 6% de mucílago de tuna y superplastificante sika n290 al cemento. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad de Cajamarca, teniendo como objetivo general que con la presente investigación se busca determinar la resistencia a la fuerza de la compresión del concreto diseñado como un concreto simple de $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$, cuando en este diseño es añadido el mucílago de tuna y superplastificante sika N290. En un 4% y 6%. La composición química del mucilago de tuna, indica su potencial como puzolana, ya que contiene un 90.391% de componentes (óxido de calcio 59.028%, óxido de magnesio 31.105% y trióxido de hierro 0.258%), en concordancia con la norma ASTM C- 618, también existen componentes químicos como (óxido de potasio 7.365% y trióxido de fosforo 1.085%), estos dos últimos elementos químicos afectan en la durabilidad y resistencia del concreto. Teniendo como conclusiones: a) La composición química del sika N290, indica su potencial como puzolana, ya que contiene un 94.00% de componentes (óxido de silicio 93%, óxido de calcio 0.6%, óxido de magnesio 0.6% y trióxido de hierro 0.8%), en concordancia con la norma ASTM C- 618, b) Las muestras son altamente alcalinas resultando similar a la del cemento, obteniendo las combinaciones (cemento + 4% de mucilago de tuna) de 12.31 de PH, (cemento + 4% de sika) de 12.49 de PH, (cemento + 6% de mucilago de tuna) de 12.21 de PH, (cemento + 6% de sika) de 12.44 de PH, c) Se obtuvo una consistencia plástica con un asentamiento de (3” a 4”) con una relación A/C del concreto patrón 0.32, relación A/C del concreto con adición de 4% de mucilago de tuna 0.32, relación A/C del concreto con adición de 4% de sika 0.32, relación A/C del concreto con adición de 6% de mucilago de tuna 0.32 y relación A/C del concreto con adición de 6% de sika 0.31. Así mismo Manual de Carreteras (2013, p.118) nos indica que el suelo-cemento se adquiere por la combinación de la mezcla misma del suelo natural (suelo de fundación) talmente disgregada con cemento,

agua y otras eventuales adiciones, posteriormente de una compactación y un teniendo un adecuado curado. Por lo tanto, este material combinado se convierte en uno más resistente, aunque no logra compararse al concreto teniendo una inferior resistencia y un módulo elasticidad más bajo que el concreto.

En cuanto el tercer objetivo específico es Calcular el porcentaje óptimo de dosificación del Mucilago de Tuna que se emplea en el diseño de pavimento unicapa. Se puede indicar los resultados que se obtuvieron de la dosificación son el suelo más 1% de cemento con CBR (95%) con una penetración de 0.1” tiene un resultado de 206% y con una penetración de 2” un CBR de 151.30%. El suelo más 12% cemento más la adición del 1% de mucilago CBR (95%), con una penetración de 0.1% tiene un resultado de 254.30% y con una penetración de 0.2” un resultado de 301.7%, cuando se cambia al 2% cambia a 230.80% y 264%; cuando tiene el 3% de mucilago da como resultado de 210.8% y 227%. Para un CBR (100%) para un suelo más el 12% de cemento se tiene resultado de 206% con una penetración del 0.1” y 210% con una penetración de 0.2”; al adicional mucilago al 1% se obtuvieron 305.2% con una penetración de 0.1” y cuando es 0.2” 361.9%; cuando es 2% mucilago con una penetración de 0.1” da como resultado 317.7% y con 0.2” tiene como resultado de 325.5% y cuando es el 3% de mucilago con una penetración de 0.1” un CBR 276.90% y con una de 0.2” un resultado de 298.80%. se constata con Primo (2014). “Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (opuntia ficus-Indica) en la resistencia a compresión del concreto”. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad de Cajamarca, teniendo como objetivo general determinar el efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (opuntia ficus-indica) en la resistencia a compresión del concreto. Teniendo como conclusiones: a) Al adicionar el 1% de extracto de paleta de tuna (opuntia ficus-indica) en peso cemento, la resistencia a compresión aumenta en un 21% respecto a nuestra resistencia base, b) Al adicionar el 3% de extracto de paleta de tuna (opuntia .ficus-indica) en peso cemento, la resistencia a compresión disminuye en un 10% respecto a nuestra resistencia base, c) Al adicionar el 5% de extracto de paleta de tuna (opuntia ficus-indica) en peso cemento, la resistencia a compresión disminuye en un 38% respecto a nuestra resistencia base, y d) Se concluye que el efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (opuntia ficus indica) es positivo en dosis pequeñas, pero al ir aumentando la dosis nos muestra un efecto negativo.

Asimismo, Quintanilla (2007, p. 17) nos definen como una estructura de pavimento la cual está constituida por una sola capa empleando el mismo suelo natural (suelo de fundación), mezclado con una proporción de cemento Portland la cual varía entre un 11% y 20% en peso, que compactada es capaz de poder resistir las cargas y el desgaste producido por el tráfico, proporcionando a la vez una superficie de rodaje adecuada.

V. CONCLUSIONES

- Se pudo concluir que es de gran importancia conocer primero la clasificación del suelo en donde realizaremos el estudio, ya que esto nos permitirá conocer sus características y propiedades, con estos conocimientos previos y una debida clasificación podremos saber con qué suelo contamos y si este necesariamente requiere ser estabilizado. Por lo tanto, en este estudio primero realizamos los ensayos correspondientes para la clasificación, en donde mediante el ensayo granulométrico por tamizado nos dio como información que según la clasificación de SUCS y ASHTTO.
- se determinó que la influencia de la adición del mucílago de tuna en el diseño de pavimento unicapa es favorable, ya que aumentó su resistencia siendo demostrado en los siguientes ensayos: CBR y Resistencia a la compresión simple. Siendo demostrado por ensayos realizados en el laboratorio teniendo como resultado, que el diseño de pavimento unicapa (Suelo-Cemento) tiene un CBR de 1" al 95% de 148.1% y las adiciones de mucílago de tuna 1% un CBR de 1" de 254.3%, mucílago de tuna 2% un CBR de 1" al 95% de 230.8% y mucílago de Tuna 3% un CBR de 1" al 95% de 210.8%. Con la granulometría y tamizado se logró conocer qué tipo de terreno se va trabajar y así mejorarlo para un pavimento unicapa y evitar traer material de otro lugar y trabajar con el terreno de fundación en el presente trabajo se obtuvo que es arcilla arenosa de baja plasticidad.
- Se concluyó que el óptimo % de adición del mucílago de tuna en el diseño de pavimento unicapa, dependerá mucho del ensayo CBR y resistencia a la compresión simple. De acuerdo a los datos obtenidos, que el diseño de pavimento unicapa con adición de 1% de mucílago de tuna tiene una resistencia de 39.6 kg/cm², con la adición del 2% de mucílago de tuna se obtiene una resistencia de 42.8 kg/cm² y con la adición de 3% tiene una resistencia de 35.7 kg/cm²; Por otro lado, el óptimo % es el 2% ya que nos genera una mayor resistencia, de acuerdo al ensayo de resistencia a la compresión simple, Siendo 7 días de curado, obteniendo este resultado.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar primeramente la clasificación de suelos si se quiere aplicar el diseño de pavimento unicapa, ya que el diseño varía por las propiedades y características según el tipo de suelo, ya que intervienen muchos factores; por más que el suelo sea similar (textura, composición, color). Tener en cuenta que el % de aplicación de cemento en el diseño de pavimento unicapa, se modifica de acuerdo a la clasificación del suelo; Como sugerencia emplear la penca de tuna desde otra localidad y realizar una comparación para ver si se obtiene alguna variación.
- Se recomienda realizar el diseño de pavimento unicapa en diferentes % de adición con cemento Portland para así obtener una óptima aplicación. Además, emplear distintos % de mucílago de tuna en polvo en el diseño de pavimento unicapa, las cuales se tomarán como referencia los resultados obtenidos y poder compararlas. Por último, poder emplear este tipo de métodos donde el volumen vehicular sea mayor.
- Se recomienda que las muestras extraídas de las calicatas sean retiradas en bolsas de polipropileno, ya que así la muestra no sufrirá la variación de perder humedad, por otro lado, realizar los ensayos en un laboratorio con equipos calibrados así, obtendremos datos con mayor exactitud y validez.

REFERENCIAS

AVENDAÑO, E. (2008). Conociendo la Cadena Productiva de Tuna y Cochinilla en Ayacucho. Ayacucho-Perú: Solid Perú.

ARIAS, Fidas G. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. 6a ed. Caracas: Editorial Episteme, 2012. 144 pp.

ISBN: 980-07-8529-9

AQUILINA, Anne, Paul, Ruben y Borg BUHAGIAR, Joseph. The application of Natural Organic Additives in Concrete: Opuntia ficus-indica. Scientific article IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [en línea]. 28, noviembre 2018. Vol. 442. n° 1 [Fecha de consulta: 23 de Junio 2019]. Disponible en

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=7&sid=582fc94e-5eee-44c6-a0ce-79cc5f9fc1b7%40pdc-v-essmgr03&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=s47209175&db=eoah>

ISSN: 1757-899X

ARTERO Manuel, JOVEL Jorge y MEJÍA Manuel. Propuesta para el diseño y construcción de Pavimentos Unicapa de alto desempeño como alternativa de aplicación a Caminos rurales. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Ciudad Universitaria: Universidad de El Salvador, 2003.

Barroso Segundo y IBÁÑEZ Joaquín. Introducción al Conocimiento de Materiales. 1era ed. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2014. 456 pp.

ISBN: 9788436268591

BALESTRINI Acuña, Mirian. Como se elabora el proyecto de investigación. 7ma ed. Caracas: Editorial BL Consultores Asociados, 2006. 249 pp.

ISBN: 980-6293-03-7

BEHAR Rivero, Daniel SALOMÓN. Metodología de la investigación. 1era ed. México D.F: Editorial Shalom, 2008. 94 pp.

ISBN: 978-959-212-783-7

BERNAL César. Metodología de la Investigación, para administración economía, humanidades y ciencias sociales. 2da ed. México: Pearson Educación de México, 2006. 304 pp.

ISBN: 9702606454

BOWLES Joseph. Propiedades Geofísicas de los Suelos. 1ra ed. Bogotá: Editorial McGraw Hill Latinoamericana S.A., 1982. 490 pp.

ISBN: 9684511183

CASTILLO Peralta, Carlos. Aspectos del mercado de la tuna. [en línea]. Peru21. 01 de agosto del 2014. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://willkamikhuna.lamula.pe/2014/08/01/aspectos-del-mercado-de-la-tuna/ccperalta>

CASTAÑEDA-CACHAY, Ana Paula, ZAVALA-GUTIÉRREZ, Nilthon Emerson and Siche, Raúl. Optimización del proceso de extracción del mucílago de *Linum usitatissimum* utilizando un diseño secuencial. [en línea]. *Scientia Agropecuaria*, Ene 2019, vol.10, no.1, p.19-28. [Fecha de consulta: 23 de Junio 2019]. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2077-](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2077-99172019000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

[99172019000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2077-99172019000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

ISSN 2077-9917

CARRASCO Díaz, Sergio. Metodología de la investigación científica. 1era Edición: Lima: Editorial San Marcos, 2005. 480 pp.

ISBN: 9972342425

CRESPO, Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones. 5a ed. México: Editorial Limusa S.A., 2004. 647 pp.

ISBN: 9681864891

DAS, Braja. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. 7ma ed. México: Cengage Learning Editores, 2012. 796 pp.

ISBN: 9876074818239

DEL CID, Alma; MÉNDEZ, Rosemary y SANDOVAL, Franco. Investigación: Fundamentos y Metodología. 2da ed. México: Editorial Pearson Educación, 2011. 232 pp. ISBN: 978-607-442-705-9

FORSYTHE Warren. Física de Suelos. 1era ed. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1985. 212 pp. ISBN: 9290390522

FASSIO Adriana, PASCUAL Liliana y SUAREZ Francisco. Introducción a la metodología de la investigación. 2da ed. Buenos Aires: Macchi, 2006. 176 pp. ISBN: 9505376103

GALICIA, Silvia [et al]. Revista mexicana de ciencias agrícolas [en línea]. *Plantación experimental de nopal para evaluación de sistemas de fertilización y extracción de mucílago*. vol.8 no.5. jun./ago. 2017 [Fecha de consulta: Octubre 2019]. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000501087&lang=pt ISSN 2007-0934

GOMEZ, Marcelo. Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. 1era ed. Córdoba: Editorial Brujas, 2006. 160 pp. ISBN: 9875910260

GOOGLE EARTH. Software de cartografía y fotografía satelital. [En línea] [Citado el: 13 de setiembre de 2019.]. Disponible en: <https://earth.google.com/web>.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María del Pilar. Metodología de la investigación. 6a ed. México D.F: McGraw-Hill, 2014. 630 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0

HERRERA, Rosmery. Efecto del Cemento Portland Tipo 1, como estabilizante del material granular de la cantera el guitarrero para bases de Pavimentos Rígidos. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.

INGENIERÍA Geológica por Gonzales Luis [et al]. Madrid: Pearson Education, 2002.744 Pp. ISBN:84-205-3104-9

JIMÉNEZ, Evelyn. Obtención del mucílago de la cáscara de la tuna (opuntia ficusindica) a partir de diferentes métodos de extracción. Tesis (Titulo en Ingeniería de Alimentos). Santiago: Universidad de Chile, 2014.

MARTINEZ Molina, W. [et al]. Cement-Based, Materials-Enhanced Durability from Opuntia Ficus Indica Mucilage Additions. ACI Materials Journal. [en línea]. Enero – febrero 2015. Vol. 112. n° 1. [Fecha de consulta: 22 de Junio 2019]. Disponible en <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=9&sid=582fc94e-5eee-44c6-a0ce-79cc5f9fc1b7%40pdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=iih&AN=100674686>
ISSN: 0889-325X

MUÑOZ BOJORGES, Julio Cesar [et al]. Comportamiento de la actividad enzimática del suelo al aplicar mucílago de nopal (Opuntias.). Artículo Terra Latinoamericana. [en línea]. Junio 2015. Vol. 33. n° 2 [Fecha de consulta: 22 de Junio 2019]. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792015000200161
ISSN: 2395-8030

MUÑOZ Raso, Carlos. Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis. 2da ed. México: Pearson educación. 320 pp.
ISBN: 978-607-32-0456-9

NIÑO Rojas, Víctor Miguel. Metodología de la investigación: Diseño y ejecución. 1era ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2011. 156 pp. ISBN: 978-958-8675-94-7

NOVA SCIENTIA. Efecto de la impermeabilidad del Mucílago de Nopal en bloques de tierra comprimidos. Artículo Ciencias humanas y sociales. [en línea]. Abril 2014. Vol. 6. n° 11. [Fecha de consulta: 22 de Junio 2019]. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052014000100017 ISSN: 2007-0705

OSPINO, Jairo. Metodología de la Investigación. Colombia: EDUCC, 2004. 233pp. ISBN: 9588205557

PALELLA STRACUZZI, Santa y MARTINS PESTANA, Feliberto. Metodología de la investigación. 3era ed. Caracas: Editorial Fedupel, 2012. 285 pp. ISBN: 980-273-445-4

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

PRIMO, Cristina. Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (opuntia ficus-Indica) en la resistencia a compresión del concreto. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014..

RAMOS, Jhosselyn. Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES Norma E-050 Suelos y Cimentaciones. Lima, Perú, s.n., 2010.

REYES Ocampo, I. [et al]. Solvent-free mechanical extraction of Opuntia ficus-indica mucilage. Journal of Food Process Engineering. [en línea]. Febrero 2019 Vol. 42. n° 1. [Fecha de consulta: 22 de Junio 2019]. Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=23&sid=21a5f673-2df4-4383-ba68->

[ffc3d65d492d%40sdc-v-](#)

[essmgr01&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc210ZT1laG9zdC1saXZl#AN=134466063&db=bth](#)

ISSN: 0145-8876

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

ISBN: 9681800540.

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

ISBN: 9875082449

SÁNCHEZ, María. Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector calcical del cantón tosagua provincia de Manabí. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

VALDERRAMA Mendoza, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2da ed. Lima: Editorial San Marcos, 2013. 495 pp.

ISBN: 978-612-302-878-7

Utilización de Tuna (opuntia ficus-indica) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas, por Olivero Verbel Rafael [et al]. Colombia: AVANCES Investigación en Ingeniería. (11): 71-71, Junio 2014.

ISSN: 1794-4953

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Nombre : CHAPPA DIAZ RONALD

Título : APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA EN EL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS-HUAROCHIRÍ, 2019.

FORMULACIÓN DE PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	VARIABLE 1: Mucilago de Tuna	
				DIMENSIONES	INDICADORES
<p style="text-align: center;"><u>GENERAL</u></p> <p>¿De qué manera influye la aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarochirí, 2019?</p>	<p style="text-align: center;"><u>GENERAL</u></p> <p>Analizar la influencia de la aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa en el camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarochirí, 2019.</p>	<p style="text-align: center;"><u>GENERAL</u></p> <p>La aplicación del Mucilago de Tuna influye en el diseño de pavimento unicapa en el camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarochirí, 2019.</p>	<p style="text-align: center;">VARIABLE 1</p> <p style="text-align: center;">Mucilago de Tuna</p>	<p style="text-align: center;">Propiedades Químicas</p>	<p style="text-align: center;">Composición</p> <p style="text-align: center;">Características</p>
<p style="text-align: center;"><u>ESPECIFICO</u></p> <p>¿Cuál es la clasificación del suelo en el que se aplica el Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa?</p>	<p style="text-align: center;"><u>ESPECIFICO</u></p> <p>Conocer la clasificación del suelo en el que se aplicara el Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa.</p>	<p style="text-align: center;"><u>ESPECIFICO</u></p> <p>La clasificación del suelo es indispensable para la aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa.</p>	<p style="text-align: center;">VARIABLE 2</p> <p style="text-align: center;">Diseño de Pavimento Unicapa</p>	VARIABLE 2: Diseño de Pavimento Unicapa	
<p>¿Cuánto influye la aplicación del mucilago de tuna en la resistencia del diseño de pavimento unicapa?</p>	<p>Determinar la influencia de la aplicación del mucilago de tuna en la resistencia del diseño de pavimento unicapa.</p>	<p>La aplicación del mucilago de tuna influye positivamente en la resistencia del diseño de pavimento unicapa.</p>		<p style="text-align: center;">Clasificación del Suelo</p>	<p style="text-align: center;">AASHTO</p> <p style="text-align: center;">SUCS</p>
<p>¿Cuál es el óptimo porcentaje de dosificación del Mucilago de Tuna que se emplea en el diseño de pavimento unicapa?</p>	<p>Calcular cuál es el óptimo porcentaje de dosificación del Mucilago de Tuna que se emplea en el diseño de pavimento unicapa.</p>	<p>La dosificación del Mucilago de Tuna que se emplea en el diseño de pavimento unicapa debe ser mayor al 1% del peso de la muestra.</p>		<p style="text-align: center;">Resistencia del suelo</p>	<p style="text-align: center;">Proctor Modificado</p> <p style="text-align: center;">CBR</p> <p style="text-align: center;">Resistencia a la Compresión Simple</p>
				<p style="text-align: center;">Costo</p>	<p style="text-align: center;">Pavimento Unicapa</p> <p style="text-align: center;">Pavimento Unicapa aplicando el Mucilago de Tuna</p>

Anexo 2 Fichas de Validación

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : Aplicación del Muclago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarochiri, 2019.

Responsable : Chappa Diaz Ronald

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

Ubicación : Fecha :

Información General Distrito : N° de Ficha :

Provincia :

I) Recoleccion de Datos

ITEM	Progresiva				
1	Tipo de Transito	a) Muy liviano	b) Liviano	c) Pesado	d) Muy pesado
2	Tipo de Superficie	a) Pavimento	b) Asfalto	c) Afirmado	d) Trocha
3	Tipo de Suelo	a) Grava	b) Arena	c) Limo	d) Arcilla
4	Ancho de Plataforma				
5	Tipo de Falla	a) Ahuellamiento	b) Drenaje Inadecuado	c) Huecos en la via	d) Sección inadecuada
6	Causas	a) Mantenimiento Inadecuado	b) Material Pobre	c) Diseño inadecuado	d) Otros
FOTOGRAFÍA					

DATOS		EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
APELLIDOS Y NOMBRES: <i>Parades Leon, Jussy Fernando</i>		Rango de evaluación 0 _____ 0.5 _____ 1	
CIP :	<i>40170</i>	ITEM	PUNTAJE DE EVALUACIÓN
CORREO:	<i>ingenieros@hotmail.com</i>	1	<i>0,9</i>
FIRMA : JUSSY FERNANDO PAREDES LEÓN INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 40170		2	<i>0,9</i>
		3	<i>0,9</i>
		4	<i>0,9</i>
		5	<i>0,9</i>
		6	<i>0,9</i>
		Promedio	<i>0,9</i>

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Tesis : Aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huachirí, 2019.

Responsable : Chappa Diaz Ronald


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

Información General
 Ubicación : Fecha :
 Distrito : N° de Ficha :
 Provincia :

II) Datos de Entrada
Ensayo de Laboratorio

ITEM					
N° de Muestra	1) Coordenadas del Lugar de Estudio (UTM)			2) Clasificación de Suelos	
	Norte (WGS84)	Este (WGS84)	Altitud (MSNM)	SUCS	AASHTO

ITEM								
N° de Muestra	3) Proctor Modificado				4) Capacidad de Soporte (CBR)			
	M.D.S (g/cm³)	O.C.H (%)	M.D.S (g/cm³)	O.C.H (%)	100%	95%	100%	95%

DATOS		EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	PARADES LEON, JESSY FERNANDO	Rango de evaluación 0 0.5 1	
CIP:	40170 Ingeniero en Informática	ITEM	PUNTAJE DE EVALUACIÓN
CORREO:	JESSY FERNANDO PAREDES LEON INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 40170	1	0,9
FIRMA:		2	1
		3	1
		4	1
		Promedio	1

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : Aplicación del Muclago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huachirí, 2019.

Responsable : Chappa Diaz Ronald

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

Información General
 Ubicación : Fecha :
 Distrito : N° de Ficha :
 Provincia :

III) Resistencia
ITEM 1: Ensayo de Resistencia a la Compresion Simple (Patrón)

Edad (Días) CURADO CAMARA DE HUMEDAD	Fecha/Hora	Identificación de la Muestra	Resistencia a la Compresión Simple (kg/cm2)
7			

ITEM 2: Ensayo de Resistencia a la Compresion Simple (Adición del Muclago de Tuna)

Edad (Días) CURADO CAMARA DE HUMEDAD	Fecha/Hora	Identificación de la Muestra	% de Dosificación	Resistencia a la Compresión Simple (kg/cm2)
7			1%	
			1%	
			1%	
7			2%	
			2%	
			2%	
7			3%	
			3%	
			3%	

DATOS		EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
APELLIDOS Y NOMBRES	PARADES LEON, Jussy FERNANDO	Rango de evaluación 0.5 1	
CIP	40170 FERNANDO PAREDES LEON	ITEM	PUNTAJE DE EVALUACIÓN
CDRREO		1	1
		2	1
		Promedio	1
FIRMA	JUSSY FERNANDO PAREDES LEON INGENIERO CIVIL Rég. CIP N° 40170		

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : Aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarochiri, 2019.

Responsable : Chappa Diaz Ronald

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

Información General
 Ubicación : Fecha :
 Distrito : N° de Ficha :
 Provincia :

I) Recoleccion de Datos

ITEM	Progresiva				
1	Tipo de Transito	a) Muy liviano	b) Liviano	c) Pesado	d) Muy pesado
2	Tipo de Superficie	a) Pavimento	b) Asfalto	c) Afirmando	d) Trocha
3	Tipo de Suelo	a) Grava	b) Arena	c) Limo	d) Arcilla
4	Ancho de Plataforma				
5	Tipo de Falla	a) Ahuellamiento	b) Drenaje Inadecuado	c) Huecos en la via	d) Sección inadecuada
6	Causas	a) Mantenimiento Inadecuado	b) Material Pobre	c) Diseño inadecuado	d) Otros
FOTOGRAFÍA					

DATOS		EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
APELLIDOS Y NOMBRES: <i>Padilla Pichef, Santos Ricardo</i>		Rango de evaluación 0 0.5 1	
CIP :	<i>51630</i>	ITEM	PUNTAJE DE EVALUACIÓN
CORREO :	<i>Spadilla@ucv.edu.pe</i>	1	<i>0,9</i>
FIRMA : <i>[Firma]</i> SANTOS RICARDO PADILLA PICHEF INGENIERO CIVIL CIP 51630		2	<i>0,9</i>
		3	<i>0,9</i>
		4	<i>0,8</i>
		5	<i>0,9</i>
		6	<i>0,9</i>
		Promedio	<i>0,9</i>

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : Aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarochiri, 2019.

Responsable : Chappa Diaz Ronald

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


Información General

Ubicación : Fecha :
 Distrito : N° de Ficha :
 Provincia :

II) Datos de Entrada
Ensayo de Laboratorio

N° de Muestra	ITEM				
	1) Coordenadas del Lugar de Estudio (UTM)			2) Clasificación de Suelos	
	Norte (WGS84)	Este (WGS84)	Altitud (MSNM)	SUCS	AASHTO

N° de Muestra	ITEM							
	3) Proctor Modificado				4) Capacidad de Soporte (CBR)			
	M.D.S (g/cm³)	O.C.H (%)	M.D.S (g/cm³)	O.C.H (%)	100%	95%	100%	95%

DATOS		EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	<i>Padilla Picuar y Santos Ricardo</i>	Rango de evaluación 0 _____ 0.5 _____ 1	
CIP :	<i>51630</i>	ITEM	PUNTAJE DE EVALUACIÓN
CORREO:	<i>Spadilla@ucv.edu.pe</i>	1	<i>0,9</i>
FIRMA :	 SANTOS RICARDO PADILLA PICUAR INGENIERO CIVIL CIP 51630	2	<i>1</i>
		3	<i>1</i>
		4	<i>1</i>
		Promedio	<i>1</i>

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : Aplicación del Muclago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarocharí, 2019.

Responsable : Chappa Diaz Ronald

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

Información General

Ubicación : _____ Fecha : _____
 Distrito : _____ N° de Ficha : _____
 Provincia : _____

III) Resistencia
ITEM 1: Ensayo de Resistencia a la Compresion Simple (Patrón)

Edad (Días) CURADO CAMARA DE HUMEDAD	Fecha/Hora	Identificación de la Muestra	Resistencia a la Compresión Simple (kg/cm2)
7			

ITEM 2: Ensayo de Resistencia a la Compresion Simple (Adición del Muclago de Tuna)

Edad (Días) CURADO CAMARA DE HUMEDAD	Fecha/Hora	Identificación de la Muestra	% de Dosificación	Resistencia a la Compresión Simple (kg/cm2)
7			1%	
			1%	
			1%	
7			2%	
			2%	
			2%	
7			3%	
			3%	
			3%	

DATOS		EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
APELLIDOS Y NOMBRES: <i>Santos Ricardo Padilla Pichere</i> CIP: <i>51630</i> CORREO: <i>Spadilla@ceval.edu.pe</i>		Rango de evaluación 0 0,5 1	
FIRMA: <i>Santos Ricardo Padilla Pichere</i> SANTOS RICARDO PADILLA PICHERE INGENIERO CIVIL CIP 51630		ITEM 1 2 Promedio	PUNTAJE DE EVALUACIÓN <i>0,9</i> <i>0,9</i> <i>0,9</i>

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : Aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huachirí, 2019.

Responsable : Chappa Diaz Ronald

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


Ubicación : Fecha :

Información General Distrito : N° de Ficha :

Provincia :

I) Recoleccion de Datos

ITEM	Progresiva				
1	Tipo de Transito	a) Muy liviano	b) Liviano	c) Pesado	d) Muy pesado
2	Tipo de Superficie	a) Pavimento	b) Asfalto	c) Afirmado	d) Trocha
3	Tipo de Suelo	a) Grava	b) Arena	c) Limo	d) Arcilla
4	Ancho de Plataforma				
5	Tipo de Falla	a) Ahuellamiento	b) Drenaje Inadecuado	c) Huecos en la via	d) Sección inadecuada
6	Causas	a) Mantenimiento Inadecuado	b) Material Pobre	c) Diseño inadecuado	d) Otros
FOTOGRAFÍA					

DATOS		EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
APELLIDOS Y NOMBRES: <i>Barzola Susano, Soledad Aurelia</i>		Rango de evaluación 0 _____ 0.5 _____ 1 _____	
CIP :	<i>67689</i>	ITEM	PUNTAJE DE EVALUACIÓN
CORREO :	<i>S.Barzola@Jr600consultoras.com</i>	1	<i>1</i>
FIRMA : 	SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 67689	2	<i>1</i>
		3	<i>1</i>
		4	<i>1</i>
		5	<i>1</i>
		6	<i>1</i>
		Promedio	<i>1</i>

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : Aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huachirí, 2019.

Responsable : Chappa Diaz Ronald

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

Información General

Ubicación : Fecha :
 Distrito : N° de Ficha :
 Provincia :

II) Datos de Entrada
Ensayo de Laboratorio

N° de Muestra	ITEM				
	1) Coordenadas del Lugar de Estudio (UTM)			2) Clasificación de Suelos	
	Norte (WGS84)	Este (WGS84)	Altitud (MSNM)	SUCS	AASHTO

N° de Muestra	ITEM							
	3) Proctor Modificado				4) Capacidad de Soporte (CBR)			
	M.D.S (g/cm³)	O.C.H (%)	M.D.S (g/cm³)	O.C.H (%)	100%	95%	100%	95%

DATOS		EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	<i>Barzola Susano Soledad Aurelia</i>	Rango de evaluación 0 _____ 0.5 _____ 1	
CIP :	<i>67689</i>	ITEM	PUNTAJE DE EVALUACIÓN
CORREO:	<i>S. Barzola @ Jr Geoconsultores.com.</i>	1	<i>1</i>
FIRMA :	<i>Soledad Barzola</i>	2	<i>1</i>
		3	<i>1</i>
		4	<i>1</i>
		Promedio	<i>1</i>

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

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis : Aplicación del Muclago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarocharí, 2019.

Responsable : Chappa Diaz Ronald

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


Información General
 Ubicación : Fecha :
 Distrito : N° de Ficha :
 Provincia :

III) Resistencia
ITEM 1: Ensayo de Resistencia a la Compresion Simple (Patrón)

Edad (Días) CURADO CAMARA DE HUMEDAD	Fecha/Hora	Identificación de la Muestra	Resistencia a la Compresión Simple (kg/cm2)
7			

ITEM 2: Ensayo de Resistencia a la Compresion Simple (Adición del Muclago de Tuna)

Edad (Días) CURADO CAMARA DE HUMEDAD	Fecha/Hora	Identificación de la Muestra	% de Dosificación	Resistencia a la Compresión Simple (kg/cm2)
7			1%	
			1%	
			1%	
7			2%	
			2%	
			2%	
7			3%	
			3%	
			3%	

DATOS		EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
APELLIDOS Y NOMBRES: <i>Barzola Susana Soledad Aurelia</i>		Rango de evaluación 0 0.5 1	
CIP: <i>67689</i>		ITEM 1	PUNTAJE DE EVALUACIÓN <i>1</i>
CORREO: <i>S. Barzola C/ Jr. General/Av. 10m</i>		ITEM 2	<i>1</i>
FIRMA		Promedio	<i>1</i>
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 67689			

Anexo 3. Panel fotográfico

Paso 1. Exploración de campo y ubicación de Calicatas



Foto N°1. Exploración de campo para ubicación de calicatas.

Fuente: Elaboración propia.



Foto N°2. Exploración de campo para ubicación de calicatas.

Fuente: Elaboración propia.

Paso 2. Excavación de Calicata N°1



Foto N°3. Excavación de Calicata N°1 con una profundidad de 1.50m

Fuente: Elaboración propia.



Foto N°4. Excavación de Calicata N°1 con una profundidad de 1.50m

Fuente: Elaboración propia.



Foto N°5. Coordenadas de la Calicata N°1 con GPS.

Fuente: Elaboración propia.

Paso 2. Excavación de Calicata N°2



Foto N°6. Excavación de Calicata N°2 con una profundidad de 1.50m

Fuente: Elaboración propia.



Foto N°7. Excavación de Calicata N°2 con una profundidad de 1.50m

Fuente: Elaboración propia.



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

Fuente: Elaboración propia.

Paso 2. Excavación de Calicata N°3



Foto N°9. Excavación de Calicata N°3 con una profundidad de d 1.50m

Fuente: Elaboración propia.



Foto N°10 Excavación de Calicata N°3 con una profundidad de 1.50m

Fuente: Elaboración propia.



Foto N°11 Coordenadas de la Calicata N°3 con GPS.

Fuente: Elaboración propia.

Ensayos en laboratorio de mecánica de suelos.

Ensayo con Suelo – Cemento portland tipo I 12%.



Foto N°12. Ensayo Proctor Modificado suelo natural con cemento portland 12%
Fuente: Elaboración propia.



Foto N°13. Ensayo Proctor Modificado suelo natural con cemento portland 12%
Fuente: Elaboración propia.



Foto N°14. Ensayo CBR suelo natural con cemento portland 12%
Fuente: Elaboración propia.



Foto N°15. Ensayo CBR suelo natural con cemento portland 12% sumergido en una poza.
Fuente: Elaboración propia.



Foto N°16. Ensayo en prensa CBR suelo natural con cemento portland 12% (ASTM D1883)
Fuente: Elaboración propia.

Elaboración de especímenes con Suelo – Cemento portland tipo I 12%.



Foto N°17. Ensayo Resistencia a la Compresión Simple suelo natural con cemento portland 12% (elaboración de especímenes) (MTC E 1103)
Fuente: Elaboración propia.



Foto N°18. Ensayo Resistencia a la Compresión Simple suelo natural con cemento portland 12% (especímenes – muestra patrón) (MTC E 1103)
Fuente: Elaboración propia.

Proceso de obtención de Mucílago de tuna en polvo.



Foto N°19. Ubicación de Penca de Tuna zona cercana al Distrito de Santo Domingo de Olleros – Huarochirí
Fuente: Elaboración propia.



Foto N°20. Penca de Tuna desechada por los agricultores, sin poder darle otro uso.
Fuente: Elaboración propia.



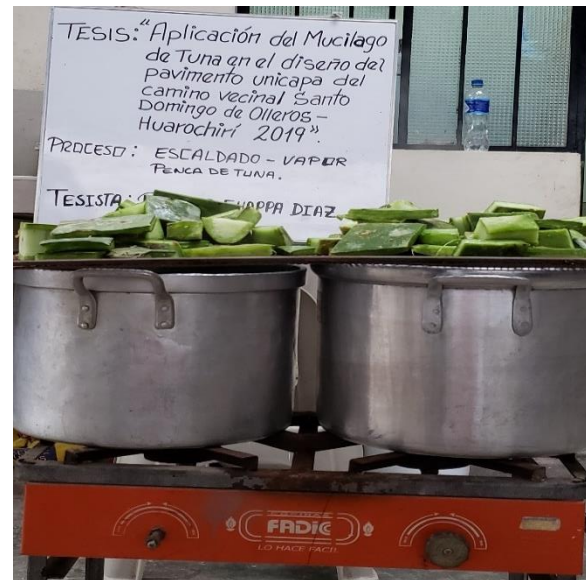
*Foto N°21. Selección y Limpieza de la penca de tuna. (Retiro de las espinas)
Fuente: Elaboración propia*



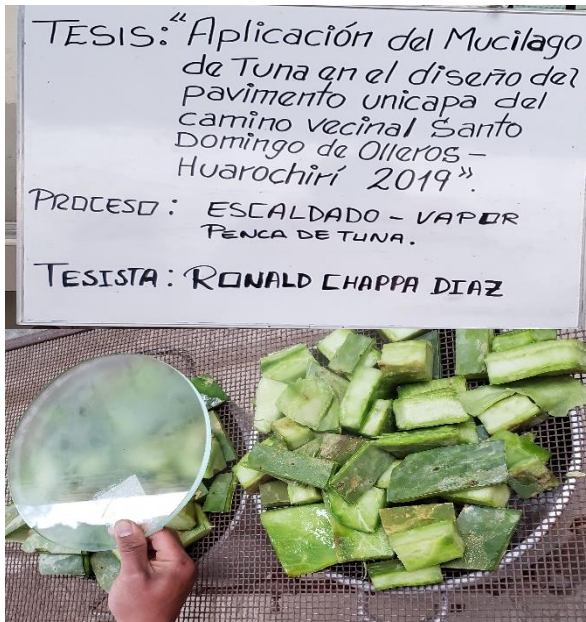
*Foto N°22. Cortado en trozos - penca de tuna.
Fuente: Elaboración propia*



*Foto N°23. Penca de tuna cortado en trozos
Fuente: Elaboración propia*

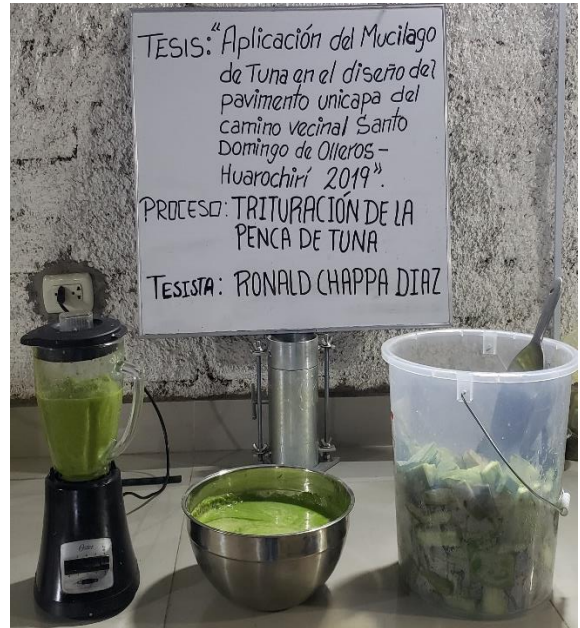


*Foto N°24. Utilización de cocina casera y ollas – proceso de escaldado a vapor.
Fuente: Elaboración propia*



TESIS: "Aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño del pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Ollerós - Huarochiri 2019".
 PROCESO: ESCALDADO - VAPOR PENCA DE TUNA.
 TESISTA: RONALD CHAPPA DIAZ

Foto N°25. proceso de escaldado a vapor por un lapso de 15 minutos.
 Fuente: Elaboración propia.



TESIS: "Aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño del pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Ollerós - Huarochiri 2019".
 PROCESO: TRITURACIÓN DE LA PENCA DE TUNA
 TESISTA: RONALD CHAPPA DIAZ

Foto N°26. Proceso de trituración de la penca de tuna utilizando una licuadora doméstica.
 Fuente: Elaboración propia.



TESIS: "Aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño del pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Ollerós - Huarochiri 2019".
 PROCESO: TRITURACIÓN DE LA PENCA DE TUNA
 TESISTA: RONALD CHAPPA DIAZ

Foto N°26. Después de haber sido triturado la penca de tuna en la licuadora, se obtuvo una sustancia viscosa - espesa, luego se procedió a colarlo en una manta de tal forma que se retengan las partículas de la muestra y se elimine el agua, tal y como se aprecia en la foto.
 Fuente: Elaboración propia.



Foto N°27. Proceso de secado en el horno de laboratorio del Mucilago de tuna a una temperatura de 80°C, por un lapso de tiempo de 4 horas.

Fuente: Elaboración propia.



Foto N°28. Muestra seca de Mucilago de Tuna

Fuente: Elaboración propia.



Foto N°29. Recolección de muestra seca de Mucilago de Tuna para la molienda.

Fuente: Elaboración propia.



Foto N° 30. Proceso de molienda para obtener Mucílago de tuna en polvo. Para ello se usó un moledor casero.
Fuente: Elaboración propia

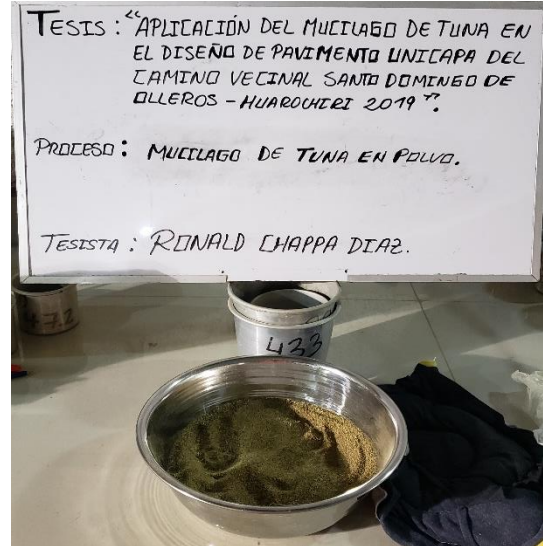


Foto N° 31 Mucílago de tuna en polvo.
Fuente: Elaboración propia

Ensayos Suelo – Cemento portland tipo I 12% + adición de Mucílago de Tuna (1%, 2% y 3%). Ensayo proctor modificado.

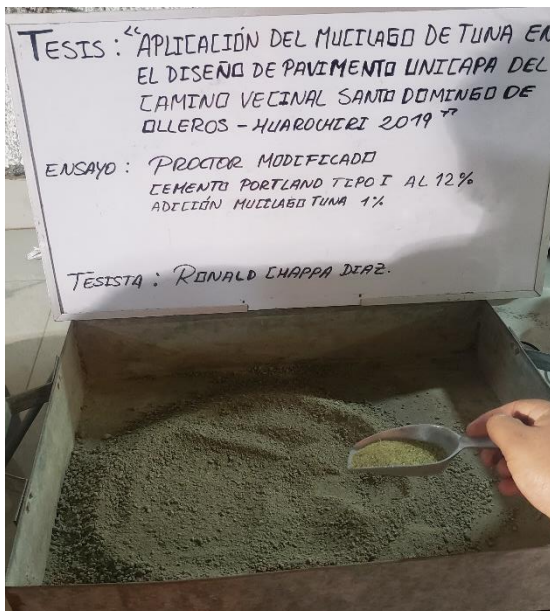


Foto N°32. Ensayo Proctor Modificado suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucilago de Tuna 1%
Fuente: Elaboración propia.

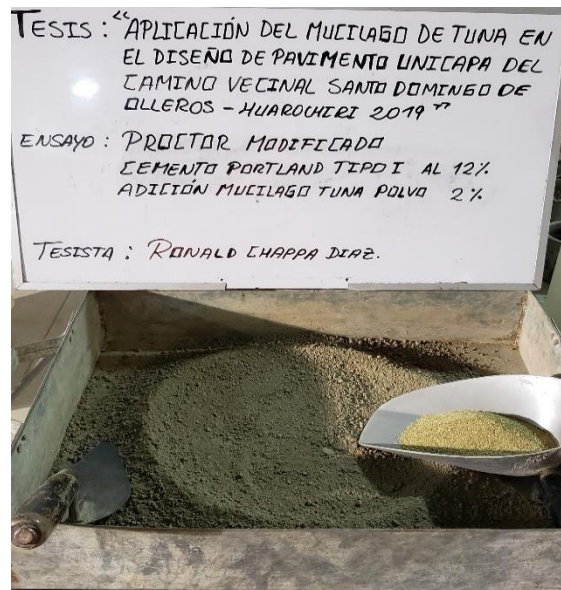


Foto N°33. Ensayo Proctor Modificado suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucilago de Tuna 2%
Fuente: Elaboración propia.

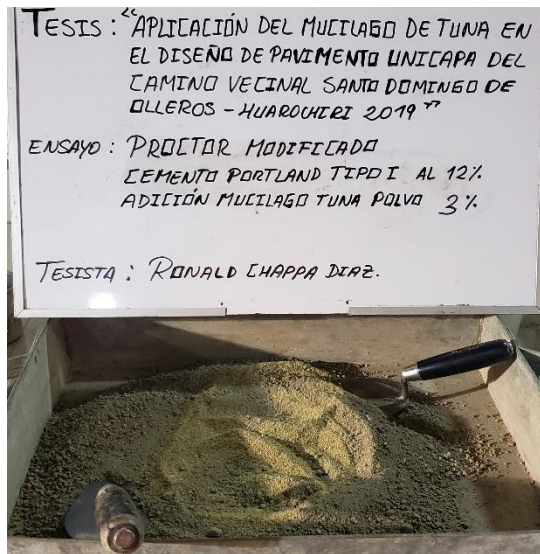


Foto N°34. Ensayo Proctor Modificado suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucilago de Tuna 3%
 Fuente: Elaboración propia.

Ensayo CBR.

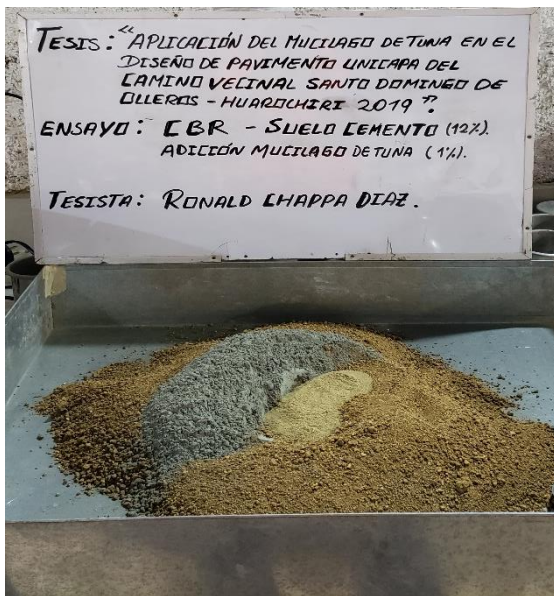


Foto N°35. Ensayo CBR - suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucilago de Tuna 1%
 Fuente: Elaboración propia.



Foto N°36. Ensayo CBR - suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucilago de Tuna 2%
 Fuente: Elaboración propia.

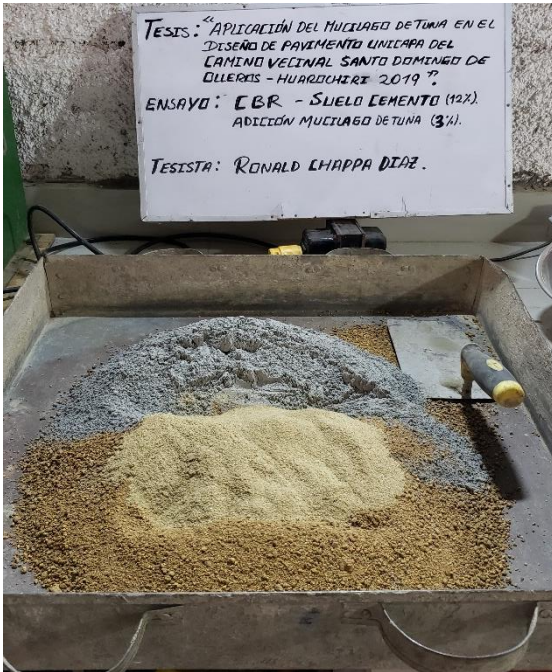


Foto N°37. Ensayo CBR - suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucilago de Tuna 3%
Fuente: Elaboración propia.



Foto N°38. Ensayo CBR – compactación en los moldes, suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucilago de Tuna (1%, 2%, 3%).
Fuente: Elaboración propia.



Foto N°39. Ensayo CBR – compactación en los moldes y sumergidos. Suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucilago de Tuna (1%, 2%, 3%).
Fuente: Elaboración propia.



Foto N°40. Ensayo en prensa CBR suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucilago de Tuna 1% (ASTM D1883)
Fuente: Elaboración propia.

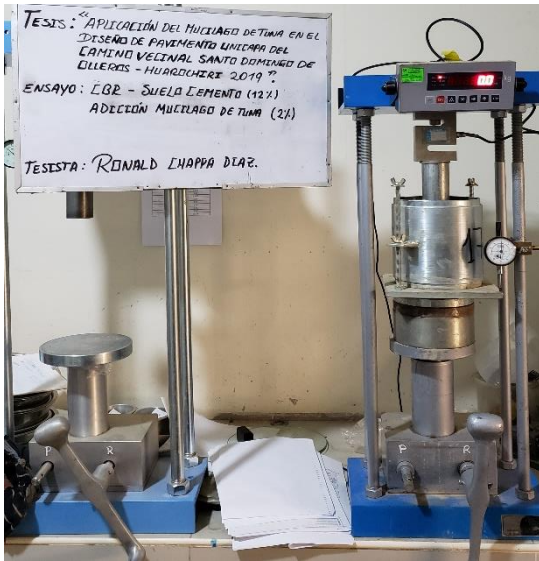


Foto N°41. Ensayo en prensa CBR suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucílago de Tuna 2% (ASTM D1883)
Fuente: Elaboración propia.



Foto N°42. Ensayo en prensa CBR suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucílago de Tuna 3% (ASTM D1883)
Fuente: Elaboración propia.

Elaboración de especímenes para ensayo resistencia a la compresión simple (MTC. E 1103) de probetas con Suelo – Cemento portland tipo I 12%. + adición de Mucilago de Tuna porcentajes de dosificación. (1%, 2%, 3%).

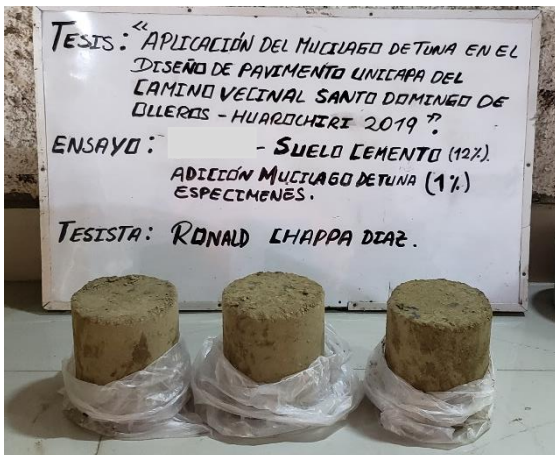


Foto N°43. Ensayo Resistencia a la Compresión Simple suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucílago de Tuna 1% (elaboración de especímenes) (MTC E 1103)



Foto N°44. Ensayo Resistencia a la Compresión Simple suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucílago de Tuna 2% (elaboración de especímenes) (MTC E 1103)

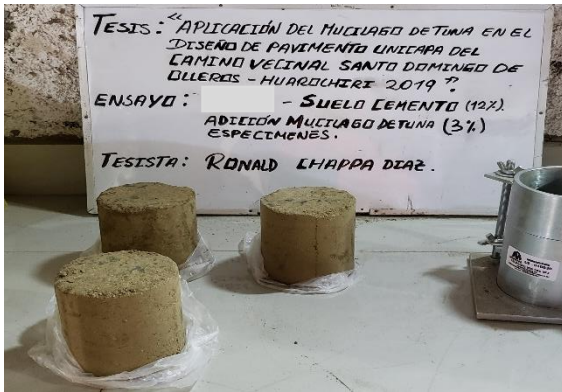


Foto N°45. Ensayo Resistencia a la Compresión Simple suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucílago de Tuna 3% (elaboración de especímenes) (MTC E 1103)
Fuente: Elaboración propia.

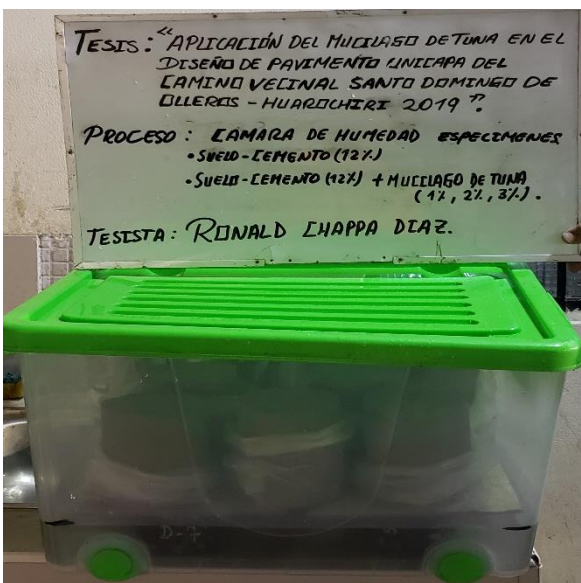


Foto N°46. Para el ensayo de Resistencia a la Compresión Simple de probetas suelo natural con cemento portland 12% y suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucílago de Tuna (1%, 2%, 3%), las probetas se sometieron a un curado de 7 días en una cámara de humedad, en este caso llenamos este depósito con agua a cierta altura de tal forma que no haya contacto con las probetas, se tapa el depósito hasta que pase el tiempo requerido. (MTC E 1103)
Fuente: Elaboración propia.



Foto N°47. Para el ensayo de Resistencia a la Compresión Simple de probetas suelo natural con cemento portland 12% y suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucílago de Tuna (1%, 2%, 3%), después del curado por 7 días en una cámara de humedad, las probetas se sumergen en agua por un lapso de 4 horas para que inmediatamente después de cumplido con el tiempo referido se sometan al ensayo de resistencia. (MTC E 1103)
Fuente: Elaboración propia.

Ensayo Resistencia a la Compresión Simple (MTC. E 1103)



Foto N°48. Ensayo Resistencia a la Compresión Simple suelo natural con cemento portland 12% - prensa hidráulica (MTC E 1103)
Fuente: Elaboración propia.



Foto N°49. Ensayo Resistencia a la Compresión Simple suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucílago de Tuna 1% - prensa hidráulica (MTC E 1103)
Fuente: Elaboración propia.



*Foto N°50. Ensayo Resistencia a la Compresión Simple suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucílago de Tuna 2% - prensa hidráulica (MTC E 1103)
Fuente: Elaboración propia.*



*Foto N°51. Ensayo Resistencia a la Compresión Simple suelo natural con cemento portland 12% + adición de Mucílago de Tuna 3% - prensa hidráulica (MTC E 1103)
Fuente: Elaboración propia.*

Anexo 4. Resultados

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : JR 2019 - 190
 Fecha de Emisión : 11/10/2019
 Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
 Revisado por : Ing. Soledad B. Susano
 Certificado N° : LEM - 01-16/190

PROYECTO : 'APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VEGINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS-HUAROCHIRI'

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI, DEPARTAMENTO DE LIMA

CLIENTE : CHAPPA DIAZ RONALD

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-1M-2, L., Prof. 0,10m - 0,40m
 COORDENADAS UTM : 8648224 N 0333127 E

PESO DE MUESTRA RECEP. : 13,445 g T. MÁXIMO DEL ESTRATO (Pulg.) : 3
 PESO MUESTRA DE ENSAYO : 1,588 g

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
 MTC E 107 - 2013 / ASTM D 422-63(2002) / AASHTO T - 88

MALLAS	PESO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETENIDO (g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	(%)
3"	76.200			100.0	
2"	50.800	31.2	2.0	2.0	98.0
1 1/2"	38.100	12.5	0.8	2.8	97.2
1"	25.400	28.0	1.8	4.6	95.4
3/4"	19.050	21.8	1.4	6.0	94.0
1/2"	12.700	63.9	4.1	10.1	89.9
3/8"	9.525	76.3	4.9	15.0	85.0
N° 4	4.750	109.1	7.0	22.0	78.0
N° 8	2.360	26.0	5.9	27.9	72.1
N° 10	2.000	10.1	2.3	30.2	69.8
N° 16	1.180	40.5	9.2	39.4	60.6
N° 20	0.850	28.6	6.5	45.9	54.1
N° 30	0.600	33.5	7.6	53.5	46.5
N° 40	0.425	31.7	7.2	60.7	39.3
N° 50	0.300	28.6	6.5	67.2	32.8
N° 80	0.180	34.4	7.8	75.0	25.0
N° 100	0.150	12.8	2.9	77.9	22.1
N° 200	0.075	30.4	6.9	84.8	15.2
< N° 200	FONDO	67.0	15.2	100.0	

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
 MTC E 108 - 2013 / ASTM D 2216-05 / ASHTO T - 265

Peso del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	1,588.0
Peso del Recipiente + Suelo Seco (g)	1,521.6
Peso del Agua (g)	66.4
Peso del Recipiente (g)	147.2
Peso de Suelo Seco (g)	1,374.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.8

FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO

Tamaño Máximo (mm-pulg)	3"
Porcentaje de Grava 3" > N° 4 (%)	22.0
Porcentaje de Arena N°200 < N°4 (%)	62.8
Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 (%)	15.2

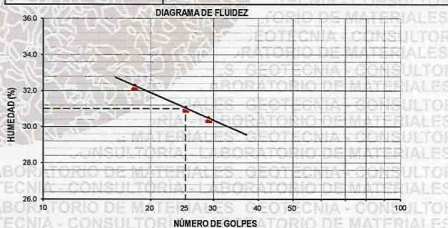
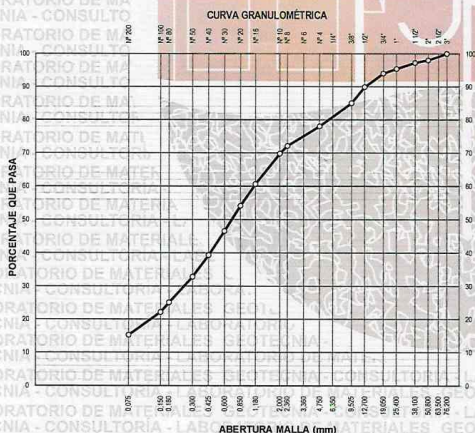
MATERIALES MAS FINOS QUE EL TAMIZ DE 75 µm (N° 200)
 MTC E 137 - 2016 / ASTM D 1140-00 / AASHTO T - 11

Peso Seco antes del Lavado + Tarro (Fracción Fina < N° 4) (g)	380.4
Peso Seco después del Lavado + Tarro (g)	313.4
Peso del Tarro (g)	36.8
PASANTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200) (%)	15.2

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
SUCS	ASTM D 2487-05 : sc	Arena arcillosa con grava
AASHTO	ASTM D 3282 : A-2-4 (p)	Bueno

L. LÍQUIDO, L. PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
 MTC E 110 - 2016 / MTC E 111 - 2016 / ASTM D 4318-05 / AASHTO T-89 / AASHTO T-90

	LÍMITE LÍQUIDO (%)			LÍMITE PLÁSTICO (%)	
Suelo Húmedo + Peso de Capsula	34.32	30.42	39.43	28.44	30.76
Peso de Capsula + Suelo Seco	29.38	26.97	34.63	26.55	28.44
Peso del Agua	4.94	3.45	4.80	1.89	2.32
Peso de la Capsula	14.08	15.86	18.88	17.41	17.56
Peso de Suelo Seco	15.3	11.11	15.75	9.14	10.88
Contenido de humedad	32.29	31.05	30.48	20.68	21.32
Número de golpes	18	25	29		
RESULTADOS	31.0			21.0	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.0				



OBSERVACIONES:

 José Luis Quispe Mendoza
 Tec./Laboratorio de Mecánica de Suelos

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

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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : JR 2019 - 190
 Fecha de Emisión : 11/10/2019
 Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
 Revisado por : Ing. Soledad B. Susano
 Certificado N° : LEM - 02-16/190

PROYECTO : *APLICACION DEL MUCLAGADO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS-HUAROCHIRI*
 UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI, DEPARTAMENTO DE LIMA
 CLIENTE : CHAPPA DIAZ RONALD

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACIÓN : C-1M-3, L., Prof. 0,40m - 1,50m
 COORDENADAS UTM : 8548224 N 0333127 E
 PESO DE MUESTRA RECEP. : 13,301.0 g T. MÁXIMO DEL ESTRATO (Pulg.): 3
 PESO MUESTRA DE ENSAYO : 1,771.0 g

MALLAS	PESO	RETENIDO	RETENIDO	PASA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETENIDO (g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)
3"	76.200			100.0
2"	50.800	124.0	7.0	93.0
1 1/2"	38.100	122.2	6.9	86.1
1"	25.400	295.8	16.7	69.4
3/4"	19.050	60.2	3.4	66.0
1/2"	12.700	85.0	4.8	61.2
3/8"	9.525	127.5	7.2	54.0
N° 4	4.750	177.1	10.0	44.0
N° 8	2.360	31.6	3.9	59.9
N° 10	2.000	10.5	1.3	61.2
N° 16	1.180	34.0	4.2	65.4
N° 20	0.850	24.3	3.0	68.4
N° 30	0.600	29.2	3.6	72.0
N° 40	0.425	29.2	3.6	75.6
N° 50	0.300	25.9	3.2	78.8
N° 80	0.180	34.8	4.3	83.1
N° 100	0.150	14.6	1.8	84.9
N° 200	0.075	32.4	4.0	88.9
< N° 200	FONDO	90.0	11.1	100.0

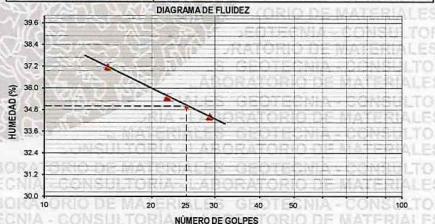
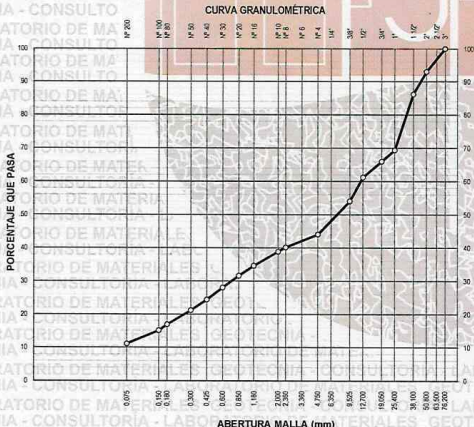
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	1,744.8
Peso del Recipiente + Suelo Seco (g)	1,622.8
Peso del Agua (g)	122.0
Peso del Recipiente (g)	196.4
Peso de Suelo Seco (g)	1,426.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.6

Tamaño Máximo (mm-pulg)	3"
Porcentaje de Grava 3" > N° 4 (%)	56.0
Porcentaje de Arena N°200 < N°4 (%)	32.9
Porcentaje que Pasa la Malla N°200 (%)	11.1

Peso Seco antes del Lavado + Tarro (Fracción Fina < N° 4) (g)	405.7
Peso Seco después del Lavado + Tarro (g)	315.8
Peso del Tarro (g)	49.1
PASANTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200) (%)	11.1

SUCS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
ASTM D 2487-05 : GP-GC	Grava pobremente graduada con arcilla y arena
AASHTO ASTM D 3282 : A-2-6 (0)	Regular

	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)
Suelo Húmedo + Peso de Capsula	34.43	34.68
Peso de Capsula + Suelo Seco	30.12	30.44
Peso del Agua	4.31	4.44
Peso de la Capsula	18.54	17.95
Peso de Suelo Seco	11.58	12.49
Contenido de humedad	37.22	35.55
Número de golpes	15	22
RESULTADOS	35.0	22.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	13.0	



OBSERVACIONES:

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Susano
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : JR 2019 - 190
 Fecha de Emisión : 11/10/2019
 Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
 Revisado por : Ing. Soledad B. Susano
 Certificado N° : LEM - 03-16/190

PROYECTO : APLICACION DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL, SANTO DOMINGO DE OLLEROS-HUARACHIRI
 UBICACION : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUARACHIRI, DEPARTAMENTO DE LIMA
 CLIENTE : CHAPPA DIAZ RONALD

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : C-2M-2, L., Prof. 0,20m - 0,40m PESO DE MUESTRA RECEP. : 13,445.0g T. MÁXIMO DEL ESTRATO (Pulg.): N° 4
 COORDENADAS UTM : 6547807 N 0332762 E PESO MUESTRA DE ENSAYO : 475.0g

SERIE	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
AMERICANA					
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
N° 4	4.750				100.0
N° 8	2.360	6.3	1.5	1.5	98.5
N° 10	2.000	3.4	0.8	2.3	97.7
N° 16	1.180	18.2	4.3	6.6	93.4
N° 20	0.850	19.9	4.7	11.3	88.7
N° 30	0.600	30.0	7.1	18.4	81.6
N° 40	0.425	39.3	9.3	27.7	72.3
N° 50	0.300	45.7	10.8	38.5	61.5
N° 80	0.180	61.3	14.5	53.0	47.0
N° 100	0.150	20.3	4.8	57.8	42.2
N° 200	0.075	36.8	8.7	66.5	33.5
< N° 200	FONDO	141.7	33.5	100.0	

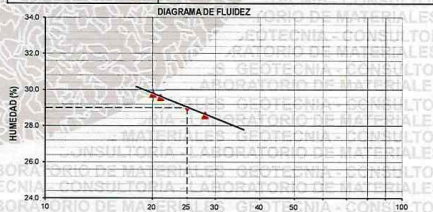
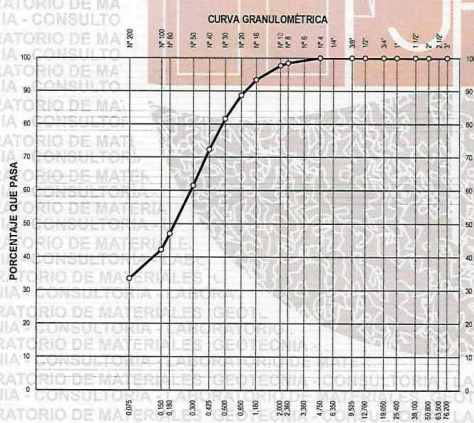
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	1,935.6
Peso del Recipiente + Suelo Seco (g)	1,840.4
Peso del Agua (g)	95.2
Peso del Recipiente (g)	148.8
Peso de Suelo Seco (g)	1,691.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.6

Tamaño Máximo (mm-pulg)	4.75
Porcentaje de Grava 3" > N° 4 (%)	
Porcentaje de Arena N° 200 < N° 4 (%)	66.5
Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 (%)	33.5

Peso Seco antes del Lavado + Tarro (Fracción Fina < N° 4) (g)	460.1
Peso Seco después del Lavado + Tarro (g)	318.6
Peso del Tarro (g)	37.2
PASANTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200) (%)	33.5

SUCS	ASTM D 2487-05	SC	DESCRIPCION DEL SUELO
AASHTO	ASTM D 3282	A-2-6 (0)	Regular

	LÍMITE LÍQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)	
Suelo Húmedo + Peso de Cápsula	31.31	34.65	30.42	33.36
Peso de Cápsula + Suelo Seco	27.95	31.05	27.46	31.08
Peso del Agua	3.36	3.60	2.96	2.28
Peso de la Cápsula	16.68	18.9	17.13	18.24
Peso de Suelo Seco	11.27	12.15	10.33	12.84
Contenido de humedad	29.81	29.63	28.65	17.76
Número de golpes	20	21	28	
RESULTADOS	29.0		18.0	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.0			



OBSERVACIONES:

[Signature]
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

[Signature]
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : JR 2019 - 190
 Fecha de Emisión : 11/10/2019
 Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
 Revisado por : Ing. Soledad B. Susano
 Certificado N° : LEM - 04-16/190

PROYECTO : APLICACION DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS-HUARACHIRI
 UBICACION : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUARACHIRI, DEPARTAMENTO DE LIMA
 CLIENTE : CHAPPA DIAZ RONALD

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : C-2M-3.L., Prof. 0.40m - 1.50m
 COORDENADAS UTM : 8547807 N, 0332762 E

PESO DE MUESTRA RECEP. : 13,301.0 g T. MAXIMO DEL ESTRATO (mm): 475
 PESO MUESTRA DE ENSAYO : 544.0 g

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2013 / ASTM D 422-63(2002) / ASHTO T - 88					
MALLAS	PESO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PASA (%)	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
N° 4	4.750				100.0
N° 8	2.360	5.3	1.7	1.7	98.3
N° 10	2.000	2.8	0.9	2.6	97.4
N° 16	1.180	17.5	5.6	8.2	91.8
N° 20	0.850	16.6	5.3	13.5	86.5
N° 30	0.600	22.5	7.2	20.7	79.3
N° 40	0.425	24.7	7.9	28.6	71.4
N° 50	0.300	26.6	8.5	37.1	62.9
N° 80	0.180	36.0	11.5	48.6	51.4
N° 100	0.150	12.2	3.9	52.5	47.5
N° 200	0.075	30.1	9.6	62.1	37.9
< N° 200	FONDO	118.7	37.9	100.0	

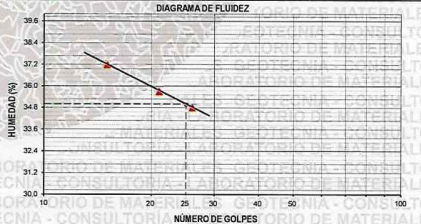
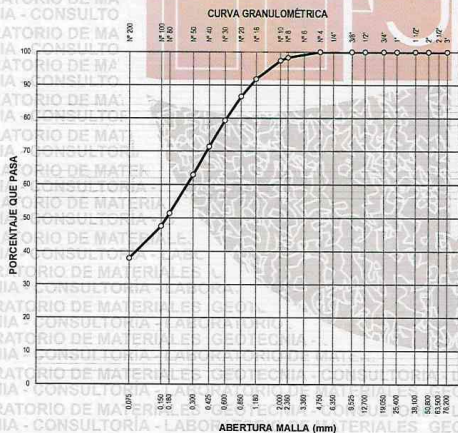
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2013 / ASTM D 2216-05 / ASHTO T - 265	
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	1,555.6
Peso del Recipiente + Suelo Seco (g)	1,437.2
Peso del Agua (g)	118.4
Peso del Recipiente (g)	184.8
Peso de Suelo Seco (g)	1,252.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.5

FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO	
Tamaño Máximo (mm-pulg)	N° 4
Porcentaje de Grava 3" > N° 4 (%)	
Porcentaje de Arena N°200 < N° 4 (%)	62.1
Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 (%)	37.9

MATERIALES MAS FINOS QUE EL TAMIZ DE 75 µm (N° 200) MTC E 137 - 2016 / ASTM D 1140.00 / ASHTO T - 11	
Peso Seco antes del Lavado + Tarro (Fracción Fina < N° 4) (g)	359.3
Peso Seco después del Lavado + Tarro (g)	240.5
Peso del Tarro (g)	46.2
PASANTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200) (%)	37.9

CLASIFICACION DE SUELOS		DESCRIPCION DEL SUELO
SUCS	ASTM D 2487-05 : SC	Arena arcillosa
ASHTO	ASTM D 3282 : A-6 (1)	Malo

L. LIQUIDO, L. PLÁSTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2016 / MTC E 111 - 2016 / ASTM D 4318-05 / ASHTO T-89 / ASHTO T-89					
	LÍMITE LIQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)		
Suelo Húmedo + Peso de Cápsula	32.62	36.7	35.06	28.34	28.78
Peso de Cápsula + Suelo Seco	28.1	31.77	30.73	26.03	26.49
Peso del Agua	4.52	4.93	4.35	2.31	2.29
Peso de la Cápsula	15.96	17.98	18.25	14.88	15.71
Peso de Suelo Seco	12.14	13.79	12.48	11.15	10.78
Contenido de humedad	37.23	35.75	34.86	20.72	21.24
Número de golpes	15	21	26		
RESULTADOS		35.0		21.0	
INDICE DE PLASTICIDAD (%)			14.0		



OBSERVACIONES:

[Signature]
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

[Signature]
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

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

Calicata N°3

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS		Informe N°	JR 2019 - 190
		Fecha de Emisión	: 11/10/2019
		Realizado por	: Tec. José L. Quispe M.
		Revisado por	: Ing. Soledad B. Susano
		Certificado N°	: LEM - 05-16190

PROYECTO : APLICACION DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS-HUARACHIRI
 UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUARACHIRI, DEPARTAMENTO DE LIMA
 CLIENTE : CHAPPA DIAZ RONALD

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : C-3M-1, L., Prof. 0,00m - 0,10m PESO DE MUESTRA RECEP. : 13,445.0 g T. MÁXIMO DEL ESTRATO (Pulg.): N° 4
 COORDENADAS UTM : 8647602 N 0332726 E PESO MUESTRA DE ENSAYO : 616.0 g

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2013 / ASTM D 422-63(2002) / AASHTO T - 88					
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
N° 4	4.750				100.0
N° 8	2.360	9.8	2.4	2.4	97.6
N° 10	2.000	3.3	0.8	3.2	96.8
N° 16	1.180	15.1	3.7	6.9	93.1
N° 20	0.850	12.7	3.1	10.0	90.0
N° 30	0.600	16.7	4.1	14.1	85.9
N° 40	0.425	18.4	4.5	18.6	81.4
N° 50	0.300	19.2	4.7	23.3	76.7
N° 60	0.250	30.2	7.4	30.7	69.3
N° 100	0.150	14.7	3.6	34.3	65.7
N° 200	0.075	44.1	10.8	45.1	54.9
< N° 200	FONDO	224.3	54.9	100.0	

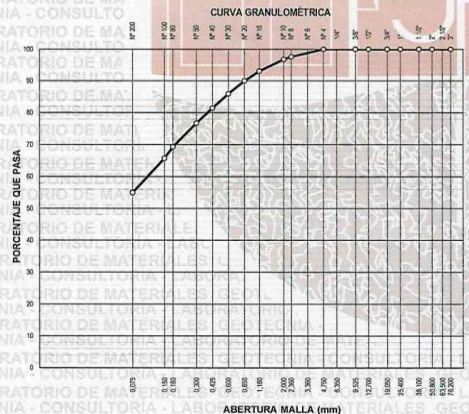
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 106 - 2013 / ASTM D 2216-05 / AASHTO T - 265	
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	1,926.4
Peso del Recipiente + Suelo Seco (g)	1,846.0
Peso del Agua (g)	80.4
Peso del Recipiente (g)	212.0
Peso de Suelo Seco (g)	1,634.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.9

FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO	
Tamaño Máximo (mm-pulg.)	N° 4
Porcentaje de Grava 3" > N° 4 (%)	
Porcentaje de Arena N°200 < N°4 (%)	45.1
Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 (%)	54.9

MATERIALES MAS FINOS QUE EL TAMIZ DE 75 µm (N° 200) MTC E 137 - 2016 / ASTM D 1140-00 / AASHTO T - 11	
Peso Seco antes del Lavado + Tarro (Fracción Fina < N° 4) (g)	461.5
Peso Seco después del Lavado + Tarro (g)	237.4
Peso del Tarro (g)	53
PASANTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200) (%)	54.9

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
SÚCS	ASTM D 2487-05 : CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad	
AASHTO	ASTM D 3282 : A-6 (6)	Malo	

L. LÍQUIDO, L. PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2016 / MTC E 111 - 2016 / ASTM D 4318-05 / AASHTO T-89 / AASHTO T-90					
LÍMITE LÍQUIDO (%)			LÍMITE PLÁSTICO (%)		
Suelo Húmedo + Peso de Capsula	29.72	30.51	35.83	27.57	27.39
Peso de Capsula + Suelo Seco	25.7	33	30.93	25.39	25.53
Peso del Agua	4.02	5.51	4.90	2.18	1.86
Peso de la Capsula	14.83	17.78	17.19	14.27	16.39
Peso de Suelo Seco	10.87	15.22	13.74	11.12	9.14
Contenido de humedad	36.98	36.20	35.66	19.60	20.35
Número de golpes	20	24	27		
RESULTADOS					20.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)					16.0



OBSERVACIONES:

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad B. Susano
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Informe N°	JR 2019 - 190
	Fecha de Emisión	11/10/2019
	Realizado por	Tec. José L. Quispe M.
	Revisado por	Ing. Soledad B. Susano
	Certificado N°	LEM - 06-16/190

PROYECTO : APLICACION DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS-HUAROCHIRI
 UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI, DEPARTAMENTO DE LIMA
 CLIENTE : CHAPPA DIAZ RONALD

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACIÓN : C-SM-2. L. / Prof. 0,10m - 0,40m PESO DE MUESTRA RECEP. : 13,301.0 g T. MÁXIMO DEL ESTRATO (Pulg.) : N° 4
 COORDENADAS UTM : 8647602 N 0322726 E PESO MUESTRA DE ENSAYO : 484.0 g

MALLAS	PESO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETENIDO (g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	(%)
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
N° 4	4.750				100.0
N° 8	2.360	5.5	1.4		98.6
N° 10	2.000	2.3	0.6	2.0	98.0
N° 16	1.180	11.3	2.9	4.9	95.1
N° 20	0.850	10.1	2.6	7.5	92.5
N° 30	0.600	13.7	3.5	11.0	89.0
N° 40	0.425	15.2	3.9	14.9	85.1
N° 50	0.300	16.0	4.1	19.0	81.0
N° 80	0.180	21.9	5.6	24.6	75.4
N° 100	0.150	9.4	2.4	27.0	73.0
N° 200	0.075	27.7	7.1	34.1	65.9
< N° 200	FONDO	257.2	65.9	100.0	

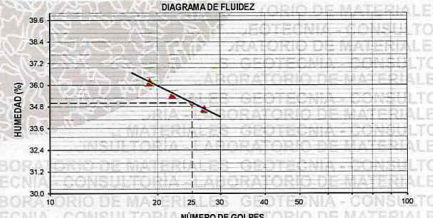
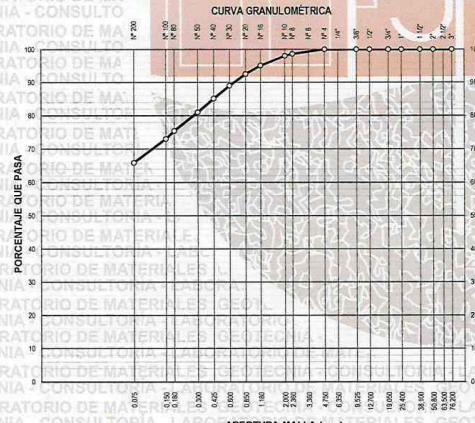
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	1,877.8
Peso del Recipiente + Suelo Seco (g)	1,786.4
Peso del Agua (g)	111.2
Peso del Recipiente (g)	205.2
Peso de Suelo Seco (g)	1,561.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.1

Tamaño Máximo (mm-pulg.)	N° 4
Porcentaje de Grava 3" > N° 4 (%)	
Porcentaje de Arena N° 200 < N° 4 (%)	34.1
Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 (%)	65.9

Peso Seco antes del Lavado + Tarro (Fracción Fina < N° 4) (g)	441.6
Peso Seco después del Lavado + Tarro (g)	184.3
Peso del Tarro (g)	51.3
PASANTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200) (%)	65.9

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
SUCS : ASTM D 2487-05 : CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
AASHTO : ASTM D 3282 : A-6 (7)	Malo

	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)
Suelo Húmedo + Peso de Capsula	38.91	29.54
Peso de Capsula + Suelo Seco	33.46	25.94
Peso del Agua	5.38	3.70
Peso de la Capsula	18.66	15.42
Peso de Suelo Seco	14.77	10.42
Contenido de humedad	36.22	35.51
Número de golpes	19	22
RESULTADOS	35.0	21.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		14.0



OBSERVACIONES:


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


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Informe N°	JR 2019 - 190
	Fecha de Emisión	11/10/2019
	Realizado por	Tec. José L. Quispe M.
	Revisado por	Ing. Soledad B. Susano
	Certificado N°	LEM - 07-16/190

PROYECTO : *APLICACION DEL MUCLAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS-HUAROCHIRI*

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI, DEPARTAMENTO DE LIMA

CLIENTE : CHAPPA DIAZ RONALD

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : C-3M-3.L., Prof. 0,40m - 0,65m

COORDENADAS UTM : 8547602 N 0332726 E

PESO DE MUESTRA RECEP. : 40,230.0 g T. MÁXIMO DEL ESTRATO (Pulg.)

PESO MUESTRA DE ENSAYO : 478.0 g

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2013 / ASTM D 422-63(2002) / AASHTO T - 88					
MALLAS	PESO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASA
SERIE	ABERTURA	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	(%)
AMERICANA	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
N° 4	4.750				100.0
N° 8	2.360	20.0	5.3	5.3	94.7
N° 10	2.000	5.7	1.5	6.8	93.2
N° 16	1.180	20.0	5.3	12.1	87.9
N° 20	0.850	12.1	3.2	15.3	84.7
N° 30	0.600	12.8	3.4	18.7	81.3
N° 40	0.425	12.4	3.3	22.0	78.0
N° 50	0.300	12.8	3.4	25.4	74.6
N° 80	0.180	18.1	4.8	30.2	69.8
N° 100	0.150	7.9	2.1	32.3	67.7
N° 200	0.075	25.6	6.8	39.1	60.9
< N° 200	FONDO	225.6	60.9	100.0	

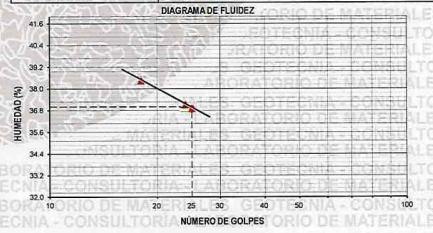
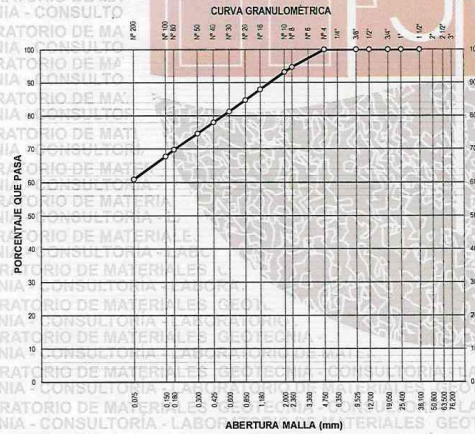
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2013 / ASTM D 2216-05 / ASHTO T - 285	
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	1,822.8
Peso del Recipiente + Suelo Seco (g)	1,710.8
Peso del Agua (g)	112.0
Peso del Recipiente (g)	202.8
Peso de Suelo Seco (g)	1,508.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.4

FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO	
Tamaño Máximo (mm-pulg)	4.750 mm
Porcentaje de Grava "3" > N° 4 (%)	
Porcentaje de Arena N°200 < N° 4 (%)	39.1
Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 (%)	60.9

MATERIALES MAS FINOS QUE EL TAMIZ DE 75 µm (N° 200) MTC E 137 - 2016 / ASTM D 1140-00 / AASHTO T - 11	
Peso Seco antes del Lavado + Tarro (Fracción Fina < N° 4) (g)	427.7
Peso Seco después del Lavado + Tarro (g)	198.2
Peso del Tarro (g)	50.7
PASANTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200) (%)	60.9

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
SUCS : ASTM D 2487-05 : CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
AASHTO : ASTM D 3282 : A-6 (8)	Malo

L. LÍQUIDO, L. PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2016 / MTC E 111 - 2016 / ASTM D 4318-05 / AASHTO T-88 / AASHTO T-90			
	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	
Suelo Húmedo + Peso de Capsula	34.61	33.63	31.59
Peso de Capsula + Suelo Seco	29.36	29.25	27.83
Peso del Agua	5.25	4.38	3.76
Peso de la Capsula	15.73	17.47	17.66
Peso de Suelo Seco	13.63	11.78	10.17
Contenido de humedad	38.52	37.18	36.97
Número de golpes	18	24	25
RESULTADOS		37.0	21.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		16.0	



OBSERVACIONES:


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


José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : JR 2019 - 190
 Fecha de Emisión : 11/10/2019
 Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
 Revisado por : Ing. Soledad B. Susano
 Certificado N° : LEM - 08-16/190

PROYECTO : APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS-HUAROCHIRI
 UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI, DEPARTAMENTO DE LIMA
 CLIENTE : CHAPPA DIAZ RONALD

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : C-3M-4-L, Prof. 0,65m - 1,50m PESO DE MUESTRA RECEP. : 38,636 g T. MÁXIMO DEL ESTRATO (Pulg.): N° 4
 COORDENADAS UTM : 8647602 N 0332726 E PESO MUESTRA DE ENSAYO : 478,0 g

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2013 / ASTM D 422-63(2002) / AASHTO T - 88				
MALLAS	PESO	RETENIDO	RETENIDO	PASA
SERIE	ABERTURA	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO
AMERICANA	(mm)	(g)	(%)	(%)
3"	76.200			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
N° 4	4.750			100.0
N° 8	2.360	13.0	3.7	96.3
N° 10	2.000	5.3	1.5	94.8
N° 16	1.180	21.4	6.1	88.7
N° 20	0.850	14.0	4.0	84.7
N° 30	0.600	14.7	4.2	80.5
N° 40	0.425	14.0	4.0	76.5
N° 50	0.300	14.0	4.0	72.5
N° 80	0.180	19.7	5.6	66.9
N° 100	0.150	7.7	2.2	64.7
N° 200	0.075	23.9	6.8	42.1
< N° 200	FONDO	203.2	57.9	100.0

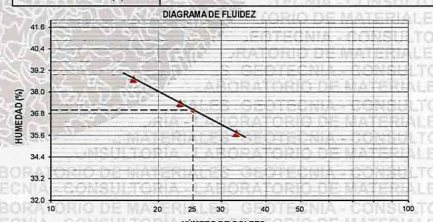
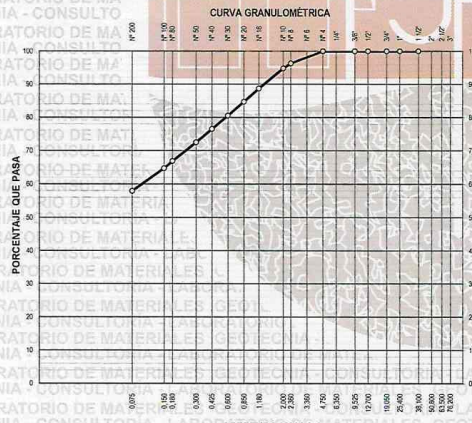
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2013 / ASTM D 2216-05 / ASHTO T - 265	
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	1,720.4
Peso del Recipiente + Suelo Seco (g)	1,598.8
Peso del Agua (g)	121.6
Peso del Recipiente (g)	195.2
Peso de Suelo Seco (g)	1,403.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.7

FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO	
Tamaño Máximo (mm-pulg.)	4.750 mm
Porcentaje de Grava 3" > N° 4 (%)	0
Porcentaje de Arena N° 200 < N° 4 (%)	42.1
Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 (%)	57.9

MATERIALES MAS FINOS QUE EL TAMIZ DE 75 µm (N° 200) MTC E 137 - 2016 / ASTM D 1140.00 / AASHTO T - 11	
Peso Seco antes del Lavado + Tarro (Fracción Fina < N° 4) (g)	399.7
Peso Seco después del Lavado + Tarro (g)	196.5
Peso del Tarro (g)	49.8
PASANTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200) (%)	57.9

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
SUCS	ASTM D 2497-05 : CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad	
AASHTO	ASTM D 3282 : A-6 (7)	Malo	

LÍQUIDO, L. PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2016 / MTC E 111 - 2016 / ASTM D 4318-05 / AASHTO T-98 / AASHTO T-90				
	LÍMITE LÍQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)	
Suelo Húmedo + Peso de Cápsula	30.05	37.27	35.69	28.75
Peso de Cápsula + Suelo Seco	25.91	32.27	30	26.33
Peso del Agua	4.14	5.00	5.69	2.42
Peso de la Cápsula	15.23	18.91	14.09	14.63
Peso de Suelo Seco	10.68	13.36	15.91	11.7
Contenido de humedad	38.76	37.43	35.76	20.68
Número de golpes	17	23	33	
RESULTADOS		37.0		21.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)				16.0



OBSERVACIONES:

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tpc. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad B. Susano
 Soledad B. Susano
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

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

Ensayo Proctor Modificado y CBR (suelo natural)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557-02 / NTP 339.141:1999 MTC E 115 - 2000 / AASHTO T-180	Informe N° : JR 2019 - 190 Fecha de Emisión : 11/10/2019 Realizado por : Tec. José L. Quispe M. Revisado por : Ing. Soledad B. Susano Certificado N° : LEM- 09-16/190
--	---

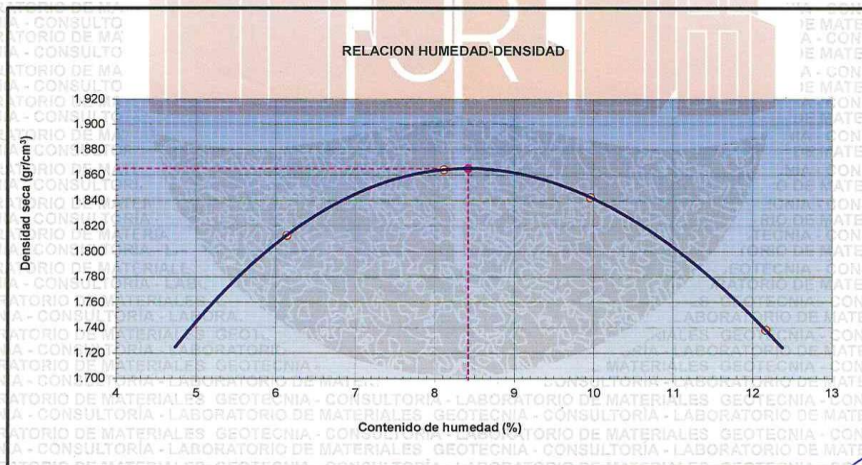
PROYECTO : *APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS-HUAROCHIRI*

SOLICITANTE : CHAPPA DIAZ RONALD

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI, DEPARTAMENTO DE LIMA

IDENTIFICACIÓN : C-02/M-03	CLASF. (SUCS) : SC
DESCRIPCIÓN : Arena arcillosa	CLASF. (AASHTO) : A-6 (1)

		Metodo A				
Numero de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	3748.00	3834.00	3844.00	3772.00	
Peso molde	gr	1937.00	1937.00	1937.00	1937.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1811.00	1897.00	1907.00	1835.00	
Volumen del molde	cm ³	941.00	941.00	941.00	941.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.925	2.016	2.027	1.950	
Recipiente N°		192	142	123	152	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	400.70	410.80	361.10	324.20	
Peso del suelo seco + tara	gr	380.30	383.90	333.10	294.20	
Tara	gr	48.10	52.20	51.90	47.60	
Peso de agua	gr	20.40	26.90	28.00	30.00	
Peso del suelo seco	gr	332.20	331.70	281.20	246.60	
Contenido de agua	%	6.14	8.11	9.96	12.17	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.813	1.865	1.843	1.739	
Densidad máxima (gr/cm³)						1.866
Humedad óptima (%)						8.4



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

OBSERVACIONES :

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

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

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad B. Susano
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

938 385 323 / 955 088 036

rdiaz@jrgeoconsultores.com

jr.geoconsultores@gmail.com

j.oyarce@jrgeoconsultores.com

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

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

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

Informe N° : JR 2019 - 190
Fecha de Emisión : 11/10/2019
Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
Revisado por : Ing. Soledad B. Susano
Certificado N° : LEM-10-16/190

PROYECTO : "APLICACIÓN DEL MÚCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS-HUAROCHIRI"

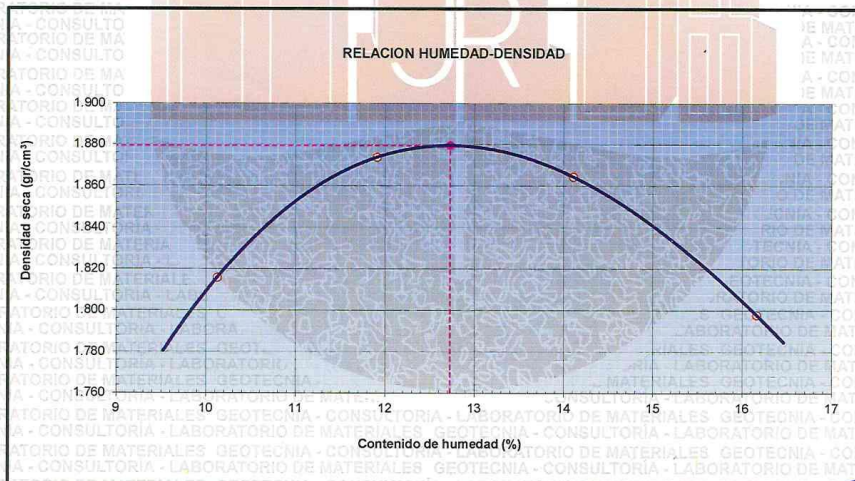
SOLICITANTE : CHAPPA DIAZ RONALD

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI, DEPARTAMENTO DE LIMA

IDENTIFICACIÓN : C-03/M-04 CLASF. (SUCS) : CL

DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad CLASF. (AASHTO) : A-6 (7)

		Metodo A				
Numero de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	3746.00	3838.00	3867.00	3830.00	
Peso molde	gr	1852.00	1852.00	1852.00	1852.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1894.00	1986.00	2015.00	1978.00	
Volumen del molde	cm ³	947.00	947.00	947.00	947.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.000	2.097	2.128	2.089	
Recipiente N°		8	17	130	123	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	371.70	360.50	308.90	313.30	
Peso del suelo seco + tara	gr	341.80	326.80	275.58	277.53	
Tara	gr	46.50	43.80	39.40	56.20	
Peso de agua	gr	29.90	33.70	33.32	35.77	
Peso del suelo seco	gr	295.30	283.00	236.18	221.33	
Contenido de agua	%	10.13	11.91	14.11	16.16	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.816	1.874	1.865	1.798	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	1.880
					Humedad óptima (%)	12.7



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

Soledad Susano
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

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

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

938 385 323 / 955 088 036

r.diaz@jrgeoconsultores.com

jrgeoconsultores@gmail.com

j.oyarce@jrgeoconsultores.com

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

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. ASTM D 1883 - MTC E 132		Informe N° : JR 2019 - 190
		Fecha de Emisión : 11/10/2019
		Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
		Revisado por : Ing. Soledad B. Susano
		Certificado N° : LEM- 11-16/190

PROYECTO : APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS-HUAROCHIRI"

SOLICITANTE : CHAPPA DIAZ RONALD

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI, DEPARTAMENTO DE LIMA

IDENTIFICACIÓN : C-03/M-04

CLASF. (SUCS) : CL

DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad

Molde N°	6		5		3	
	56		25		12	
Capas por capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8860.66		8573.00		8349.20	
Peso de molde (g)	4194.00		4160.00		4175.00	
Peso de suelo húmedo (g)	4666.66		4413.00		4174.20	
Volumen del molde (cm ³)	2190.71		2181.71		2180.71	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.130		2.023		1.914	
Tara (N°)	183		146		61	
Peso suelo húmedo + tara (g)	322.40		350.18		433.00	
Peso suelo seco + tara (g)	290.50		316.10		361.63	
Peso de tara (g)	39.50		46.20		58.00	
Peso de agua (g)	31.90		34.08		41.37	
Peso de suelo seco (g)	251.00		269.90		333.63	
Contenido de humedad (%)	12.7		12.6		12.4	
Densidad seca (g/cm ³)	1.890		1.796		1.703	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/09/2019	10:00	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
20/09/2019	10:06	24	20.0	0.508	0.44	0.0	0.000	0.00	26.0	0.660	0.57
21/09/2019	10:12	48	32.0	0.813	0.70	0.0	0.000	0.00	37.0	0.940	0.81
22/09/2019	10:18	72	40.0	1.016	0.88	0.0	0.000	0.00	46.0	1.168	1.01
23/09/2019	10:24	96	43.0	1.092	0.94	0.0	0.000	0.00	47.0	1.194	1.03

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635		29.6	32.8			21.3	24.5			15.3	18.5		
1.270		61.8	64.9			44.5	47.6			31.9	35.1		
1.905		112.3	115.2			90.8	83.8			58.0	61.1		
2.540	70.5	168.7	171.4	173.3	12.2	121.4	124.3	124.1	8.7	87.1	90.1	91.0	6.4
3.810		289.9	292.2			208.7	211.3			149.7	152.5		
5.080	105.7	410.8	412.7	400.0	18.7	295.7	298.0	292.8	13.7	212.2	214.8	208.5	9.8
6.350		496.1	497.7			357.1	359.2			256.3	258.7		
7.620		584.6	585.9			432.6	434.4			308.2	310.4		
10.160		662.3	663.3			456.3	458.0			357.8	359.9		

REFERENCIA

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

OBSERVACIONES

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

Soledad B. Susano
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

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

938 385 323 / 955 088 036

r.diaz@jrgeoconsultores.com

jr.geoconsultores@gmail.com

j.ojarce@jrgeoconsultores.com

Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen

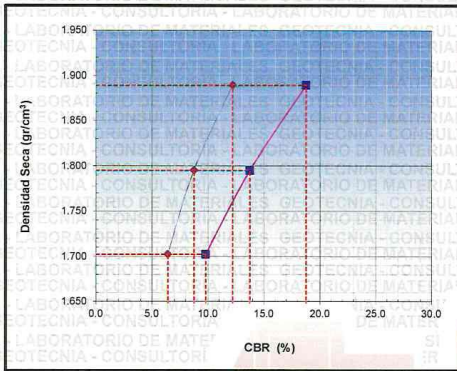
San Martín de Porres - Lima

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

Informe N° : JR 2019 - 190
 Fecha de Emisión : 11/10/2019
 Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
 Revisado por : Ing. Soledad B. Susano
 Certificado N° : LEM- 11-16/190

PROYECTO : "APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS-HUAROCHIRI"
 SOLICITANTE : CHAPPA DIAZ RONALD
 UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI, DEPARTAMENTO DE LIMA

IDENTIFICACIÓN : C-03/M-04 CLASF. (SUCS) : CL
 DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad

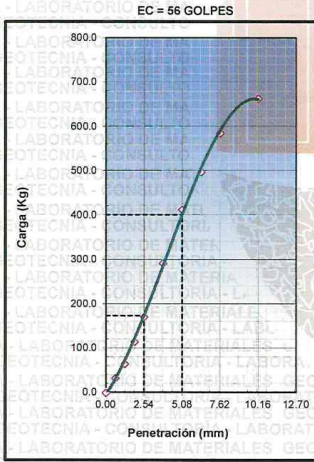


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.880
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.7
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.786
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

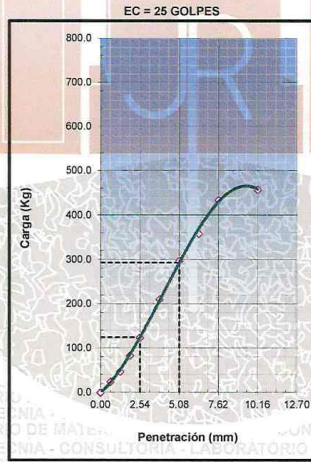
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	12.2	0.2"	18.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	8.7	0.2"	13.7

RESULTADOS CBR a 1":
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8.7 (%)

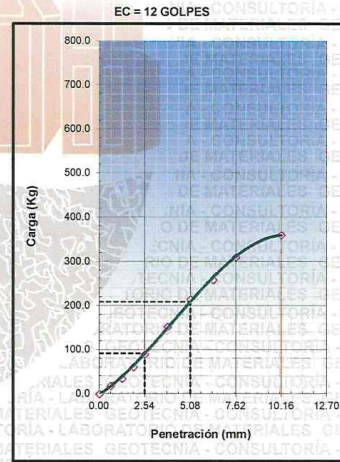
OBSERVACIONES:



CBR (0.1")	22.2%
CBR (0.2")	19.7%



CBR (0.1")	8.7%
CBR (0.2")	13.7%



CBR (0.1")	6.4%
CBR (0.2")	9.8%

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

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

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

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

Soledad Barzola Susano
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

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

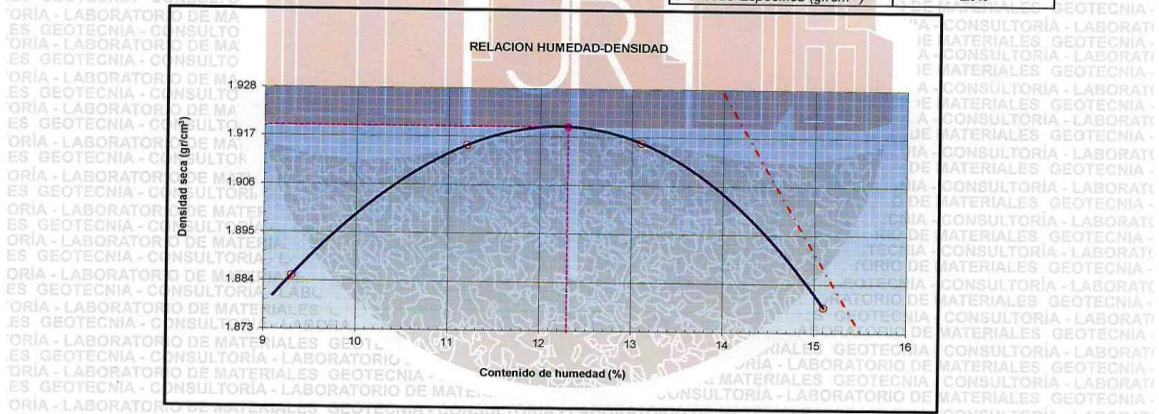
Ensayo Proctor Modificado y CBR (suelo natural + cemento 12%)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	Informe N° : JR 2019 - 190
ASTM D 1557-02 / NTP 339.141:1999	Fecha de Emisión : 14/11/2019
MTC E 115 - 2000 / AASHTO T-180	Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
	Revisado por : Ing. Soledad Barzola S.
	Certificado N° : LEM 01-02/190

PROYECTO : APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS - HUAROCHIRI 2019°
SOLICITANTE : RONALD CHAPPA DIAZ
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI DEPARTAMENTO DE LIMA.

IDENTIFICACIÓN : Calicata C - 3/ Muestra M-04/Prof. 0.65 m - 1.50 m CLASF. (SUCS) : CL
 Suelo Natural con Cemento al 12% CLASF. (AASHTO) : A-6 (5)
DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad

Metodo A						
Numero de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	3876	3941	3976	3972	
Peso molde	gr	1937	1937	1937	1937	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1939	2004	2039	2035	
Volumen del molde	cm ³	941	941	941	941	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.061	2.130	2.167	2.163	
Recipiente N°		153.0	14.0	176.0	134.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	520.9	308.6	411.0	434.7	
Peso del suelo seco + tara	gr	487.1	283.4	376.0	387.2	
Tara	gr	123.7	58.3	108.9	72.9	
Peso de agua	gr	33.8	25.2	35.0	47.5	
Peso del suelo seco	gr	363.4	225.1	267.1	314.3	
Contenido de agua	%	9.3	11.2	13.1	15.1	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.885	1.915	1.916	1.879	
				Densidad máxima (gr/cm ³)		1.920
				Humedad óptima (%)		12.3
				Gravedad Especifica (gr/cm ³)		2.640



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

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

ENSAYOS REALIZADOS POR:
 Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

RUC: 20600792114
 Dirección: Calle 2, Mz. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen-San Martín de Porres - Lima.
 El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com

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

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

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

Informe N° : JR 2019 - 190
 Fecha de Emisión : 14/11/2019
 Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
 Revisado por : Ing. Soledad Barzola S.
 Certificado N° : LEM 01-02/190

PROYECTO : APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS - HUAROCHIRI 2019
 SOLICITANTE : RONALD CHAPPA DIAZ
 UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI DEPARTAMENTO DE LIMA

IDENTIFICACIÓN : Calicata C - 3/ Muestra M-04/Prof. 0.65 m - 1.50 m
 Suelo Natural con Cemento al 12%
 DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad
 CLASF. (SUCS) : CL
 CLASF. (AASHTO) : A-6 (S)

Molde N°	24		11		26	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9225.00		9123.00		8768.00	
Peso de molde (g)	4506.00		4743.00		4584.00	
Peso del suelo húmedo (g)	4719.00		4380.00		4184.00	
Volumen del molde (cm³)	2145.00		2143.00		2153.00	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.200		2.044		1.943	
Tara (N°)	153		137		9	
Peso suelo húmedo + tara (g)	347.80		373.50		374.40	
Peso suelo seco + tara (g)	314.80		336.70		338.10	
Peso de tara (g)	51.30		38.00		44.10	
Peso de agua (g)	33.00		36.80		36.30	
Peso de suelo seco (g)	263.50		298.70		294.00	
Contenido de humedad (%)	12.5		12.3		12.3	
Densidad seca (g/cm³)	1.955		1.820		1.730	

FECHA	HORA	TIEMPO	EXPANSION								
			DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	
05/11/2019	09:00	0	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0
06/11/2019	09:06	24	5.0	0.127	0.11	6.0	0.152	0.13	9.0	0.229	0.20
07/11/2019	09:12	48	6.0	0.152	0.13	8.0	0.203	0.18	11.0	0.279	0.24
08/11/2019	09:18	72	8.0	0.203	0.18	11.0	0.279	0.24	13.0	0.330	0.28
09/11/2019	09:24	96	10.0	0.254	0.22	12.0	0.305	0.26	15.0	0.381	0.33

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	PENETRACION											
		MOLDE N° 24				MOLDE N° 11				MOLDE N° 26			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION		
0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.635		791.9	787.9	570.1	565.5	409.1	404.0						
1.270		1583.8	1582.2	1140.1	1137.2	818.1	814.2						
1.905		2342.8	2343.5	1686.5	1685.2	1210.2	1207.5						
2.540	70.5	3068.4	3071.3	2928.5	2059.9	2208.8	2209.1	2106.1	148.1	1585.0	1583.4	1509.3	106.1
3.810		3794.2	3799.2	2731.3	2733.1	1959.9	1959.4						
5.080	105.7	4456.0	4463.0	4487.7	210.3	3207.7	3211.0	3228.6	151.3	2301.7	2302.3	2314.8	108.5
6.350		4940.8	4949.3			3556.7	3561.0			2552.2	2553.5		
7.620		5335.6	5345.3			3840.9	3846.1			2756.1	2758.0		
10.160		6156.5	6166.6			4431.8	4438.7			3180.1	3183.3		

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

OBSERVACIONES : Muestra tomada e identificada por personal del Solicitante.

ENSAYOS REALIZADOS POR : Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
 RUC: 20690792114

Soledad Barzola SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

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

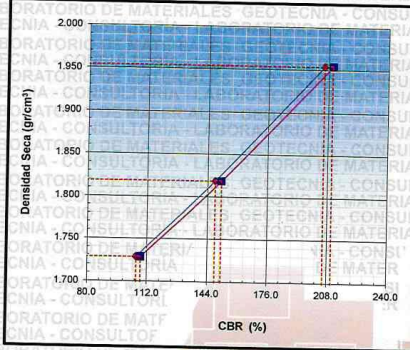
938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima

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

Informe N° : JR 2019 - 190
 Fecha de Emisión : 14/11/2019
 Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
 Revisado por : Ing. Soledad Barzola S.
 Certificado N° : LEM 01-02/190

PROYECTO : APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS - HUAROCHIRI 2019.
 SOLICITANTE : RONALD CHAPPA DIAZ
 UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI DEPARTAMENTO DE LIMA.

IDENTIFICACIÓN : Calicata C - 3/ Muestra M-04/Prof. 0.65 m - 1.50 m
 CLASF. (SUCS) : CLASIFICACIÓN DE MATERIAL
 Suelo Natural con Cemento al 12%
 DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad
 CLASF. (AASHTO) : A-6 (5)

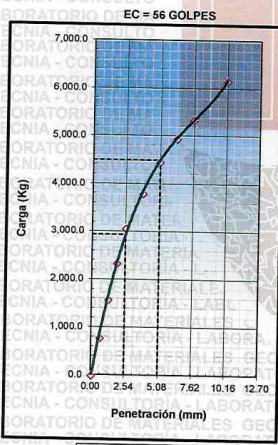


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.920
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.824
DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

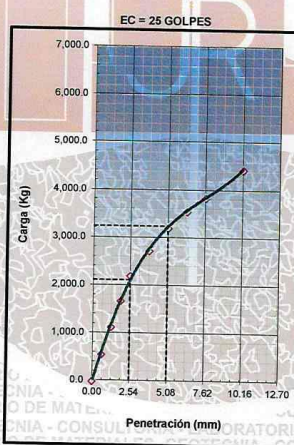
C.B.R. al 100% de M.D.S.	0.1"	205.9	0.2"	210.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	148.1	0.2"	151.3

RESULTADOS CBR a 1":
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 148.1 (%)

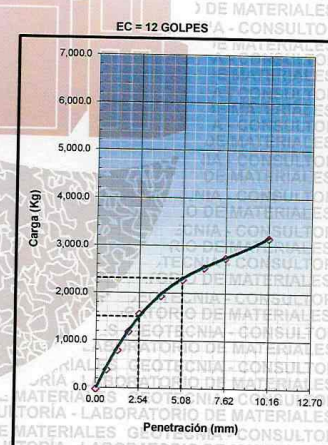
OBSERVACIONES:



CBR (0.1")	205.9%
CBR (0.2")	210.3%




CBR (0.1")	148.1%
CBR (0.2")	151.3%



CBR (0.1")	106.1%
CBR (0.2")	108.5%

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

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por personal del Solicitante

ENSAYOS REALIZADOS POR: 
 RUC: 20600792114
 Razón Social: JR GEOCONSULTORES e INGENIEROS S.R.L. SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67690
 Dirección: Calle 2, Mz. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima.
 Teléfono: 938 385 323 / 955 088 036
 Email: r.diaz@jrgeoconsultores.com, jr.geoconsultores@gmail.com, j.oyarce@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lot. 24, Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima

Ensayo Proctor Modificado y CBR (suelo natural + cemento 12% + adición de Mucilago de Tuna 1%)

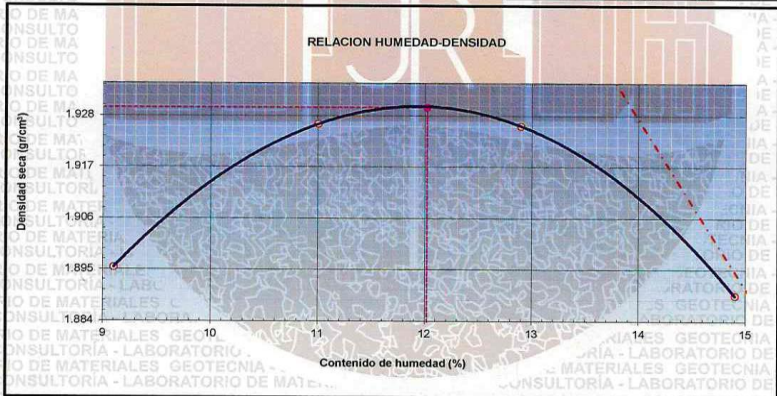
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557-02 / NTP 339.141:1999
MTC E 115 - 2000 / AASHTO T-180

Informe N° : JR 2019 - 190
 Fecha de Emisión : 14/11/2019
 Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
 Revisado por : Ing. Soledad Barsola S.
 Certificado N° : LEM 01-02/190

PROYECTO : *APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS - HUAROCHIRI 2019*
 SOLICITANTE : RONALD CHAPPA DÍAZ
 UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI DEPARTAMENTO DE LIMA.

IDENTIFICACIÓN : Calicata C - 3/ Muestra M-04/Prof. 0,65 m - 1,50 m CLASF. (SUCS): CL
 Adición: Mucilago de Tuna 1% - Cemento al 12% CLASF. (AASHTO): A-6 (5)
 DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad

		Metodo A				
Numero de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	3883	3949	3983	3980	
Peso molde	gr	1937	1937	1937	1937	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1946	2012	2046	2043	
Volumen del molde	cm ³	941	941	941	941	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.068	2.138	2.174	2.171	
Recipiente N°		153.0	14.0	176.0	134.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	520.9	342.2	411.0	434.7	
Peso del suelo seco + tara	gr	487.8	312.7	376.5	387.8	
Tara	gr	123.7	44.2	108.9	72.9	
Peso de agua	gr	33.1	29.5	34.5	46.9	
Peso del suelo seco	gr	364.1	268.5	267.6	314.9	
Contenido de agua	%	9.1	11.0	12.9	14.9	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.896	1.926	1.926	1.890	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	1.930
					Humedad óptima (%)	12.0
					Gravedad Especifica (gr/cm ³)	2.640



REFERENCIA :
 ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
 ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 59000 N·m/m³ (2700 kN·m/m³)

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

ENSAYOS REALIZADOS POR:
 - Razón Social, JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
 RUC: 20500792114
 Dirección: Calle 2, Mz. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima.
 El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67680

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

Informe N° : JR 2019 - 190
 Fecha de Emisión : 19/11/2019
 Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
 Revisado por : Ing. Soledad Barsola S.
 Certificado N° : LEM 01-02/190

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

PROYECTO : APLICACION DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS - HUAROCHIRI 2019
 SOLICITANTE : RONALD CHAPPA DÍAZ
 UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI DEPARTAMENTO DE LIMA.

IDENTIFICACIÓN : Calicata C - 3/ Muestra M-04/Prof. 0.65 m - 1.50 m CLASF. (SUCS) : CL
 Adición: Mucilago de Tuna 1% - Cemento al 12%. CLASF. (AASHTO) : A-6 (5)
 DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad

	24		11		25	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	24		11		25	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9005.00		8991.00		8740.00	
Peso de molde (g)	4506.00		4743.00		4599.00	
Peso del suelo húmedo (g)	4499.00		4348.00		4141.00	
Volumen del molde (cm³)	2145.00		2143.00		2144.00	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.097		2.029		1.931	
Tara (N°)	10		67		164	
Peso suelo húmedo + tara (g)	327.50		362.10		291.50	
Peso suelo seco + tara (g)	312.00		343.10		278.80	
Peso de tara (g)	47.20		38.00		42.80	
Peso de agua (g)	15.50		19.00		12.70	
Peso de suelo seco (g)	264.80		305.10		236.00	
Contenido de humedad (%)	5.9		6.2		5.4	
Densidad seca (g/cm³)	1.981		1.910		1.833	

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION							
				EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION			
				mm	%	mm	%	mm	%		
15/11/2019	20:00	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
16/11/2019	20:06	24	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
17/11/2019	20:12	48	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
18/11/2019	20:18	72	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
19/11/2019	20:24	96	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 24								MOLDE N° 11				MOLDE N° 25			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635		890.1	886.4			742.0	737.9			594.5	589.9						
1.270		1780.2	1779.2			1484.0	1482.1			1189.1	1186.3						
1.905		3425.1	3429.0			2855.1	2857.3			2288.3	2288.8						
2.540	70.5	4790.0	4796.0	4341.2	305.2	3992.9	3998.5	3617.6	254.3	3199.4	3202.6	2897.6	203.7				
3.810		6154.9	6167.0			5130.7	5139.7			4111.8	4117.8						
5.080	105.7	7519.8	7536.0	7222.2	361.9	6298.4	6290.9	6436.0	301.7	5022.2	5030.9	5155.7	241.6				
6.350		8884.7	8905.0			7409.2	7422.1			5934.4	5945.9						
7.620		10249.6	10274.0			8544.0	8563.3			6846.1	6860.3						
10.160		11614.5	11643.0			9681.7	9704.4			7757.9	7774.8						

REFERENCIA : ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
 ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 R-1bf/ft³ (2700 kN-m/m³)

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

ENSAYOS REALIZADOS POR :
 - Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
 - RUC: 20600792114
 - Dirección: Calle 2, Mz. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima.

Soledad Barsola
 SOLEDAD AURELIA BARSOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 R.º Nº. CIP Nº 67689

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.
 938 385 323 / 955 088 036
 rdiaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 j.yorace@jrgeoconsultores.com
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

Ensayo Proctor Modificado y CBR (suelo natural + cemento 12% + adición de Mucilago de Tuna 2%)

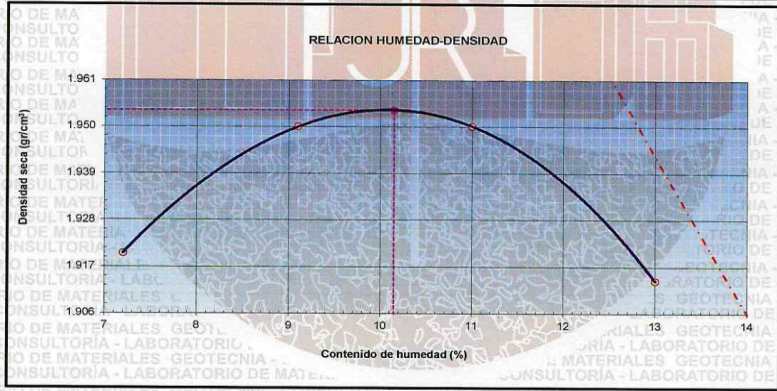
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557-02 / NTP 339.141:1999
MTC E 115 - 2000 / AASHTO T-180

Informe N° : JR 2019 - 190
 Fecha de Emisión : 14/11/2019
 Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
 Revisado por : Ing. Soledad Barzola S.
 Certificado N° : LEM 01-02/190

PROYECTO : APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS - HUAROCHIRI 2019'
SOLICITANTE : RONALD CHAPPA DÍAZ
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI DEPARTAMENTO DE LIMA.

IDENTIFICACIÓN : Calicata C - 3/ Muestra M-04/Prof. 0.65 m - 1.50 m CLASF. (SUCS) : CL
 Adición: Mucilago de Tuna 2% - Cemento al 12%. CLASF. (AASHTO) : A-6 (5)
DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad

Metodo A						
		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	3874	3939	3974	3972	
Peso molde	gr	1937	1937	1937	1937	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1937	2002	2037	2035	
Volumen del molde	cm ³	941	941	941	941	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.058	2.128	2.165	2.163	
Recipiente N°		138.0	184.0	166.0	193.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	436.8	368.6	590.7	574.9	
Peso del suelo seco + tara	gr	414.3	341.9	542.6	522.3	
Tara	gr	101.7	48.6	105.1	117.7	
Peso de agua	gr	22.5	26.7	48.1	52.6	
Peso del suelo seco	gr	312.6	293.3	437.5	404.6	
Contenido de agua	%	7.2	9.1	11.0	13.0	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.920	1.950	1.950	1.914	
						Densidad máxima (gr/cm ³) : 1.954
						Humedad óptima (%) : 10.2
						Gravedad Especifica (gr/cm ³) : 2.600



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

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

ENSAYOS REALIZADOS POR:
 - Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
 - RUC: 20600792114

- Dirección: Calle 2, Mz. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima.
 El solicitante asume toda responsabilidad de uso de la información contenida en este documento.

José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

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

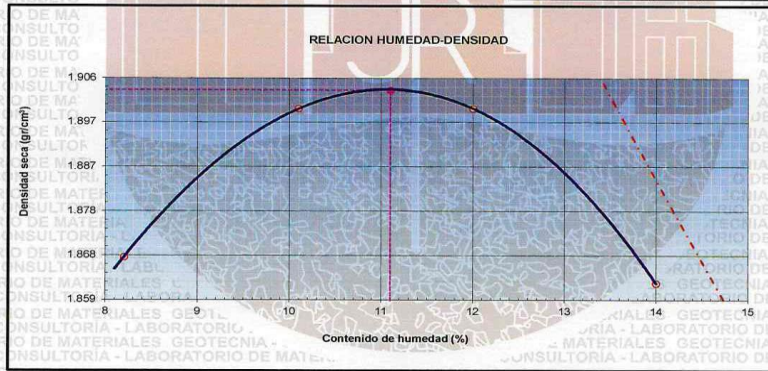
Ensayo Proctor Modificado y CBR (suelo natural + cemento 12% + adición de Mucilago de Tuna 3%)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	Informe N° : JR 2019 - 190
ASTM D 1557-02 / NTP 339.141:1999	Fecha de Emisión : 14/11/2019
MTC E 115 - 2000 / AASHTO T-180	Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
	Revisado por : Ing. Soledad Barsola S.
	Certificado N° : LEM 01-02/190

PROYECTO : APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS - HUAROCHIRI 2019*
SOLICITANTE : RONALD CHAPPA DÍAZ
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI DEPARTAMENTO DE LIMA

IDENTIFICACIÓN : Calicata C - 3/ Muestra M-04/Prof. 0.65 m - 1.50 m **CLASF. (SUCS) :** CL
ADICIÓN : Mucilago de Tuna 3% - Cemento al 12% **CLASF. (AASHTO) :** A-6 (5)
DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad

Metodo A						
Numero de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	3839	3905	3939	3935	
Peso molde	gr	1937	1937	1937	1937	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1902	1968	2002	1998	
Volumen del molde	cm ³	941	941	941	941	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.021	2.091	2.128	2.123	
Recipiente N°		153.0	125.0	176.0	134.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	520.9	401.1	411.0	434.7	
Peso del suelo seco + tara	gr	490.8	368.2	378.6	390.3	
Tara	gr	123.7	42.5	108.9	72.9	
Peso de agua	gr	30.1	32.9	32.4	44.4	
Peso del suelo seco	gr	367.1	325.7	269.7	317.4	
Contenido de agua	%	8.2	10.1	12.0	14.0	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.868	1.900	1.900	1.863	
				Densidad máxima (gr/cm³)		1.904
				Humedad óptima (%)		11.1
				Gravedad Especifica (gr/cm³)		2.560



REFERENCIA : ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lb/ft³ (2700 kN-m/m³)
 ASTM D 1993-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils

OBSERVACIONES : Muestra tomada e identificada por personal del SOLICITANTE.

ENSAYOS REALIZADOS POR:
 - Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
 - DPO: 20690762114
 - Dirección: Calle 2, Mz. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima
 El solicitante asume toda responsabilidad del tipo de la información contenida en este documento.

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

Informe N° : JR 2019 - 190
 Fecha de Emisión : 20/11/2019
 Realizado por : Tec. José L. Quispe M.
 Revisado por : Ing. Soledad Barsola S.
 Certificado N° : LEM 01-02/190

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

PROYECTO : *APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS - HUAROCHIRI 2019*

SOLICITANTE : RONALD CHAPPA DIAZ

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI DEPARTAMENTO DE LIMA.

IDENTIFICACION : Calicata C - 3/ Muestra M-04/Prof. 0.65 m - 1.50 m CLASF. (SUCS) : CL
 Adición: Mucilago de Tuna 3% - Cemento al 12% CLASF. (AASHTO) : A-6 (5)

DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad.

Molde N°	26		86		173	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8970.00		8991.00		8873.00	
Peso de molde (g)	4584.00		4828.00		4856.00	
Peso del suelo húmedo (g)	4386.00		4163.00		4017.00	
Volumen del molde (cm³)	2153.00		2133.00		2142.00	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.037		1.952		1.875	
Tara (N°)	165		185		45	
Peso suelo húmedo + tara (g)	273.00		320.60		281.20	
Peso suelo seco + tara (g)	256.20		302.10		247.10	
Peso de tara (g)	44.70		58.60		65.00	
Peso de agua (g)	16.80		18.50		14.10	
Peso de suelo seco (g)	211.50		243.50		182.10	
Contenido de humedad (%)	7.9		7.6		7.7	
Densidad seca (g/cm³)	1.887		1.814		1.741	

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/11/2019	20:00	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.0
17/11/2019	20:06	24	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
18/11/2019	20:12	48	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
19/11/2019	20:18	72	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00
20/11/2019	20:24	96	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 26						MOLDE N° 86						MOLDE N° 173					
		CARGA		CORRECCION		%	%	CARGA		CORRECCION		%	%	CARGA		CORRECCION		%	%
		Dial (div)	kg	kg	%			Dial (div)	kg	kg	%			Dial (div)	kg	kg	%		
0.000		0.0	0.0					0.0	0.0					0.0	0.0				
0.635		1026.4	1023.1					738.9	734.8					451.3	446.3				
1.270		2004.6	2004.3					1505.6	1503.7					1006.5	1003.2				
1.905		3208.6	3211.9					2472.5	2473.6					1689.2	1687.9				
2.540	70.5	4206.1	4212.4	3939.0	276.9			3215.7	3218.9	2998.1	210.8			2125.2	2125.2	2051.6	144.2		
3.810		5203.6	5212.9					3968.8	3964.3					2714.0	2715.8				
5.080	105.7	6201.1	6213.4	6374.6	298.8			4702.0	4709.7	4844.0	227.0			3402.5	3406.4	3329.3	156.0		
6.350		7198.6	7213.8					5445.1	5455.1					3991.6	3996.3				
7.620		8012.3	8030.0					6098.3	6100.2					4082.1	4088.0				
10.160		9193.6	9214.8					6931.4	6945.8					4669.2	4676.9				

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

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

ENSAYOS REALIZADOS POR:
 - Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
 - RUC: 20600792114
 - Dirección: Calle 2, Mz. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima.

Soledad Barsola Susano
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

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

938 385 323 / 955 088 036
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com

José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen
 San Martín de Porres - Lima

Ensayo a la Resistencia de compresión de probetas suelo – cemento 12%



JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL
CALIDAD E INNOVACIÓN AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS SUELO - CEMENTO MTC E 1103 - 2000 / ASTM D1633-00(2007)

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : *APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS - HUAROCHIRI 2019*

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUAROCHIRI DEPARTAMENTO DE LIMA.

CLIENTE : RONALD CHAPPA DÍAZ

FECHA DE EMISIÓN : Lima, 30 de Noviembre del 2019

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : La indicada

DESCRIPCIÓN : 03 Testigos cilíndricos de concreto.

DENOMINACIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE CURADO	FECHA DE ROTURA	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	FACTOR DE ESBELTEZ	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CORREGIDA (kg/cm ²)
MUESTRA PATRON SUELO - CEMENTO (12%) P- 01	22/11/2019	29/11/2019	29/11/2019	11.62	10.15	1,902.1	0.905	23.5	21.3
MUESTRA PATRON SUELO - CEMENTO (12%) P- 02	22/11/2019	29/11/2019	29/11/2019	11.64	10.16	1,989.8	0.905	24.5	22.2
MUESTRA PATRON SUELO - CEMENTO (12%) P- 03	22/11/2019	29/11/2019	29/11/2019	11.65	10.18	1,966.8	0.905	24.2	21.9

Referencia: ASTM D1633-00(2007) Standard Test Methods for Compressive Strength of Molded Soil-Cement Cylinders

Observaciones: Las probetas suelo-cemento fueron preparadas en el laboratorio de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

Las probetas fueron sumergidas 4 horas antes de su rotura.

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

Jose Luis Quispe Mondzoza
 Jose Luis Quispe Mondzoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Solimar Bazzola
 SOLIMAR AURELIA BAZZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

Ensayo a la Resistencia de compresión de probetas suelo – cemento 12% + adición de Mucílago de Tuna (1%, 2%, 3%)



JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
CALIDAD E INNOVACIÓN AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS SUELO - CEMENTO MTC E 1103 - 2000 / ASTM D1633-00(2007)

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : APLICACIÓN DEL MUCÍLAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS - HUARACHIRI 2019
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUARACHIRI DEPARTAMENTO DE LIMA.
CLIENTE : RONALD CHAPPA DÍAZ
FECHA DE EMISIÓN : Lima, 30 de Noviembre del 2019.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : La indicada
DESCRIPCIÓN : 09 Testigos cilíndricos de concreto

DENOMINACIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE CURADO	FECHA DE ROTURA	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	FACTOR DE ESBELTEZ	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CORREGIDA (kg/cm ²)
SUELO CEMENTO (12%) + MUCÍLAGO (1%)	22/11/2019	29/11/2019	29/11/2019	11.77	10.28	3.281.2	0.905	39.5	35.8
SUELO CEMENTO (12%) + MUCÍLAGO (1%)	22/11/2019	29/11/2019	29/11/2019	11.77	10.30	3.299.3	0.904	39.6	35.8
SUELO CEMENTO (12%) + MUCÍLAGO (1%)	22/11/2019	29/11/2019	29/11/2019	11.80	10.27	3.290.3	0.906	39.7	36.0
SUELO CEMENTO (12%) + MUCÍLAGO (2%)	22/11/2019	29/11/2019	29/11/2019	11.75	10.25	3.518.1	0.905	42.6	38.6
SUELO CEMENTO (12%) + MUCÍLAGO (2%)	22/11/2019	29/11/2019	29/11/2019	11.80	10.30	3.564.8	0.905	42.9	38.7
SUELO CEMENTO (12%) + MUCÍLAGO (2%)	22/11/2019	29/11/2019	29/11/2019	11.72	10.29	3.541.5	0.903	42.6	38.5
SUELO CEMENTO (12%) + MUCÍLAGO (3%)	16/12/2017	17/12/2017	29/11/2019	11.77	10.26	2.939.7	0.905	36.6	32.2
SUELO CEMENTO (12%) + MUCÍLAGO (3%)	16/12/2017	17/12/2017	29/11/2019	11.78	10.30	2.926.3	0.904	35.1	31.8
SUELO CEMENTO (12%) + MUCÍLAGO (3%)	16/12/2017	17/12/2017	29/11/2019	11.73	10.14	2.933.0	0.908	36.3	33.0

Referencia: ASTM D1633-00(2007) Standard Test Methods for Compressive Strength of Molded Soil-Cement Cylinders

Observaciones

Las probetas suelo-cemento fueron preparadas en el laboratorio de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
 Las probetas fueron sumergidas 4 horas antes de su rotura.

José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

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

Soledad Aurelia Barzola Susano
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

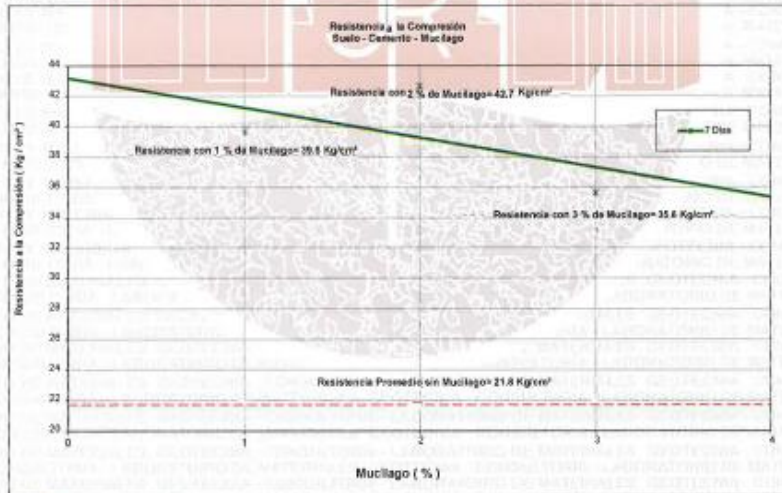
Comparativo del Ensayo a la Resistencia de compresión de probetas suelo – cemento 12% + adición de Mucílago de Tuna (1%, 2%, 3%)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS SUELO-CEMENTO MTC E 1103 - 2000 / ASTM D1633-00(2007)	Informe N° : 2019 - 190 Fecha de Emisión : 30/11/2019 Realizado por : Tac. José L. Quijpe M. Revisado por : Ing. Soledad Barzola S. Ceditado N° : LEM 01 - 011 190
---	--

PROYECTO : APLICACIÓN DEL MUCÍLAGO DE TUNA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO UNICAPA DEL CAMINO VECINAL SANJO DOMINGO DE OLLEROS - HUARACHIRI 2019
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE OLLEROS, PROVINCIA DE HUARACHIRI DEPARTAMENTO DE LIMA
SOLICITANTE : RONALD CHAPPA DIAZ
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de Noviembre del 2019

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN : La indicada
DESCRIPCIÓN : Probetas Suelo - Cemento

Contenido de Cemento (%)		12			12		
Mucílago de Tuna (%)		1			2		
Edad		7			7		
Carga de Rotura (Kg)		3281.2	3299.3	3290.3	3510.1	3584.0	3541.6
Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)		39.5	39.6	39.7	42.6	42.8	42.6
Resistencia a la Compresión Promedio (Kg/cm ²)		39.6			42.7		
Contenido de Cemento (%)		12					
Mucílago de Tuna (%)		3					
Edad		7					
Carga de Rotura (Kg)		2938.7	2905.3	2903.0			
Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)		35.6	35.1	36.3			
Resistencia a la Compresión Promedio (Kg/cm ²)		35.7					



José Luis Quijpe Mendoza
 Ing. Laboratorio de Mecánica de Suelos

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

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

Anexo 5. Perfil Estratigráfico

Calicata N°1

Perfil estratigráfico Calicata N°1

DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2488	CÓDIGO : FS - 001
	VERSIÓN : 1.0
	VIGENCIA : 31/12/2019

PROYECTO : "Aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huachochiri, 2019."

UBICACIÓN : Santo Domingo de Olleros

TESISTA : Chappa Diaz Ronald

FECHA : 7/10/2019

C - 01

Prof. 0.00	m	MUESTRA	N.F.	CLASIF. SUCS	CLASIF. VÍAS TRANSP.	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS
0.10		M-1		GP-GM	A-1-a (0)		El estrato esta compuesto integramente por una "Grava pobremente gradada con limo y arena" que clasifica en el sistema SUCS como un "GP-GM" y en el ASSHTO como un "A-1-a(0)".
0.40		M-2		SC	A-2-4 (0)		El estrato esta compuesto integramente por una "Arena arcillosa con grava" que clasifica en el sistema SUCS como un "SC" y en el ASSHTO como un "A-2-4 (0)", con las siguientes características: L.L.=31%, L.P.=21%, I.P.=10%, C.H.= 4.8%, de color marrón.
1.50		M-3		GP-GC	A-2-6 (0)		El estrato esta compuesto integramente por una "Grava pobremente gradada con arcilla y arena" que clasifica en el sistema SUCS como un "GP-GC" y en el ASSHTO como un "A-2-6 (0)", con las siguientes características: L.L.=35%, L.P.= 22%, I.P.=13%, C.H.= 13%, de color marrón.

Referencias:

- NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual"
- NTP 339.136 (1999) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminologías y definiciones"

L
E
Y
E
N
D
A

Nivel Freático

Calicata

Trinchera

ELABORADO POR:

Chappa Diaz Ronald

Fuente: Elaboración Propia

Calicata N°2

Perfil estratigráfico Calicata N°2



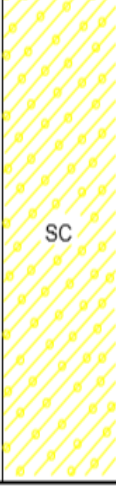
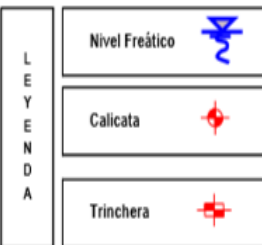
DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2488	CÓDIGO : FS - 001
	VERSIÓN : 1.0
	VIGENCIA : 31/12/2019

PROYECTO : "Aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huarochiri, 2019."

UBICACIÓN : Santo Domingo de Olleros

TESISTA : Chappa Diaz Ronald

FECHA : 7/10/2019

C - 02							
Prof. 0.00	m	MUESTRA	N.F.	CLASIF. SUCS	CLASIF. VÍAS TRANSP.	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS
0.20		M-1		GP	A-1-a (0)		El estrato esta compuesto integramente por una "Grava pobremente gradada con arena" que clasifica en el sistema SUCS como un "GP" y en el ASSHTO como un "A-1-a(0)".
0.40		M-2		SC	A-2-6 (0)		El estrato esta compuesto integramente por una "Arena arcillosa" que clasifica en el sistema SUCS como un "SC" y en el ASSHTO como un "A-2-6 (0)", con las siguientes características: L.L.=29%, L.P.=18%, I.P.=11%, C.H.= 5.6%, de color naranja.
1.50		M-3		SC	A-7-6 (3)		El estrato esta compuesto integramente por una "Arena arcillosa" que clasifica en el sistema SUCS como un "SC" y en el ASSHTO como un "A-7-6 (3)", con las siguientes características: L.L.=41%, L.P.=21%, I.P.=20%, C.H.= 9.5%, de color naranja.
Referencias: - NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual" - NTP 339.136 (1999) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminologías y definiciones"							ELABORADO POR: Chappa Diaz Ronald
L E Y E N D A							

Fuente: Elaboración Propia

Calicata N°3

Perfil estratigráfico Calicata N°3










DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2488	CÓDIGO : FS - 001
	VERSIÓN : 1.0
	VIGENCIA : 31/12/2019

PROYECTO : "Aplicación del Mucilago de Tuna en el diseño de pavimento unicapa del camino vecinal Santo Domingo de Olleros-Huachochiri, 2019."

UBICACIÓN : Santo Domingo de Olleros

TESISTA : Chappa Diaz Ronald

FECHA : 7/10/2019

C - 03														
Prof. 0.00	m	MUESTRA	N.F.	CLASIF. SUCS	CLASIF. VÍAS TRANSP.	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS							
0.10		M-1		CL	A-6 (6)	CL	El estrato esta compuesto integralmente por una "Arcilla arenosa de baja plasticidad" que clasifica en el sistema SUCS como un "CL" y en el ASSHTO como un "A-6 (6)".							
0.40		M-2		CL	A-6 (7)	CL	El estrato esta compuesto integralmente por una "Arcilla de baja plasticidad" que clasifica en el sistema SUCS como un "CL" y en el ASSHTO como un "A-6 (7)", con las siguientes características: L.L.=36%, L.P.=20%, I.P.=16%, C.H.= 4.9%, de color beige. una consistencia "Suave".							
0.65		M-3		CL	A-6 (8)	CL	El estrato esta compuesto integralmente por una "Arcilla arenosa de baja plasticidad" que clasifica en el sistema SUCS como un "CL" y en el ASSHTO como un "A-6 (8)", con las siguientes características: L.L.=35%, L.P.=21%, I.P.=14%, C.H.= 7.1%, de color beige. una consistencia "Suave".							
1.50		M-3		CL	A-7-6 (10)	CL	El estrato esta compuesto integralmente por una "Arcilla arenosa de baja plasticidad" que clasifica en el sistema SUCS como un "CL" y en el ASSHTO como un "A-7-6 (10)", con las siguientes características: L.L.=43%, L.P.=21%, I.P.=22%, C.H.= 6.7%, de color beige. una consistencia "Suave".							
Referencias: - NTP 339.150 (2001) "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual" - NTP 339.136 (1999) "SUELOS. Símbolos, unidades, terminologías y definiciones"							<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">L E Y E N D A</td> <td style="text-align: center;"> Nivel Freático  </td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"> Calicata  </td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"> Trinchera  </td> </tr> </table>	L E Y E N D A	Nivel Freático 		Calicata 		Trinchera 	ELABORADO POR: Chappa Diaz Ronald
L E Y E N D A	Nivel Freático 													
	Calicata 													
	Trinchera 													

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6. Ensayo químico del Mucílago de Tuna

Informe de composición química del Mucilago de Tuna



INFORME DE ENSAYO FQ N° 191208-002

Nombre del Solicitante : CHAPPA DIAZ RONALD
 Dirección de la Empresa : JR. CELESTINO AVILA GODOY 933 URB. EL ROSARIO - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
 Solicitado por : CHAPPA DIAZ RONALD

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia : CAMINO VECINAL SANTO DOMINGO DE OLLEROS - HUAROCHIRI
 Muestreo : Realizado por el solicitante.(*)
 Referencia : NS 19017051
 Orden de Trabajo : 57735 . 1119
 Cantidad de Muestras : 1
 Presentación : -
 Fecha de Muestreo : 27 de Noviembre de 2019 (Dato proporcionado por el cliente)
 Fecha de Recepción : 28 de Noviembre de 2019
 Fecha de Inicio de Ensayos : 28 de Noviembre de 2019
 Fecha de término de Ensayos : 08 de Diciembre de 2019
 Condiciones de Recepción : En aparente buen estado a temperatura de refrigeración

MÉTODOS DE ENSAYO

DETERMINACIÓN	NORMA
Calcio(*)	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry ICP-AES. EPA Method 3050-B; Rev. 02., 1996. EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994
Hierro(*)	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry ICP-AES. EPA Method 3050-B; Rev. 02., 1996. EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994
Magnesio(*)	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry ICP-AES. EPA Method 3050-B; Rev. 02., 1996. EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994
pH(*)	EPA SW-846, Method 9045D, Revisión 4, 2004./ Soil and Waste pH.
Silice(*)	EPA Method 3051 A. Revisión 1. February 2007/ EPA METHOD 6020A. Revision 1. January 1998
Sodio(*)	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry ICP-AES. EPA Method 3050-B; Rev. 02., 1996. EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por HUACAL-DA

Observaciones:

- Este Informe de Ensayo tiene validez solo para la muestra descrita, por un periodo de 180 días a partir de la fecha de emisión del documento y es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y es regulada de acuerdo a las leyes vigentes tanto en materia civil como penal.



Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de CERTIFICAL S.A.C. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del protocolo o del lote ensayado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizada. Los resultados 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.
PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME.

FR-05/V4-02
 Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYO FQ N° 191208-002

Código del Cliente				MT-01
Descripción del Punto				MUCILAGOS DE TUNA
Código de Laboratorio				19017061(1)
Tipo de Producto				-
Fecha de muestreo				27/11/19
Hora de muestreo				03:00 PM
ENSAYOS	UNIDAD	L.D.	L.C.	RESULTADOS %
pH(*)	--	0.1		5.20
Silice(*)	mg/Kg	-	-	70.25
Calcio(*)	mg/Kg			190
Hierro(*)	mg/Kg			92.30
Magnesio(*)	mg/Kg			72.20
Sodio(*)	mg/Kg			180

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

Emitido en Lima, el 08 de Diciembre de 2019

CERTIFICACIONES Y CALIDAD S.A.C.

 QUIM WILMA SARMIENTO ZAVALA
 JEFE DE DPTO LABORATORIO
 C.Q.P. N° 253

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de CERTIFICAL S.A.C. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del prototipo o del lote ensayado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizada. Los resultados 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.
PROHIBIDA LA MODIFICACION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME.

Anexo 6. Norma MTC E 1103



MTC E 1103

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO

1.0 OBJETO

1.1 Determinar la Resistencia a la Compresión de probetas de suelo - cemento

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 Se proporcionan dos procedimientos alternativos:

Método A. Este procedimiento emplea un cilindro de ensayo de 101,6 mm (4,0") de diámetro y de 116,4 mm (4,584") de altura. La relación de la altura al diámetro es de 1,15.

Método B. Este procedimiento emplea un cilindro de ensayo de 71,1 mm (2,8") de diámetro y de 142,2 mm (5,6") de altura. La relación de la altura al diámetro es de 2,0.

Las unidades normales serán kPa y mm.

2.2 El Método A hace uso del mismo equipo de compactación y moldes comúnmente disponibles en los laboratorios de suelos y empleados para otros ensayos de suelo-cemento. Se considera que este método suministra una medida aproximada de la resistencia en lugar de un valor exacto de la resistencia a la compresión. Debido a una menor relación de altura al diámetro (1,15) de los cilindros, la resistencia a la compresión determinada mediante el Método A será normalmente mayor que la del Método B.

2.3 A causa de la mayor relación de la altura al diámetro (2,00), el Método B da una mejor medida de la resistencia a la compresión desde un punto de vista técnico, ya que reduce condiciones complejas de esfuerzos que pueden presentarse durante el aplastamiento de especímenes del Método A.

2.4 En la práctica, el Método A ha sido empleado más comúnmente que el Método B. Como consecuencia de esto, ha sido costumbre evaluar o especificar valores de resistencia a la compresión según el Método A.

En el numeral 6 se da un factor para convertir valores de resistencia a la compresión con base en la relación entre la altura y el diámetro.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 ASTM ED 1633

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

4.1.1 Máquina para ensayo de compresión. Puede ser de cualquier tipo que tenga capacidad suficiente y adecuado control para proporcionar la rata de carga prescrita en el numeral 6.2 y deberá cumplir con las exigencias del numeral 15 de la práctica E-4 (Procedimiento de verificación de maquina) de la ASTM.

Deberá estar provista de dos superficies de apoyo de acero templado (véase la Nota 1), una de las cuales es un bloque de levantamiento asentado esféricamente, el cual normalmente se apoya sobre la superficie superior del espécimen y el otro un bloque rígido plano sobre el cual descansará el espécimen.

Las superficies de apoyo deberán ser al menos tan grandes como la superficie del espécimen a la cual se aplica la carga. Las superficies de apoyo, cuando nuevas, no deberán apartarse de un plano en más de 0,013 mm (0,0005 pulg) en ningún punto y deberán mantenerse dentro de un límite de variación permisible de 0,02mm (0,001 pulg).

En el bloque asentado esféricamente, el diámetro de la esfera no deberá exceder al del espécimen y el centro de la esfera deberá coincidir con el centro de la superficie de soporte.



La parte móvil de este bloque deberá mantenerse estrechamente ajustada en el asentamiento esférico, pero el diseño deberá ser tal, que la superficie de soporte pueda rotarse libremente e inclinarse en ángulos pequeños en cualquier dirección.

Nota 1. Es deseable que las superficies de soporte de los bloques empleados para el ensayo de compresión del suelo cemento tengan una dureza no menor de 60 HRC (Unidades de Dureza Rockwell con punta de diamante) (AASHTO T 80, ASTM E 18)

- 4.1.2 Equipos y moldes de compactación, de acuerdo con los métodos (a) secado de mezclas de suelo - cemento compactadas para el Método A; o con el método (b) preparación en el laboratorio de pruebas de suelo - cemento para el Método B.

5.0 MUESTRA

5.1 Especímenes de ensayo

5.1.1 Moldéense los especímenes de ensayo así:

- Método A. Especímenes de 101,6 mm (4 pulg) de diámetro y de 116,4 mm (4,584 pulg) de altura y moldeados de acuerdo con el método (a).
- Método B. Especímenes de 71,1 mm (2,8 pulg) de diámetro y de 142,2 mm (5,6 pulg) de altura y moldeados de acuerdo con el método (b).

Nota 2. Pueden emplearse estos métodos para ensayar especímenes de otros tamaños. Si la Muestra del suelo incluye material retenido en el tamiz de 4,75 mm (No. 4), se recomienda emplear el Método A. Especímenes más grandes de 101,6 mm (4 pulg) de diámetro y 203,2 mm (8 pulg) de altura, se moldean de una manera similar al Método B

- 5.1.2 Cúrense en húmedo los especímenes de acuerdo con el método (b).

- 5.1.3 Al final del período húmedo de curado, sumérganse por 4 horas los especímenes en agua.

- 5.1.4 Remuévanse los especímenes del agua y efectúense los ensayos de compresión tan pronto como sea posible, manteniendo húmedos los especímenes, por medio de cáñamo húmedo o bayetilla de envoltura.

Nota 3. Otros procedimientos de acondicionamiento, como secado al aire o en el horno o humedecimiento y secamiento alternativamente, pueden especificarse después de un período inicial de curado. Los procedimientos de acondicionamiento y curado deberán indicarse detalladamente en el informe.

- 5.1.5 Compruébese la tersura de las caras con una hoja recta. Si fuere necesario, refréndense los extremos para que cumplan con las exigencias del aparte sobre refrentado de especímenes, (b) ("capping").

PROCEDIMIENTO

- 5.2 Colóquese el bloque inferior de apoyo sobre la mesa o sobre la plataforma de la máquina de ensayo directamente bajo el bloque de apoyo superior asentado esféricamente. Colóquese el espécimen sobre el bloque inferior de apoyo, asegurándose de que el eje vertical del espécimen, esté alineado con el centro de empuje del bloque asentado esféricamente. Como este bloque es llevado a apoyarse sobre el espécimen, rótese suavemente a mano su parte móvil de manera que obtenga asentamiento uniforme.

- 5.3 Aplíquese la carga continuamente y sin choques. Puede usarse una máquina de ensayo operada por tornillo aproximadamente a 1 mm (0,05 pulg) por minuto. Con máquinas hidráulicas, ajústese la carga a una rata constante dentro de los límites de 140 ± 70 kPa/s (20 ± 10 lb./pulg²/s) de acuerdo con la resistencia del espécimen. Regístrese la carga total a la falla del espécimen de ensayo con aproximación de 40 N (10 lb).

6.0 CALCULOS E INFORME

6.1 CALCULOS



- 6.1.1 Calcúlese la resistencia unitaria a la compresión del espécimen dividiendo la carga máxima entre el área de la sección transversal.

Nota 4. Si se desea, establézcanse tolerancias para la relación de altura/diámetro (h/d), multiplicando la resistencia a la compresión de especímenes del Método B por 1,10. Esto convierte la resistencia para una relación h/d de 2,00 a la de una relación de h/d de 1,15 comúnmente empleada en ensayos de resistencia de suelo cemento (véase el numeral 2). Esta conversión ha sido encontrada aplicable para el suelo cemento

6.2 INFORME

- 6.2.1 El informe deberá incluir:

- Número de identificación del espécimen.
- Diámetro y altura, mm (pulg).
- Área de la sección transversal, mm² (pulg²).
- Carga máxima, con aproximación a los 40 N (10 lb) más próximas.
- Factor de conversión, si se usó, para la relación de la altura al diámetro (véase la Nota 4).
- Resistencia a la compresión, calculada con aproximación a 35 kPa (5 lbs/pulg²).
- Edad del espécimen.
- Detalles de los periodos de curado y acondicionamiento y contenido de humedad en el momento del ensayo.

7.0 PRECISION Y DISPERSION

La precisión y dispersión de este método de ensayo no han sido establecidas mediante un programa de investigación de varios laboratorios. Sin embargo, con base en los datos de ensayo que están disponibles, lo siguiente puede servir como guía para la variabilidad de los resultados de ensayos de compresión.

7.1 Precisión

- 7.1.1 Se efectuaron ensayos en un laboratorio sencillo sobre 122 grupos de especímenes dobles, moldeados a partir de 21 materiales diferentes de suelo.
- 7.1.2 La diferencia promedio en la resistencia sobre especímenes, duplicados fue de 8,1% y la diferencia media de 6,2%. Estos valores se expresan como el porcentaje de la resistencia promedio de los dos especímenes, en la siguiente forma:

$$\% \text{ de diferencia} = \frac{(\text{Valor alto} - \text{Valor bajo})}{(\text{Valor alto} + \text{Valor bajo})/2} \times 100$$

En la Figura 1 se muestra la distribución de la variación. Los datos cubren un rango amplio de contenidos de cemento y de resistencia la compresión.

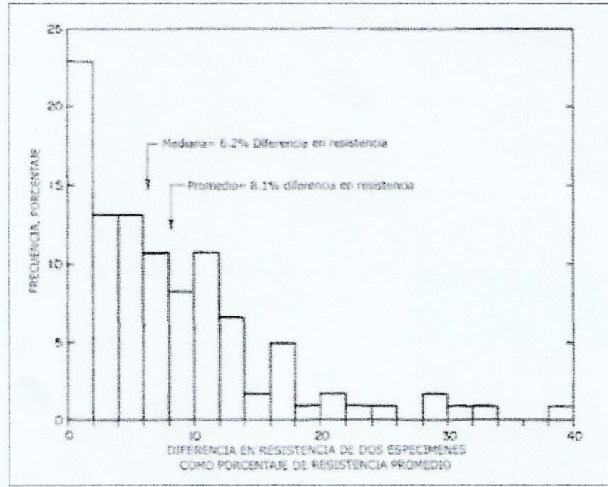


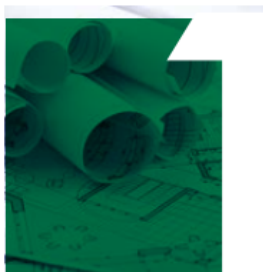
Figura 1. Distribución de la variación de los resultados de 122 grupos de especímenes dobles

Anexo 7. Revista de Costos – Octubre 2019

SUPLEMENTO TÉCNICO

Octubre 2019

COSTOS le ofrece la información técnica más completa para el sector construcción, en páginas diferenciadas por el color del papel. Nuestra información es confiable y es producto de nuestra propia investigación, procesada mensualmente con el software S10.



DATOS TÉCNICOS

Difusión de Fichas Técnicas de Productos, Valores por m² de diferentes Tipologías de obras, y otros datos técnicos de ayuda para el lector.

PRECIOS DE PARTIDAS

Edificaciones - Pistas en Zonas Urbanas - Saneamiento

Se incluye lista de partidas con precios unitarios, desgregados por materiales, mano de obra y equipos. Los precios unitarios no han considerado los gastos generales ni las utilidades. Comprenden las leyes sociales para mano de obra.

Los precios de insumos para las partidas no incluyen fletes a menos que se indiquen en el Capítulo 3. Los precios son referenciales y no incluyen I.G.V.



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Diversas Especialidades

Se detalla rendimientos diarios, las incidencias y los precios de materiales, mano de obra (inc. Leyes sociales), equipo y herramientas para cada partida. Los rendimientos suponen días de 8 horas.

Los precios de insumos para las partidas no incluyen fletes a menos que se indique en el Capítulo 3. Es importante considerar que las incidencias que conforman los análisis deben ser considerados como referenciales.



PRECIOS DE RECURSOS

Materiales de Construcción - Mano de Obra - Equipos

Los precios de materiales rigen para la ciudad de Lima. Están expresadas en nuevos soles o dólares y no consideran descuentos por volumen, fletes y descuento a proveedores (a menos que se indique al final de cada lista). Son referenciales, es decir el usuario deberá considerar forma de pago, volumen, etc. Los cálculos de Costo de hora-hombre que se publican en este capítulo son los preparados por el Ing. Jesús Ramos Salazar, que obedecen a condiciones promedios, y son de carácter referencial. Cada Ingeniero o Empresa debe elaborar el propio de acuerdo con los condicionantes que se presenta en la elaboración del Presupuesto o en la gestión de Costos que realice. Los cálculos de % de Leyes Sociales han sido determinados en base a los días del año correspondiente.



ESTADÍSTICAS Y LICITACIONES

Indices - Dólar - Inflación - Producción y Venta de Principales materiales

Estadísticas: Índices unificados de precios, Factores de reajuste para obras de edificación privadas, Cuadros de variación diaria del dólar americano de los últimos 12 meses, índice de inflación, cuadro de valores oficiales de edificaciones, producción y venta de principales materiales. Licitaciones: Listado de convocatorias a licitación, concursos públicos y buenas pro para ejecución de obras publicadas en El Peruano durante el último mes.

Este suplemento contiene información que ha sido preparada con fines informativos y recopilados de buena fe. Utilizando información que han puesto a disposición de nuestra empresa diversas empresas e instituciones, así como información pública disponible.

Tarifa de Alquiler de Maquinaria y Equipos

Las tarifas han sido calculadas en base al programa "El Equipo y sus Costos de Operación" elaborado por el Ing. Jesús Ramos Salazar y actualizado y procesado por el área técnica de Costos. Considerando los criterios técnicos recopilados de las empresas propietarias de equipos y de los manuales de fabricantes que han servido de base para la metodología que con mucho acierto ha sido editada en la publicación "El equipo y sus Costos de Operación" del Ing. Jesús Ramos Salazar.

La tarifa horaria incluye los siguientes conceptos:

Costo de Posesión (POSES.): valor de reposición, gastos financieros, derecho de importación, desaduanaje, seguros, flete e aduana a almacén.

Costo de Operación (OPERAC.): combustibles y lubricantes, filtros, neumáticos, reparaciones y mantenimiento, operador.

(*) Las tarifas de los equipos marcados con este símbolo no incluyen Operador de equipo

(**) Las tarifas de los equipos marcados con este símbolo no incluyen Operador de equipo, Combustibles, Lubricantes, Filtros

(***) Las tarifas de los equipos marcados con este símbolo no incluyen Operador de equipo, Combustibles, Lubricantes, Filtros, Fuente de Poder

(****) Las tarifas de los equipos marcados con este símbolo no incluyen Operador de Planta, Combustibles, Lubricantes, Filtros, Fuente de Poder

EQUIPO	POT. (HP)	CAPAC.	PESO (KG)	COSTO POSES S/	COSTO OPER. S/	TARIFA HORA S/	OBS
EQUIPOS PARA PERFORACION							
COMPRESORAS NEUMATICAS	76 HP	125-175 PCM	2000	8,51	68,79	77,30	
COMPRESORAS NEUMATICAS	87 HP	250-330 PCM	2300	13,94	79,23	93,18	
COMPRESORAS NEUMATICAS	93 HP	335-375 PCM	2500	16,96	107,69	124,66	
COMPRESORAS NEUMATICAS	150 HP	380-590 PCM	3500	19,13	156,83	175,96	
COMPRESORAS NEUMATICAS	196 HP	600-690 PCM	5000	22,75	174,63	197,38	
COMPRESORAS NEUMATICAS	240 HP	700-800 PCM	6500	30,82	206,52	237,34	
MARTILLOS NEUMATICOS		21-24 KG.	24	3,91	1,00	4,91	(**)
MARTILLOS NEUMATICOS		25-29 KG	29	4,61	1,18	5,79	(**)
MOTO PERFORADORA	1400 RPM	185 CC	26	7,36	5,30	12,66	
PERFORADORA SOBRE ORUGAS		660-690 PCM	6000	57,79	38,61	96,40	(**)
EQUIPO PARA MOV. DE TIERRA							
CARGADORES SOBRE ORUGA	110-135 HP	2.0-2.25 YD3	16275	76,24	151,46	227,70	
CARGADORES SOBRE ORUGA	150-180 HP	2.5-2.75 YD3	18387	85,12	194,28	279,40	
CARGADORES SOBRE ORUGA	190-225 HP	3.2-3.75 YD3	25173	137,98	226,59	364,57	
CARGADORES SOBRE ORUGA	245 HP	4.0-6.0 YD3	28000	167,39	265,61	433,00	
CARGADOR RETROEXCAVADOR	62 HP	1.0 YD3	8000	38,02	100,39	138,41	
CARGADORES SOBRE LLANTAS	80-95 HP	1.5-1.75 YD3	9031	63,38	92,59	155,97	
CARGADORES SOBRE LLANTAS	100-115 HP	2.0-2.35 YD3	10380	65,65	108,24	173,89	
CARGADORES SOBRE LLANTAS	100-125 HP	2.5 YD3	11500	68,00	108,74	176,74	
CARGADORES SOBRE LLANTAS	125-155 HP	3 YD3	16584	72,44	133,46	205,90	
CARGADORES SOBRE LLANTAS	160-195 HP	3.5 YD3	18585	81,48	158,28	239,76	
CARGADORES SOBRE LLANTAS	200-250 HP	4.0-4.1 YD3	20826	94,85	177,67	272,52	
CARGADORES SOBRE LLANTAS	200-260 HP	4.60 YD3	22000	134,71	181,06	315,77	
CARGADORES SOBRE LLANTAS	260-300 HP	5.0-5.5 YD3	31105	174,95	219,00	393,95	
CARGADORES SOBRE LLANTAS	375 HP	8.0 YD3	49738	216,20	267,95	484,15	
MOTOTRILLAS AUTOCARGABLE	140-210 HP	11.0 YD3	14200	158,45	155,67	314,12	
MOTOTRILLAS AUTOCARGABLE	210-300 HP	16.0 YD3	20600	165,24	218,35	383,60	
MOTOTRILLAS AUTOCARGABLE	310-350 HP	23.0 YD3	32800	151,44	260,95	412,39	
MOTOTRILLAS CARGABLES	310-400 HP	14-20 YD3	20000	163,39	281,73	445,12	
MOTOTRILLAS CARGABLES	405-480 HP	21-31 YD3	15500	191,30	352,08	543,38	
EXCAVADORA SOBRE LLANTAS	58 HP	1.0 YD3	9000	38,02	104,13	142,15	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	80-110 HP	0.50-1.3 YD3	17300	65,67	113,69	179,36	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	115-165 HP	0.75-1.6 YD3	23400	105,94	152,49	258,43	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	170-250 HP	1.1-2.75 YD3	33800	153,02	206,68	359,70	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	325 HP	2.0-3.8 YD3	61600	215,04	287,00	502,04	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	330 HP	2.5 YD3		216,40	294,73	511,13	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	385 HP	3.5 YD3		261,74	303,69	565,43	
MINICARGADOR	70 HP	0.5 YD3		22,43	79,19	101,62	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	60-70 HP		6711	54,78	102,09	156,87	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	75-100 HP		9090	62,48	119,98	182,46	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	105-135 HP		12300	120,43	146,56	266,99	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	140-160 HP		14900	120,43	171,64	292,07	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	190-240 HP		20520	167,39	230,43	397,82	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	270-295 HP		21863	197,13	285,85	482,98	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	310 HP		31980	211,58	294,76	506,34	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	335-410 HP		37170	247,58	405,67	653,25	
TRACTORES SOBRE LLANTAS	200-250 HP		20500	169,77	183,52	353,29	
TRACTORES SOBRE LLANTAS	300-350 HP		30380	265,29	258,58	523,87	
TRACTORES SOBRE LLANTAS	400-500 HP		46355	412,56	355,54	768,10	
EQUIPO DE COMPACTACION							
VIBRADOR DE CONCRETO	4 HP	18 PL(1.25')		1,89	4,12	6,01	(*)
VIBRADOR DE CONCRETO	4 HP	18 PL(1.50')		1,94	4,16	6,10	(*)
VIBRADOR DE CONCRETO	4 HP	18 PL(2.40')		2,06	4,24	6,30	(*)
COMPACTADOR VIB. TIPO PLANCHA	4 HP		95	2,33	27,54	29,87	
COMPACTADOR VIB. TIPO PLANCHA	5.8 HP		145	2,44	29,67	32,11	
COMPACTADOR VIB. TIPO PLANCHA	7 HP		160	4,29	30,84	35,13	
ROD. LISO VIBRAT. MANUAL	10.8 HP	0.8-1.1 TON	800	6,56	33,37	39,93	
RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO	70-100 HP	7-9 TON	7300	23,13	90,71	113,85	
RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO	101-135 HP	10-12 TON	11100	51,15	128,71	179,85	
RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO	136-170 HP	15-17 TON	13700	67,91	156,97	224,88	
RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO	210 HP	19-23 TON	19600	72,44	181,57	254,01	
RODILLO LISO VIBRATORIO DE TIRO	50-80 HP	4-5.5 TON	5500	8,55	60,19	68,74	
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO	60-80 HP	3-5 TON	3700	43,84	74,47	118,30	
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO	81-100 HP	5.5-20 TON	5500	59,79	85,81	145,60	
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO	127 HP	8.23 TON	8000	62,17	100,67	162,84	
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO	135 HP	9.26 TON	9000	63,53	103,16	166,69	
RODILLO PATA DE CABRA VIB. AUTOPRO.	84 HP	8.10 TON	8200	14,67	78,79	93,46	
RODILLO PATA DE CABRA VIB. AUTOPRO.	100-135 HP	11-13 TON	11300	53,00	128,01	181,00	
RODILLO PATA DE CABRA VIB. AUTOPRO.	136-180 HP	15-17 TON	15300	73,73	163,29	237,02	
EQUIPOS PARA OBRA DE CONCRETO							
DOSIFICADORA DE CONCRETO	M. E. 40 HP	50 M3	17000	27,21	63,13	90,34	(***)