

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**“Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de
coquina (*Donax Trunculus*) en el tramo Larea – Huaullan,
Distrito de Moro”**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Chunga Avalos, Naysha Anthuanet

Asesor:

Castañeda Gamboa, Rogelio

Código ORCID 0000-0002-6961-7418

Chimbote – Perú

2021

PALABRAS CLAVE:

Tema	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS
Especialidad	MECÁNICA DE SUELOS

KEY WORDS:

Topic	STABILIZATION OF SOILF
Speciality	MECHANIC OF SOILS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN-OCDE

Línea de investigación	Ingeniería de transporte
Área	Ingeniería, Tecnología
Sub Área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

**“ESTABILIZACIÓN DEL SUELO
ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHA
DE COQUINA (*DONAX TRUNCULUX*)
EN EL TRAMO LAREA – HUAULLAN,
DISTRITO DE MORO”**

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es buscar estabilizar un suelo de mala calidad, en la carretera (Larea – Huauellan) en el distrito de Moro, con la adición de 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina (Donax Trunculux), con la finalidad de aumentar la capacidad de soporte CBR, y a su vez verificar su durabilidad. La metodología que se empleó en la investigación es experimental, abordando el nivel “cuasi – experimental”, donde mediante ensayos de laboratorio se pudo obtener que en la Difracción de Rayos x (FRX) se llegó a obtener un 91.332 % de CaO (Óxido de Calcio), funcionando este como un agente estabilizante para suelos, así mismo el Análisis Granulométrico obteniendo como resultado un suelo según AASHTO de grupo A – 6 (suelo arcilloso) y clasificación según SUCS es un suelo de partículas finas del tipo CL (arcilla media plasticidad con arena), en el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) al 100%, en la Calicata N°01 del suelo patrón se obtuvo un 3.3% y del suelo experimental al 8% un 36.5%, en la Calicata N°02 del suelo patrón se obtuvo un 3.2% y del suelo experimental al 8% un 38.6%, en su máximo porcentaje añadido donde se observa que mejora su capacidad de soporte, obteniendo un material para subrasante excelente, finalmente en el ensayo de durabilidad por sulfatos de magnesio se obtuvo al 8% una pérdida de 2.543% donde se puede decir que a mayor porcentaje de material añadido, la pérdida de sus propiedades físicas es menor.

ABSTRACT

The objective of this research is to seek to stabilize a poor quality soil, on the highway (Larea - Huaullan) in the Moro district, with the addition of 4%, 6% and 8% of coquina shell ashes (Donax Trunculux), in order to increase the CBR support capacity, and in turn verify its durability. The methodology used in the research is experimental, addressing the “quasi-experimental” level, where through laboratory tests it was possible to obtain that in the X-ray Diffraction (XRF), 91.332% of CaO (Oxide of Calcium), functioning as a stabilizing agent for soils, likewise the Granulometric Analysis obtaining as a result a soil according to AASHTO of group A - 6 (clay soil) and classification according to SUCS is a soil of fine particles of the CL type (clay medium plasticity with sand), in the California Bearing Ratio (CBR) test at 100%, in Calicata No. 01 of the standard soil, 3.3% was obtained and in the experimental soil at 8%, 36.5%, in Calicata No. 02 of the Standard soil was obtained 3.2% and from the experimental soil at 8% 38.6%, in its maximum added percentage where it is observed that its support capacity improves, obtaining an excellent subgrade material, finally in the durability test for magnesium sulfates be ob It had a loss of 2,543% at 8%, where it can be said that the higher the percentage of added material, the loss of its physical properties is less.

ÍNDICE

Palabra clave – Key word – Línea de investigación.....	i
Título de la Investigación	ii
Resumen	iii
Abstract.....	iv
Índice	v
I. Introducción	1
II. Metodología	33
III. Resultados.....	41
IV. Análisis y discusión.....	75
V. Conclusiones	81
VI. Recomendaciones.....	83
VII. Referencias bibliográficas	84
VIII. Agradecimientos.....	88
IX. Anexos y apéndice	89

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Los agentes estabilizadores, según el tipo de suelo.	10
Tabla 2. Valor relativo de soporte, CBR en base granular	15
Tabla 3. Categorías de subrasante.....	16
Tabla 4. Propiedades químicas de las cenizas conchas de coquina.	21
Tabla 5. Los agentes estabilizadores, según el tipo de suelo.	22
Tabla 6. Variable Dependiente.	30
Tabla 7. Variable Independiente	31
Tabla 8. Técnicas e instrumento de investigación	37
Tabla 9. Cuadro de resumen de pH Calicata N°01	41
Tabla 10. Cuadro de resumen de pH Calicata N°02	41
Tabla 11. Cuadro de resumen de contenido de humedad de calicata N°01 y N°02. .	42
Tabla 12. Clasificación de Suelos de Calicata N°01.....	42
Tabla 13. Clasificación de Suelos de Calicata N°02.....	42
Tabla 14. Resultados de Límites de Atterberg de calicata N°01.	43
Tabla 15. Resultados de Límites de Atterberg de calicata N°2.	44
Tabla 16. Resultados del ensayo de Proctor Modificado de calicata N°01 patrón. ...	44
Tabla 17. Resultados del ensayo de Proctor Modificado de calicata N°01 experimental al 4%.....	45
Tabla 18. Resultados del ensayo de Proctor Modificado de calicata N°01 experimental al 6%.....	46
Tabla 19. Resultados del ensayo de Proctor Modificado de calicata N°01 experimental al 8%.....	47
Tabla 20. Resultados del ensayo de Proctor Modificado de calicata N°02 patrón	48
Tabla 21. Resultados del ensayo de Proctor Modificado de calicata N°2 experimental al 4%.....	49
Tabla 22. Resultados del ensayo de Proctor Modificado de calicata N°02 experimental al 6%.....	50
Tabla 23. Cuadro de resumen de Proctor Modificado de calicata N°02 experimental al 8%.....	51

Tabla 24.	51 Resultados del ensayo de Proctor Modificado de la calicata N°02 experimental 8%	51
Tabla 25.	Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°01 (Patrón).	52
Tabla 26.	Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°01 (Patrón).	52
Tabla 27.	Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 4%).	54
Tabla 28.	Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 4%).	54
Tabla 29.	Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 6%).	55
Tabla 30.	Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 6%).	55
Tabla 31.	Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 8%).	56
Tabla 32.	Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 8%).	57
Tabla 33.	Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°02 (Patrón).	58
Tabla 34.	Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°02 (Patrón).	58
Tabla 35.	Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 4%).	59
Tabla 36.	Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 4%).	59
Tabla 37.	Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 6%).	61
Tabla 38.	Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 6%).	61
Tabla 39.	Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 8%).	62
Tabla 40.	Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 8%).	62
Tabla 41.	Resultados de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio al 4% de cenizas de conchas de coquina.	63
Tabla 42.	Resultados de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio al 6% de cenizas de conchas de coquina.	64
Tabla 43.	Resultados de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio al 8% de cenizas de conchas de coquina.	64

INDICE GRAFICOS

Grafico 1. Curva de % de humedad – N° de Golpes de la Calicata N°01	43
01.....	43
Grafico 2. Curva de % de humedad – N° de Golpes de la Calicata N°02	43
Grafico 3. Curva de densidad del suelo seco vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°01 (Patrón)	44
Grafico 4. Curva de densidad del suelo seco vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°01 (Experimental al 4%)	45
Grafico 5. Curva de densidad del suelo seco vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°01 (Experimental al 6 %)	46
Grafico 6. Curva de densidad del suelo seco vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°01 (Experimental al 8 %)	47
Grafico 7. Curva de densidad seca vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°02 (Patrón)	48
Grafico 8. Curva de densidad del suelo seco vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°02 (Experimental al 4 %)	49
Grafico 9. Curva de densidad del suelo seco vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°02 (Experimental al 6 %)	50
Grafico 10. Curva de densidad del suelo seco vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°02 (Experimental al 8 %)	51
Grafico 11. Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°01 (Patrón).....	52
Grafico 12. Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°01 (Patrón).....	53
Grafico 13. Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 4%)	53
Grafico 14. Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 4%).....	54
Grafico 15. Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 6%)	55

Grafico 16. Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 6%).....	55
Grafico 17. Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 6%).....	56
Grafico 18. Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 8%).....	56
Grafico 19. Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 8%).....	57
Grafico 20. Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°02 (Patrón).....	57
Grafico 21. Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°02 (Patrón).....	58
Grafico 22. Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 4%).....	59
Grafico 23. Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 4%).....	60
Grafico 24. Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 6%).....	60
Grafico 25. Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 6%).....	61
Grafico 26. Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 8%).....	62
Grafico 27. Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 8%).....	63
Grafico 28. Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 8%).....	63
Grafico 29. Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 8%).....	63
Grafico 30. Porcentajes obtenidos de pH de Calicata N°01 suelo patrón y suelo experimental.....	65

Grafico 31. Porcentajes obtenidos de pH de Calicata N°02 suelo patrón y suelo experimental.....	65
Grafico 32. Comparación de pH entre Calicata N°01 y N°02	66
Grafico 33. Comparación de contenido de humedad de la Calicata N°01 y Calicata N°02.....	67
Grafico 34. Comparación de Análisis granulométrico en porcentajes finos de la Calicata N°01 y Calicata N°02	68
Grafico 35. Comparación de Limite liquido de la Calicata N°01 y Calicata N°02 ...	69
Grafico 36. Comparación de Limite Plástico de la Calicata N°01 y Calicata N°02..	69
Grafico 37. Comparación de Índice de Plasticidad de la Calicata N°01 y Calicata N°02.....	70
Grafico 38. Comparación de Limite Liquido, Limite Plástico, Índice de Plasticidad de la Calicata N°01 y Calicata N°02	70
Grafico 39. Resultados del Proctor modificado de la Calicata N°01.....	71
Grafico 40. Resultados del Proctor modificado de la Calicata N°02.....	71
Grafico 41. Resultados del CBR de la Calicata N°01 al 100% y 95%.	72
Grafico 42. Resultados del CBR de la Calicata N°02 al 100% y 95%.	72
Grafico 43. Comparación del CBR al 95% de la Calicata N°01 y la Calicata N°02.	73
Grafico 44. Comparación del CBR al 100% de la Calicata N°01 y la Calicata N°02.....	73
Grafico 45. Comparación de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Donax Trunculux en bahía Samanco.	17
Figura 2. Curva de crecimiento de las conchas Donax Trunculux	20
Figura 3. Recolección de conchas de coquina en el mercado de peces La Sirena.....	90
Figura 4. Lavado de conchas de coquina.....	90
Figura 5. Secado de conchas de coquina	90
Figura 6. Facultad de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT).....	90
Figura 7. Calcinación de conchas de coquina.....	90
Figura 8. Inicio de trazo de la progresiva tomada como referencia de la carretera ...	90
Figura 9. Trazo de progresivas para delimitar 1Km a investigar.....	90
Figura 10. Universidad Mayor de San Marcos, realización de ensayo de Fluorescencia de rayos X (FRX).....	90
Figura 11. Inicio de realización de Calicata N°01	90
Figura 12. Termino de Calicata N°01	90
Figura 13. Inicio de realización de Calicata N°'2.....	90
Figura 14. Termino de Calicata N°02.....	90
Figura 15. Entrega de material de suelo extraído del tramo de Larea- Huaullan en el distrito de Moro.....	90
Figura 16. Entrega de cenizas de conchas de coquina para los ensayos a realizarse..	90
Figura 17. Tamizado por la malla N°04 en el Laboratorio de suelos USP.....	90
Figura 18. Análisis Granulométrico en el Laboratorio de suelos USP	90
Figura 19. Límite líquido en el Laboratorio de suelos USP	90
Figura 20. Limite plástico en el Laboratorio de suelos USP	90
Figura 21. Preparando mi suelo para el Proctor modificado Tipo A con el técnico en el Laboratorio de suelos USP.....	90
Figura 22. Proctor Modificado de la Calicata N°01 (Patrón) en el Laboratorio de suelos USP.....	90
Figura 23. Proctor Modificado de la calicata N°02 (Patrón) en el Laboratorio de suelos USP.....	90

Figura 24. Preparación de muestra Proctor Modificado de la Calicata N°01 (Experimental) con adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina en el Laboratorio de suelos USP.....	90
Figura 25. Proctor Modificado de la Calicata N°01 (Experimental) con adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina en el Laboratorio de suelos.....	90
Figura 26. Tamizado del suelo por la malla N°04 en el Laboratorio de suelos USP.....	90
Figura 27. Proctor Modificado de la Calicata N°02 (Experimental) con adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina en el Laboratorio de suelos USP ...	90
Figura 28. CBR (Patrón) Calicata N°01 en el Laboratorio de suelos USP.....	90
Figura 29. CBR (Patrón) Calicata N°01 de 12,26 y 55 golpes en el Laboratorio de suelos USP.....	90
Figura 30. CBR (Patrón) Calicata N°01 medición de expansión	90
Figura 31. CBR (Patrón) Calicata N°01 ensayo de penetración.....	90
Figura 32. Realización de CBR (Patrón) Calicata N°02.....	90
Figura 33. CBR (Patrón) Calicata N°02 medición de expansión	90
Figura 34. CBR (Patrón) Calicata N°02 realización de ensayo de penetración	90
Figura 35. Preparación de CBR (Experimental) con adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina de la Calicata N°01	90
Figura 36. Realización de CBR (Experimental) con adición del 4%, 6 y 8% de cenizas de conchas de coquina Calicata N°01 con 12, 26 y 55 golpes.....	90
Figura 37. CBR (Experimental) de 12 golpes, 26 golpes y 55 golpes con adición de cenizas de conchas de coquina de la Calicata N°01, se observa la medición de expansión.....	90
Figura 38. CBR (Experimental) Calicata N°01 ensayo de penetración.....	90
Figura 39. Realización de CBR (Experimental) con adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina de la Calicata N°02	90
Figura 40. CBR (Experimental) con adición del 4%, 6% y 8% de conchas de coquina de la Calicata N°02, se observa la medición de la expansión con el dial.	90

Figura 41.CBR (Experimental) con adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina de la Calicata N°02, se observa la realización del ensayo de penetración.....90

Figura 42.Visualización de CBR experimental de la Calicata N°02 con adición del 4% de cenizas de conchas de coquina después de haber realizado el ensayo de penetración, se observa cómo se rompe y se agrieta por las paredes del molde.....90

I. INTRODUCCIÓN

De los siguientes trabajos previos se recaudaron los de mayor importancia a esta investigación lo que hace posible el desarrollo del mismo.

Amaya, Botero y Ovando. (2018), “Óxido de calcio en la estabilización de suelos arcillosos” en este artículo se busca mejorar el suelo de una construcción civil a realizarse, planteándose una estabilización química de suelos con óxido de calcio, se obtiene como resultados que con la adición de CaO en cantidades óptimas se logra estabilizar un suelo arcilloso, creándose un nuevo material innovador con características físicas y químicas que permiten su aplicación para caminos de acceso, plataformas de trabajo y otro tipo de estructuras civiles, donde a corto plazo las mezclas de suelo-CaO generan una disminución favorable de la humedad del suelo transformándolo en un material apto para su compactación, así mismo a mediano y largo plazo el principal cambio que presenta el suelo estabilizado con CaO es la reacción química que genera en conjunto con el agua, la sílice y la alúmina, formando silicatos cálcicos hidratados (CSH) y aluminatos cálcicos hidratados (CAH), siendo similares a los formados durante la hidratación del cemento Portland, incrementado su resistencia a su vez siendo una alternativa de solución eficaz y económica que puede impulsar los niveles de estudio para que sea considerada como opción de transformación para futuros proyectos de infraestructura.

Amaya, Botero y Ovando. (2019), “Estabilización química de suelos del ex lago de Texcoco y su uso como relleno” en este artículo nos hace mención que las características físicas y químicas de aquellos materiales en estado natural sumando a la variación estacional que ocurren en diferentes partes, conlleva a la consecuencia la abundante presencia de agua superficial que propicia que el área sea inaccesible durante varios meses del año generando importantes dificultades y retrasos en la construcción por ellos se plantea estabilizar con Óxido de calcio, precisando que es un tipo de cal no hidratada, independientemente de la cantidad de arcilla presente, es la disminución de humedad o secado, generado por reacción exotérmica durante la hidratación del CaO, a su vez nos hace mención que en materiales con presencia de finos, durante el proceso de mezclado se genera la reacción o modificación físico-

química para valores de pH < 12.45, los cuales se percibe un secado adicional y un incremento favorable a la resistencia, esta reacción enrumba a un proceso de floculación y aglomeración de las arcillas lo que facilita su trabajabilidad y compactación, para valores de pH >12.45, permiten la ruptura de las partículas, la disolución y liberación de la sílice y alúmina de la arcilla la cual garantiza el efecto permanente de la cementación de los materiales a largo plazo contribuyendo resistencia, concluyen reafirmando que al realizar la estabilización química con óxido de calcio, presenta mejorías en las propiedades geotécnicas como la resistencia, la reducción de variaciones volumétricas y la reducción del peso volumétrico, a su vez que con la adición del 8% de CaO resulta técnicamente favorable.

Fazal E.Jalal., Yongfu Xu., Babak Jamhiri . y Shazim Ali Memon. (2020) en su artículo “On the Recent Trends in Expansive Soil Stabilization Using Calcium-Based Stabilizer Materials (CSMs) A Comprehensive Review”[Sobre las tendencias recientes en la estabilización expansiva del suelo utilizado materiales estabilizadores a base de calcio (CSM): una revisión completa] en este artículo nos comenta que los materiales estabilizadores a base de calcio presentar propiedades puzolánicas que mejoran las propiedades de los suelos arcillosos por hidratación, haciendo un intercambio catiónico, floculación, reacción puzolánica y carbonatación, mejorando significativamente la resistencia a largo plazo al mezclarse el óxido de calcio con el suelo arcilloso netamente expansivo .

Luego el antecedente de Quezada Osoria. (2017) “Estudios Comparativo de la Estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para Pavimentación” nos refiere en su investigación del tipo de aplicado y diseño experimental, hace la comparación entre dos especies de conchas que son las conchas de pico de pato donde se obtiene una menor capacidad de soporte, paralelamente nos indica que las conchas de abanico al estabilizar un suelo arcilloso donde se concluye que las valvas de molusco en general tienen efecto positivo para estabilizar suelos , en este caso la subrasante arcillosa de un pavimento así mismo mientras más valva se le agregó se incrementara la densidad seca y disminuirá el óptimo contenido de humedad para la compactación.

También en la Tesis de Carrasco Mejía. (2017) “Estabilización de los Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Caña de Azúcar en el Tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro”, se analizaron seis puntos de investigación (calicatas) en la ciudad de Moro, se obtuvo como resultado obteniendo en el ensayo de Análisis Granulométrico por tamizado, valor de 62.9% y 68.9% de material arcilloso, 28% y 34.8% de material arenoso y 1.6% y 3.9% de material gravoso lo cual fue interpretado como un suelo de tipo arcilloso (SC A(6) según AASHTO), obteniendo un índice de grupo denominado 11 lo que conlleva a un suelo inestable.

Así mismo se revisó la investigación de Espinoza T, Honores G. (2018), “Estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación” es de tipo aplicada y de diseño experimental, donde pretende estabilizar un suelo con 2 tipos de materiales donde las conchas de abanico en estado de calcinación comprende de un valor de 48.569% de óxido de calcio y consecutivamente por otro lado las cenizas de carbón llegan a obtener un valor de 34.954% de óxido de silicio donde dan como resultado que las conchas de abanico no cumplen con lo que manda en la normal de ASTM C997, ya que las conchas de abanico no cuenta con un porcentaje menor a lo requerido en la normal por ello se recalca que se debe trabajar con un material que contenga como mínimo el 90% de óxido de Calcio para que se cumpla con las especificaciones del ASTM C997.

Del mismo modo Ibáñez Cruz. (2018), “Resistencia de mortero sustituyendo al cemento por la combinación de 12% de polvo de conchas de coquina y 36% de cenizas de cola de caballo”, sostiene en su investigación del tipo aplicada y el diseño experimental, tiene como objetivo determinar la alcalización del mortero al reemplazar el cemento por la que está conformada de la combinación siguientes 12% de polvo de conchas de coquina y 36% de cenizas de cola de caballo, donde mediante la investigación experimental dan como resultado que su óxido de Calcio resaltante es (84.63%) a las conchas de coquina, también cabe resaltar que utilizando esos materiales tenemos un 99.35% de componentes cementantes los cuales ayuda a la obtención de una mejor resistencia en el mortero por ende se obtienen buenos resultados en la resistencia con dichos materiales.

Del mismo modo Chunga Avalos.(2019), “Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (donax trunculux) en el tramo Larea-Huaullan, distrito de Moro”, sostiene en su investigación para optar el grado de bachiller de tipo aplicada y de diseño experimental, nos indica que en el análisis térmico diferencial (ATD) para las cenizas de conchas de coquina deberá alcanzar un grado de calcinación de 900°C para poder obtener una pérdida total de masa inicial del material de un 45%, a su vez al ser expuestas a esa temperatura en el ensayo de fluorescencias rayos de rayos X (FRX) se obtiene que su óxido de calcio predominante es el Óxido de Calcio (CaO) tenido un 91.332% de ello seguidamente el Óxido e Aluminio(Al_2O_3) con un valor de 4.833% y en tercer lugar el óxido de cobre (CuO) con un valor de 1.242% , posteriormente se realizó el ensayo de pH y se evaluó las dos calicatas a ser estudiadas, la calicata N°01 y N°02 donde se evaluó la muestra en estado natural y con la adición del 4% de cenizas de conchas de coquina , obteniéndose como resultado que en la Calicata N°01 en el suelo patrón se obtiene un pH de 8.92 y con la adición del 4% de cenizas de conchas de coquina se obtuvo un valor de 13.11 y en la calicata N°02 en el suelo patrón un valor de 7.56 y con la adición de cenizas de conchas de coquina un valor de 12.38 dando como conclusión que al combinarlos se producen productos cementantes estos productos son parecidos a los que se genera durante el fraguado del cemento portland.

FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

Suelos

Definición

De acuerdo a Crespo (2004) nos define que el suelo tiende a ser una fina capa sobre la corteza terrestre de material procedente de la descomposición y/o cambios físicos y/o químicos de las rocas y de los restos de actividades de los seres vivos que sobre ella se afirma” (p.18)

Según Juárez y Rico (1973) nos define que el suelo es representado por todo tipo de material con presencia de tierra, desde un relleno de desperdicio hasta arenisca parcialmente cementada o lutitas suaves (p.28)

Se define como el agregado que no está cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) con líquido y gas en los espacios vacíos entre las partículas sólidas. (Braja M. Das, 2015, p.1)

Tamaños de partículas de suelo

El tamaño de partículas que conforma el suelo pueden tener una variación en un prolongado intervalo. El suelo es también llamado grava, arena, limo o arcilla, variando el tamaño con más relevancia de las partículas dentro del suelo.

Las gravas vendrían a ser partes de las rocas con partículas eventuales de cuarzo, feldespato y otros minerales.

Siendo predominante el cuarzo y el feldespato en las partículas de arena. Ciertas veces pueden estar en granos de otros minerales.

Las partículas compuestas por limos tienden a ser los fragmentos microscópicos del suelo que están conformadas por partículas de cuarzo extremadamente finos y algunas partículas en forma laminar que son partículas de minerales micáceos.

Principalmente la arcilla en su mayoría está conformada por láminas microscópicas y submicroscópicas de mica, minerales de arcilla y otros minerales, estas principalmente son definidas como fragmentos menores de 0.002 mm, en ciertos casos tienen un tamaño entre 0.002 y 0.005 mm también. Se clasifican como principalmente arcilla como característica principal el tamaño de las mismas ya que no pueden tener necesariamente minerales de arcilla, definiéndose como las partículas que desarrollan la plasticidad al momento de hacer las combinaciones con cantidades limitadas de agua, siendo la plasticidad la principal propiedad de las arcillas, parecidas a las masillas cuando presentan cantidades de agua. Los suelos que no contienen arcilla suelen contener fragmentos de cuarzo, feldespato, mica, siendo lo suficiente pequeños como para pertenecer a la clasificación de arcilla (Braja M. Das, 2015, p.28)

Tipos de suelo

Sabiendo el origen de sus elementos, los suelos pueden dividirse en dos grupos: donde el suelo es originario de la descomposición física y/o química de las rocas mayormente llamados inorgánicos y donde los suelos de origen orgánico. (Crespo, 2004, p.23)

Gravas

Vienen a ser acumulaciones libres de partículas de rocas, teniendo más de 2 mm de diámetro, originándose en el acareamiento por las aguas, las gravas padecen un desgaste en sus aristas y son redondeadas. Tiende a ser encontradas en lechos, márgenes y en los conos de deyección de los ríos, así como también en bajas de terrenos rellenas por el acarreo de los ríos y en lugares en donde las gravas han sido retransportadas, ellas ocupan grandes extensiones encontrándose casi siempre fragmentos de cantos rodados, arena, limos y arcillas. Las variaciones de sus partículas comprenden desde 7.62 cm (3") hasta 2.00mm. (Crespo, 2004, p.24)

Arenas

Se da el nombre de arena a los minerales de finos granos que viene del desgaste de las rocas o del proceso de trituración artificial, donde las partículas varían entre los 2 mm y 0.05 mm de diámetro, diciéndose que su origen es análogo a la de las gravas, se sabe que las dos pueden encontrarse juntas en el mismo lugar, pero la arena de río tiene presencia de grava y arcilla. Las arenas se mantienen en su estado normal al secarse, no presentan plasticidad, siendo menos comprensibles que la arcilla y si es aplicada una carga grande en su superficie tiende a comprimirse de manera muy rápida. (Crespo, 2004, p.24)

Limos

Vienen a ser suelos de finos granos con muy poca o ninguna presencia de plasticidad, pudiendo llamarse limo inorgánico como el realizado en canteras, o como el que se suele encontrar en los ríos siendo este de características plásticas. El tamaño de partículas de los limos esta entre 0.05mm y 0.005mm. Se dice que los limos sueltos y saturados vendrían a ser inadecuados para poder soportar cargas por medio de las zapatas, el color tiende a ser variable de gris claro a muy oscuro. Su permeabilidad y comprensibilidad es muy alta, no presentando un estando pesado y son considerados como sueños pobres o malos para las cimentaciones. (Crespo, 2004, p.24)

Arcillas

Las arcillas son partículas sólidas con diámetro menos a 0.005mm, teniendo la propiedad de volverse rápidamente plástica cuando es combinada con agua, se dice que químicamente es un silicato de alúmina hidratado, sus átomos están dispuestos en forma laminar, diciéndose que hay dos tipos de clásicos de dichas laminas: donde uno de ellos vendría a ser de tipo silíceo y el segundo de tipo aluminico. (Crespo, 2004, p.24)

Clasificación de suelos

El suelo puede ser clasificado en grupos y subgrupos teniendo en cuenta sus características mecánicas y el comportamiento para la ingeniería. Se clasifican en American Association of State Highway Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Mayormente el sistema AASHTO es usado generalmente por los departamentos de carretas estatales y del lugar, a diferencia de que los ingenieros geotécnicos prefieren usar el Sistema Unificado. (Braja M. Das, 2015, p.78)

Sistema de clasificación AASHTO

Dicho sistema fue desarrollado en 1929 como el Sistema de Clasificación de Administración de Carreteras. Este ha presentado diferentes revisiones obteniendo una versión actualizada de la Comisión de Clasificación de Materiales para los Tipos de Carreteras Subrasantes y Granulares de la Junta de Investigación de Carretera en 194 (Norma ASTM D-3282; Método AASHTO M145). El sistema de clasificación AASHTO utilizado actualmente, se clasifica en siete grupos A-1, A-2 Y A-3 son materiales granulares, donde el 3 o menos de las siguientes partículas pasan por el tamiz de N° 200. Los suelos donde más del 35% pasan por el tamiz N° 200 se pueden clasificar en los grupos A-4, A-5, A-6 Y A-7, estos suelos principalmente son limos y materiales con presencia de arcillas. Para la clasificación se basan en las siguientes posiciones:

Tamaño de grano

Grava: Fracción pasante por el tamiz de 75 mm y es retenida en el tamiz N°10 (2 mm).

Arena: Fracción pasante por el tamiz N°10 (2 mm) y es retenida en el tamiz N° 200 (0.075 mm)

Limo y Arcilla: Fracción pasante del tamiz N°200

Plasticidad: Viene del termino limoso y es aplicable cuando sus partículas finas del suelo tienen un índice de plasticidad de 10 o menos. La definición arcillosa es aplicable cuando las fracciones finas tienen un índice de plasticidad de 11 o más. (Braja M. Das, 2015, p.78-80)

Sistema unificado de clasificación de suelos S.U.C.S

Los suelos de grano grueso que son de grava y arena en estado natural con menos de 50% que pasa a través del tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de G o S. G es para el suelo de grava o grava, y S para la arena o suelo arenoso. (Braja M. Das, 2015, p.82)

Los suelos de grano fino con 50% o más que pasa por el tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de M, que es sinónimo de limo inorgánico, C para la arcilla inorgánica y O para limos orgánicos y arcillas. El símbolo Pt se utiliza para la turba, lodo y otros suelos altamente orgánicos. (Braja M. Das, 2015, p.82)

Otros símbolos que también se utilizan para la clasificación son:

- W: bien clasificado
- P: mal clasificado
- L: baja plasticidad (límite líquido menor de 50)
- H: alta plasticidad (límite líquido mayor de 50)

Para la clasificación adecuada de acuerdo con este sistema, una parte o toda la siguiente información debe conocerse:

1. Porcentaje de grava, esto es, la fracción que pasa el tamiz de 76.2 mm y retenida en el tamiz núm. 4 (4.75 mm de apertura)

2. El porcentaje de arena, es decir, la fracción que pasa el tamiz núm. 4 (4.75 mm de apertura) y es retenida en el tamiz núm. 200 (0.075 mm de apertura)

3. El porcentaje de limo y arcilla, esto es, la fracción más fina que el tamiz núm. 200 (0.075 mm de abertura)

4. El coeficiente de uniformidad (Cu) y el coeficiente de gradación (Cc)

5. El límite líquido y el índice de plasticidad de la porción de suelo que pasa el tamiz núm. 40

Los símbolos de los grupos de los suelos de grava de grano grueso son GW, GP, GM, GC, GC-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GM y GP-GC. (Braja M. Das, 2015, p.82)

Pavimento

Viene a ser el conjunto capas superpuesta de forma horizontal que son diseñadas y construidas principalmente con materiales altamente apropiados y siendo adecuadamente compactados. El pavimento es una estructura estatificada netamente apoyada sobre la subrasante de una vía, teniendo que soportar esfuerzos de las cargas de tránsito para el periodo que fue diseñado estructuralmente. (Montejo, 2002, p.1)

Estabilización de suelos

El suelo

Se pretende estabilizar aquellos suelos que al presentar deformaciones extremadamente grandes y pierdan su capacidad de carga, arriesguen vidas humanas, propiedades y el medio ambiente, teniendo en cuenta el análisis del Profesional Responsable. (Norma CE 020, 2018, p113)

Estabilización mediante métodos químicos

En la estabilización mediante métodos químicos, es aplicable en circunstancias que:

- a) No llegase a cumplir con los mínimos requerimientos de deformación o resistencia para realizar una obra civil.
- b) No llegase a ser utilizados en estado natural.
- c) No llegase ser reemplazado o desechados por otro.

Estos métodos químicos son aplicables cuando el profesional responsable fundamente mediante un riguroso estudio técnico que el suelo pudiera alcanzar estabilidad, resistencia, comprensibilidad, permeabilidad y durabilidad, no presentando ningún riesgo humano ni para el ambiente. (Norma CE 020, 2018, p113)

Aditivo estabilizador

El aditivo Estabilizador sin ser limitativo, se empleará en procesos superficiales de suelos con granulometría muy finas o materiales orgánicos, donde tendrán que cumplirse con las normas internacionales de certificación ISO, siendo este capaz de combinarse homogéneamente con el suelo y ser curado de acuerdo a las especificaciones técnicas propias de cada producto. (Norma CE 020, 2018, p113)

De busca encontrar mejorías en las mejoras en el comportamiento estructural, debiendo emplearse aditivos que tengan un 25% de finos cohesivos, debiendo ser controladores de polvo. Siendo el caso que el estabilizador a utilizar sea netamente liquido en agua se debe tener en cuenta la evaporación, teniendo en cuenta la pérdida de humedad, su solidificación, resistencia y el incremento de cohesión. (Norma CE 020, 2018, p113)

Tabla 1.

Los agentes estabilizadores, según el tipo de suelo.

Tipo de suelo	Arcillas finas	Arcillas gruesas	Limos finos	Limos gruesos	Arenas finas	Arenas gruesas
Tamaño de partículas (mm)	< 0.0006	0.0006 – 0.002	0.002 – 0.01	0.01 – 0.06	0.06 – 0.4	0.4 – 2.0
Estabilidad volumétrica	muy pobre	regular	regular	bueno	muy bueno	muy bueno
Cal	si	si	si	-	-	-
Cemento	no	no	no	no	si	si
Asfalto	-	-	-	-	si	si

Nota: Adaptado de agentes estabilizadores (p.113), Norma CE 020,2018.

Estabilización con cal

Las cantidades a emplearse van a depender del tipo de arcilla con la que se trabaja. Es posible añadir de 2% a 8% de cal por peso seco del suelo natural a utilizar, siendo este un porcentaje determinado en el laboratorio, siendo el proceso siguiente:

- a) Tener una estimación del porcentaje de cal paralelamente en función al pH.
- b) Elaborar ensayos previos de comprensión, humedad óptima y máxima densidad seca.
- c) Obtener el aumento de resistencia del suelo estabilizado con cal.
- d) Se dice que, si la resistencia tiende a aumentar, previamente con el porcentaje de cal elegido, sería mayor a 3.5 kg/cm². Se determinaría la variación de la resistencia para ensayos elaborados con +2 de cal.
- e) Obtener el contenido de cal para el cual la resistencia no aumenta en gran porcentaje.
- f) Realizar una gráfica de resistencia vs % de cal.

Los suelos utilizados para la construcción de Suelo-Cal deben estar sin impurezas y no deben tener más tres por ciento de peso de materia orgánica. Deberán los fragmento de suelo ser pasantes de la malla N° 40 debiendo tener un índice de Plasticidad comprendido entre 10 y 0. El tamaño máximo del agregado grueso deberá no excederse de 1/3 del espesor de l capa compactada de Suelo en combinación con Cal. Pudiendo la cal para la construcción ser una cal viva o hidratada, debiendo saciar los requisitos previamente establecidos en las Especificaciones de la norma AASHTO M-216 O NTP N°334.12:2002 Cal viva y cal hidratada para la Estabilización de Suelos. (Norma CE 020, 2018, p114)

Modificación de los suelos arcillosos con cal

El adicionar la cal a un suelo con partículas con muchas finas relevantes mejora su comportamiento por un conjunto de sus propiedades. Los hechos pueden producirse tanto en menor o mayor medida según el tipo a suelo a utilizarse, la granulometría y mineralogía, y la cal empleada, en función de su riqueza y actividad. La justificación va en función a la alteración del estado natural del Suelo-Cal por las reacciones

químicas que se producen durante la interacción de sus estructuras moleculares. (Bauzá, 2003, p.4)

Mecanismos de interacción de la cal sobre un suelo

Al mezclar la cal con un suelo arcilloso se genera una reacción que se puede agrupar según lo siguiente:

- a) La modificación “instantánea” de las condiciones de granulometría, textura y compacidad originada por:
 - El Intercambio de iones entre la arcilla y la cal.
 - La Floculación de las partículas de arcilla.
 - La Reducción de la cantidad de agua adsorbida por la arcilla
- b) La mejora de las características de la resistencia del suelo a mediano y largo plazo, se produce por:
 - La Reacción puzolánica de cementación
 - La Carbonatación

La principal diferencia entre ambos grupos de mecanismos es, el citado del carácter temporal, ya que las mejoras de la textura son casi instantáneas, por otro lado, las resistentes suelen llevar un plazo mayor. (Bauzá, 2003, p.5)

Como segunda diferencia, sabiendo que en el primer grupo se agrupan para casi todos los tipos de suelos arcillosos, se producen las mejoras en gran y media partes o incluso. (Bauzá, 2003, p.5)

Por último, la tercera y no menos importante diferencia es la necesidad de la presencia de la cal para poder alcanzar dichos efectos. En su gran mayoría de los casos pueden decirse que las primeras dosificaciones de cal van destinadas a la modificación de la textura y granulometría y para hacer la mejora netamente en las características de resistencia es preciso superar a cantidad de la primera porción. (Bauzá, 2003, p.5)

El intercambio iónico

Cuando la cal se fusiona con la arcilla los cationes del calcio tienden a reemplazar a aquellos que están en las superficies de las partículas, dispersos en la capa doble. Desplazando así a cationes monovalentes usualmente en las arcillas naturales, como

son los sodios, potasio o magnesio. Por consecuente tiende a reducirse el espesor de la capa doble. (Bauzá, 2003, p.5)

La disminución del espesor de la capa doble que se elabora por la sustitución de un catión de la serie por otro situado más para su derecha lleva a la capa doble más estable. Se entiende que quedan menos cationes que puedan lograr modificar la nueva configuración. (Bauzá, 2003, p.5)

Floculación y aglomeración de partículas

El fenómeno del intercambio iónico por cationes de mayor valencia reduce el espesor de la capa doble netamente de la arcilla, por ello busca que se reduzca la zona alta de presencia de cationes que separa una partícula de otra, por concentración a, así como también por repulsión eléctrica. Por ellos se consigue que se acerquen las partículas y esto da pie a nuevas fuerzas de atracción entre sí. (Bauzá, 2003, p.5)

Cuando se ponen en contacto nuevas fracciones de arcilla y se generan fuerzas de atracción entre ellas causan nuevas agrupaciones de fracciones que anteriormente estaban dispersas o separadas formando así flóculos o conjuntos de partículas. (Bauzá, 2003, p.6)

Este mecanismo se favorece evidentemente con una mayor concentración de electrólito o de cationes a intercambiar en el medio en que se encuentran las partículas de arcilla. Pero también se favorece por la presencia de valores altos de pH en el medio, como el que aporta especialmente la presencia de la cal. (Bauzá, 2003, p.6)

La reacción puzolánica.

Las arcillas son minerales que contienen en su estructura importantes cantidades de sílice y alúmina y diversos elementos de sustitución como el hierro, magnesio, etc. Las arcillas son productos en estado natural con propiedades puzolánicas, estas bajo condiciones es de pH elevados pueden provocar un efecto muy grande con respecto a las reacciones de la cal con la sílice y alúmina para así lograr obtener un resultado con productos cementantes. (Bauzá, 2003, p.7)

Al realizarse la mezcla de arcilla y cal, la sílice y alúmina originaria de las fracciones de arcilla al entrar en unión con la cal, que proporciona el medio básico, se llega a formar silicatos y aluminatos de calcio hidratado, siendo estos elementos parecidos a los que se producen en el fraguado del cemento portland. (Bauzá, 2003, p.7)

Pero existe otro factor condicionante y a su vez muy importante para el rendimiento de las reacciones químicas descritas: la fuente de sílice y alúmina. En función de la mineralogía de las arcillas, así como su capacidad de disolución, Por ello se puede decir que las arcillas son susceptibles a pronunciarse estas reacciones en la misma proporción, y como consecuentemente influirá el tipo de material presente. (Bauzá, 2003, p.7)

Otro aspecto a considerar es la reacción del momento que interviene el factor tiempo, a diferencia de los mecanismos inmediatos descritos anteriormente. La reacción puzolánica es un suceso lento y va avanzando con los días, siendo este necesario para que alcance un efecto esencial o casi completo, introduciéndose así un nuevo factor condicionante no contemplado a la fecha y se pretende estudiar más adelante, estas son las condiciones de humedad y temperatura de la reacción en el transcurso de los primeros días, conociéndose como las condiciones de curado. (Bauzá, 2003, p.7)

Las reacciones puzolánicas en la arcilla se da por la aparición de unos productos cementantes que se forman entre las fracciones de partículas de la arcilla, donde estos implican unos enlaces físicos siendo estos más fuertes que los eléctricos explicados hasta ahora. Por ende, el efecto es manifestado no solo mejoras del ángulo de rozamiento interno o la resistencia a la penetración, sino también es notoriamente estricto en la resistencia a la comprensión de los materiales, que pasan de ser suelos o materiales sueltos a ser conglomerados. (Bauzá, 2003, p.7)

CBR estables para suelos

La subrasante: son aquellos suelos encontrados por debajo del nivel superior de la subrasante, para una profundidad no menos de 0.60 metros, deberán ser suelos aptos y estables con respecto al $CBR \geq 6\%$, si el suelo está debajo del nivel superior de la

subrasante, teniendo un CBR < 6% denominándose una subrasante pobre o inadecuada, se correspondería estabilizar los suelos. El Ingeniero encargado será el responsable de examinar según la naturaleza del suelo alternativas para dar solución al problema, siendo estas la estabilización mecánica, también el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química, estabilización con geosintéticos, elevaciones de la rasante, cambiar el trazo vial, finalmente pudiendo elegir la técnica que más convenga para el tipo de suelo a utilizarse (Manual de Carreteras, 2013, p.40)

Súbase: es la capa de un material especificado y con determinado espesor de diseño, el que soporta la base y la carpeta asfáltica, a su vez es utilizado como capa de drenaje y controlador de capilaridad del agua. Depende mucho el tipo de diseño, dimensionamiento del pavimento, pudiéndose obviar dicha capa, esta puede ser de un material granular con un $\text{CBR} \geq 40\%$ o ser tratada con asfalto, cal o también con cemento. (Manual de Carreteras, 2013, p.40)

Base: se dice que es la capa inferior de rodadura, que tiene como principal objetivo aguantar, distribuir y transportar cada carga ocasionadas por el tránsito, esta capa tiene que ser de material granular drenante con un $\text{CBR} \geq 80\%$ o deberá ser tratada con asfalto, cal o puede ser con cemento. (Manual de Carreteras, 2013, p.40)

Tabla 2.

Valor relativo de soporte, CBR en base granular

Según el tipo de carreteras	CBR
Para carreteras de segunda clase, tercera clase, bajo volumen de tránsito; o, para carreteras con tráfico en ejes equivalentes $\leq 10 \times 10^6$	Mínimo 80%
Para carreteras de primera clase, carreteras duales o multicarril, autopistas; o, para carreteras con tráfico en ejes equivalentes $> 10 \times 10^6$	Mínimo 100%

Nota: Adaptado de valor relativo de soporte, CBR en base granular, (p.40), Manual de Carreteras, 2013.

Tabla 3.

Categorías de subrasante.

Categorías de subrasante	CBR
S₀: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S₁: Subrasante pobre	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S₂: Subrasante regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S₃: Subrasante buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S₄: Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S₅: Subrasante excelente	De CBR ≥ 30%

Nota: Adaptado de categorías de subrasante, (p.40), Manual de Carretras,2013.

Conchas de coquina (Donax Trunculux)

Los moluscos *Donax trunculux* conocido como maruchas o maruchitas es un bivalvo que es extraído casi siempre en las playas con presencia de arena como por ejemplo la de Besique, Atahualpa y Anconcillo con coordenadas de 9°11'30''S, 78°30'05''W, en la bahía de samanco donde por su gran volumen de extracción constituye uno de los invertebrados más resaltantes en el área , donde se han realizados monitoreo biológicos desde octubre del 2002, donde se puede identificar los picos de producción durante la estación de primavera y verano. (Berrú y Uribe ,2014,p.2)

Distribución geográfica

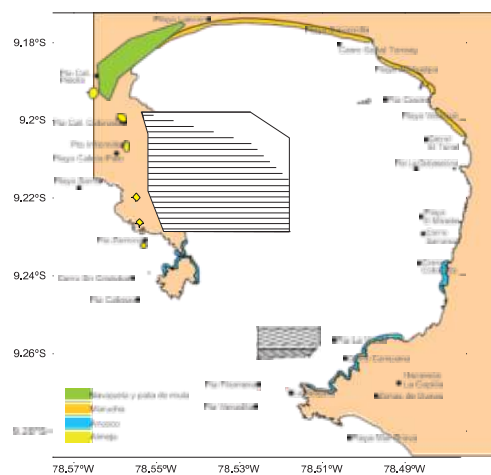
Principalmente es encontrada en la costa peruana donde ha observado al género de *Donax* en Piura en la Bocana san pedro, Lambayeque en la playa Pimentel, en Áncash en la playa samanco, las salinas, los chimús, en lima en las playas de Asia, cerro azul, en Ica en el chaco. Se sabe que en la región de Áncash las maruchitas están distribuidas en tres playas continuas ubicadas al norte y no este de la bahía de samanco. (Berrú y Uribe ,2014, p.2)

Donde las playas de besique, Atahualpa y a su vez de anconcillo están constituidas en ambientes geográficos de suave curva uniforme y con un cordón de costa de arena

de muy poca altura que presentan una zona desértica con médanos pequeños, donde las tres playas están constituyendo un solo conjunto de gran exposición en una extensión de 6 kilómetros aproximadamente y son separadas entre sí por cerros rocosos. (Berrú y Uribe ,2014, p.2)

Figura 1.

Ubicación de Donax Trunculux en bahía Samanco.



Nota: Adaptado de Ubicación de Donax Trunculux (p.3), por Berrú y Uribe, 2014, sinopsis biológico-pesquera de la marucha donax obesulus reeve, 1854 en las costas de Ancash (Bahía Samanco),2001-2009

En los aspectos reproductivos: las maruchitas vienen a ser especies dioicas ya que tienen la presencia de sexos hembra y machos, donde ser identificados microscópicamente de un raspado de la gónada. Los dos sexos presenta gónadas de color blanco cremoso, sin embargo e las hembras las gónadas tienen una textura granulosa cuando están próximas al desove, la gónada está ubicada junto a la glándula digestiva, formándose así un conjunto de la mayoría de visceral, se dice que durante su pico de madurez y previa evacuación de la gónada es prominente, ocupando un mayor espacio debiendo a que alveolos se encuentra particularmente con más abundancia de gametos maduros, luego de la evacuación de esta gónada se torna flácida. Los moluscos que recién inician el desarrollo gonadal, muestran pequeños y escasos alveolos encontrándose en sus paredes células germinales y diversos tipos de células glucogénicas o folículos que tienen función nutricia. (Berrú y Uribe ,2014, p.2)

Material y métodos

Las estructuras por tallas: previo análisis de la talla estructural de las maruchitas provenientes de la pesca, por evaluaciones realizadas en la Bahía de Samanco, durante el tiempo de 2001-2009, se dice que se presentan tallas agrupadas en intervalos de 1mm, cabe resaltar que es de acuerdo a la metodología establecida. (Berrú y Uribe ,2014, p.3)

Los aspectos reproductivos: se dice que las gónadas fueron consolidadas en bouin o formol a un 25% con agua de mar, que se llega a incorporar con ron en parafina, donde se realizaron cortes histológicos de 7 μ y se pintaron como la hematoxilina eosina, donde se pudo elaborar una escala de madurez sexual, con el registro de variación mensual de las medidas y tallas de los ovocitos, donde el diámetro puede obtenerse mediante un ocular micrométrico. (Berrú y Uribe ,2014, p.6)

La talla de madurez gonadal: se dice que para realizar el cálculo de la talla de madurez gonadal, se separaron los individuos que se encontraron en la estancia número I que pertenecen al rango de inmaduro, se pudo calcular que la frecuencia relativa acumulada, adaptándose a los valores previamente obtenidos mediante la ecuación logística respectiva, donde se analizaron muestras gonadales previamente recolectadas en septiembre del 2001 y noviembre del 2004, ellas pertenecientes al periodo resaltante de desove. (Berrú y Uribe ,2014, p.6)

Características biológicas

Las estructuras por tallas en capturas comerciales: sé que el rango de las tallas de las maruchitas en las recolecciones comerciales varía de 6 a 34 mm, teniendo como resultado una estructura multimodal para cada uno de los años previamente analizados. La moda principal es de 23 mm dándose en el 2001,2003,2004,2007 y 2009; las modas principales de 22 mm fueron observadas en el 200,2006 y 2008; en el lapso de 2002 se registró la moda más importante en 25mm. (Berrú P. y Uribe R. 2014).

Escala de madurez histológica

Las hembras

La pre madurez virginal: son los alveolos con presencia de paredes gruesas y mucha cantidad de oogonias y células foliculares, cabe resaltar que en algunos alveolos pueden aparecer ovocitos pequeños.

La madurez incipiente: son los alveolos de tamaño pequeño bien formados con diversas células foliculares, con presencia de ovocitos pequeños adheridos a la pared alveolar donde tiene presencia abundante de oogonios y se observa presencia de ovocitos residuales de la evacuación anterior.

La madurez avanzada: son las oogonias o ausentes que vienen a ser los ovocitos más grandes en contacto más cercano con la pared delgado del alveolo, se dice que algunos de aquellos ovocitos pierden el contacto con la membrana

La madurez total: es aquella que presenta una cantidad considerable de ovocitos redondeados o poligonales por la compresión mutua que pasan poder llenar el espacio alveolar, se dice que algunos de los ovocitos están pegados a la pared alveolar.

Los machos

La pre madurez virginal: es conformado por el gran número de los espermatogonios y los espermátocitos encontrados en ellos.

La madurez incipiente: son los alveolos que están bien compuestos por los espermatogonios en las paredes, los espermátocitos primarios, secundarios y la presencia de espermátides que abarcan la luz alveolar colocándose en forma radiada.

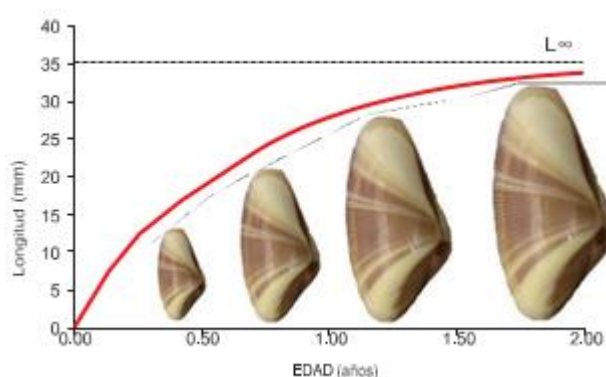
La madurez avanzada: se observa aún, considerable número de espermatogonios en la pared alveolar. Las espermátides convergen hacia el centro del alveolo, algunos empiezan a diferenciarse en espermatozoides.

La madurez total: son las de pared alveolar delgada, estando los alveolos llenos de espermatozoides.

La talla media de madurez: se sabe que para el cálculo de la talla de madurez gonadal, se separaron dichos individuos que se pudieron encontrar en el estadio I que son los de tipo inmaduro, se pudo llegar al cálculo que la frecuencia relativa acumulada de este, acoplándose a los valores previamente obtenidos mediante la ecuación logística respectivamente, se sabe que la talla de la madurez gonadal para los individuos sin separación de sexos del 2001 y 2004 fue de 22 mm de longitud total obtenida. (Berrú y Uribe, 2014, p.6)

Figura 2.

Curva de crecimiento de las conchas Donax Trunculus



Nota: Adaptado de Curva de crecimiento de las conchas Donax Trunculus (p.11), por Berrú y Uribe, 2014, Sinopsis biológico-pesquera de la marucha donax obesulus Reeve, 1854 en el litoral de Ancash (Bahía Samanco), 2001-2009

Las propiedades químicas de las conchas de coquina

Previa investigación realizada se puede decir que el análisis termo gravimétrico presenta una notable estabilidad terminada llegando a 720°C, a partir del cual el material experimenta una súbita caída en la masa del material como consecuencia de su descomposición dicho material experimenta una baja de alrededor de 44% en comparación de la masa obtenida inicialmente al alcanzar la mayor temperatura (Ibáñez;2018.)

Se dice que con el análisis calorimétrico que se presenta en dicha investigación, se puede mostrar unas bandas endotérmicas luego de llegar a 900°C observándose un pico de alta intensidad endotérmica que es un indicador de una variación de fase y de las características que presenta las conchas de coquina. (Ibáñez D.2018)

Tabla 4.

Propiedades químicas de las cenizas conchas de coquina.

ÓXIDO	% MASA	NORMALIZADO
Al₂O₂	11.091	14.729
ClO₂	0.250	0.331
K₂O	0.102	0.135
CaO	63.321	84.620
TiO₂	0.015	0.020
Fe₂O₃	0.006	0.008
SrO	0.118	0.157
Totales	75.303	100.00

Nota: Adaptado de Propiedades químicas de las cenizas de conchas de coquina, (p.36), resistencia de mortero sustituyendo al cemento por la combinación de 12% de polvo de conchas de coquina y 36% de cenizas de cola de caballo,2018.

Del mismo modo Ibáñez D. (2018), donde mediante un estudio experimental dan como resultado que su óxido de Calcio resaltante es (84.63%) de las conchas de coquina. (p.36)

Los aditivos estabilizadores, son aquellos que deben cumplir ciertas normas internacionales de certificación ISO, debiendo ser capaces de mezclarse con el suelo íntima y homogéneamente y ser curadas de acuerdo a dichas especificaciones técnicas principales y propias del producto, los estándares de calidad deberán ser verificados

por un profesional responsable junto con el abastecedor del aditivo antes de su uso. (Norma CE 020, 2018, p.113).

Tabla 5.

Los agentes estabilizadores, según el tipo de suelo.

Tipo de suelo	Arcillas finas	Arcillas gruesas	Limos finos	Limos gruesos	Arenas finas	Arenas gruesas
Tamaño de partículas (mm)	< 0.0006	0.0006 – 0.002	0.002 – 0.01	0.01 – 0.06	0.06 – 0.4	0.4 – 2.0
Estabilidad volumétrica	muy pobre	regular	regular	bueno	muy bueno	muy bueno
Cal	si	si	si	-	-	-
Cemento	no	no	no	no	si	si
Asfalto	-	-	-	-	si	si

Nota: Adaptado de Agentes estabilizadores (p.113), Norma CE 020,2018.

Óxido de calcio

Según (Pérez, Pérez y Garnica P, 2019), se denomina cal al resultado de la calcinación de rocas calizas, conformadas principalmente por óxido de calcio (CaO) y diversos componentes que están clasificados en:

La cal viva: es el resultado de la calcinación de la roca caliza que en su mayoría lo conforma el óxido de calcio (CaO), así como también se dice que es óxido de calcio añadido con el óxido de magnesio (MgO); donde ellos al contacto con el agua reaccionan exotérmicamente, lo que conlleva a su apagado o hidratado del mismo.

La cal apagada: es un polvo netamente seco, donde es principalmente obtenida con el tratado de la cal viva con la suficiente agua requerida para poder llegar a su afinidad química y estimular su hidratación, ello consiste netamente en hidróxido de

calcio [Ca (OH)₂], también se dice que es una mezcla de hidróxido de calcio, óxido de magnesio (MgO) e hidróxido de magnesio [Mg (OH)₂].

La cal hidráulica hidratada: es un producto netamente cementante seco, hidratado, producido a raíz de la calcinación de calizas que contienen sílice (SiO₂) y alúmina (Al₂O₃), se dice que a una temperatura cercana a la fusión incipiente, pudiendo dar como resultado suficiente óxido de calcio (CaO) que permitirá la hidratación y a su vez poder dejar silicatos de calcio (CaSiO₃) sin que hayan sido hidratados, con que resultaría siendo un polvo seco que cumplen con las principales propiedades hidráulicas requeridas en algunas aplicaciones, donde destaca la fragua y el endurecimiento, aun bajo el agua.

La cal hidratada: se dice que la cal hidratada es un producto alto en calcio originario de la calcinación de calizas, se sabe que son contaminadas con menos del cinco por ciento de carbonato de magnesio (MgCO₃).

Amaya, Botero y Ovando. (2018), nos indica que el CaO pulverizado permite una mayor homogenización durante su mezclado con los materiales en estado natural, así mismo que con la adición de CaO en cantidades óptimas se logra la estabilización de los suelos arcillosos y se crea un nuevo material con características físico químicas que permiten su aplicación en los caminos de acceso, plataformas de trabajo y otro tipo de estructuras civiles. (p.3)

pH de Suelos

En torno pH del suelo se puede decir que el grado de acidez del mismo es la concentración dada en forma logarítmica de hidrogeniones H⁺ positivos que son existentes en el suelo, se dice que el pH del suelo influye en la gran cantidad de acciones dadas en el suelo involucrando a las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo. Por ello se da un valor de pH donde el máximo valor denominado es de 14, siendo para un suelo neutro un valor de pH igual 7, donde nos manifiesta que son ácidos todos aquellos que mantengan su valor inferior a 7 y básicos todos los superiores al mismo. (Soriano, 2018, p.2)

Si el suelo presenta demasiada acidez, en el dificultoso cambio presentan mayor abundancia los hidrogeniones y el aluminio, dificultando que el calcio, magnesio, sodio y potasio permanezcan en él, siendo desechados por el agua de lluvia o de riego. (Soriano, 2018, p.3)

Si el suelo tiene un pH menor de 7, es un indicador que hay presencia de más iones H positivos que cationes minerales denominado suelo ácido. También nos hace mención que, si el pH a ser evaluado es igual a 7, significa que es igual la cantidad de iones H positivos que cationes minerales denominado suelo neutro, a su vez no indica que si el pH evaluado es mayor de 7 nos indicaría que hay menos iones H positivos que cationes minerales denominándose así un suelo básico o alcalino. (Soriano, 2018, p.3)

Nos hace mención que el método de prueba es utilizado para obtener el menor porcentaje de cal que da como resultado un pH de suelo- cal de 12.4. La cal viva que la cal que es predominante electrodos de óxido de calcio y electrodos sensibles al pH de vidrio de error bajo en sodio, la cal viva se calienta cuando se mezcla con agua. Si la mezcla no supera 12.3 se dice que este hecho ocurre con suelos con presencia de arcilla donde ellas contienen iones univalentes como el sodio en posiciones de intercambio, por ello los iones tienden a realizar el intercambio de iones de calcio de la cal, donde los electrodos del pH se vuelven vulnerables a los iones de sodio, así como se suceden con los iones de hidrógeno. (Cenzano, 2017, p.1)

Amaya, Botero y Ovando. (2018), nos indica que la estabilización y el comportamiento asintótico se logran para un pH igual a 12,4, si bien es cierto que la estabilización se logra para el pH mencionado, Los porcentajes de CaO intermedios menores que 12.4 logran la estabilización, pero no el comportamiento asintótico mostrado, es decir que permiten estabilizar y acondicionar los suelos por efecto de deshidratación de los mismos, permitiendo su acondicionamiento y trabajabilidad en campo. (p.4)

Atienza. (2010), nos hace un énfasis en el valor mínimo del pH donde nos dice que para la obtención de reacciones puzolánicas de cementación a un largo plazo del suelo

en combinación con la cal, el valor del pH debe ser superior a 12, donde existente diversos métodos de dosificación de los suelos en combinación con la cal cuyo principal fundamento es la consecuencia de este valor de pH, a su vez nos hace mención que el valor del pH después del tratamiento realizado deberá ser superior a 12 para las capas de asiento firme y superior a 10 para los demás casos. (p.17)

El efecto del pH sobre la estructura del suelo

Se dice que el pH del suelo predomina sobre dicha estructura donde si son demasiados ácidos presentan una estructura defectuosa, con la característica más importante que es su baja porosidad y como consecuencia se tiene la mala aireación, dificultad a ser trabajados, escaso desarrollo radicular, baja permeabilidad, fenómenos de erosión. (Soriano, 2018, p.8)

Ensayos de Laboratorio

pH en los suelos (Norma NTP 339.176)

El ensayo de pH (potencia de hidrógenos) en los suelos tiene como finalidad evaluar el logaritmo de la reciprocidad de carga concéntrica de iones de hidrogeno, dando valor de pH que son 0 y 14; y a su vez dando un valor medio que es de 7 indicando que la nuestra es neutra. (Norma MTC E 129, p.223)

Análisis Granulométrico (Norma ASTM D-422)

El ensayo de análisis granulométrico se evalúa determinando la distribución de los diferentes tamaños de partículas de suelo a ser evaluado, donde describe los porcentajes de suelo pasantes por las distintas mallas o tamices de los diámetros empleados para el ensayo, finalizando por los pasantes 74 mm (N°200). (Norma MTC E 107, p.44)

Contenido de Humedad (Norma ASTM D-2216)

El ensayo de contenido de humedad del suelo, determina el peso de agua eliminada, para ello se pasa por el proceso de secado del suelo húmedo por un horno controlado a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, obteniendo un resultado denominado peso de las partículas sólidas, la

pérdida del peso obtenida como resultado del secado por el horno es denominado peso del agua. (Norma MTC E 108, p.49)

Límite Líquido, Plástico e Índice de Plasticidad (Norma ASTM D-1241, NTP 339.129)

El ensayo de límite líquido, plástico e índice de plasticidad se define como el contenido de humedad, expresado en porcentajes, donde el suelo es hallado en los límites entre líquido y plástico, donde es nombrado al contenido de humedad como el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13mm (1/2") cuando se deja caer la copa 35 veces desde una altura de 1cm a razón de dos caídas por segundo. (Norma MTC E 110, p.67)

Se puede denominar límite plástico (LP) a la obtención de la humedad menor con la que se pueden realizar barritas del suelo que es estudiado de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen. (Norma MTC E 111, p.72)

Proctor Modificado (Norma ASTM D-1557, NTP 339.141)

El ensayo del proctor modificado es el proceso de compactar para determinar la relación de contenido de humedad vs contenido de agua y peso unitario seco de los suelos, utilizando energía modificada de 2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-libf/pie³). Es aplicable para suelos que tienen 30% o menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0mm (3/4"). (Norma MTC E 115, p 107)

CBR (Norma ASTM D-1883)

El ensayo de CBR es el procedimiento para poder llegar a determinar el índice de resistencia de los suelos a ser estudiados que son denominados la relación de soporte, el ensayo es realizado con suelo preparado previamente en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad, donde es usado principalmente para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base. (Norma MTC E 132, p.248)

Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio (Norma ASTM C-88)

El ensayo de durabilidad por sulfatos es la resistencia a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, este método operacional es una medida de desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfatos de sodio o sulfato de magnesio, que dura no menos de 16 horas ni más de 18 horas, luego del periodo de inmersión se saca la muestra de agregado de la solución y se coloca en el horno de secar. Se repite el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número de ciclos requeridos, se advierte el hecho de que los resultados obtenidos por el uso de las dos sales, difieren considerablemente y se debe tener el cuidado en establecer los límites correctos en especificaciones que puedan incluir requerimientos para estos ensayos. (Norma MTC E 209, p.329)

JUSTIFICACIÓN

Actualmente la carretera Larea – Huaullan presenta problemas de hundimientos, charcos en épocas de lluvia a causa de no contar con una carretera pavimentada, causando dificultad y demora en el transporte de los agricultores a sus lugares de trabajo así mismo a los pobladores de la zona ,por consecuencia del tipo de suelo arcilloso que presenta, cabe resaltar que los principales beneficiados serían directamente los pobladores de la zona y alrededores, dando así una solución a tal problema que los embarga.

Teniendo en cuenta la necesidad de la zona a investigar, se presente realizar dicha investigación con fines beneficiosos dando énfasis en el mejoramiento de la capacidad de soporte de los suelos arcillosos empleando la adición de cenizas de conchas de coquina ya que mediante la calcinación se obtiene alto niveles de óxido de calcio (Cao), contribuyendo con una alternativa de solución a dicha carretera sin pavimentar en el distrito de Moro.

En el punto de vista ambiental las valvas de conchas de coquina son arrojadas a la intemperie generando contaminación, por ello contribuimos con el medio ambiente y a su vez plasmar conciencia social por el cuidado del mismo, se propone un estabilizante natural con desperdicios de valvas de conchas de coquina, de bajo costo y siendo un material de fácil acceso.

En comparación las cenizas de conchas de coquina vs la cal en porcentaje, se puede saber que predomina su alto porcentaje de óxido de calcio de las conchas de coquina por ende puede soportar más carga y contar con una deformación menor, aumentando la vida útil de la carretera, evitando mantenimientos rutinarios de manera permanente y por consiguiente se genera ahorro económico.

Esta investigación promueve el uso de un nuevo material innovando y planteando una propuesta de estabilización de suelos, donde el suelo a experimentar es de tipo arcilloso, donde su principal característica sería cumplir con las normas requeridas por el MTC y luego de ello puedan ser usadas para la pavimentación.

A su vez se incentiva a los futuros profesional para que sigan innovando, perfeccionando la investigación por la estabilización de cenizas de conchas de coquina en diferentes suelos y con valvas de diferentes lugares.

PROBLEMA

Realidad Problemática

A nivel internacional, muchos países extranjeros presentan problema al tratar suelos arcillosos ya que genera inestabilidad en su estado normal, por ello se busca reutilizar desperdicios y generar así una propuesta de estabilizante natural, ya que los desperdicios de las valvas de las conchas de coquina (Donax Trunculux) también son encontrados en países extranjeros, pudiendo así darle un uso distinto pero a la vez no menos importante de poder plasmarlo en estabilización de suelos arcillosos adicionando valvas de coquina, siendo un aporte para las investigaciones científicas.

A lo largo de tiempo se ha podido observar que a nivel nacional, las carreteras sin pavimentar de bajo tránsito no les han dado correctamente el mantenimiento necesario siendo pocas las soluciones a los problemas presentados, actualmente ya se cuenta con materiales y productos químicos para poderle dar solución a dicho problema obteniendo un mejor resultado destacando principalmente mejoras a la superficie de rodadura así mismo mejora en gran cantidad la capacidad portante (CBR) de estas carreteras, teniendo como resultado carreteras en mejores condiciones y duraderas en el trascurso del tiempo apoyando y mejorando la transitabilidad vehicular y peatonal.

El tramo de carretera comprendido en LAREA - HUAULLAN, cuenta con una superficie de rodadura sin pavimentar donde en épocas de mucha lluvia al contacto con el agua, el suelo se expande y se contrae produciendo inestabilidad del suelo, el cual necesitará mejoramiento para poder lograr una carretera estable y en óptimas condiciones para la buena transitabilidad de los vehículos y de los pobladores.

El suelo a ser evaluado comprendido en la carretera de Larea- Huauullan es constantemente transitables en temporada de lluvia, así mismo por la falta de mantenimiento de la carretera sin pavimentar causan la disminución de la superficie de rodadura trayendo como resultado la aparición de baches de baches que hace difícil el tránsito vial y peatonal generando molestia para poder transportarse.

A nivel local se tiene como referencia haber realizado ensayos con cenizas de conchas de coquina donde mediante un estudio experimental dan como resultado que su óxido de Calcio resaltante es (84.63%), (Ibáñez D. 2018), siendo este nivel de calcio óptimos para poderlo tomar como un estabilizante natural ya que cuenta con niveles favorables de óxido de calcio donde en combinación con la arcilla se podrá estabilizar en óptimas condiciones el suelo.

Para resolver este problema, se propone estabilizar el tramo de Larea-Huauullan, con un material innovador siendo este un estabilizante natural como las cenizas de conchas de coquina para poder mejorar las características del suelo arcilloso y así poder dar una alternativa de solución al problema que presentamos, pudiendo evitar el incremento a nivel de costos debido a que implica gran cantidad de carpeta estructural a ser dichamente proyectados.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo a lo descrito y planteado, se formula la siguiente interrogante a investigar:

¿En qué medida se estabilizará el suelo arcilloso en el tramo Larea-Huauullan con la adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina?

Tabla 6.

Variable Dependiente.

CONCEPTUACIÓN Y OPERACIONALIDAD DE LA VARIABLE

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Estabilización de Suelos	La mejora del suelo es también llamada estabilización de suelos por muchos profesionales geotécnicos. Las técnicas de mejoramiento del suelo se pueden clasificar en dos categorías principales: Estabilización química y la Estabilización mecánica. (Braja M. Das, 2015)	Según el tipo de variable por su valor es cuantitativa y según la escala de medición es de intervalos, siendo así una variable continua. Se realizará la estabilización química, adicionando cenizas de concha de coquina en un 4%, 6% y 8% de acuerdo a la norma EC 020 SUELOS Y TALUDES y la norma de MANUAL DE CARRETERAS EG-2013 estabilización con Cal, lo cual se busca modificar sus propiedades físicas y químicas para uso en carreteras. La finalidad de evaluar la estabilización es comprobar la interacción que tiene estas conchas mediante mezclas de cenizas-suelo que generen un impacto en sus propiedades. Para ello se realizará diversos ensayos como Ensayo de durabilidad por sulfato de magnesio, CBR, Proctor Modificado, Análisis Granulométrico, Contenido de Humedad y Límites de Atterberg, para lograr la estabilización del suelo, y con ellos obtener un resultado positivo.	Contenido de Humedad Granulometría Índice de Plasticidad Proctor Modificado	Indicadores Desviación Estándar Varianza Promedios
			Capacidad Portante del Suelo	

Nota: Elaboración Propia

Tabla 7.

Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONE S	INDICADORES
Dosificacione s de cenizas de concha de coquina (CaO) en mezclas de suelos.	Se define como	Es aquella mezcla de		Promedios de
	suelo tratado con	suelo-ceniza de concha		CBR
	cal a la mezcla	de coquina en		Promedios de
	homogénea y	proporción de 4%, 6% y		Contenido de
	uniforme de un	8% añadidas a suelos	Dosificación en	Humedad
	suelo con cal a fin	arcillosos en la carretera	4%	
	de mejorar las	no pavimentada de	Dosificación en	Promedios de
	características	Larea – Huauellan del	6%	Límite líquido,
	geotécnicas o	distrito de Moro, de	Dosificación en	plástico e Índice
	trabajabilidad del	acuerdo a las siguientes	8%	de Plasticidad
	mismo. (Atienza	normas establecidas		
	Díaz M., 2014	para la estabilización de		Promedios de
	pág. 6)	suelos con cal, norma		Proctor
		CE 020 y el Manual de		Modificado
		Carreteras EG-2016.		Promedios de
				Análisis
				Granulométrico

Nota: Elaboración Propia

HIPÓTESIS

Con la adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de concha de coquina, teniendo en cuenta la predominancia de su alto contenido de óxido de Calcio, mejorará un suelo arcilloso en el tramo Larea – Huauellan, distrito de Moro.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la Estabilización de Suelos arcillosos adicionando 4%,6% y 8% de Cenizas de conchas de coquina en el tramo Larea - Huauellan, distrito de Moro.

Objetivo Específicos

- a) Determinar el Tipo de Suelo en la zona de estudio.
- b) Determinar el pH del suelo patrón y con porcentajes de adición de cenizas de concha de coquina.
- c) Determinar el grado de compactación (Proctor Modificado) de la muestra patrón y de la adición de 4%, 6% y 8% de las cenizas de concha de coquina.
- d) Determinar la resistencia del suelo (CBR) de la muestra patrón y de la adición de 4%, 6% y 8% de las cenizas de concha de coquina.
- e) Determinar la durabilidad con sulfato de magnesio de las cenizas de conchas de coquina.
- f) Comparar los resultados obtenidos con interpretación estadística.

II. METODOLOGÍA

Métodos de Investigación

La metodología presente en esta Investigación es la **Experimentación**, donde se utiliza nuevos tipos de materiales para la Estabilización de Suelos, adicionando el 4%,6% y 8% de cenizas de conchas de coquina funcionando como un aporte muy importante para suelos en condiciones desfavorables, lo que implica que el suelo sea tratado con un material que contenga un porcentaje óptimo de Oxido de Calcio (CaO) lo que daría como resultado un estabilizador natural y poder obtener un suelo óptimamente estable.

La metodología de la experimentación comprende en el estudio de pruebas, ensayos, evaluaciones repetitivas, laboratorio especializado. En su mayoría el estudio es realizado en el laboratorio, dando mucho énfasis en lo observando y debatiendo los resultados obtenidos.

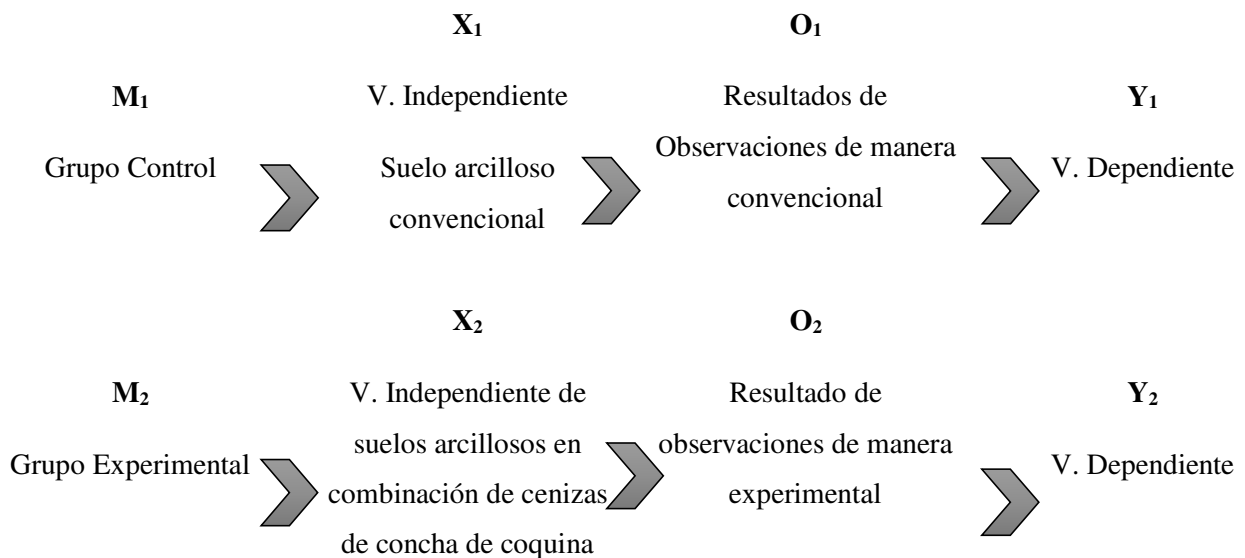
Tipo y diseño de Investigación

Tipo de Investigación

Esta investigación es de Tipo Aplicada, ya que se busca dar solución a un problema y a su vez encontrar respuestas a interrogantes específicas. Usando métodos innovadoras y sobre todo materiales de muy fácil acceso y a bajo costo, ya que se puede contribuir al medio ambiente y reutilizar un desperdicio contaminante para poder realizar la estabilización de suelos, habiendo recolectado previamente conocimientos ya estudiados , se cotejara de forma experimental la capacidad portante del suelo al que va ser estudiado utilizando la adición del 4%,6% y 8% de cenizas de conchas de coquina en comparación de una Estabilización de suelos convencional. Por ello se realizan ensayos de forma experimental, comprobando sus óptimos resultados, volviéndose el tiempo un factor indispensable para poder llegar a obtener resultados favorables.

Diseño de Investigación

Esta investigación cuenta con un diseño de tipo experimental de nivel Cuasi Experimental, ya que se pretende evaluar dos muestras mediante ensayos, obteniendo resultados de dos grupos de estudio, siendo estos denominados: Grupo Control y Grupo Experimental, en donde se utilizó una Estabilización de Suelos convencional y una Estabilización de Suelos experimental realizándose con la adición de 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina.



Dónde:

M1: Muestra 1 Grupo control (Suelo en su estado normal sin alteraciones).

M2: Muestra 2 Grupo Experimental (Suelo alterado de manera experimental, adicionando 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina).

X1: Variable independiente (Estabilización de suelos arcillosos).

X2: Variable independiente (Estabilización de suelos arcillosos adicionando 4%, 6% y 8% de conchas de coquina)

O1: Observaciones (resultados) posibles de obtenerse en grupo control.

O2: Observaciones (resultados) posibles de obtenerse en grupo experimental.

Y1: Variable dependiente (Capacidad portante del suelo sin alteraciones).

Y2: Variable dependiente (Capacidad portante del suelo alterado adicionando 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina).

Enfoque de la Investigación.

Esta investigación cuenta con un enfoque cuantitativo, ya que netamente se estudia las variables y sus indicadores objetivamente, cuantificando y registrando; usando métodos de recolección de datos cuantitativos a través de observaciones.

Todos los experimentos cuantitativos son utilizados con formatos estándares, en algunos casos se presentan pocas diferencias que sería observada o negada, donde la hipótesis debe ser demostrable por medios estadísticos y constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento.

Población y Muestra

Tiene como resultado final el estudio del comportamiento de las combinaciones del suelo-ceniza de 4%,6% y 8% de cenizas de concha de coquina al que será utilizada para la estabilización de Suelos Convencionales.

Se utilizará en combinaciones, optando por una sustitución porcentual entre los elementos que lo conforman.

Comprende que se llegará a evaluar dos tipos Estabilización de suelos, uno de ellas vendría a ser evaluada en su estado normal (Patrón) sin alterar la muestra y la segunda muestra con adición de 4%,6% y 8% de cenizas de conchas de coquina (Experimental).

La unidad de análisis es la estabilización de suelos arcillosos.

Población

La población está conformada por:

- ✓ La carretera que abarca Moro – Pamparomas donde se realizaran dos calicatas (manual de carreteras EG-2013 no comenta que se realiza dos calicatas por cada 1km) a estudiar distribuidas en 1 km del tramo no pavimentado Larea – Huallan.

- ✓ Las cenizas de conchas de coquina serán evaluadas en su adición al 4%, 6%, 8%, siendo esos porcentajes añadidos a los 2 puntos de investigación en manera independiente
- ✓ Las valvas de las conchas de coquina son materiales llamado desechos que pueden ser reutilizados para ayudar y contribuir al medio ambiente.
- ✓ La concha de coquina será recolectada en el mercado de peces la SIRENA en Chimbote, en el departamento de Ancash.

Muestra

Utilizaremos los 2 puntos de investigación (calicatas) en el tramo de la carretera no pavimentada Larea - Huauellan para que puedan ser evaluados con los respectivos ensayos correspondientes como Contenido de Humedad, Análisis granulométrico, Limite de Atterberg, determinación de pH, contenido de humedad, Proctor modificado, California Bearing Ratio (CBR), determinación de durabilidad por sulfato de magnesio, en el laboratorio de Mecánica de Suelos, para así poder lograr argumentar la hipótesis planteada.

La muestra está conformada por la agrupación de 2 calicatas conformados por dos muestras por cada tipo de ensayo a realizar (suelo sin alteraciones “patrón” y adición en 4%, 6% y 8% de cenizas de concha de coquina) según el Manual de Ensayos de MTC (establece 2 puntos de investigación por cada 1km). Para así poder lograr llegar a los resultados requeridos se tiene que realizar dichos ensayos en el laboratorio de Mecánica de Suelos para lograr obtener el mejoramiento de su nivel de capacidad portante mediante el CBR del suelo arcillo de tramo Larea – Huauellan (suelo sin alteraciones y con adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de concha de coquina) y poder compararlos.

Estas muestras se extraerán dentro de los puntos de investigación que tienen por medida 1.50m de profundidad, dentro de ella se extraerá aproximadamente 150 kg por punto de investigación, luego de ello se procede a ser llevados a laboratorio de suelos donde se realizaran todos los ensayos ya mencionados anteriormente.

Técnicas e Instrumento de Investigación

Tabla 8.

Técnicas e instrumento de investigación

MÉTODO O TÉCNICAS	INSTRUMENTO	ÁMBITO DEL PROYECTO
Observación Científica	✓ Guía de observación resumen	Muestreo
	✓ Fichas técnicas de laboratorio referidos a los ensayos: Análisis granulométrico, límite de atterberg, clasificación AASHTO, determinación de pH, contenido de humedad, Proctor modificado, California Bearing Ratio (CBR), ensayo de durabilidad por sulfato de magnesio.	✓ Grupo Control (Muestra de suelo arcilloso en su estado normal sin alteraciones) ✓ Grupo Experimental (Muestra de suelo arcilloso adicionando las combinaciones de 4%,6% y 8% de cenizas de concha de coquina)

Nota: Elaboración Propia

Para la presente investigación contaremos con dos elementos importantes que es la guía de observación la cual servirá como interpretación de resultados de nuestra investigación y por segunda instancia las fichas técnicas de laboratorio en las cuales se plasmaran los ensayos de Análisis granulométrico, límite líquido, plástico o índice plástico, clasificación SUCS, Clasificación AASHTO, determinación de PH, contenido de humedad, Proctor modificado y CBR, ensayo de durabilidad por sulfato de magnesio), las cuales permitirán la interpretación de resultados del suelo patrón sin alteraciones y del suelo experimental con adición de 4%,6% y 8% de cenizas de conchas de coquina.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Después de haber recopilado toda la información necesaria para esta investigación el procesamiento de datos será con apoyo de hojas de cálculo Excel.

Para el analizar la información recolectada se tendrá presente el análisis descriptivo, la representación de tablas, gráficos, análisis y a su vez interpretación de datos obtenidos por cada ensayo.

Ensayos de Laboratorio de Suelos

Contenido de Humedad

Para este ensayo se preparó la muestra pasando por el tamiz N°4 aproximadamente 400gr para cada calicata respectivamente, una vez obtenido estos datos se pasó a poner al horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas luego de pasado el tiempo se pesa y mediante cálculos se procede a obtener resultados del contenido de humedad para ambos puntos de investigación.

Análisis Granulométrico

Se pasó por el tamiz N°4 la muestra en una cantidad aproximado de 700gr en para la calicata N°01 y N°02, luego se procedió a ordenar los tamices de acuerdo a la numeración y al orden establecido en la hoja de ensayos. Se usaron tamices desde el N°4, N°10, N°20, M°40, N°60, N°100 y N°200 y se vino realizando la toma de datos de acuerdo a retenido por cada malla y paralelamente siendo pesados realizando la toma de datos, para después hacer los cálculos respectivos y poder obtener nuestra curva granulométrica.

Límites de Atterberg

Para hallar los límites de Atterberg se procedió primero en preparar la muestra, pasando el material por la malla N°40 con una cantidad de 200gramos, se utilizó el equipo de la copa de casa grande pero antes de realizar el ensayo hay unos rangos que se usó como el de 25 a 35 golpes, 20 a 30 golpes y 15 a 25 golpes y en base a ello se intersectara el de 25 golpes otorgándose un valor del límite líquido para la Calicata N°01 y N°02.

De la misma muestra se procedió a realizar el ensayo de Límite Plástico formando cilindros de diámetro de 3.2mm procediendo a llevar a las taras y colocarlos al horno, esto se realizó para ambas calicatas. Una vez obtenido el peso húmedo y seco de los cilindros obtenemos el contenido de humedad de lo cual se saca un promedio y se obtiene el límite plástico tanto como para la calicata N°1 como para la calicata N°2.

El Índice de Plasticidad es la diferencia del LL y el LP.

Proctor Modificado

Para este ensayo se preparó la muestra pasante por la N°4, lo cual aplicaremos al método “A” donde necesitas en total 12 kg por Proctor Modificado (Patrón) y 12 kg por Proctor Modificado (Experimental) para la Calicata N°01 y de igual manera con la calicata N°02 y a su vez para el Proctor Modificado una adición de 4% de cenizas de conchas de coquina que son 120 gramos de material experimental que fue tamizado por la malla N°200 por cada bolsa de 3kg de suelo.

Se realizó 4 moldes de Proctor Modificado donde se preparan 4 bolsas con 3kg por grupo patrón donde los porcentajes de humedad fueron 4%,7%,10% y 13% de contenido de humedad y el grupo experimental con adición de 4% de cenizas de conchas de coquina fue trabajado con 6%,9%,12% y 15% de contenido de humedad añadida a su vez cada muestra preparada por molde fue dividida en 5 partes iguales para ser compactadas con 25 golpes cada capa después de ello se procede a enrazar y a ser pesada la muestra una vez realizado todo ese procedimiento se extrae del núcleo del Proctor Modificado un aproximado de 500 kg para ser llevados al horno por 24 horas y ser nuevamente pesado para medir su respectiva densidad seca.

CBR (California Bearing Ratio)

Una vez obtenido los resultados del Proctor modificado se procede a realizar el ensayo de California Bearing Ratio donde se prepara 3 bolsas de 6kg por CBR del grupo patrón de la Calicata N°01 y N°02 , de la misma manera se prepara 3 bolsas de 6kg para el grupo experimental de calicata N°01 y N°02 con adición de 4% que es 240 gramos por bolsas de 6kg de cenizas de conchas de coquina ,por cada muestra se necesitó 3 moldes de los cuales cada molde tiene una compactación diferente donde el

primero consto de 12 golpes, consiguientemente el segundo de 26 golpes y finalmente el tercero de 55 golpes dividiendo en 5 partes iguales las mezclas preparadas para cada molde y siendo compactadas con diferente número de ellos.

Una vez compactado los moldes de la manera establecida se procedió a sumergirse durante 4 días midiendo su expansión de manera diaria durante 4 días consecutivos, después de haber cumplido los 4 días de estar sumergidos se procedió a retirarlos del agua y dejarlos secar por 15 minutos luego ser pesados para poder empezar con el ensayo de penetración correspondiente por cada grupo patrón y experimental de la Calicata N°01 y N°02, una vez obtenidos ya los cálculos se procedió a realizar los cálculos de los CBR patrón y CBR experimental de ambos puntos de investigación.

Durabilidad al sulfato de sodio y por sulfato de magnesio

El ensayo de durabilidad por sulfatos es la resistencia a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, este método operacional es una medida de desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfatos de sodio o sulfato de magnesio, que dura no menos de 16 horas ni más de 18 horas, luego del periodo de inmersión se saca la muestra de agregado de la solución y se coloca en el horno de secar. Se repite el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número de ciclos requeridos, se advierte el hecho de que los resultados obtenidos por el uso de las dos sales, difieren considerablemente y se debe tener el cuidado en establecer los límites correctos en especificaciones que puedan incluir requerimientos para estos ensayos.

Así mismo con la finalidad de facilitar la obtención del resultado, se tomaron en cuenta análisis manuales, análisis estadísticos siendo de ayuda una hoja de cálculo del Software digital (Microsoft Excel 2013), funcionando como herramienta de apoyo para resumir la información.

III. RESULTADOS

ENSAYO DE pH

Tabla 9.

Cuadro de resumen de pH Calicata N°01

Muestras	Ensayo pH
Suelo (S)	8.92
Suelo + 4% de Cenizas de conchas de coquina (CCQ)	13.11
Suelo + 6% de Cenizas de conchas de coquina (CCQ)	12.23
Suelo + 8% de Cenizas de conchas de coquina (CCQ)	12.18

Nota: Adaptado de datos del Laboratorio de COLECBI.

Tabla 10.

Cuadro de resumen de pH Calicata N°02

Muestras	Ensayo pH
Suelo (S)	7.56
Suelo + 4% de Cenizas de conchas de coquina (CCQ)	12.38
Suelo + 6% de Cenizas de conchas de coquina (CCQ)	12.33
Suelo + 8% de Cenizas de conchas de coquina (CCQ)	12.27

Nota: Adaptado de datos del Laboratorio de COLECBI

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla 11.

Cuadro de resumen de contenido de humedad de calicata N°01 y N°02.

Ensayo	Calicata N°01	Calicata N°02
Peso de tara + MH	658.60	742.20
Peso de tara + MS	647.50	731.60
Peso de tara	209.50	208.00
Peso del Agua	11.10	10.60
MS	438.00	523.60
Contenido de humedad (%)	2.53%	2.02%

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

Tabla 12.

Clasificación de Suelos de Calicata N°01.

Calicata	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
C – N°01	CL	A - 6

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 13.

Clasificación de Suelos de Calicata N°02.

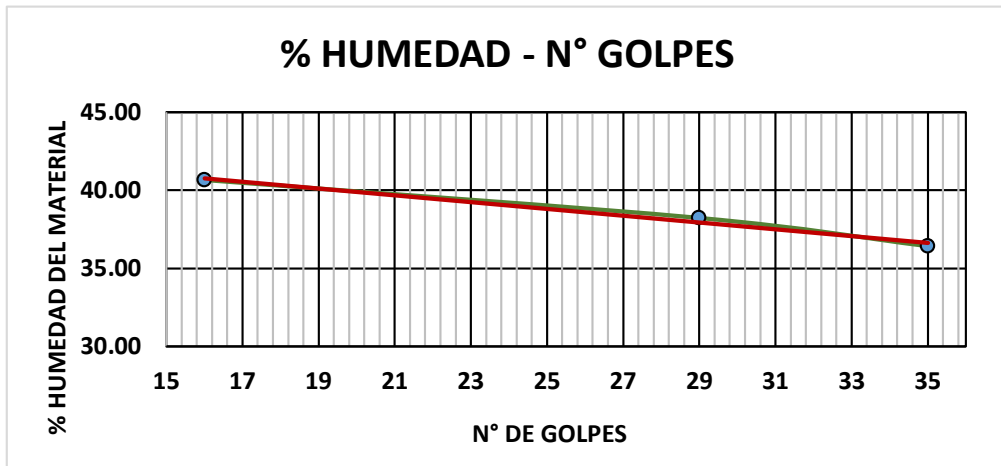
Calicata	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
C – N°02	CL	A - 6

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Grafico 1.

Curva de % de humedad – N° de Golpes de la Calicata N°01



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 14.

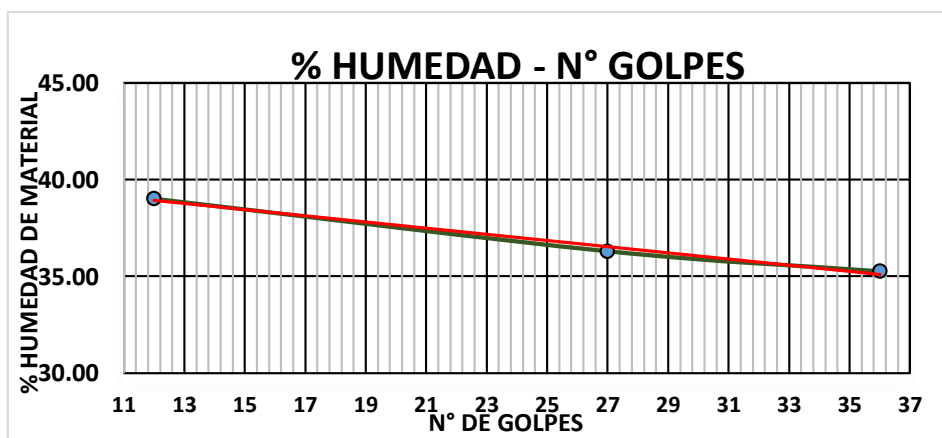
Resultados de Límites de Atterberg de calicata N°01.

Calicata	Límite plástico (%)	Límite líquido (%)	Índice de plasticidad (%)
C –N° 01	21.92	38.43	16.88

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 2.

Curva de % de humedad – N° de Golpes de la Calicata N°02



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 15.

Resultados de Límites de Atterberg de calicata N°2.

Calicata	Límite plástico (%)	Límite líquido (%)	Índice de plasticidad (%)
C – N°02	23.60	36.85	13.25

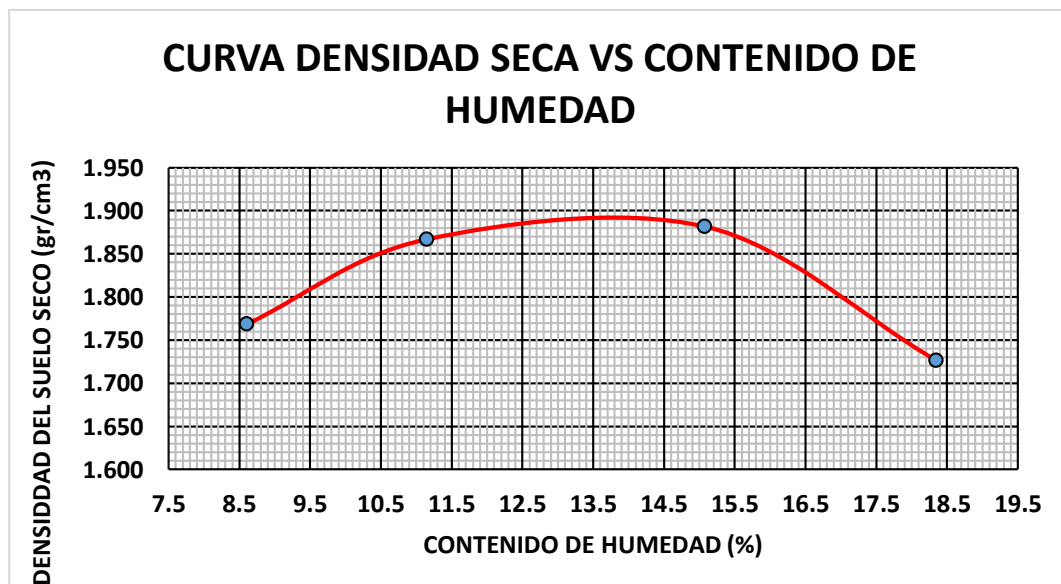
Nota: Adaptado de datos del Lab USP

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

➤ Calicata N° 01 - Patrón

Grafico 3.

Curva de densidad del suelo seco vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°01 (Patrón)



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 16.

Resultados del ensayo de Proctor Modificado de calicata N°01 patrón.

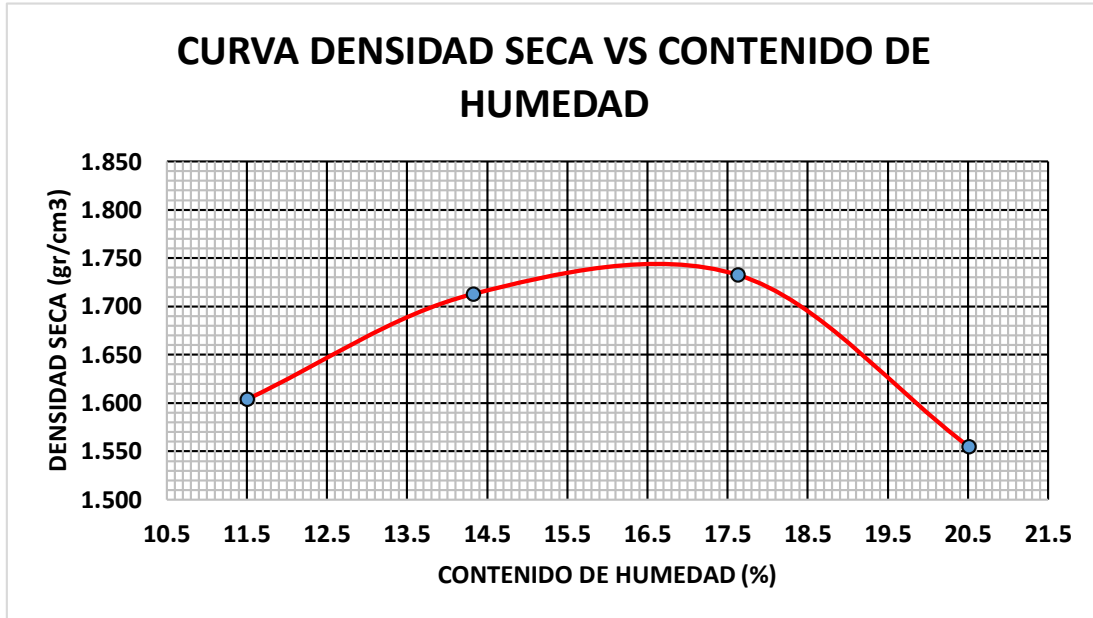
Calicata	Contenido de humedad óptimo (%)	Densidad seca máxima (gr/cm ³)
C – N° 01	13.40	1.901

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ **Calicata N°01 – Experimental al 4%**

Grafico 4.

Curva de densidad del suelo seco vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°01 (Experimental al 4%)



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 17.

Resultados del ensayo de Proctor Modificado de calicata N°01 experimental al 4%.

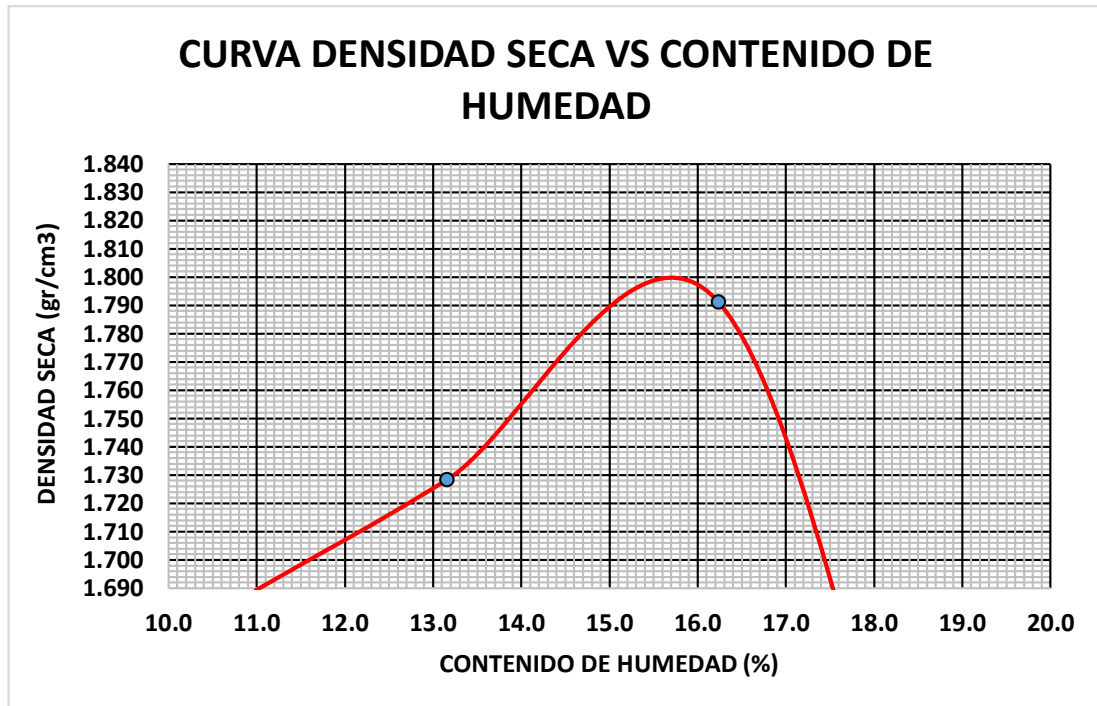
Calicata	Contenido de humedad optimo (%)	Densidad seca máxima (gr/cm3)
C –N° 01	16.50	1.750

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ **Calicata N°01 – Experimental al 6%**

Grafico 5.

*Curva de densidad del suelo seco vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°01
(Experimental al 6%)*



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 18.

Resultados del ensayo de Proctor Modificado de calicata N°01 experimental al 6%.

Calicata	Contenido de humedad optimo (%)	Densidad seca máxima (gr/cm3)
C –N° 01	15.7	1.797

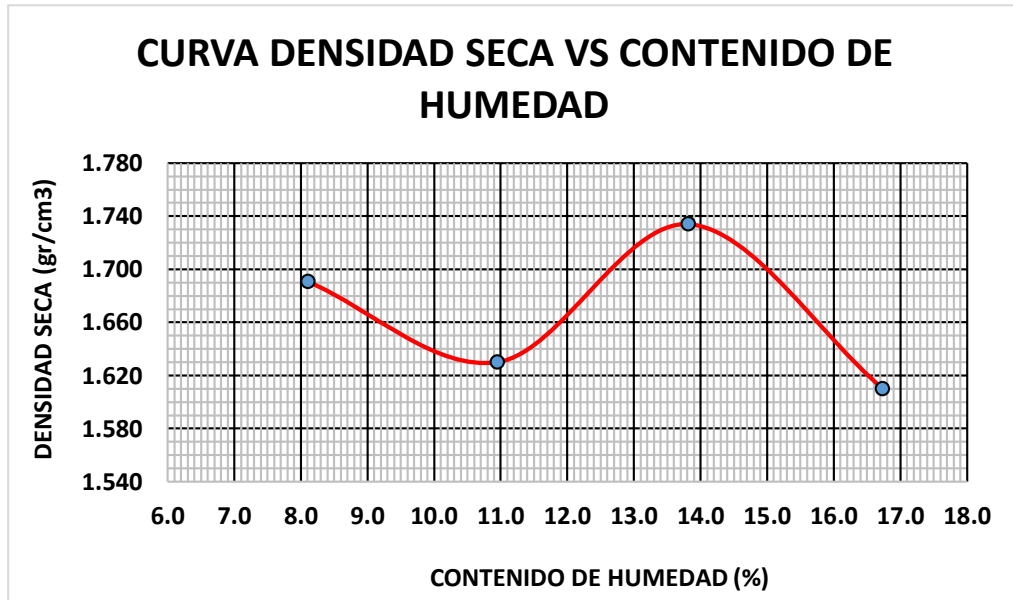
Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ **Calicata N°01 – Experimental al 8%**

Grafico 6.

Curva de densidad del suelo seco vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°01

(Experimental al 8 %)



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 19.

Resultados del ensayo de Proctor Modificado de calicata N°01 experimental al 8%.

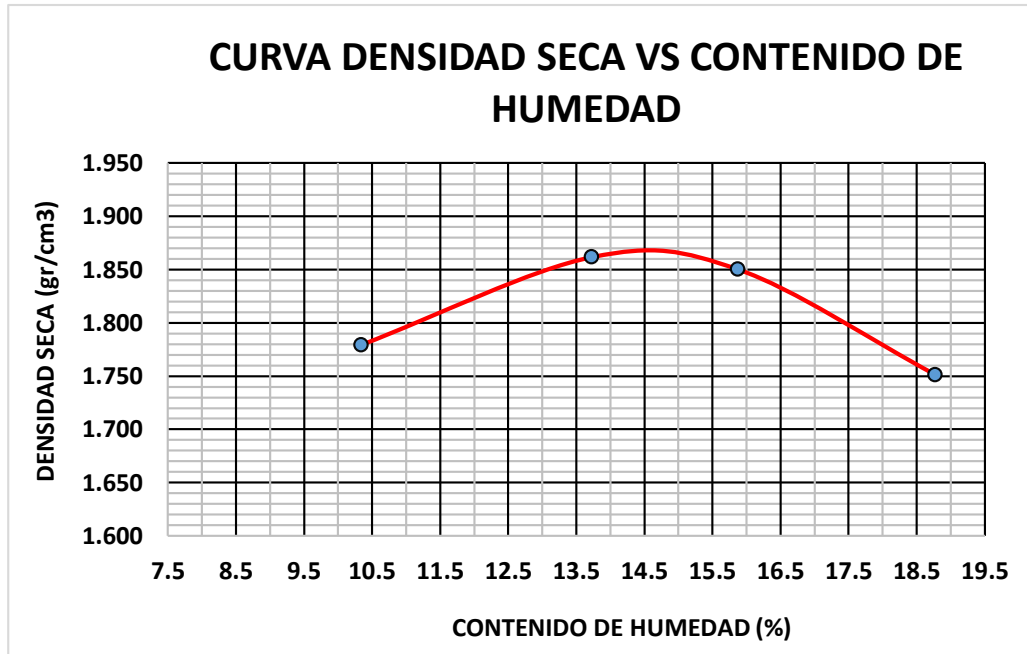
Calicata	Contenido de humedad óptimo (%)	Densidad seca máxima (gr/cm ³)
C -N° 01	14.4	1.742

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ **Calicata N°02 - Patrón**

Grafico 7.

Curva de densidad seca vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°02 (Patrón)



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 20.

Resultados del ensayo de Proctor Modificado de calicata N°02 patrón

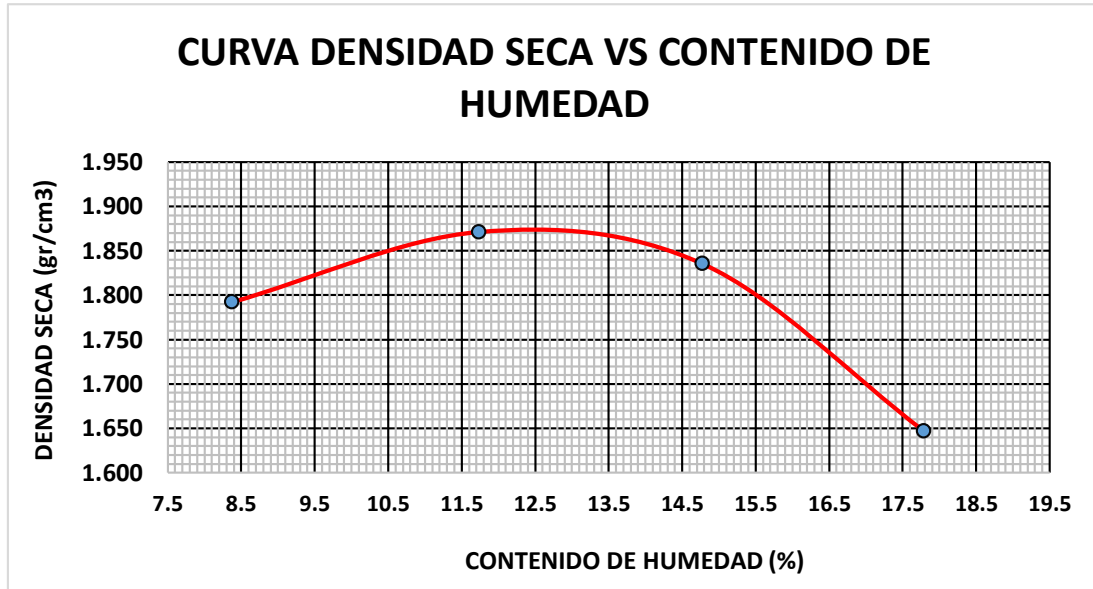
Calicata	Contenido de humedad optimo (%)	Densidad seca máxima (gr/cm3)
C -N° 02	12.50	1.878

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ **Calicata N°02 – Experimental al 4%**

Grafico 8.

*Curva de densidad del suelo seco vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°02
(Experimental al 4 %)*



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 21.

Resultados del ensayo de Proctor Modificado de calicata N°2 experimental al 4%.

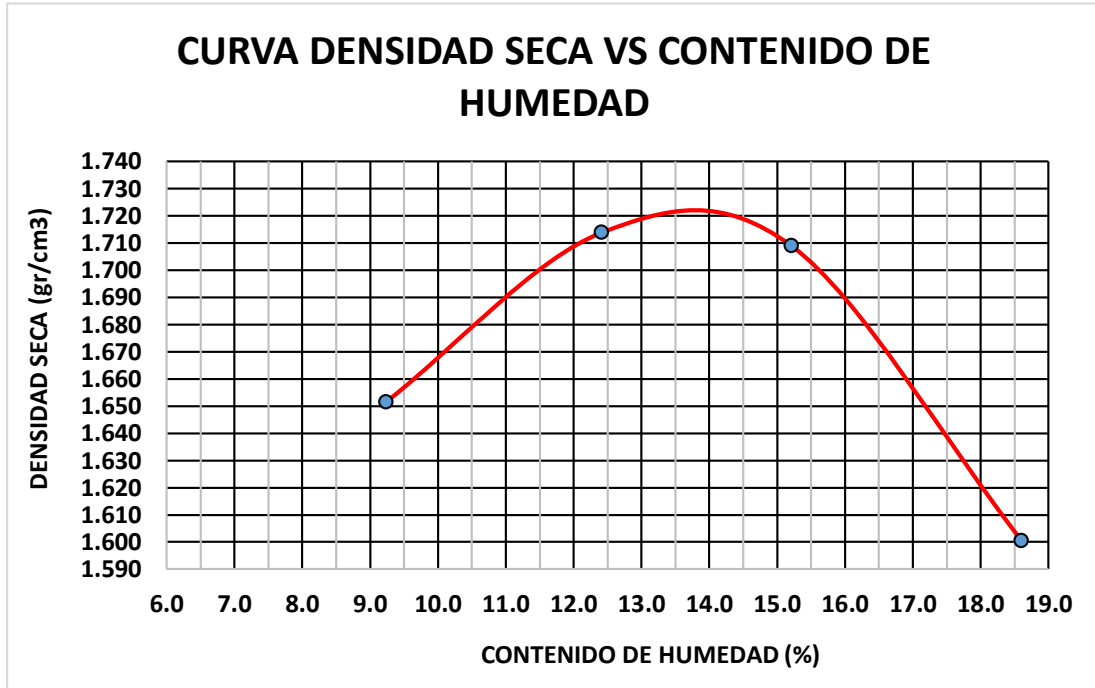
Calicata	Contenido de humedad optimo (%)	Densidad seca máxima (gr/cm ³)
C –N° 02	14.40	1.866

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ **Calicata N°02 – Experimental al 6%.**

Grafico 9.

*Curva de densidad del suelo seco vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°02
(Experimental al 6 %)*



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 22.

Resultados del ensayo de Proctor Modificado de calicata N°02 experimental al 6%.

Calicata	Contenido de humedad optimo (%)	Densidad seca máxima (gr/cm3)
C –N° 02	13.7	1.720

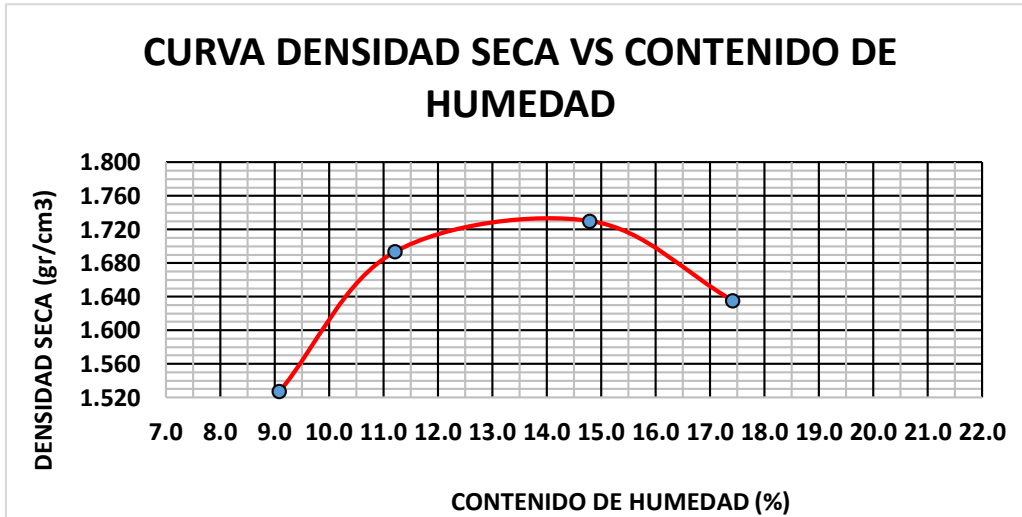
Nota: Adaptado de datos del Lab.

➤ **Calicata N°02 – Experimental al 8%**

Grafico 10.

Curva de densidad del suelo seco vs contenido de humedad del Proctor Modificado de la Calicata N°02

(Experimental al 8 %)



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 24.

Resultados del ensayo de Proctor Modificado de la calicata N°02 experimental 8%

Calicata	Contenido de humedad optimo (%)	Densidad seca máxima (gr/cm3)
C-N° 02	13.3	1.747

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

➤ Calicata N°01 – Patrón

Tabla 25.

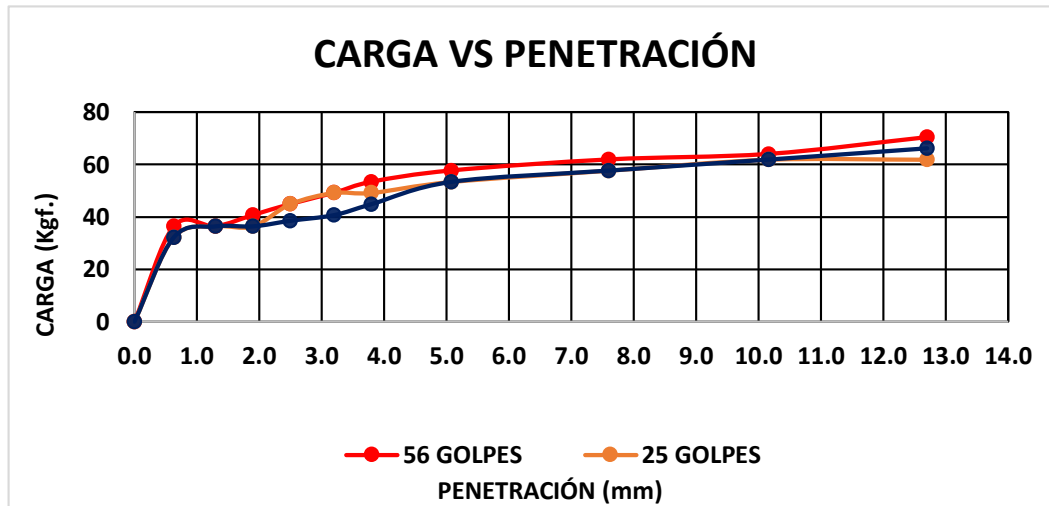
Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°01 (Patrón).

Golpes	A la compactación	Expansión	Carga
N°	Contenido de Humedad (%)	Densidad del suelo seco (g/cm ³)	(%)
12	13.4	1.693	2.8
25	13.4	1.807	3.3
56	13.4	1.901	3.3

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 11.

Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°01 (Patrón)



Nota: Adaptado de datos del Lab USP

Tabla 26.

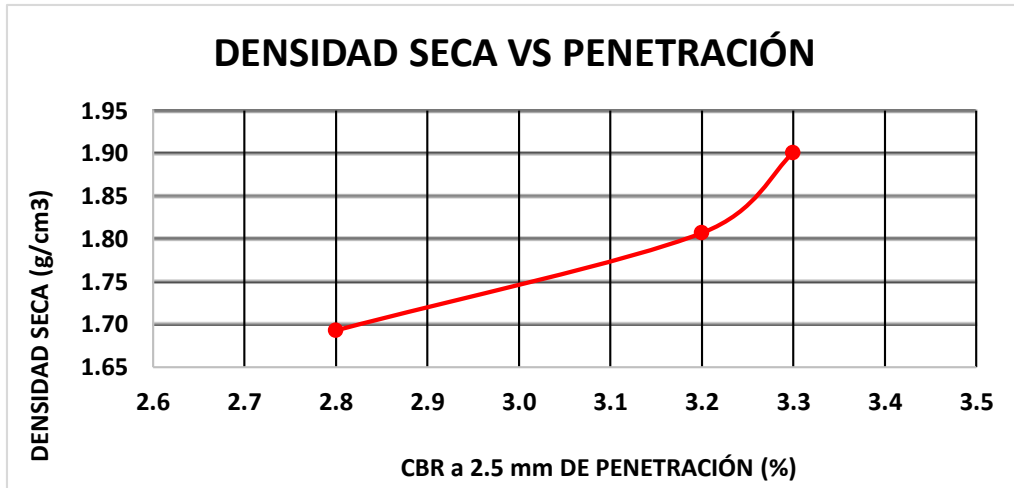
Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°01 (Patrón)

Calicata	CBR al 100% de la M.D.S (%)	CBR al 95% de la M.D.S (%)
C -N° 01	3.3	3.2

Nota: Adaptado de datos del Lab USP

Grafico 12.

Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°01 (Patrón)

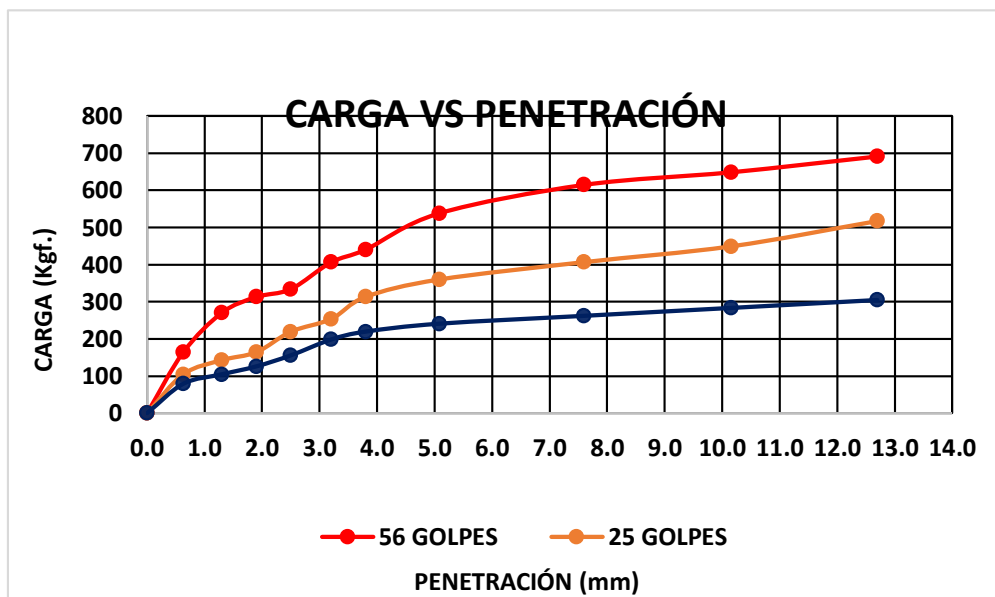


Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ **Calicata N°01 – Experimental al 4%**

Grafico 13.

Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 4%)



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 27.

Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 4%).

Golpes	A la compactación		Expansión	Carga
N°	Contenido de Humedad (%)	Densidad del suelo seco (g/cm3)	(%)	(%)
12	11.5	1.544	5.3	11.4
25	11.7	1.713	4.8	16.1
56	11.4	1.750	4.2	24.5

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 28.

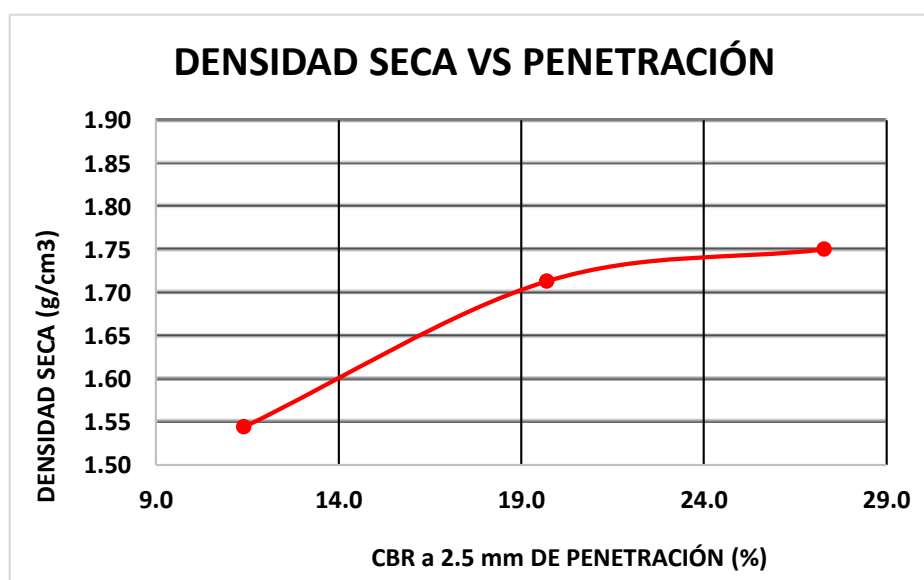
Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 4%)

Calicata	CBR al 100% de la M.D.S (%)	CBR al 95% de la M.D.S (%)
C -N° 01	27.3	19.7

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 14.

Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 4%)

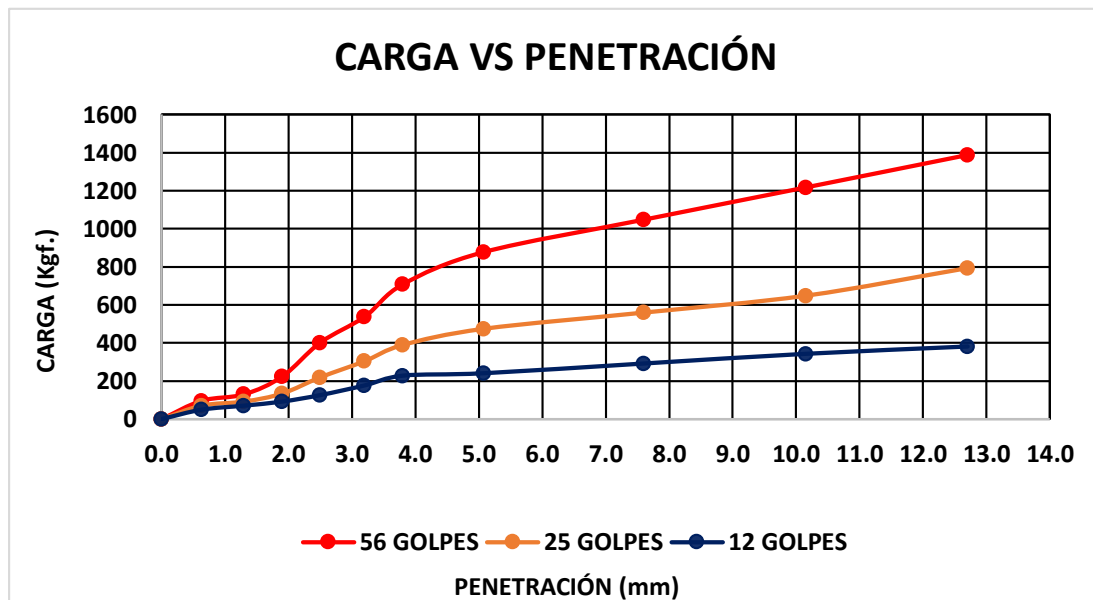


Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ **Calicata N°01 – Experimental al 6%**

Grafico 15.

Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 6%)



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 29.

Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 6%).

Golpes	A la compactación		Expansión (%)	Carga (%)	
	N°	Contenido de Humedad (%)			Densidad del suelo seco (g/cm ³)
12		8.7	1.436	0.0	9.2
25		8.3	1.637	0.0	16.1
56		8.5	1.797	0.0	29.5

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 30.

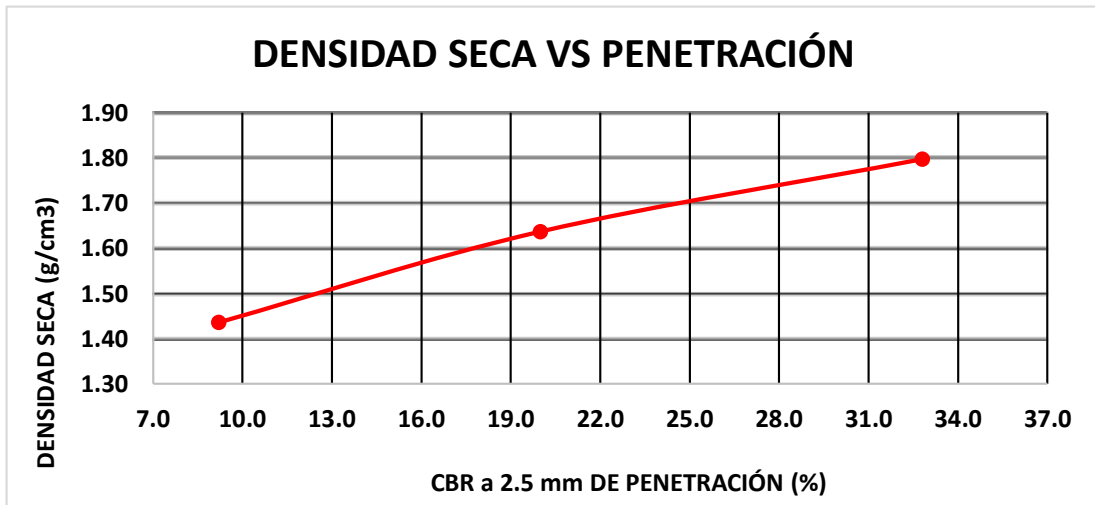
Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 6%)

Calicata	CBR al 100% de la M.D.S (%)	CBR al 95% de la M.D.S (%)
C-N° 01	32.8	20.0

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 17.

Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 6%)

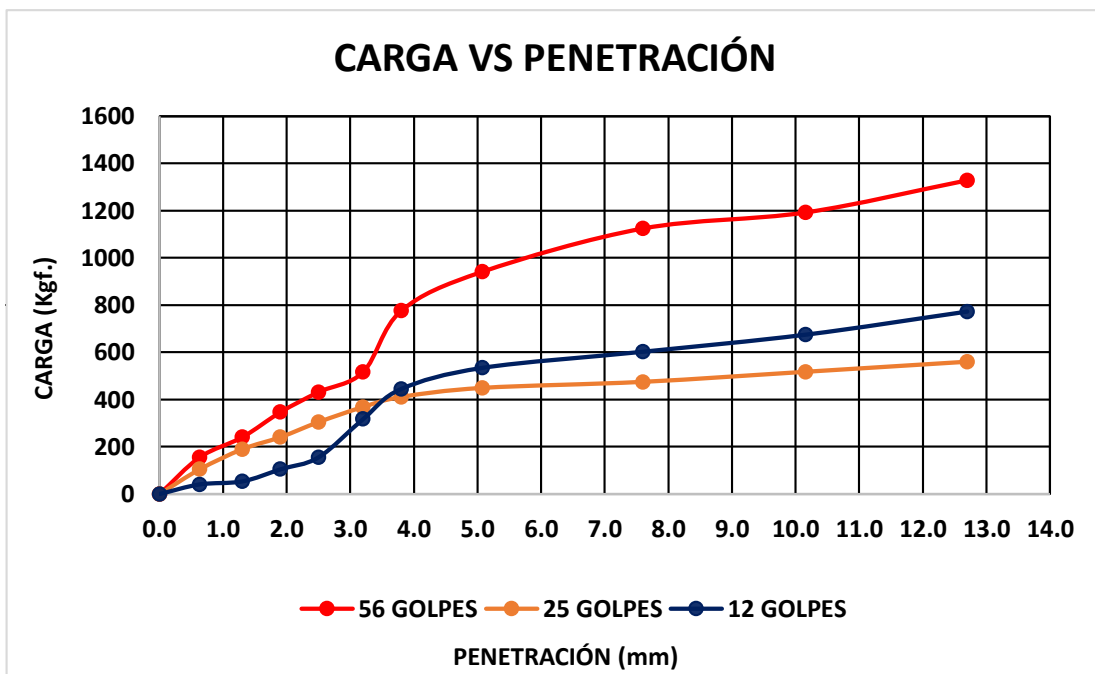


Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ **Calicata N°01 – Experimental al 8%**

Grafico 18.

Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 8%)



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 32.

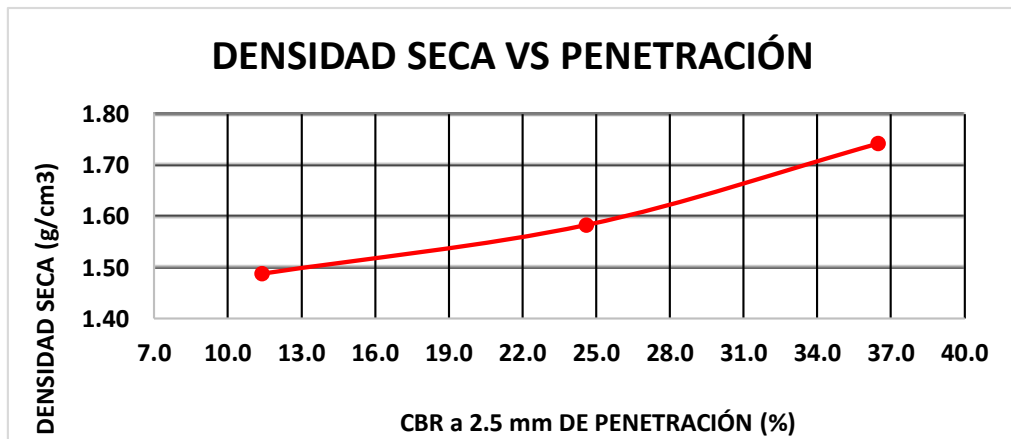
Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 8%)

Calicata	CBR al 100% de la M.D.S (%)	CBR al 95% de la M.D.S (%)
C -N° 01	36.5	24.6

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 19.

Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°01 (Experimental al 8%)

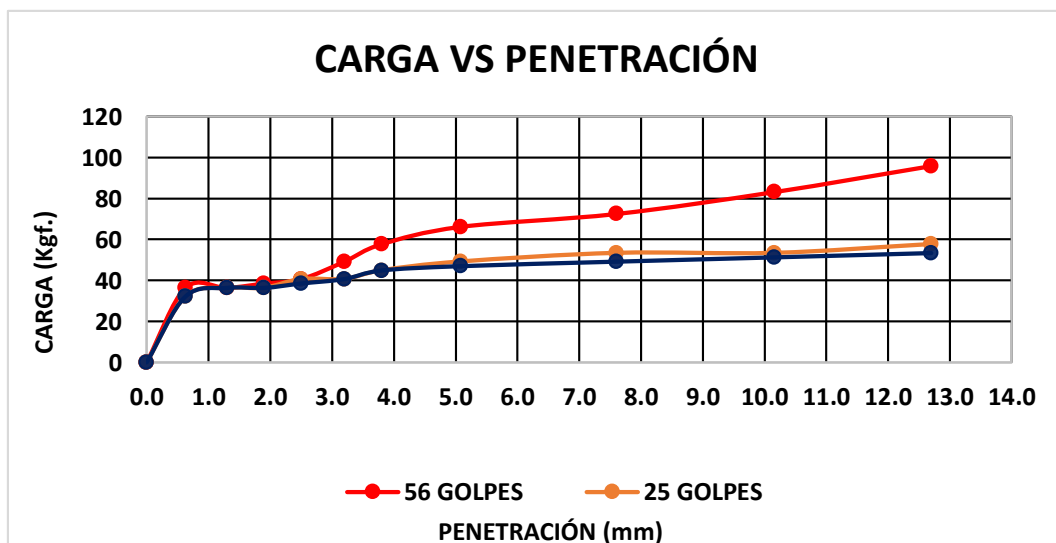


Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ Calicata N°02 – Patrón

Grafico 20.

Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°02 (Patrón)



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 33.

Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°02 (Patrón).

Golpes	A la compactación		Expansión	Carga
N°	Contenido de Humedad (%)	Densidad del suelo seco (g/cm³)	(%)	(%)
12	12.5	1.654	5.3	2.8
25	12.5	1.731	4.8	3.0
56	12.5	1.878	4.2	3.0

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 34.

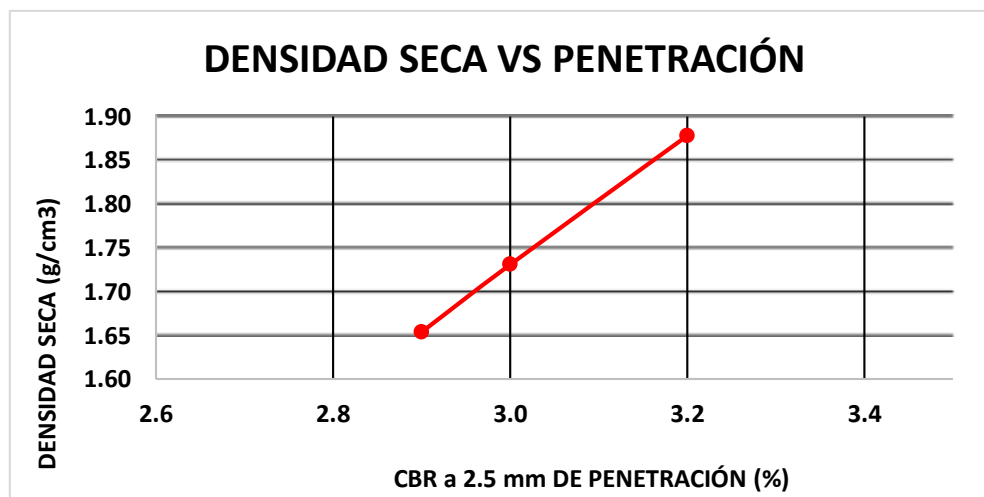
Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°02 (Patrón)

Calicata	CBR al 100% de la M.D.S (%)	CBR al 95% de la M.D.S (%)
C - N° 02	3.2	3.0

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 21.

Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°02 (Patrón)

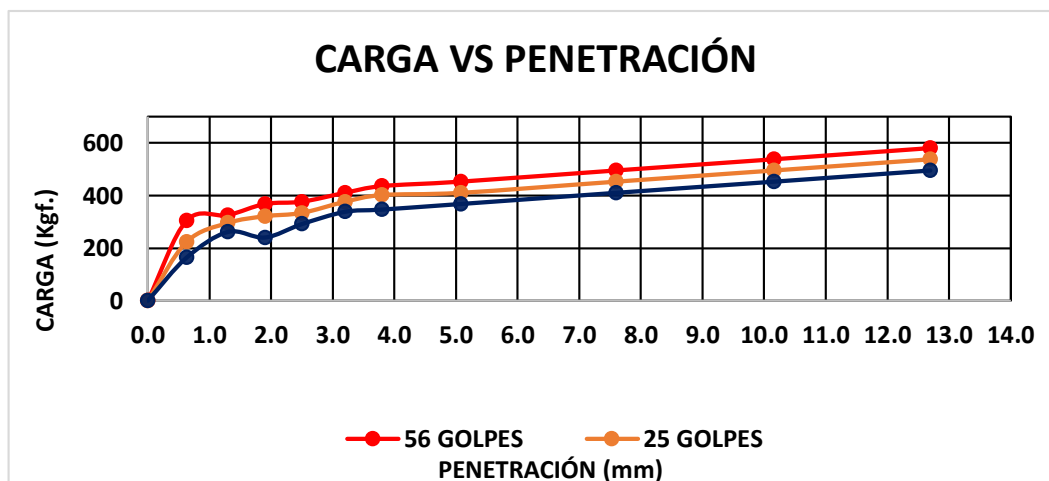


Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ **Calicata N°02 – Experimental al 4%**

Grafico 22.

Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 4%)



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 35.

Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 4%).

Golpes	A la compactación		Expansión (%)	Carga (%)	
	N°	Contenido de Humedad (%)			Densidad del suelo seco (g/cm ³)
12		14.4	1.722	5.3	21.4
25		14.4	1.829	4.8	24.5
56		14.4	1.866	4.2	27.7

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 36.

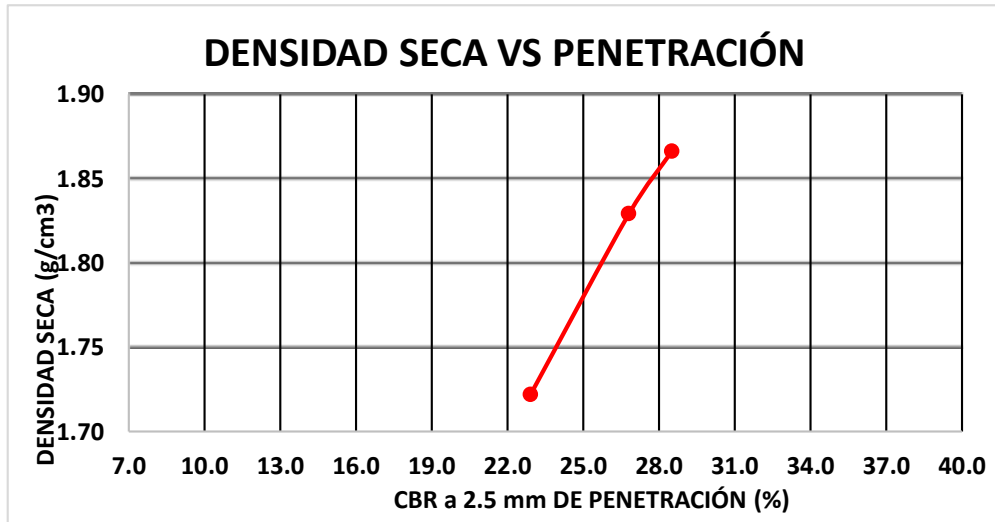
Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 4%)

Calicata	CBR al 100% de la M.D.S (%)	CBR al 95% de la M.D.S (%)
C – N° 02	28.5	24.8

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 23.

Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 4%)

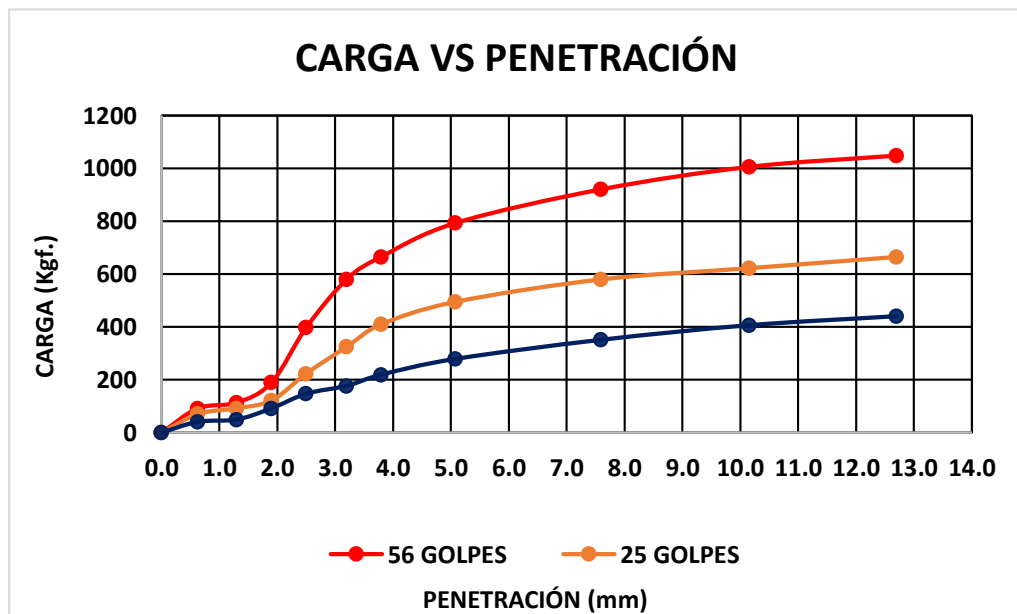


Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ **Calicata N°02 – Experimental al 6%**

Grafico 24.

Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 6%)



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 37.

Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 6%).

Golpes	A la compactación		Expansión	Carga
N°	Contenido de Humedad (%)	Densidad del suelo seco (g/cm³)	(%)	(%)
12	13.1	1.475	0.0	10.8
25	13.2	1.601	0.0	16.4
56	12.3	1.720	0.0	29.2

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 38.

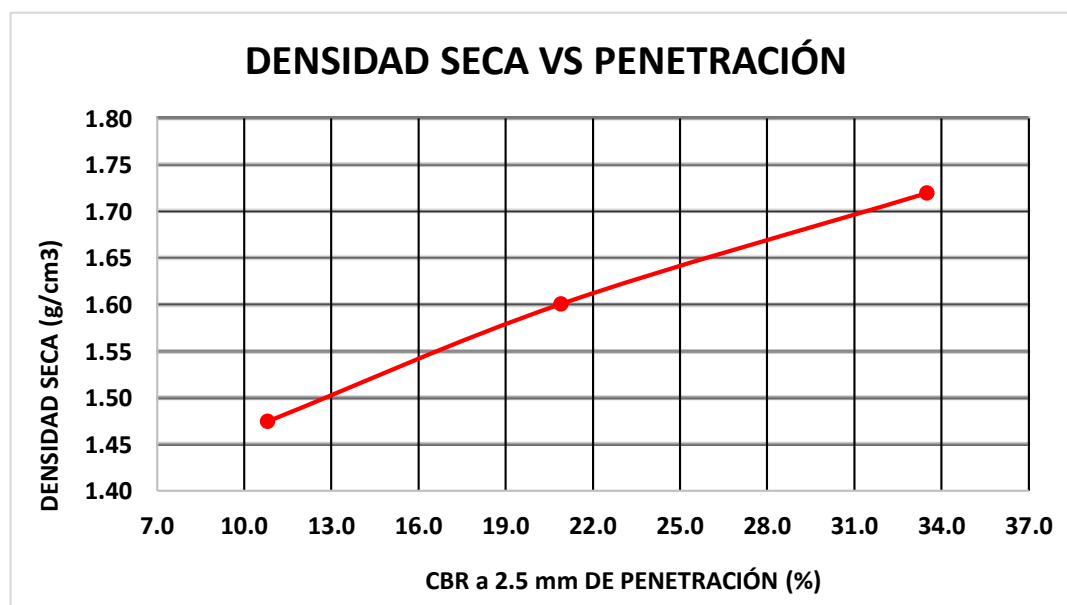
Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 6%)

Calicata	CBR al 100% de la M.D.S (%)	CBR al 95% de la M.D.S (%)
C –N° 02	33.5	20.9

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 25.

Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 6%)

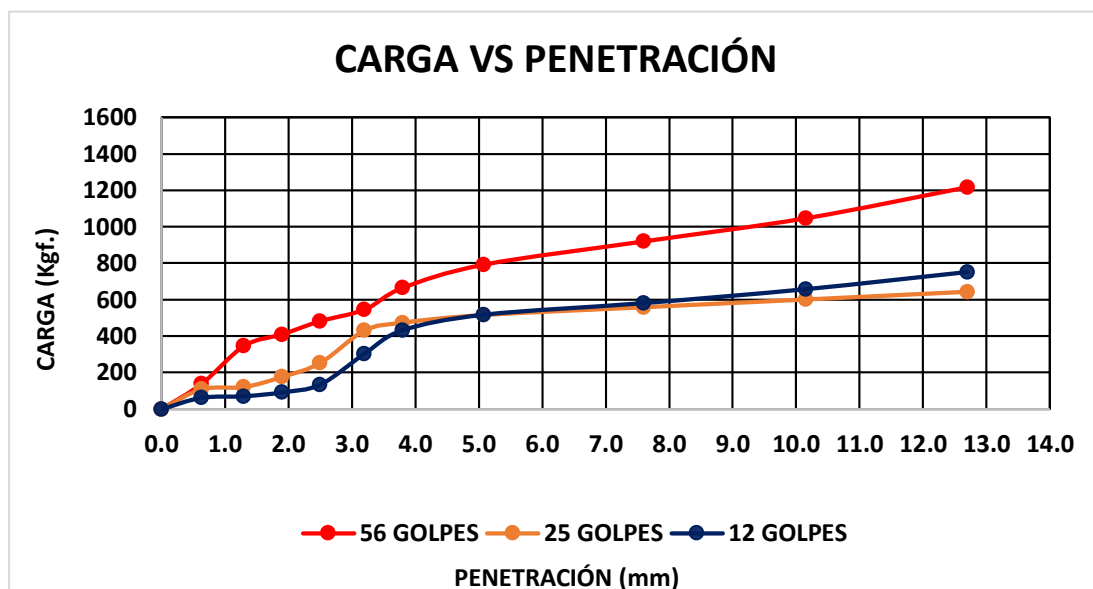


Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ Calicata N°02 – Experimental al 8%

Grafico 26.

Curvas de cargas vs penetración en golpes del CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 8%)



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 39.

Tabla de resumen de CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 8%).

Golpes	A la compactación		Expansión (%)	Carga (%)
	Contenido de Humedad (%)	Densidad del suelo seco (g/cm ³)		
12	13.1	1.512	0.0	9.9
25	13.2	1.610	0.0	18.6
56	12.3	1.747	0.0	35.5

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Tabla 40.

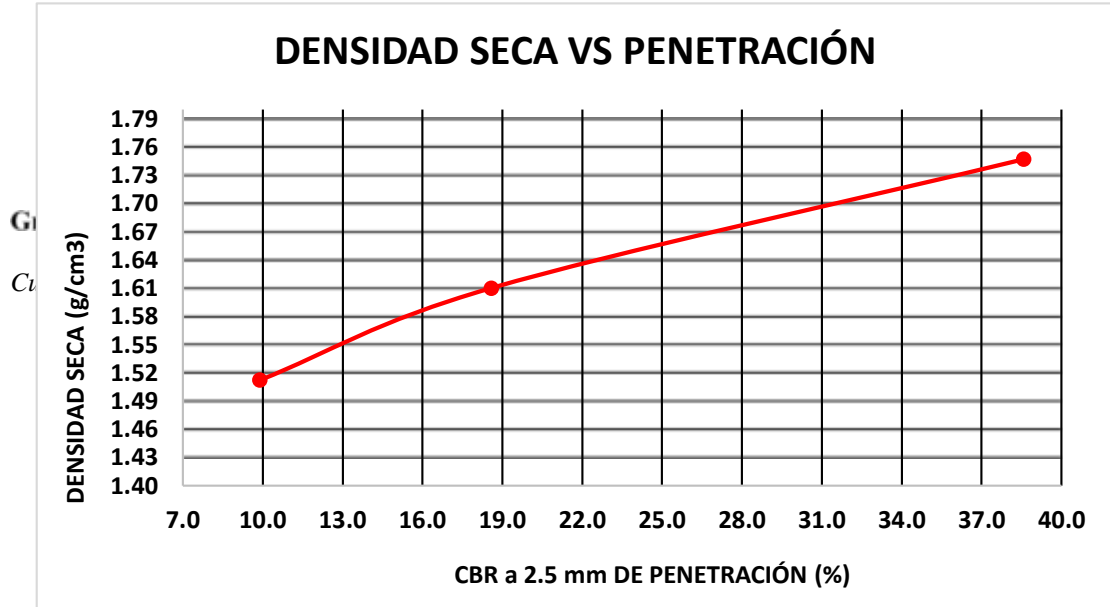
Resultados del ensayo de CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 8%)

Calicata	CBR al 100% de la M.D.S (%)	CBR al 95% de la M.D.S (%)
C-N° 02	38.6	28.9

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 27.

Curva de densidad del suelo seco vs penetración del CBR de la Calicata N°02 (Experimental al 8%)



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

ENSAYO DE DURABILIDAD CON SULFATO DE MAGNESIO

➤ Suelo natural 96% y ceniza de conchas de coquina 4%

Tabla 41.

Resultados de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio al 4% de cenizas de conchas de coquina

TAMAÑO	PESO REQUERIDO (gr)	PESO INICIAL L (gr)	PESO FINAL L (gr)	PÉRDIDAS		GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PÉRDIDAS CORREGIDAS AS (%)
				PESO (gr)	%		
3/8" A N°4	*	*	*	*	*	*	*
N°4 A N°8	*	*	*	*	*	*	*
N°8 A N°16	*	*	*	*	*	*	*
N°16 A N°30	100	100	96.3	3.7	3.7	20.0	0.739
N°30 A N°50	100	100	95.2	4.8	4.80	26.2	1.258
N°50 A N°100	101	100	96.3	3.7	3.70	24.1	0.891
pasa N°100	102	100	96.7	3.3	3.30	9.1	0.301
Pérdidas (%):							3.188

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ Suelo natural 94% y ceniza de conchas de coquina 6%

Tabla 42.

Resultados de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio al 6% de cenizas de conchas de coquina

TAMAÑO	PESO REQUERIDO (gr)	PESO INICIA L (gr)	PESO FINA L (gr)	PÉRDIDA S		GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PÉRDIDAS CORREGIDAS S (%)
				PESO O (gr)	%		
3/8" A N°4	*	*	*	*	*	*	*
N°4 A N°8	*	*	*	*	*	*	*
N°8 A N°16	*	*	*	*	*	*	*
N°16 A N°30	100	100	96.9	3.1	3.1	20.0	0.619
N°30 A N°50	100	100	95.8	4.2	0	26.2	1.100
N°50 A N°100	101	100	96.6	3.4	0	24.1	0.819
pasa N°100	102	100	96.8	3.2	0	9.1	0.292
Pérdidas (%):							2.830

Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

➤ Suelo natural 92% y ceniza de conchas de coquina 8%

Tabla 43. Resultados de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio al 8% de cenizas de conchas de coquina

TAMAÑO	PESO REQUERIDO O (gr)	PESO INICIA L (gr)	PESO FINA L (gr)	PÉRDIDAS		GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PÉRDIDAS CORREGIDAS AS (%)
				PESO O (gr)	%		
3/8" A N°4	*	*	*	*	*	*	*
N°4 A N°8	*	*	*	*	*	*	*
N°8 A N°16	*	*	*	*	*	*	*
N°16 A N°30	100	100	97.4	2.6	2.6	20.0	0.519
N°30 A N°50	100	100	96.1	3.9	3.90	26.2	1.022
N°50 A N°100	101	100	96.9	3.1	3.10	24.1	0.746
pasa N°100	102	100	97.2	2.8	2.80	9.1	0.255
Pérdidas (%):							2.543

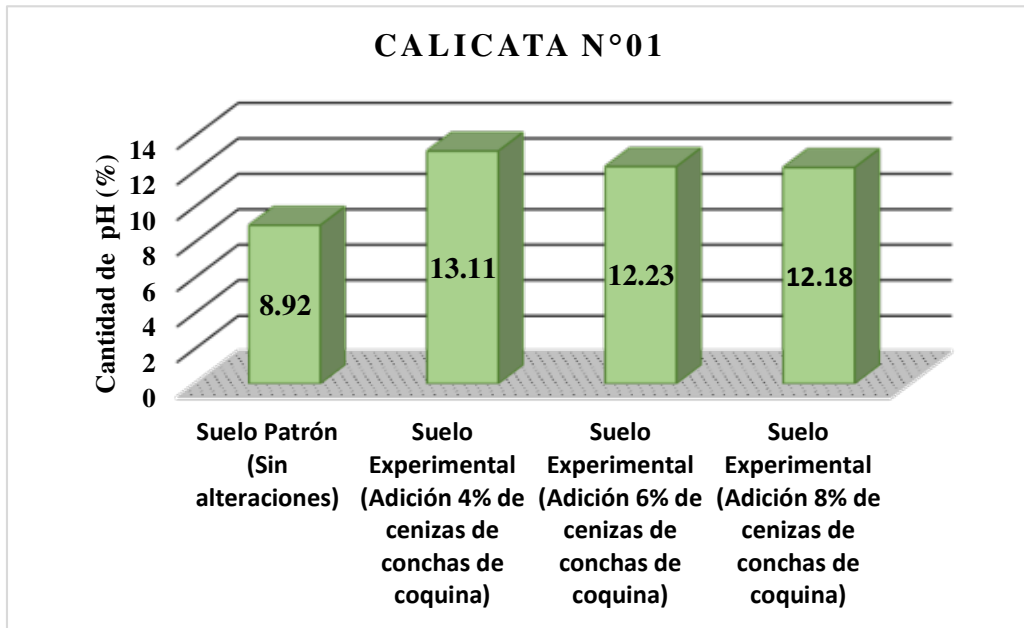
Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDO

ENSAYO DE pH

Grafico 30.

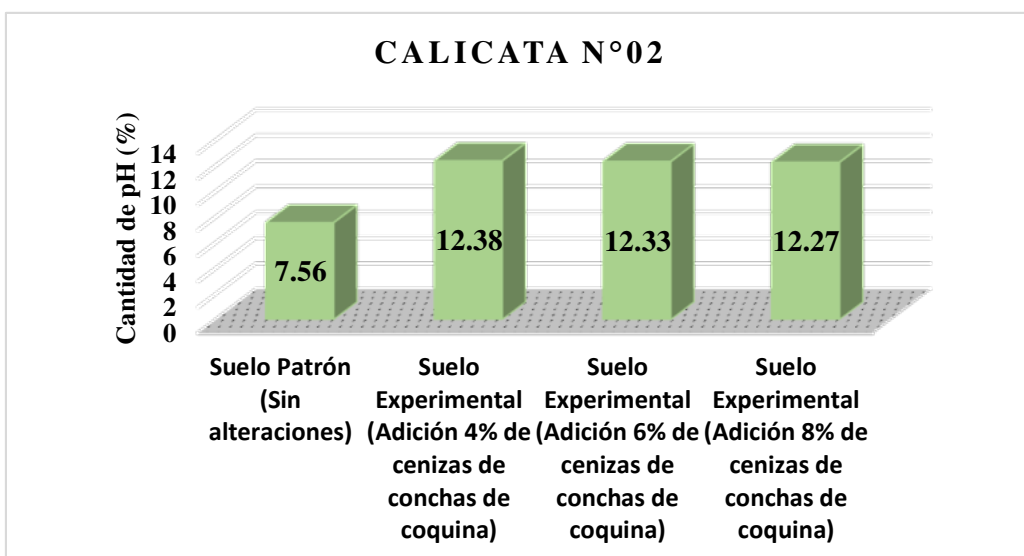
Porcentajes obtenidos de pH de Calicata N°01 suelo patrón y suelo experimental.



Nota: Adaptado de datos del laboratorio de COLECBI

Grafico 31.

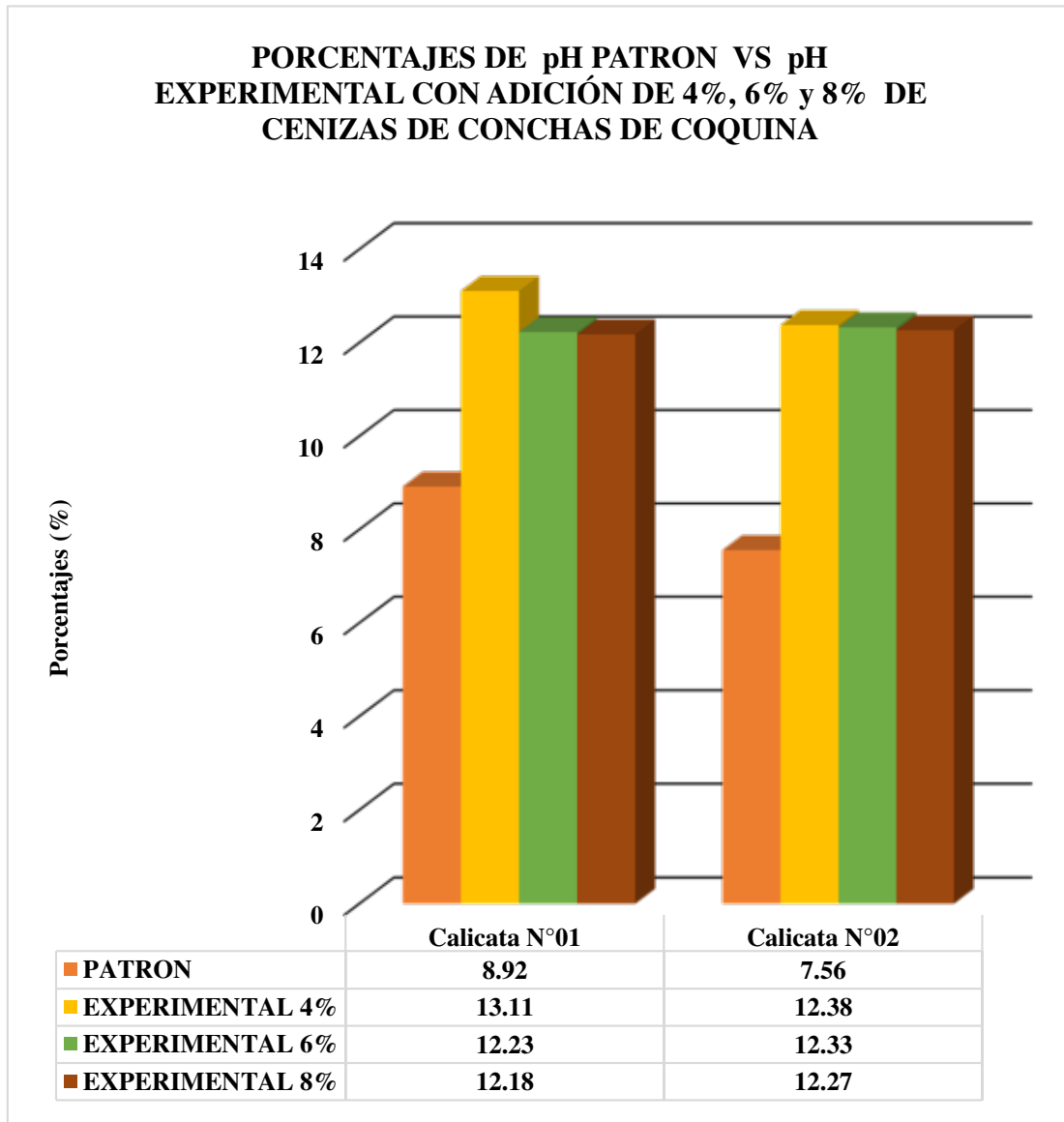
Porcentajes obtenidos de pH de Calicata N°02 suelo patrón y suelo experimental.



Nota: Adaptado de datos del laboratorio de COLECBI

Grafico 32.

Comparación de pH entre Calicata N°01 y N°02

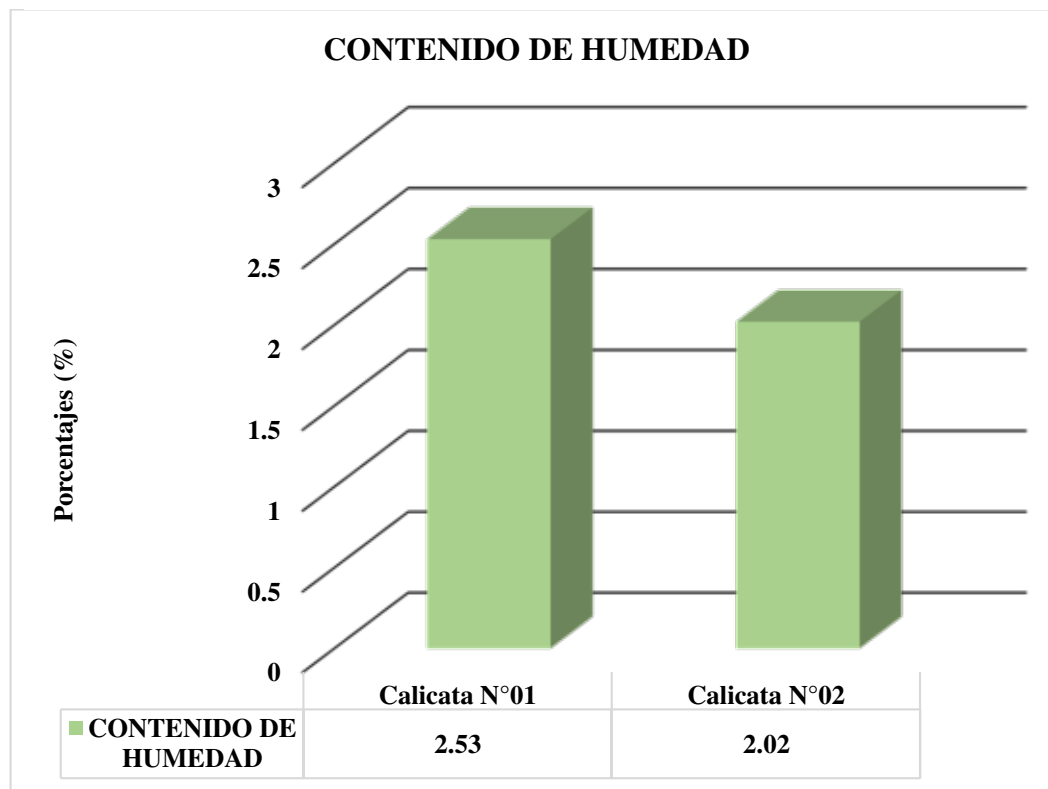


Nota: Adaptado de datos del laboratorio de COLECBI

CONTENIDO DE HUMEDAD

Grafico 33.

Comparación de contenido de humedad de la Calicata N°01 y Calicata N°02

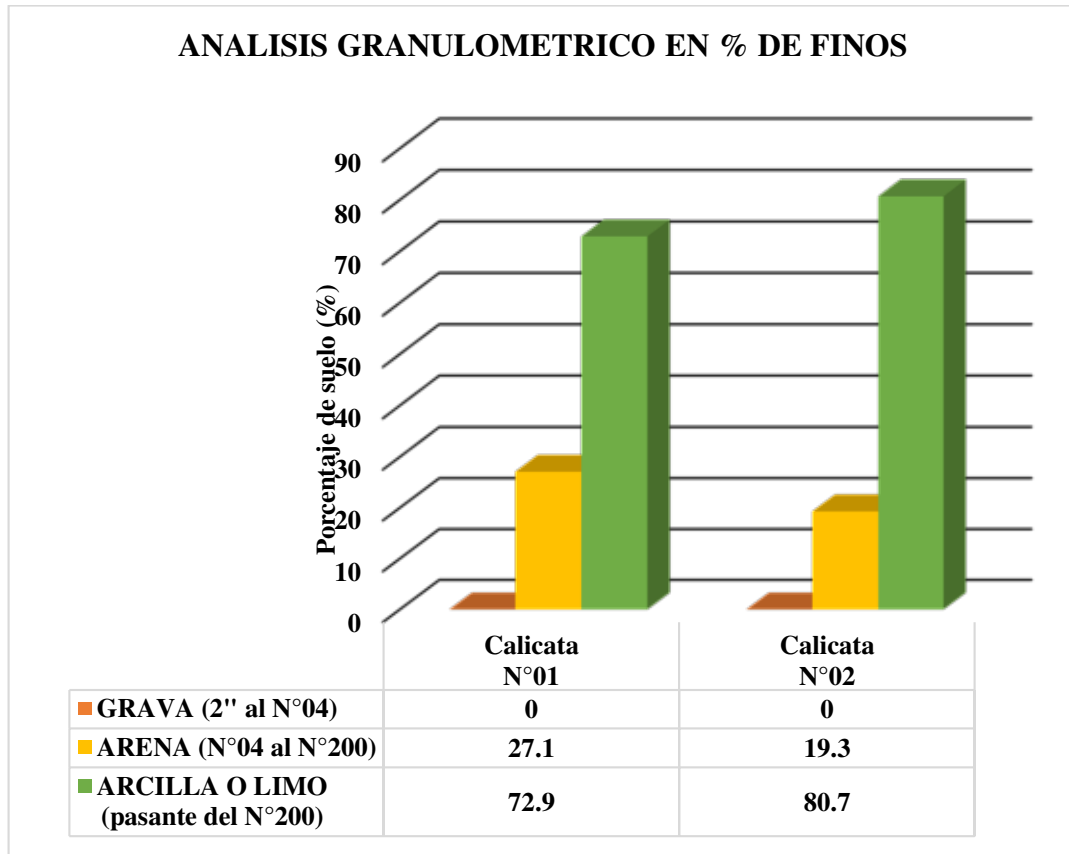


Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

Grafico 34.

Comparación de Análisis granulométrico en porcentajes finos de la Calicata N°01 y Calicata N°02

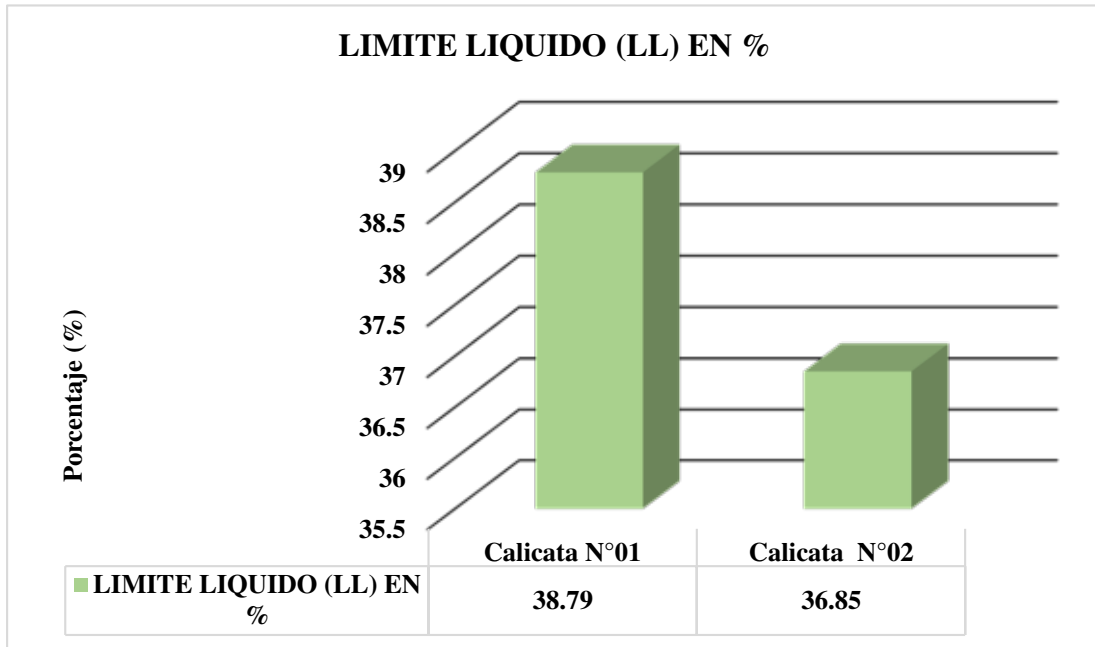


Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

LIMITES DE ATERBERG

Grafico 35.

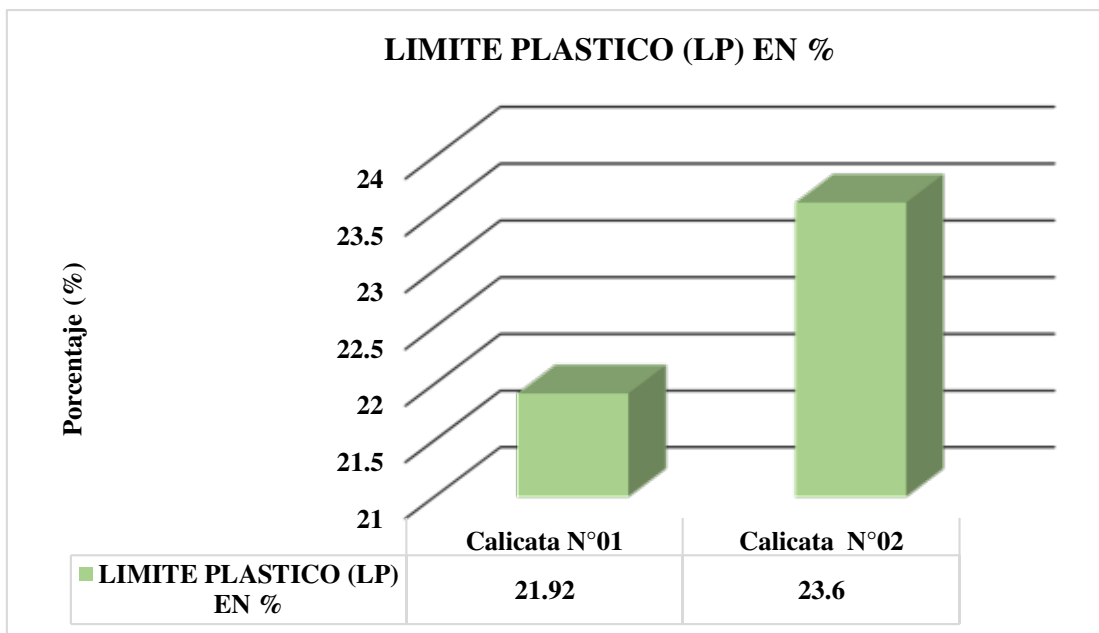
Comparación de Limite liquido de la Calicata N°01 y Calicata N°02



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 36.

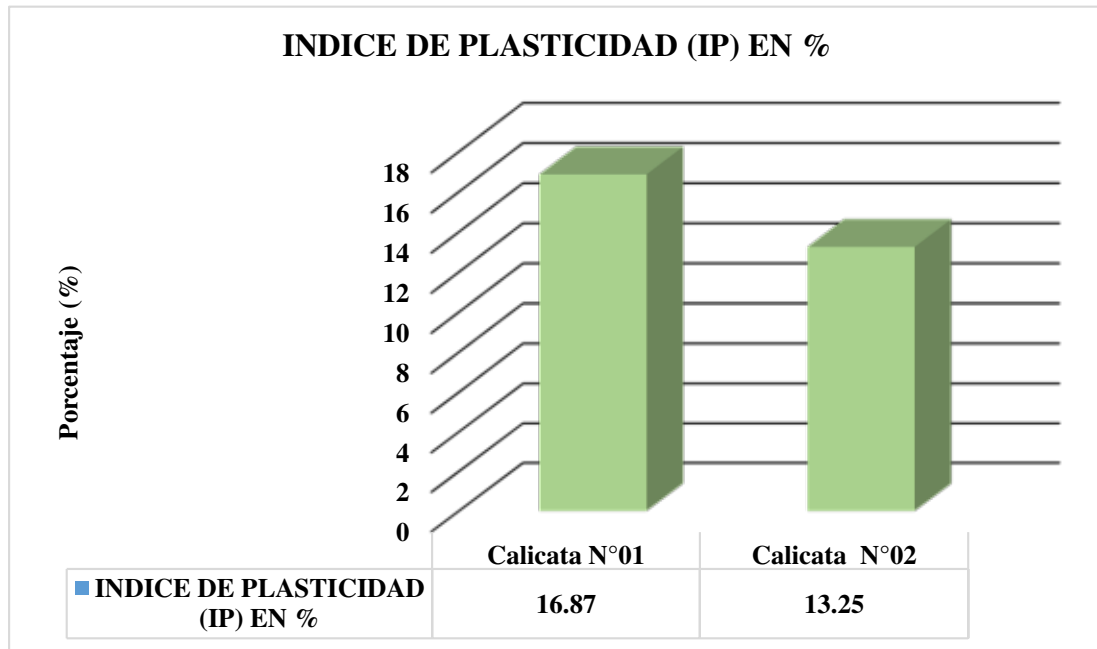
Comparación de Limite Plástico de la Calicata N°01 y Calicata N°02



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 37.

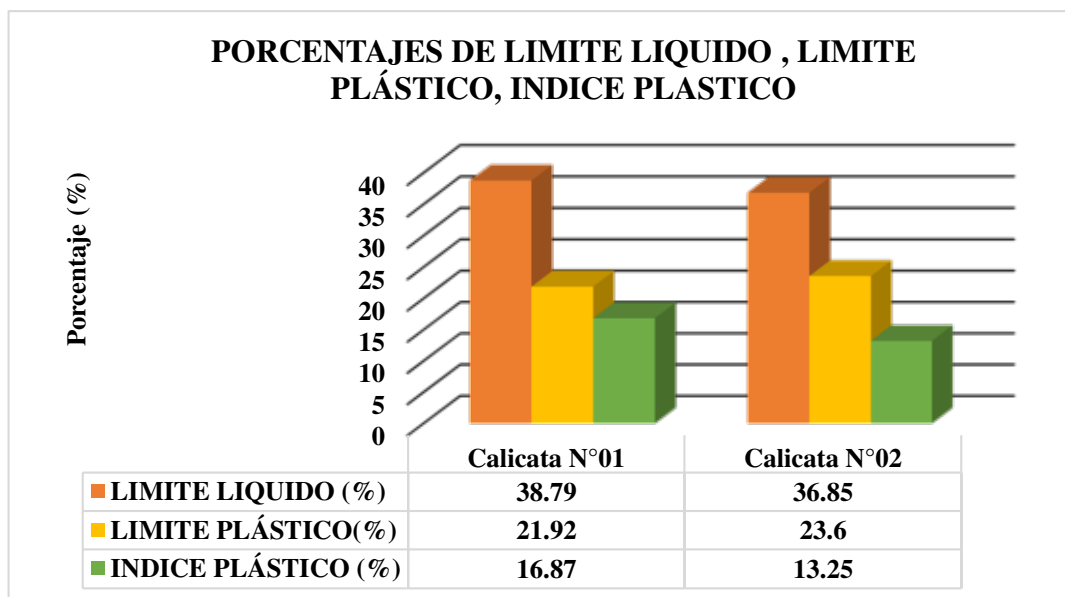
Comparación de Índice de Plasticidad de la Calicata N°01 y Calicata N°02



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 38.

Comparación de Limite Liquido, Limite Plástico, Índice de Plasticidad de la Calicata N°01 y Calicata N°02

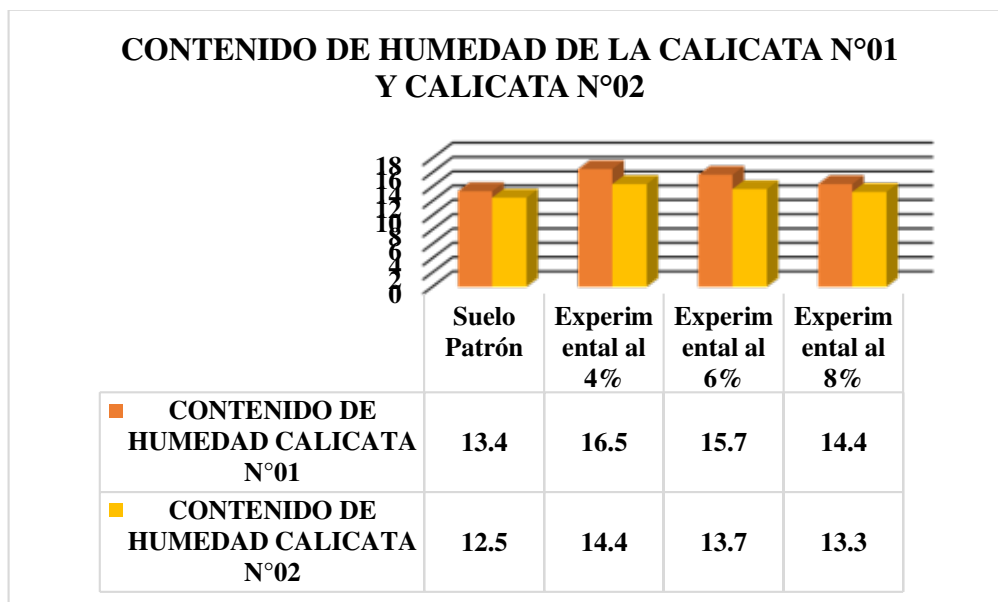


Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

PROCTOR MODIFICADO

Grafico 39.

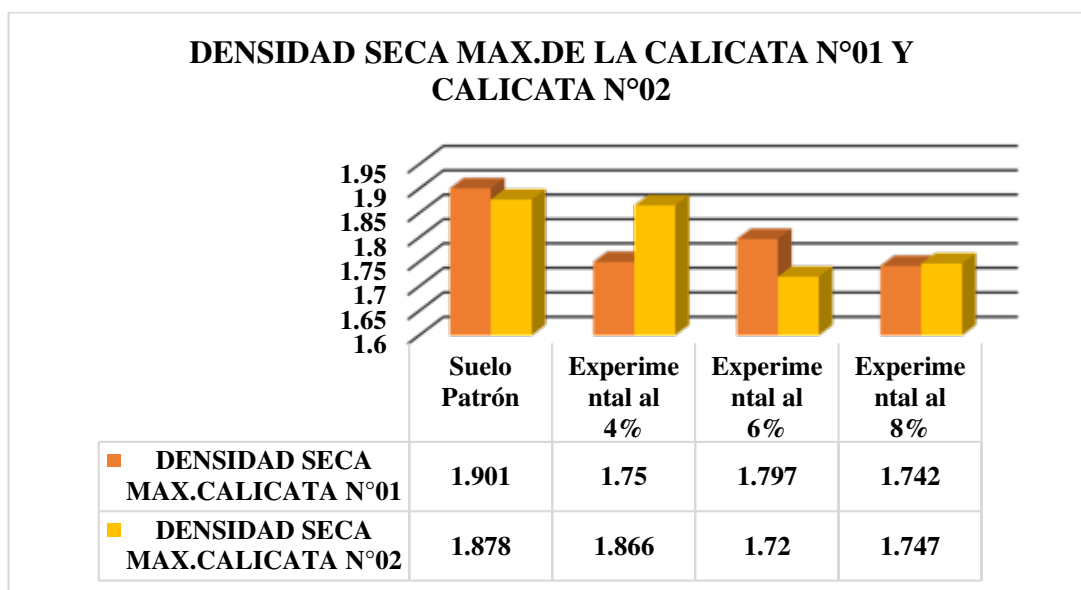
Resultados del Proctor modificado de la Calicata N°01



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 40.

Resultados del Proctor modificado de la Calicata N°02

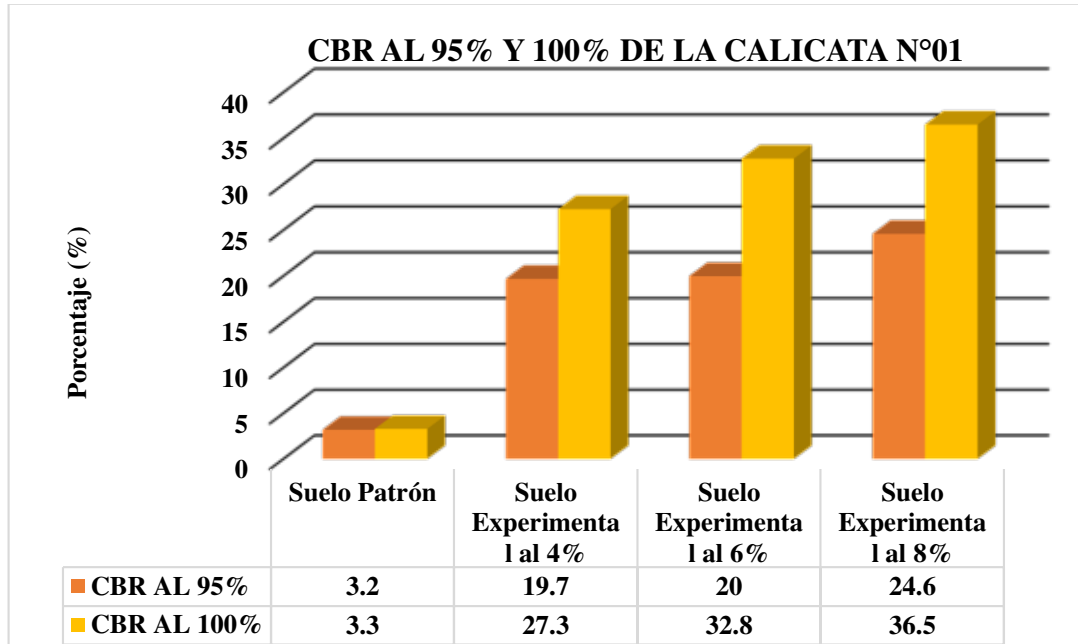


Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Grafico 41.

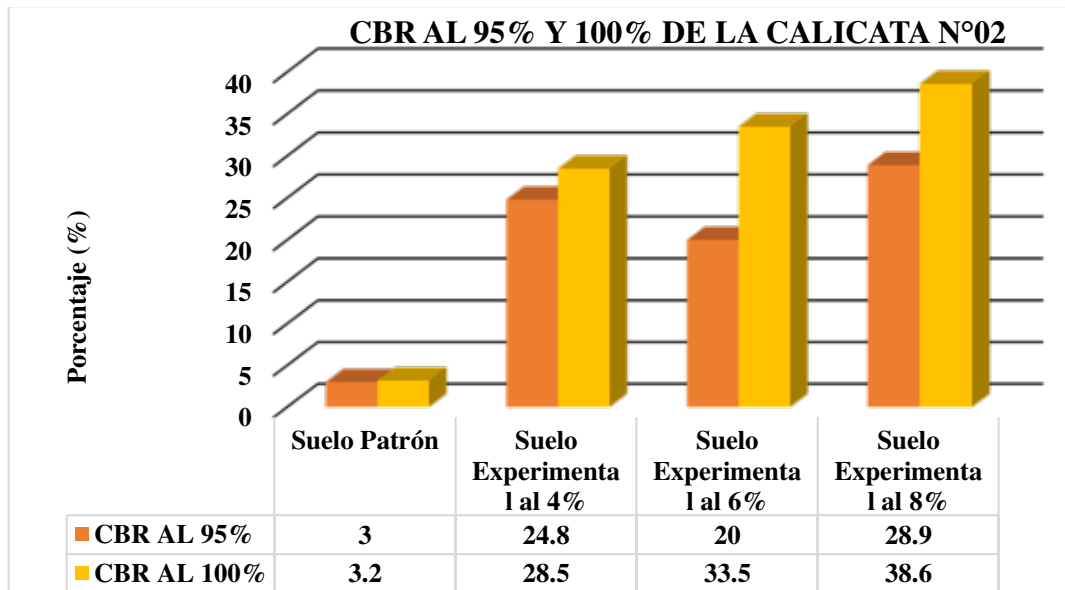
Resultados del CBR de la Calicata N°01 al 100% y 95%.



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 42.

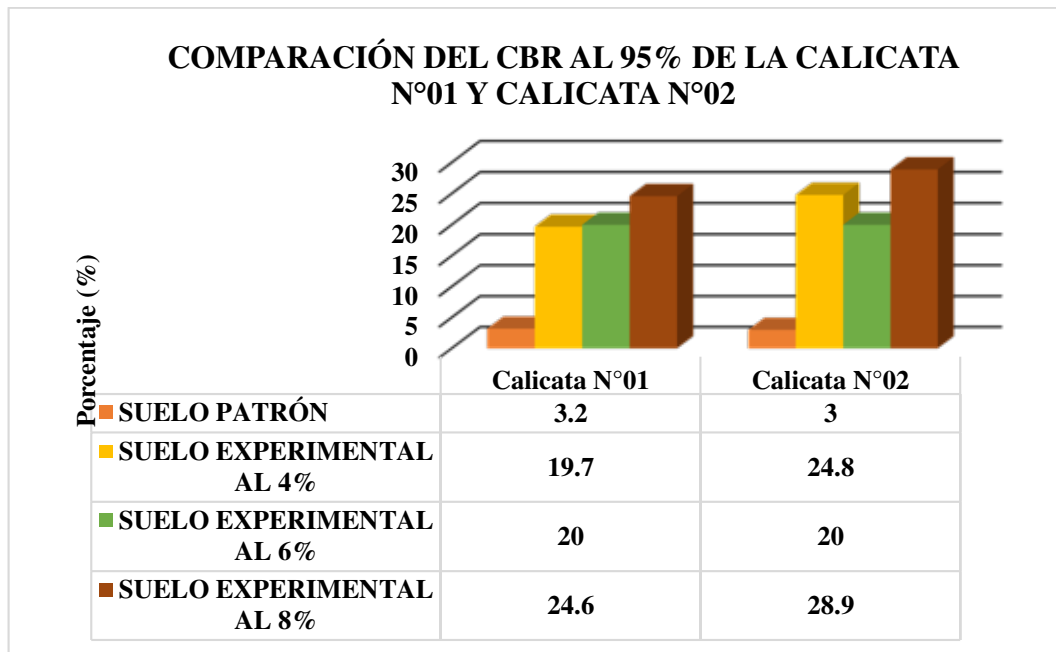
Resultados del CBR de la Calicata N°02 al 100% y 95%.



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 43.

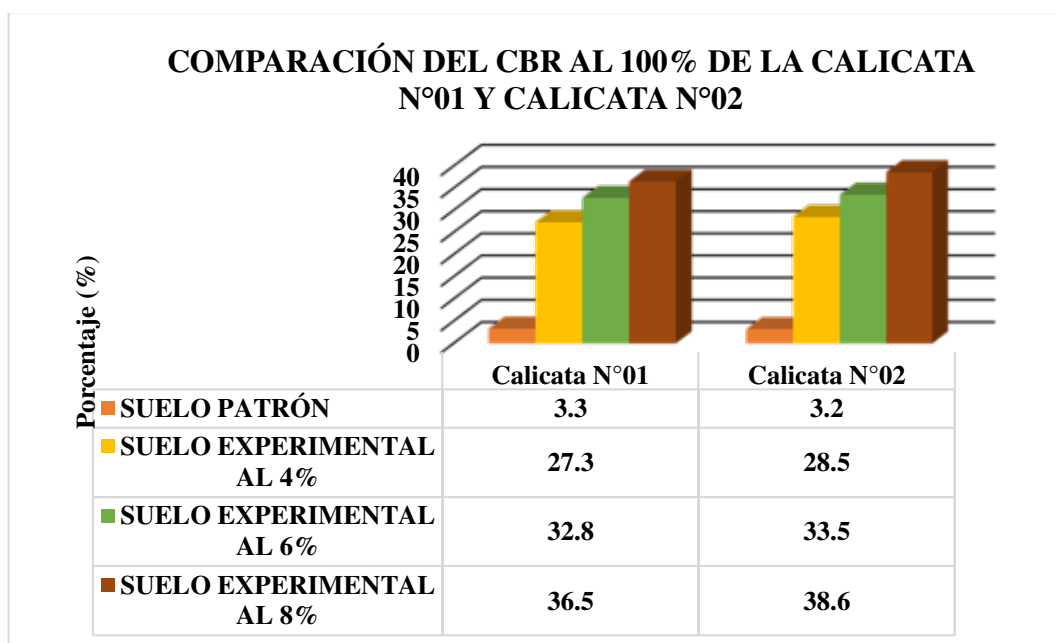
Comparación del CBR al 95% de la Calicata N°01 y la Calicata N°02



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

Grafico 44.

Comparación del CBR al 100% de la Calicata N°01 y la Calicata N°02

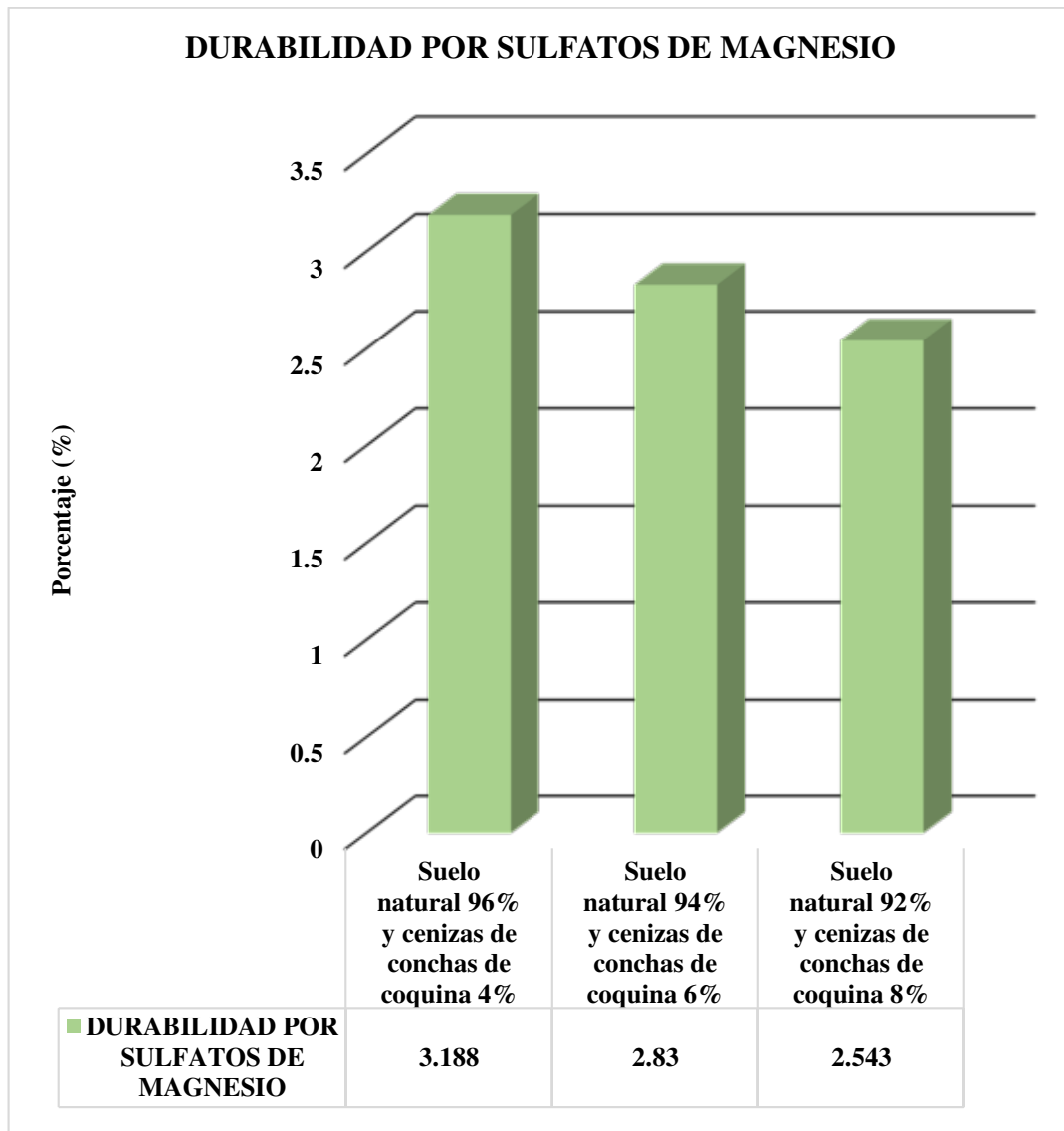


Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

ENSAYO DE DURABILIDAD CON SULFATO DE MAGNESIO

Grafico 45.

Comparación de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio



Nota: Adaptado de datos del Lab USP.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

1. Análisis Granulométrico

En la Calicata N°1 nos indica que la Grava (2" al N°04) no retiene material de suelos, en los tamices para Arena (N°04 al N°200) retiene un 27.1 % de material del suelo, en los tamices para Arcilla o limo(pasante del N°200) retiene un 71.9% siendo este porcentaje el dictaminador para poder clasificarlo por AASHTO donde nos da como resultado un suelo arcilloso A-6 Material pobre malo con subgrado y por medio de la Clasificación S.U.C.S. nos indica un suelo de partículas finas , arcilla media plasticidad con arena CL, así mismo dándonos un valor de índice de grupo de 11. En la Calicata N°2 nos indica que la Grava (2" al N°04) no retiene material de suelos, en los tamices para Arena (N°04 al N°200) retiene un 19.3 % de material del suelo, en los tamices para Arcilla o limo(pasante del N°200) retiene un 80.7% siendo este porcentaje el dictaminador para poder clasificarlo por AASHTO donde nos da como resultado un suelo arcilloso A-6 Material pobre malo con subgrado y por medio de la Clasificación S.U.C.S. nos indica un suelo de partículas finas , arcilla media plasticidad con arena CL, así mismo dándonos un valor de índice de grupo de 10. De acuerdo a **Carrasco D. (2017)** el suelo estudiado es de clasificación A-6-11 según AASHTO en el tramo de Moro a Viruahuanca, esto se puede corroborar que en la ciudad de Moro presentan en sus suelos contenidos de arcilla.

2. PH de Suelo, cenizas y combinación

El ensayo de pH (potencia de hidrógeno) se muestra que la Calicata N°01 en el suelo patrón se obtuvo un 8.92, con la adición de 4% se obtuvo 13.11, con la adición de 6% se obtuvo un 12.23 y finalmente con la adición de 8% se obtuvo un 12.18, así mismo en la Calicata N°02 en el suelo patrón se obtuvo un 7.56, con la adición de 4% se obtuvo 12.38, con la adición de 6% se obtuvo un 12.33 y finalmente con la adición de 8% se obtuvo un 12.27, estos valores indican que de tener un pH neutro el pH aumento su valor adicionándole las cenizas de conchas de coquina volviéndose un pH alcalino óptimo para la estabilización de suelos. Según **Soriano (2018)** a este rango de valor dado del pH del suelo se consideran suelos básicos o alcalinos significando la presencia de menos iones H positivos que cationes minerales con la investigación de

Amaya, Botero y Ovando. (2018), nos indica que la estabilización y el comportamiento asintótico se logran para un pH igual a 12,4, si bien es cierto que la estabilización se logra para el pH mencionado, Los porcentajes de CaO intermedios menores que 12.4 logran la estabilización, pero no el comportamiento asintótico mostrado, es decir que permiten estabilizar y acondicionar los suelos por efecto de deshidratación de los mismos, permitiendo su acondicionamiento y trabajabilidad en campo, así mismo **Amaya, Botero y Ovando. (2019)** nos indica que en materiales con presencia de finos, durante el proceso de mezclado se genera la reacción o modificación físico-química para valores de pH < 12.45, en la cual se presenta un secado adicional y un incremento temporal de la resistencia, dicha reacción conduce al proceso de floculación y aglomeración de las arcillas lo que facilita su trabajabilidad y compactación, para valores de pH >12.45, permiten la ruptura de las partículas, la solubilidad, así como liberación de la sílice y alúmina que presenta la arcilla la cual garantiza el efecto permanente de la cementación de los materiales a largo plazo contribuyendo resistencia, consecutivamente (**Cenzano, 2017**) nos indica que la cal viva que la cal que es predominante electrodos de óxido de calcio y electrodos sensibles al pH de vidrio de error bajo en sodio, la cal viva se calienta cuando se mezcla con agua. Si la combinación no supera 12.3 se cree que este fenómeno ocurre con suelos que contienen arcilla donde ellas contienen iones univalentes como el sodio en posiciones de intercambio, a medida que estos iones se intercambian con iones de calcio de la cal, el electrodo de pH se vuelve frágiles a los iones de sodio, así como a los iones de hidrógeno, finalmente **Atienza. (2010)**, nos hace un énfasis en el valor mínimo del pH donde nos dice que para la obtención de reacciones puzolánicas de cementación a un largo plazo del suelo en combinación con la cal, el valor del pH debe ser superior a 12, donde existente diversos métodos de dosificación de los suelos en combinación con la cal cuyo principal fundamento es la consecuencia de este valor de pH, a su vez nos hace mención que el valor del pH después del tratamiento realizado deberá ser superior a 12 para las capas de asiento firme y superior a 10 para los demás casos.

3. Proctor Modificado

En el ensayo de Proctor Modificado de la Calicata N°01, se observa que el contenido de humedad del suelo patrón nos da como resultado un 13.4, con la adición de 4% se obtuvo un 16.5, con la adición de 6% un 15.7 y con la adición de 8% se obtuvo un 14.4, paralelamente la densidad seca máxima en suelo patrón es de 1.901, con la adición de 4% se obtuvo un 1.75, con la adición de 6% 1.797, finalmente con la adición del 8% se obtuvo un 1.742, y en el ensayo de Proctor Modificado de la Calicata N°02, se observa que el contenido de humedad del suelo patrón da como resultado un 12.5, con la adición de 4% un 14.4, con la adición de 6% un 13.7 y con la adición de 8% se obtuvo un 13.3, paralelamente la densidad Max seca con el suelo patrón es de 1.878, con la adición de 4% se obtuvo un valor de 1.866, con la adición de 6% 1.72, finalmente con la adición del 8% se obtuvo un 1.747. Según **Amaya, Botero y Ovando. (2018)** en su investigación nos indica que con la adición de CaO en cantidades óptimas se logra estabilizar un suelo arcilloso creando un nuevo material con características físicas y químicas generando una disminución favorable de la humedad del suelo transformándolo en un material apto para su compactación, también **Quezada. (2017)** nos comenta que mientras más sea el aumento de material con propiedades químicas de óxido de calcio aumentará la densidad seca y disminuirá el óptimo contenido de humedad para la compactación.

4. Capacidad de Soporte - CBR

Para la calicata N°1 se obtuvieron los siguientes resultados para el suelo patrón al CBR al 95% se obtuvo un 3.2 %, para el suelo con adición del 4% se obtuvo un 19.7, consecuentemente para un suelo con la adición al 6% un 20%y al 8% de adición de cenizas de conchas de coquina se obtuvo un 24.6%, así mismo el CBR al 100% en el suelo patrón no indica un 3.3.%, con la adición de cenizas de conchas de coquina al 4% se obtiene un 27.3%, con la adición de 6% un 32.8% y con la adición del 8% se obtiene un 36.5%, donde se ubica en la categoría de subrasante excelente. Para la calicata N°2 se obtuvieron los siguientes resultados para el suelo patrón al CBR al 95% se obtuvo un 3 %, para el suelo con adición del 4% se obtuvo un 24.8, consecuentemente para un suelo con la adición al 6% un 20%y al 8% de adición de

cenizas de conchas de coquina se obtuvo un 28.9%, así mismo el CBR al 100% en el suelo patrón no indica un 3.2.%, con la adición de cenizas de conchas de coquina al 4% se obtiene un 28.5%, con la adición de 6% un 33.5% y con la adición del 8% se obtiene un 38.6%, donde se ubica en la categoría de subrasante excelente . Según **Amaya, Botero y Ovando. (2018)**, nos indica que el principal cambio que presenta el suelo estabilizado con CaO a mediano y largo plazo es la reacción química que genera en conjunto con el agua, la sílice y la alúmina, formando silicatos cálcicos hidratados (CSH) y aluminatos cálcicos hidratados (CAH), siendo semejantes a los formados durante la hidratación del cemento Portland, incrementando su resistencia a su vez siendo una alternativa de solución eficaz y económica que puede impulsar los niveles de estudio para que sea considerada como opción de transformación para futuros proyectos de infraestructura, consecutivamente **Amaya Botero y Ovando.(2019)**, nos comenta que con la adición de óxido de calcio a los suelos arcillosos garantiza el efecto permanente de la cementación de los materiales a largo plazo contribuyendo resistencia, concluye diciendo que la estabilización química con óxido de calcio mejora sus propiedades geotécnicas como la principal que es la resistencia, la reducción de variaciones volumétricas y la reducción de peso volumétrico, a su vez que con la adición del 8% de CaO resulta técnicamente favorable.

5. Durabilidad por sulfato de magnesio

En el ensayo de durabilidad por sulfatos de magnesio se obtuvieron como resultados de 3 muestras comprendidas con la adición de 4%,6% y 8% de cenizas de conchas de coquina las cuales fueron, suelo natural 96% y cenizas de conchas de coquina 4% donde el porcentaje de pérdida fue de 3.188%, suelo natural 94% y cenizas de conchas de coquina 6% se obtuvo una pérdida de 2.83% y finalmente suelo natural 92% y cenizas de conchas de coquina 8% con una pérdida de 2.543%. Según el **Norma MTC E209(2016)**, nos indica que el ensayo de durabilidad por sulfato de magnesio determinara la resistencia a la desintegración de sus propiedades físicas por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio.

6. Comparación de los resultados obtenidos

En el ensayo de Análisis granulométrico se observa en la calicata N°01 y la calicata N°02 la presencia predominante en mayores porcentajes de pasantes del N°200 que son arcillas y limos donde en la calicata N°01 se obtiene un 72.9% y en la calicata N°02 un 80.7% siguiendo consecutivamente con los N°04 al N°200 que son Arena obteniendo en la calicata N°01 un 27.1% y en la calicata N°02 un 19.3%.

Seguidamente en el ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX) se observa la predominancia de Oxido de Calcio (CaO) con un porcentaje alcanzado de 91.332%, estando en segundo lugar el Óxido de Aluminio (Al_2O_3) con un porcentaje de 4.833%.

En el ensayo de pH se obtienen de la Calicata N°01, en el suelo patrón sin alteraciones un porcentaje de 8.92% que es un suelo básico en porcentajes bajos para una estabilización de suelos, con la adición del 4% de cenizas de conchas de coquina donde como resultado se llegó a obtener un valor de 13.11%, con la adición de 6% se obtuvo un valor de 12.23% y con la adición de 8% se obtuvo un valor de 12.18% lo cual según **Atienza. (2010)**, nos hace un énfasis en el valor mínimo del pH donde nos dice que para la obtención de reacciones puzolánicas de cementación a un largo plazo del suelo en combinación con la cal, el valor del pH debe ser superior a 12.

En el ensayo de Proctor Modificado, se aprecia en la Calicata N°01 que el contenido de humedad crece de manera ascendente con relación al suelo patrón ya que en él se obtiene un porcentaje de 13.4%, con la adición de 4% se obtiene un 16.5%, con la adición de 6% se obtiene un 15.7% y con la adición de 8% se obtiene un 14.4%, así mismo en la densidad seca máxima desciende con respecto al suelo patrón que se obtuvo un 1.901, con la adición de 4% se obtuvo un 1.75, con la adición de 6% se obtuvo un valor de 1.797 y con la adición de 8% se obtuvo un 1.742, consecutivamente el comportamiento fue similar en la Calicata N°02 donde el contenido de humedad crece de manera ascendente con relación al suelo patrón ya que en él se obtiene un porcentaje de 12.5%, con la adición de 4% se obtiene un 14.4%, con la adición de 6% se obtiene un 13,7% y con la adición de 8% se obtiene un 13.3%, así mismo en la densidad seca máxima desciende con respecto al suelo patrón que se obtuvo un 1.878,

con la adición de 4% se obtuvo un 1.866, con la adición de 6% se obtuvo un valor de 1.72 y con la adición de 8% se obtuvo un 1.742, confirmando lo que dice también **Quezada. (2017)** nos comenta que mientras más material con presencia de propiedades químicas se le adicione aumentará la densidad seca y disminuirá el óptimo contenido de humedad para la compactación.

El comportamiento de la Calicata N°01 cumplió con estabilizar el suelo arcillo dando como resultado el CBR al 100% del suelo patrón un 3.3%, con la adición del 4% de cenizas de conchas de coquina se pudo obtener como resultado un 27.3%, con la adición del 6% de cenizas de conchas de coquina se pudo obtener como resultado 32.8% y con la adición de 8% de cenizas de conchas de coquina se pudo obtener como resultado un 36.5%, así mismo presento un comportamiento similar la Calicata N°02 cumplió con estabilizar el suelo arcillo dando como resultado el CBR al 100% del suelo patrón un 3.2%, con la adición del 4% de cenizas de conchas de coquina se pudo obtener como resultado un 28.5%, con la adición del 6% de cenizas de conchas de coquina se llegó a obtener como resultado 33.5% y con la adición de 8% de cenizas de conchas de coquina se logró obtener como resultado un 38.6%, teniendo resultados muy favorables ya que estabiliza favorablemente la combinación suelo arcillo-cenizas de conchas de coquina dando como resultado final un material para una subrasante excelente.

En el ensayo de durabilidad por sulfatos de magnesio se obtuvieron como resultados, suelo natural 96% y cenizas de conchas de coquina 4% donde el porcentaje de pérdida fue de 3.188%, suelo natural 94% y cenizas de conchas de coquina 6% se obtuvo una pérdida de 2.83% y finalmente suelo natural 92% y cenizas de conchas de coquina 8% con una pérdida de 2.543%, pudiendo decir que a mayor porcentaje adicionado de cenizas de conchas de coquina la pérdida de las propiedades físicas es menor.

V. CONCLUSIONES

1. Se puede llegar a concluir que la clasificación del suelo según AASHTO es del grupo A – 6 (suelo arcilloso de regular a malo) y su correlación en la clasificación según SUCS es un suelo fino del tipo Cl (arcilla media plasticidad con arena CL).
2. El ensayo de pH se concluye diciendo que con la adición de cenizas de conchas de coquina se obtiene un material con un pH básico o alcalino, habiendo obtenidos valores superiores a 12, siendo así un material en condiciones óptimas para la estabilización y a su vez con presencia de elementos puzolánicos apto para la Estabilización de suelos actuando similar a las del fraguado del cemento portland por el similar contenido a nivel de pH.
3. Se puede llegar a la conclusión que, para el grado de compactación para ambos puntos de investigación, realizadas en el tramo Larea-Huaullan el comportamiento es similar ya que al adicionar 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina el contenido de humedad aumenta para el 4% y desciende ligeramente para 6% y 8%, así misma densidad seca máxima con la adición de cenizas de conchas de coquina los porcentajes disminuyen en comparación con el ensayo del suelo patrón.
4. La adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de concha de conchas de coquina da como resultado el aumento de su capacidad de soporte (CBR) y que además se puede decir que se puede utilizar como subrasante excelente ya que el aumento de la capacidad de soporte es muy alto en comparación con el suelo patrón. Con la adición de 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina, al 95% de su MDS la calicata N°1 y N°02 en su mayor porcentaje adicionado que es 8% se obtuvo una capacidad de soporte de 24.6% y de 28.9%, y al 100% en su máximo porcentaje añadido que es el 8% es de 36.5 y 38.6, comparando con el suelo patrón se llega a conclusión que funciona eficazmente para estabilizar el suelo arcilloso obteniendo un material para subrasante excelente en el tramo Larea-Huaullan en gran porcentaje.
5. Se llega a la conclusión que el ensayo de durabilidad por sulfato de magnesio que se realizó empleando un suelo natural al 96% y cenizas de conchas de

coquina al 4% donde se obtuvo una pérdida de 3.188%, con un suelo natural al 94% y cenizas de conchas de coquina 6% donde se obtuvo una pérdida de 2,83% y con un suelo natural al 92% y cenizas de conchas de coquina 8% donde se obtuvo una pérdida de 2.543%, por lo que conlleva a decir que a mayor porcentaje añadido de cenizas de conchas de coquina la desintegración de sus propiedades físicas es menor y aumenta su durabilidad.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos previos a la estabilización ya que existen diferentes tipos de suelos y la reacción en cada uno de ellos es de manera distinta.
2. Se recomienda almacenar las muestras de pH en recipientes libre de impurezas para que no se alteren las muestras que se estudiaran y pueda afectar el resultado final.
3. Evaluar las muestras incrementando porcentajes de cenizas de conchas de coquina para verificar el comportamiento de la curva contenido de humedad vs densidad seca.
4. Incrementar la adición de cenizas de conchas de coquina para comprobar si podemos llegar a obtener un material óptimo para sùbase.
5. Para poder realizar el ensayo de durabilidad se debe tener presente el lavado de la muestra antes y después de ser ensayada para evitar el aumento de peso al momento de obtener los resultados finales.
6. Se recomienda expandir la investigación haciendo una comparación con diferentes tipos de suelo, poniendo a prueba las cenizas de conchas de coquina como estabilizador natural y verificar cual es el efecto que causa, siendo necesario realizar un tramo de prueba insitu y corroborar los resultados obtenidos.
7. Se deberá tomar en cuenta la viabilidad de la recolección de las valvas de conchas de coquina teniendo en cuenta los botaderos de las playas de Chimbote donde predomine el material ya mencionado, para su mejor y más rápida recolección.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya M., Botero E. y Ovando E. (2018). *Óxido de calcio en la estabilización de suelos arcillosos* (ArchivoPDF). https://www.researchgate.net/publication/335193052_Oxido_de_calcio_en_la_estabilizacion_de_suelos_arcillosos
- Amaya M., Botero E. y Ovando E. (2019). *Estabilización Química de Suelos del ex lago de Texcoco y su Uso como relleno* (ArchivoPDF). https://www.researchgate.net/publication/338659948_Estabilizacion_Quimica_de_Suelos_del_Ex_Lago_de_Texcoco_y_su_Uso_como_Relleno
- Atienza Diaz, M. (2010) *Recomendaciones para la redacción de: pliego de especificaciones técnicas generales para el tratamiento de los suelos con cal* (ArchivoPDF) Gestión de Infraestructura de Andalucía, S.A, consejería de obras públicas https://www.aopandalucia.es/inetfiles/area_tecnica/calidad/Recomendaciones_y_pliegos_varios/Recomendaciones_tratamiento_suelos_con_cal_Version_Diciembre_2010.pdf
- Bauzá Castelló J. (2003) *Estabilización de suelos con cal* [Archivo PDF][file:///C:/Users/USER/Downloads/ESTABILIZACION_DE_SUELOS_CON_CAL%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/ESTABILIZACION_DE_SUELOS_CON_CAL%20(2).pdf)
- Berrú P. y Uribe R. (2014) *Sinopsis Biológico-Pesquera de la marucha Donax Obesulus Reeve, 1854 en el litoral de Ancash (Bahía Samanco),2001-2009* (ArchivoPDF)<http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/2318/1/Informe%2041-15.pdf>
- Braja M. Das (2015) *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (4.ª ed., Vol. 1). Cengage Learning Editores.
- Carrasco Mejía, D. (2017). *Estabilización de los Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Caña de Azúcar en el Tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro – Provincia del Santa – 2017 2017* [Tesis de Pregrado, Universidad

César Vallejo]. Repositorio Institucional - Universidad Cesar Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10223>

Cenzano, C. (2017) *Standard Test Method for Using pH to Estimate the Soil-Lime Proportion Requirement for Soil Stabilization I [Uso de pH para estimar el requisito de proporción suelo-cal para la estabilización del suelo]*(
(ArchivoPDF)https://kupdf.net/download/d6276_59c8ee5f08bbc5b80f686e73_pdf

Chunga Avalos, N. (2019) “*Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax Trunculux) en el tramo Larea-Huaullana, distrito de Moro*” [Tesis para optar el grado de bachiller, Universidad San Pedro].

Crespo Villalaz C. (2014), *Mecánica de Suelos y Cimentaciones* (5.ª ed., Vol. 1) Noriega Editores.

Fazal E. Jalal., Yongfu Xu., Babak Jamhiri. y Shazim Ali Memon. (2020). “*On the Recent Trends in Expansive Soil Stabilization Using Calcium-Based Stabilizer Materials (CSMs) A Comprehensive Review*”[*Sobre las tendencias recientes en la estabilización expansiva del suelo utilizando materiales estabilizadores a base de calcio (CSM): una revisión completa*]
(ArchivoPDF)<https://downloads.hindawi.com/journals/amse/2020/1510969.pdf>

Giordani, C; Leone D. (sf) *Pavimentos* (Documento)<https://docplayer.es/67943552-Pavimentos-docentes-ing-claudio-giordani-ing-diego-leone-1o-ano-ingenieria-civil-comision-02-turno-tarde.html>

Ibáñez Cruz, D. (2018) *Resistencia de mortero sustituyendo al cemento por la combinación de 12% de polvo de conchas de coquina y 36% de cenizas de cola de caballo* [Tesis de Pregrado, Universidad San Pedro]. Repositorio Institucional - Universidad San Pedro
<http://www.repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5398?show=full>

- Juarez Badillo, E y Rico Rodriguez, A. (1973), *Fundamentos de la Mécanica de Suelos* (Tomo 1). Limusa Editores.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos* (Manual). Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016). *Manual de Ensayos de Materiales* (Manual). Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Perú.
- Montejo A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras* (libro). Universidad Católica de Colombia, Colombia.
- Norma ASTM C-88 y Norma MTC E 209, “Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio”
- Norma ASTM D-1557 y Norma MTC E 115 “Proctor Modificado”
- Norma ASTM D-1883-73 y Norma MTC E 132, “CBR”
- Norma ASTM D-2216 y Norma MTC E 108 “Contenido de Humedad”
- Norma ASTM D-422 y Norma MTC E 107 “Análisis Granulométrico”
- Norma ASTM D-4318, NTP 339.129; Norma MTC E 110 y Norma MTC E 111 “Límite Líquido, Plástico e Índice de Plasticidad”
- Norma CE 020 (2018) “Estabilización de Suelos”
- Pérez,N., Pérez, A. y Gamica, P. (2019), *Evaluación de calcio (estabilical) como estabilizador de suelos*,(ArchivoPDF)<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt560.pdf>
- Quezada S. (2017) *Estudios Comparativo de la Estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para Pavimentación* [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional - Universidad de Piura https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3207/ICI_242.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Soriano M. (2018) *pH de Suelos*
(ArchivoPDF)<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/102382/Soriano%20%20pHde1%20suelo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VIII. AGRADECIMIENTO

Agradecer ante todo primeramente a DIOS por darme vida para poder cumplir todas mis metas trazadas y regalarme bendiciones para que esta investigación haya sido posible culminarla.

A mi Mamá por su apoyo incondicional, dándome la fuerza para salir adelante y luchar por mis sueños.

A mi familia por apoyarme en todo momento quienes de manera constante fueron una motivación para perseverar y nunca rendirme.

Chunga Avalos Naysha Anthuanet

IX. ANEXOS Y APÉNDICES

ANEXO N°01

Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADORES
¿En qué medida se estabilizará el suelo arcilloso en el tramo Larea-Huaullan con la adición del 4 %, 6% y 8% de cenizas conchas de coquina?	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar la Estabilización de Suelos arcillosos adicionando un 4%, 6% y 8% de Cenizas de conchas de coquina en el tramo Larea-Huaullan, distrito de Moro.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir el tramo de la carretera Larea – Huaullan, distrito de Moro. • Determinar el Tipo de Suelo en la zona de estudio. 	<p>Variable dependiente:</p> <p>Estabilización de Suelos</p>	<p>✓ La mejora del suelo es también llamada estabilización de suelos por muchos profesionales</p> <p>Las técnicas de mejoramiento del suelo se pueden clasificar en dos categorías principales:</p> <p>Estabilización química y la Estabilización mecánica. (Braja M. Das, 2015)</p>	<p>✓ Según el tipo de variable por su valor es cuantitativa y según la escala de medición es de intervalos, siendo así una variable continua. Se realizará la estabilización química, mediante la adición de cenizas de concha de coquina en un 4%, 6% y 8% de acuerdo a la norma EC 020 SUELOS Y TALUDES y la norma de MANUAL DE CARRETERAS EG-2013 estabilización con Cal, lo cual se busca</p>	<p>✓ Análisis Granulométrico (Norma ASTM D-422)</p> <p>✓ Contenido de Humedad (Norma ASTM D-2216)</p> <p>✓ Límite Líquido, Plástico e Índice de Plasticidad (Norma ASTM D-4318, NTP 339.129)</p> <p>✓ Proctor Modificado (Norma ASTM D-1557)</p>	<p>Según la escala de medición es de intervalos, siendo así una variable continua de valor cuantitativa.</p>	<p>Promedios</p> <p>Varianza</p> <p>Desviación Estándar</p> <p>Promedios</p> <p>Promedios de Análisis Granulométrico</p> <p>Promedios de Límite líquido, plástico e Índice de Plasticidad</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de los resultados del Análisis térmico diferencial (ATD) año 2019 para determinar el grado de calcinación de las conchas de coquina y composición química de las cenizas de conchas de coquina mediante la fluorescencia de rayos x (FRX). • Determinar el pH del suelo patrón y con porcentajes de adición de cenizas de concha de coquina. • Determinar el grado de compactación (Proctor Modificado) de la muestra patrón y de 	<p>Variable independiente:</p> <p>Dosificaciones de cenizas de conchas de coquina (CaO) en soluciones de suelo.</p>	<p>✓ Se define como suelo tratado con cal a la mezcla homogénea y uniforme de un suelo con cal a fin de mejorar las características geotécnicas o trabajabilidad del mismo. (Atienza Díaz M., 2014 pág. 6)</p>	<p>modificar sus propiedades físicas y químicas para uso en carreteras.</p> <p>La finalidad de evaluar la estabilización es comprobar la interacción que tiene estas conchas mediante mezclas de cenizas-suelo que generen un impacto en sus propiedades.</p> <p>Para ello se realizará diversos ensayos como CBR, Proctor Modificado, Análisis Granulométrico, Contenido de Humedad y Límites de Atterberg, para lograr la estabilización del</p>	<p>✓ CBR (Norma ASTM D-1883-73)</p> <p>CAPACIDAD PORTANTE</p> <p>✓ Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio (Norma ASTM C-88)</p> <p>✓ Dosificación en 4% de cenizas de conchas de coquina EN UNA MESCLA DE SUELO. (CE 020 y el Manual</p>	<p>Promedios de Contenido de Humedad</p> <p>Promedios de Proctor Modificado</p> <p>Promedios de CBR (capacidad portante)</p> <p>Promedios de durabilidad por sulfatos de magnesio</p>
--	---	--	--	---	---

la adición de 4%, 6% y 8% de las cenizas de concha de coquina.

- Determinar la resistencia del suelo (CBR) de la muestra patrón y de la adición de 4%, 6% y 8% de las cenizas de concha de coquina.
- Determinar la durabilidad con sulfato de magnesio de las cenizas de conchas de coquina.
- Comparar los resultados obtenidos con interpretación estadística.

suelo, y con ellos obtener un resultado positivo.

- ✓ Es aquella mezcla de suelo-ceniza de concha de coquina en proporción de 4%, 6% y 8% añadidas a suelos arcillosos en la carretera no pavimentada de Larea – Huauclan del distrito de Moro, de acuerdo a las siguientes normas establecidas para la estabilización de suelos con cal, norma CE 020 y el Manual de Carreteras EG-2013.

de Carreteras EG-2013)

✓ Dosificación en 6% de cenizas de conchas de coquina EN UNA MESCLA DE SUELO. (*CE 020 y el Manual de Carreteras EG-2013)*)

✓ Dosificación en 8% de cenizas de conchas de coquina EN UNA MESCLA DE SUELO. (*CE 020 y el Manual de Carreteras EG-2013)*)

ANEXO N°02

Análisis Térmico Diferencial de las conchas de coquina (ATD)



Trujillo, 09 de octubre del 2019

INFORME N° 61 - OCT-19

Solicitante: Naysa Chunga Ávalos – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Conchas de coquina (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CQ-61O	35 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 910 °C.
- Masa de muestra analizada: 35 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa



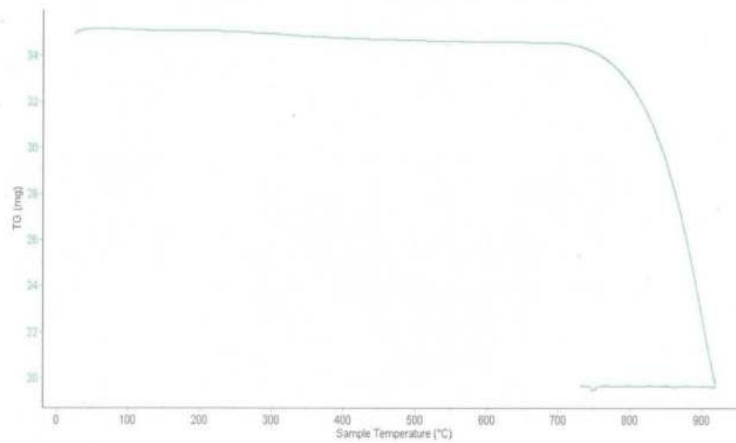


Trujillo, 09 de octubre del 2019

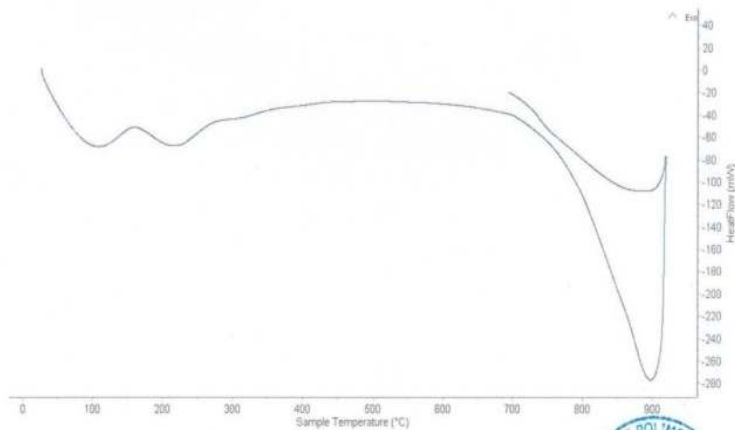
INFORME N° 61 - OCT-19

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica DSC



Tel.: 44-203510949790880/958689003 dumchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo





Trujillo, 09 de octubre del 2019

INFORME N° 61 - OCT-19

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una muy leve caída del material, indicando buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 710°C, temperatura en la cual se da el inicio de la descomposición acelerada y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 45% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera en torno a 110, y la otra a 220 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 900°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 09 de octubre del 2019


Ing. Dany Mestas Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

ANEXO N°03

Análisis Fluorescencia de Rayos X



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Informe N°85-LAQ/2019

Análisis de cenizas de concha de coquina por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de concha de coquina a pedido de la Srta. **Chunga Avalos, Naysha Anthuanet**, alumna de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Estabilización del Suelo Adicionando Cenizas de Concha de Coquina (*Donax Trunculux*) en el Tramo Larea – Huaullan.”

La muestra había sido calcinada previamente a 900°C y está en forma de grano fino de color blanco.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 10970 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na (Z=11) y Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de cenizas de concha de coquina. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico y la energía.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y/o Mg que esta técnica no puede detectar y/o diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Luego, estos porcentajes son normalizados a 100%, Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de cenizas de concha de coquina en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	4.027	4.833
SO ₂	0.592	0.710
CaO	76.093	91.332
Fe ₂ O ₃	0.038	0.038
Ni ₂ O ₃	0.011	0.014
CuO	2.035	1.242
ZnO	0.529	0.634
As ₂ O ₅	0.004	0.005
SrO	0.155	0.186
ZrO ₂	0.009	0.011
PbO	0.009	0.022
Total	83.315	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Archeometría

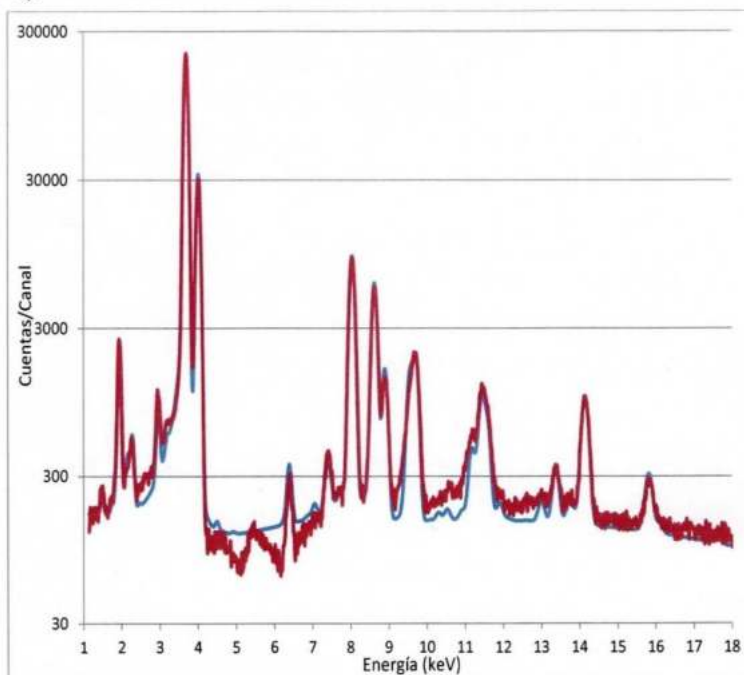


Figura 1. Espectro de FRXDE de cenizas de concha de coquina en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Archeometría



Lima, 23 de octubre del 2019

ANEXO N°04

Ensayos de pH



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO N° 20191106-005

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : NAYSHA CHUNGA AVALOS
DIRECCIÓN : Jr. Francisco Pizarro 292 Bolívar Bajo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO.
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2019-11-06
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2019-11-06
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2019-11-07
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 191106-4

RESULTADOS

ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHA DE COQUINA (DONAX TRUNCULUX) EN EL TRAMO LAREA - HUALILLAN - MORO

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CALICATA 1 (PATRON)	8,92

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayo 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.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Noviembre 08 del 2019.

GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 325
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 06
Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN
DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO N° 20191108-004

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : NAYSHA CHUNGA AVALOS
 DIRECCIÓN : Jr. Francisco Pizarro 292 Bolívar Bajo Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO.
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019-11-08
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2019-11-08
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2019-11-08
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : SS 191108-3

RESULTADOS

“ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHA DE COQUINA (DONAX TRUNCULUX) EN EL TRAMO LAREA – HUALLAN - MORO”

MUESTRA	ENSAYO
	pH
CALICATA N° 1 (EXPERIMENTAL) TERRENO NATURAL CON ADICION DE CENIZAS DE COQUINA 4%	13,11

METODOLOGIA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos 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.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Noviembre 09 del 2019.

GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B. 323
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 06
Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO N° 20191112-043

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : NAYSHA CHUNGA AVALOS
 DIRECCIÓN : Jr. Francisco Pizarro 292 Bolívar Bajo Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO.
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 02 muestras.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019-11-12
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2019-11-12
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2019-11-12
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : SS 191112-12

RESULTADOS

“ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHA DE COQUINA (DONAX TRUNCULUX) EN EL TRAMO LAREA - HUAULLAN - MORO”

MUESTRA	ENSAYO
	pH
CALICATA N° 2 (PATRÓN)	7,56
CALICATA N° 2 (EXPERIMENTAL) SUELO NATURAL MAS ADICION DEL 4% CONCHA DE COQUINA	12,38

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras: **Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ()**
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos 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.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: **SI () NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Noviembre 13 del 2019.

GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos

Gerente de Laboratorios

LC-MP-HRIE

Rev. 06

Fecha 2019-07-01



C.B.P. 3265
COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO N° 20201223-027

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : NAYSHA ANTHUANET CHUNGA AVALOS.
 DIRECCIÓN : Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020-12-23
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2020-12-23
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2020-12-23
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : SS 201223-7

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CALICATA 1 TERRENO NATURAL CON ADICIÓN DEL 6% CENIZAS DE CONCHA DE COQUINA (EXPERIMENTAL)	12,23
CALICATA 2 SUELO NATURAL CON ADICIÓN DEL 6% CENIZAS DE CONCHA DE COQUINA (EXPERIMENTAL)	12,33
CALICATA 1 TERRENO NATURAL CON ADICIÓN DEL 8% CENIZAS DE CONCHA DE COQUINA (EXPERIMENTAL)	12,18
CALICATA 2 TERRENO NATURAL CON ADICIÓN DEL 8% CENIZAS DE CONCHA DE COQUINA (EXPERIMENTAL)	12,27

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
 Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ()
 - Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
 - Estos resultados de ensayos 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.
 - No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
 - El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI () NO (X)
 - Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.
- Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Diciembre 28 del 2020.
 GVR/jms

LC-MP-HRIE
 Rev. 05
 Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

(Firma manuscrita)
 ANGEL MARGAS RAMOS
 JEFE DE LABORATORIO
 COLECBI S.A.C.

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

ANEXO N°05

Ensayos de Laboratorio

USP



CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus)
en el tramo Larea- Huauilan, Distrito de Moro"
MATERIAL : C-1 Y C-2
LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
FECHA : 22/03/2021

ENSAYO Nº	C-1	C-2
Peso de tara + MH	658.60	742.20
Peso de tara + MS	647.50	731.60
Peso de tara	209.50	208.00
Peso del agua	11.10	10.60
MS	438.00	523.60
Contenido de humedad (%)	2.53	2.02

NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
J.A. Sánchez de Bustillo - 19000
Mg. Miguel Salar Jara
JEFE



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculux)
 en el tramo Larea- Huauilan, Distrito de Moro"
 MUESTRA : SUELO NATURAL
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22-03-2021

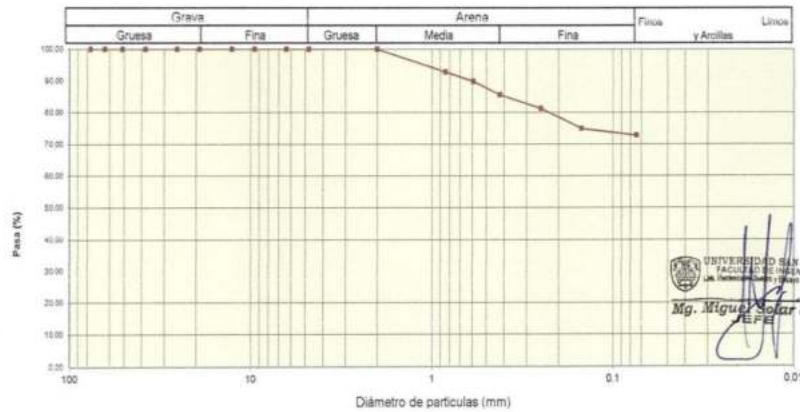
Peso Seco Inicial	700	gr.
Peso Seco Lavado	190.0	gr.
Peso perdido por lavado	510.0	gr.

CALICATA - 1
M - 1
PROF : 0.80

Tamiz/Abertura	N°	(mm)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
4 1/2"		114.30	0.0	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-8 Suelo arcilloso
4"		101.60	0.0	0.0	0.0	100.0	
3 1/2"		88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
3"		76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Valor del índice de grupo (IG) : 11
2"		50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"		38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
1"		25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas finas.
3/4"		19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"		9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Acíde media plasticidad con arena CL
N° 4		4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 10		2.000	50.0	7.1	7.1	92.9	Pasa tamiz N° 4 (%) : 100.0
N° 20		0.840	20.0	2.9	10.0	90.0	Peso tamiz N° 200 (%) : 72.9
N° 40		0.425	30.0	4.3	14.3	85.7	D60 (mm) :
N° 60		0.260	30.0	4.3	18.6	81.4	D30 (mm) :
N° 140		0.106	45.0	6.4	25.0	75.0	D10 (mm) :
N° 200		0.075	15.0	2.1	27.1	72.9	Cu
< 200			510.0	72.9	100.0	0.0	Cc
Total			700.0			100.0	

Limite líquido LL	38.79
Limite plástico LP	21.92
Índice plasticidad IP	16.87

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 JA. HERNÁNDEZ URBINO Y SU CREACIÓN
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculox)
 en el tramo Larea- Huauilan, Distrito de Moro"
 MUESTRA : SUELO NATURAL
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22-03-2021

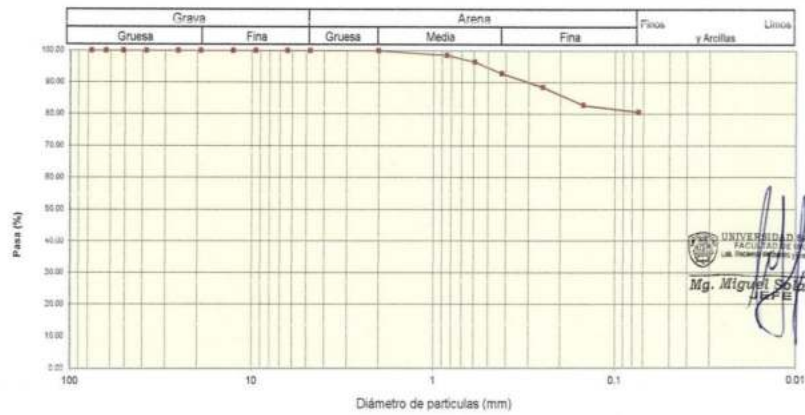
Peso Seco Inicial	700	gr.
Peso Seco Lavado	135.0	gr.
Peso perdido por lavado	565.0	gr.

CALICATA - 2
M - 1
PROF : 0.80

Tamiz/Abertura	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N° 4 1/2"	114.30	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-6 Suelo arcilloso
4"	101.60	0.0	0.0	100.0	
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	100.0	
3"	76.20	0.0	0.0	100.0	Usar del índice de grupo (IG) : 10
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
1"	25.40	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas finas.
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	Arcilla media plastificada con arena CL
N° 4	4.76	0.0	0.0	100.0	
N° 10	2.000	10.0	1.4	98.6	Pasa tamiz N° 4 (%) : 100.0
N° 20	0.840	15.0	2.1	96.4	Pasa tamiz N° 200 (%) : 80.7
N° 40	0.425	25.0	3.6	92.9	D60 (mm) :
N° 60	0.260	30.0	4.3	88.6	D30 (mm) :
N° 140	0.106	40.0	5.7	17.1	D10 (mm) :
N° 200	0.075	15.0	2.1	19.3	Cu
< 200	565.0	80.7	100.0	0.0	Cc
Total	700.0			100.0	

Límite líquido LL	36.85
Límite plástico LP	23.7
Índice plasticidad IP	13.15

CURVA GRANULOMÉTRICA



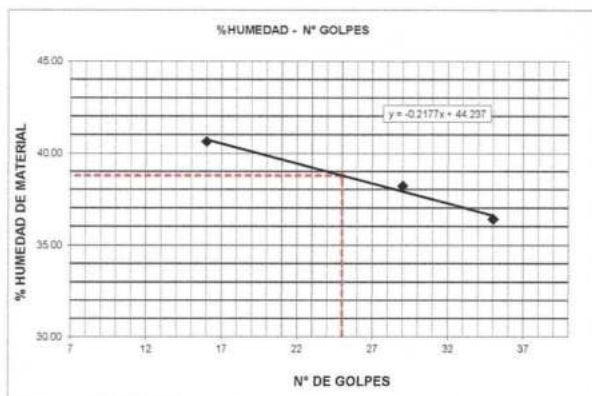
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Mg. Miguel Solís Jara
 I.P.E.



LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus)
 en el tramo Larea- Huauilan, Distrito de Moro"
 MUESTRA : SUELO NATURAL CALICATA -1
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	43.40	44.10	45.10	19.10	24.10	18.40
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	36.70	36.80	37.70	18.40	23.10	17.60
PESO DE LA TARA (gr.)	18.30	17.70	19.50	14.90	18.60	14.20
PESO DEL AGUA (gr.)	6.70	7.30	7.40	0.70	1.00	0.80
PESO SUELO SECO (gr.)	18.40	19.10	18.20	3.50	4.50	3.40
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	36.41	38.22	40.66	20.00	22.22	23.53
Nro. DE GOLPES	35	29	16	21.92		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL : %	38.79

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP : %	21.92

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP : %	16.88

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Lic. Mercedes Huamani Encaya de Morisson
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

(MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus)
 en el tramo Larea- Huallan, Distrito de Moro"
 MUESTRA : SUELO NATURAL CALICATA -2
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	35.30	50.20	49.50	24.40	22.60	25.70
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	29.80	40.80	40.80	23.30	21.80	24.30
PESO DE LA TARA (gr.)	14.20	14.90	18.50	18.30	18.50	18.60
PESO DEL AGUA (gr.)	5.50	9.40	8.70	1.10	0.80	1.40
PESO SUELO SECO (gr.)	15.80	25.90	22.30	5.00	3.30	5.70
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	35.26	36.29	39.01	22.00	24.24	24.56
Nro. DE GOLPES	36	27	12	23.60		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 36.85

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 23.60

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP :	% 13.25

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Los Huancos de Surco - Calle de la Migración
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



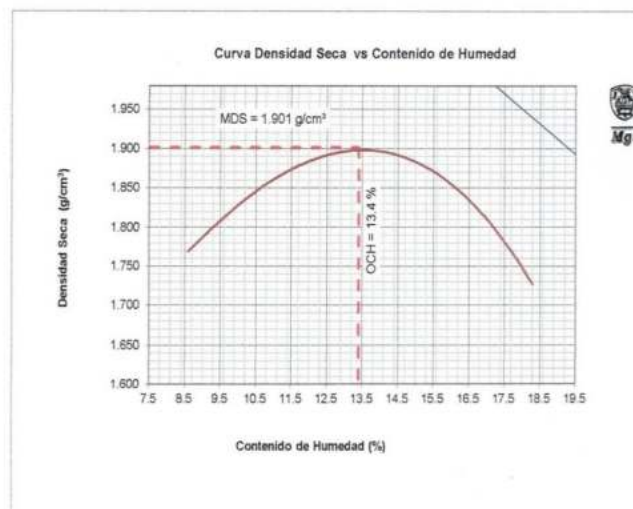
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus)
 en el tramo Larea- Huauilan, Distrito de Moro"
 MATERIAL : Suelo Natural
 CALICATA : :1
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ³		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3785	3930	4015	3900
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1810.0	1955.0	2040.0	1925.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	942.2	942.2	942.2	942.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.921	2.075	2.165	2.043
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	530.0	515.0	490.0	460.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	504.0	484.0	452.0	420.0
09 - Peso del agua (g)	26.0	31.0	38.0	40.0
10 - Peso del tarro (g)	202.0	206.0	200.0	202.0
11 - Peso suelo seco (g)	302.0	278.0	252.0	218.0
12 - Contenido de Humedad (%)	8.6	11.2	15.1	18.3
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.769	1.866	1.881	1.727

Contenido Optimo Humedad **13.40 %** Densidad Seca Maxima, **1.901 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Facultad de Ingeniería
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



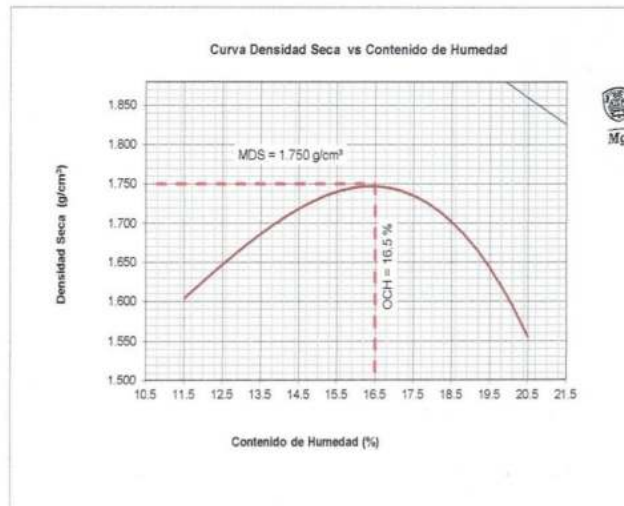
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-4%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculux)
 en el tramo Lares- Huauilan, Distrito de Moro"
 MATERIAL : Suelo Natural
 CALICATA : 1
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ³		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3660	3820	3895	3740
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1685.0	1845.0	1920.0	1765.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	942.2	942.2	942.2	942.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.788	1.958	2.038	1.873
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	580.0	615.0	565.0	590.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	541.0	564.0	510.0	526.0
09 - Peso del agua (g)	39.0	51.0	55.0	64.0
10 - Peso del tarro (g)	202.0	208.0	198.0	214.0
11 - Peso suelo seco (g)	339.0	356.0	312.0	312.0
12 - Contenido de Humedad (%)	11.5	14.3	17.6	20.5
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.604	1.713	1.733	1.555

Contenido Optimo Humedad **16.50 %** Densidad Seca Maxima, **1.750 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Ing. Miguel Salar Jara
 JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

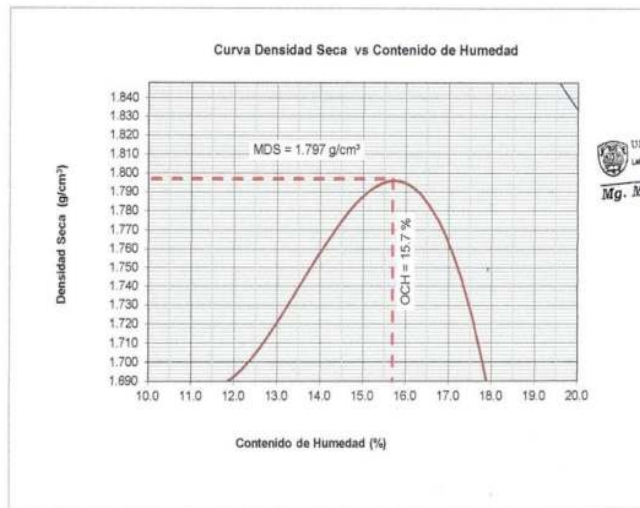
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-6%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus)
 en el tramo Larea- Huauilan, Distrito de Moro"
 MATERIAL : Suelo Natural
 CALICATA : 1
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes	25	
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3970	4056	4190	3900
02 - Peso del Molde (g)	1979.0	1979.0	1979.0	1979.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1991.0	2077.0	2211.0	1921.0
04 - Volumen del Molde (cm³)	1062.0	1062.0	1062.0	1062.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.875	1.956	2.082	1.809
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	625.3	425.6	825.3	531.4
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	580.0	400.4	733.3	480.0
09 - Peso del agua (g)	45.3	25.2	92.0	51.4
10 - Peso del tarro (g)	167.7	208.9	166.7	210.1
11 - Peso suelo seco (g)	412.3	191.5	566.6	269.9
12 - Contenido de Humedad (%)	11.0	13.2	16.2	19.0
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.689	1.728	1.792	1.520

Contenido Optimo Humedad **15.7 %** Densidad Seca Maxima, **1.797 g/cm³**



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-8%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET

TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus) en el tramo Lares- Huauilan, Distrito de Moro"

MATERIAL : Suelo Natural

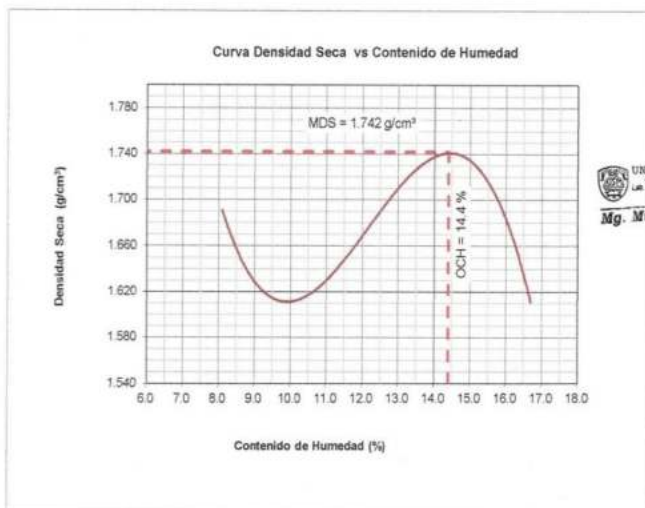
CALICATA : 1

LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH

FECHA : 22/03/2021

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm ³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3920	3900	4075	3975
02 - Peso del Molde (g)	1979.0	1979.0	1979.0	1979.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1941.0	1921.0	2096.0	1996.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	1062.0	1062.0	1062.0	1062.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.828	1.809	1.974	1.879
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	700.2	670.4	474.7	500.4
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	660.2	625.0	442.4	452.7
09 - Peso del agua (g)	40.0	45.4	32.3	47.7
10 - Peso del tarro (g)	167.2	210.7	208.7	167.7
11 - Peso suelo seco (g)	493.0	414.3	233.7	285.0
12 - Contenido de Humedad (%)	8.1	11.0	13.8	16.7
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.691	1.630	1.734	1.611

Contenido Optimo Humedad **14.4 %** Densidad Seca Maxima, **1.742 g/cm³**



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



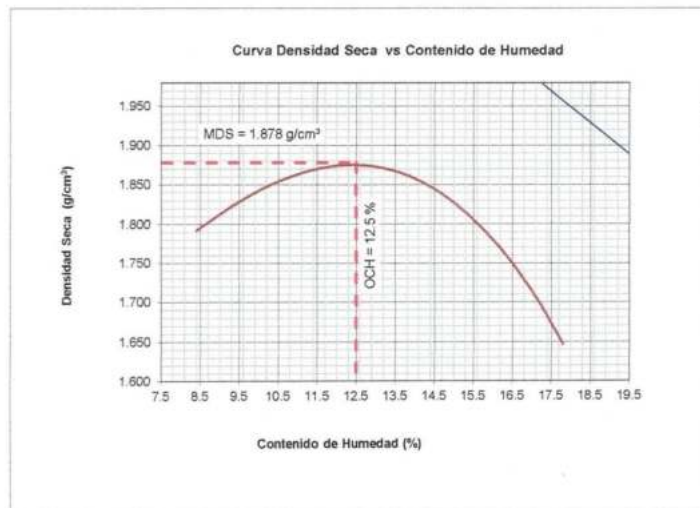
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus)
 en el tramo Larea- Huauilan, Distrito de Moro"
 MATERIAL : Suelo Natural
 CALICATA : 2
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm ³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3805	3945	3960	3803
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1830.0	1970.0	1985.0	1828.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	942.2	942.2	942.2	942.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.942	2.091	2.107	1.940
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	650.0	600.0	675.0	463.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	616.0	558.0	610.0	418.0
09 - Peso del agua (g)	34.0	42.0	65.0	45.0
10 - Peso del tarro (g)	210.0	200.0	170.0	165.0
11 - Peso suelo seco (g)	406.0	358.0	440.0	253.0
12 - Contenido de Humedad (%)	8.4	11.7	14.8	17.8
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.792	1.872	1.835	1.647

Contenido Optimo Humedad **12.50 %** Densidad Seca Maxima, **1.878 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Mg Miguel Sotol Jara
 JEFE



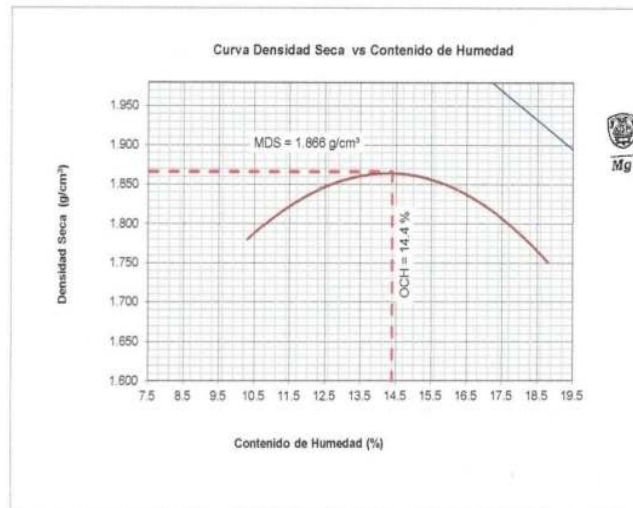
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-4%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculux)
 en el tramo Larea- Huauilan, Distrito de Moro"
 MATERIAL : Suelo Natural
 CALICATA : 2
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm ³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3825	3970	3995	3935
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1850.0	1995.0	2020.0	1960.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	942.2	942.2	942.2	942.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.964	2.117	2.144	2.080
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	650.0	585.0	565.0	550.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	608.0	539.0	515.0	495.0
09 - Peso del agua (g)	42.0	46.0	50.0	55.0
10 - Peso del tarro (g)	202.0	204.0	200.0	202.0
11 - Peso suelo seco (g)	406.0	335.0	315.0	293.0
12 - Contenido de Humedad (%)	10.3	13.7	15.9	18.8
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.780	1.862	1.850	1.751

Contenido Optimo Humedad **14.40 %** Densidad Seca Maxima, **1.866 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 J. R. MORALES
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

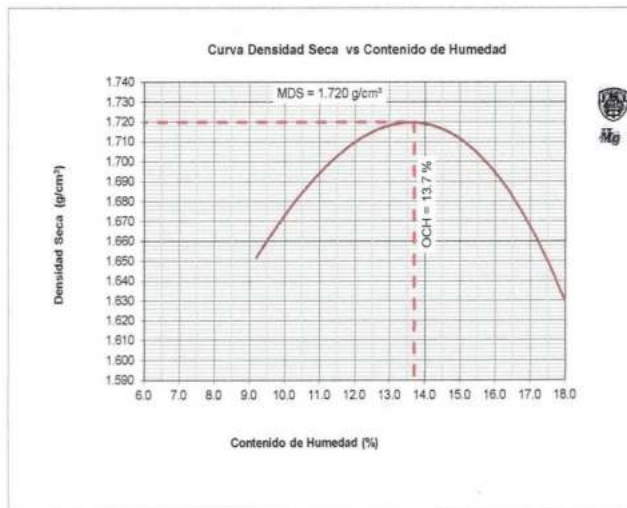
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-6%

NORMA ASTM D-1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculux) en el tramo Lares- Huauilan, Distrito de Moro"
 MATERIAL : Suelo Natural
 CALICATA : 2
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

Metodo Compactación:	"A"		Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm ²				
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3895	4025	4070	3995	
02 - Peso del Molde (g)	1979.0	1979.0	1979.0	1979.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1916.0	2046.0	2091.0	2016.0	
04 - Volumen del Molde (cm ³)	1062.0	1062.0	1062.0	1062.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.804	1.927	1.969	1.898	
06 - Tarro N°	01	02	03	04	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	672.1	479.4	659.6	703.7	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	632.1	434.1	600.0	606.9	
09 - Peso del agua (g)	40.0	45.3	59.6	96.8	
10 - Peso del tarro (g)	199.1	69.2	208.2	86.7	
11 - Peso suelo seco (g)	433.0	364.9	391.8	520.2	
12 - Contenido de Humedad (%)	9.2	12.4	15.2	18.6	
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.652	1.714	1.709	1.601	

Contenido Optimo Humedad **13.7 %** Densidad Seca Maxima, **1.720 g/cm³**



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



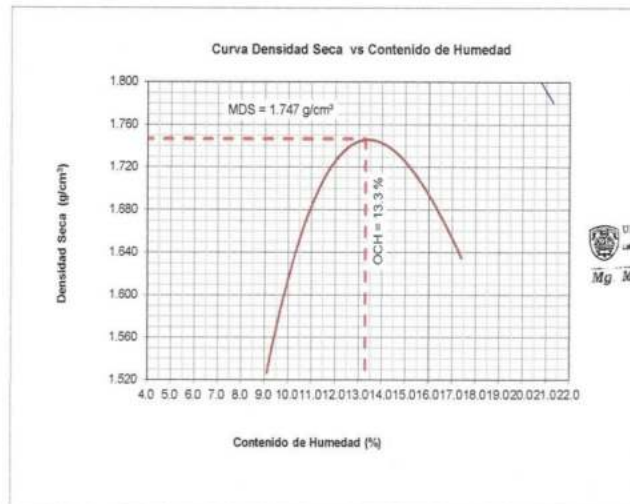
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-8%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculux) en el tramo Larea- Huauilan, Distrito de Moro"
 MATERIAL : Suelo Natural
 CALICATA : 2
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

Método Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3748	3979	4088	4018
02 - Peso del Molde (g)	1979.0	1979.0	1979.0	1979.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1769.0	2000.3	2109.0	2039.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	1062.0	1062.0	1062.0	1062.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.666	1.884	1.986	1.920
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	640.7	549.3	590.7	409.9
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	605.0	500.7	541.3	359.7
09 - Peso del agua (g)	35.7	48.6	49.4	50.2
10 - Peso del tarro (g)	212.5	67.4	207.4	71.5
11 - Peso suelo seco (g)	392.5	433.3	333.9	288.2
12 - Contenido de Humedad (%)	9.1	11.2	14.8	17.4
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.527	1.694	1.730	1.635

Contenido Optimo Humedad **13.3 %** Densidad Seca Maxima, **1.747 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Los Pinos de San Pedro - Chimbote
 Mg Miguel Solar Jara
 JEFE



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D-1883

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus)
 en el tramo Lares- Huauilan, Distrito de Moro"
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : .1
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

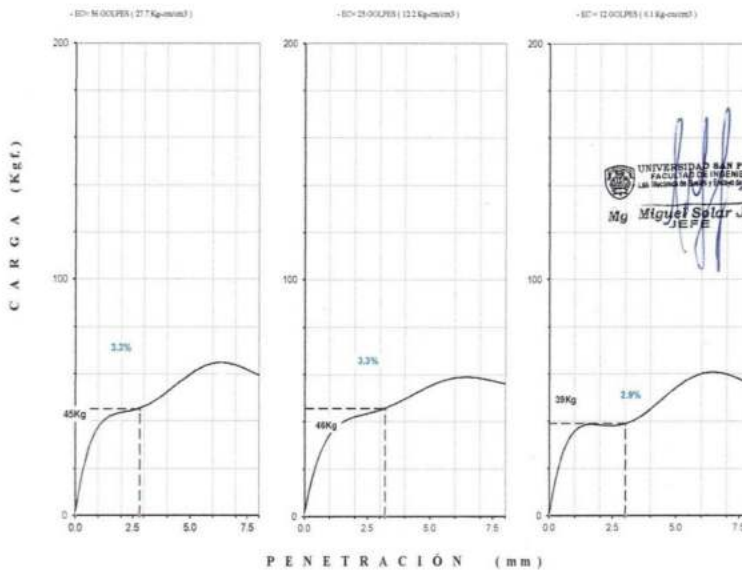
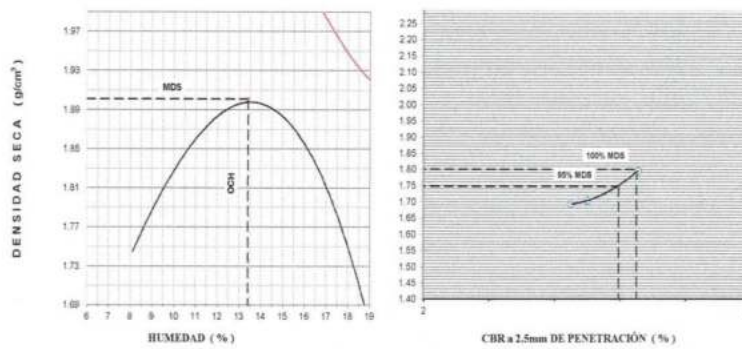
Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energia Compactacion [kg-cm/cm ³]	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8.980.0		8.965.0		8.435.0	
02 - Peso del molde (g)	4.432.0		4.577.0		4.572.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	4.548.0		4.388.0		3.863.0	
04 - Volumen de molde, cm ³	2.110.000		2.141.000		2.012.000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	2.155		2.050		1.920	
06 - Tarro N ^o	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	485.0		586.0		675.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	436.0		540.4		620.1	
09 - Peso del agua (g)	49.0		45.6		55.0	
10 - Peso del tarro (g)	70.0		200.0		210.0	
11 - Peso suelo seco (g)	366.0		340.4		410.1	
12 - Contenido de humedad (%)	13.4		13.4		13.4	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.901		1.807		1.693	
Embebido						
	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	18-Nov-19	4.00PM	4.64	4.48	4.35	
Dia 02	19-Nov-19	4.00PM	5.87	5.72	5.65	
Dia 03	20-Nov-19	4.00PM	6.63	6.59	6.35	
Dia 04	21-Nov-19	4.00PM	7.25	6.84	6.48	
Expansión, %			2.1	1.9	1.7	
Absorción						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4.548.0		4.388.0		3.863.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9.148.4		9.150.7		8.615.5	
03 - Peso del molde (g)	4.432.0		4.577.0		4.572.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	4.716.4		4.573.7		4.043.5	
05 - Peso del agua absorbida (g)	168.4		185.7		180.5	
06 - Peso del suelo seco (g)	4.010.7		3.869.4		3.406.5	
07 - Absorción de agua (%)	4.2		4.8		5.3	
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf]= Lectura Dial*4.2491345+27.92018						
PEN. (mm)	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	2.0	36.4	1.0	32.2	1.0	32.2
1.3	2.0	36.4	2.0	36.4	2.0	36.4
1.9	3.0	40.7	2.0	36.4	2.0	36.4
2.5	4.0	44.92	4.0	44.92	2.5	38.54
3.2	5.0	49.2	5.0	49.2	3.0	40.7
3.8	6.0	53.4	5.0	49.2	4.0	44.9
5.08	7.0	57.7	6.0	53.4	6.0	53.4
7.6	8.0	61.9	7.0	57.7	7.0	57.7
10.16	9.5	64.0	8.0	61.9	8.0	61.9
12.7	10.0	70.4	8.0	61.9	9.0	66.2
Carga [%]	44.92 kgf. [3.3%]		44.92 kgf. [3.3%]		38.54 kgf. [2.8%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1683]

NOMBRE	BACH. CHUNGA AVALOS NATASHA ANTHUANET	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESS	"Esterilización del suelo adhiriendo cenizas de conchas de coquina (Cocina Tronador) en el trazo Lima-Huancayo, Distrito de Moray"	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.901
		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.4
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	3.3
		CBR AL 99% DE LA M.D.S. (%)	3.2
MATERIAL	TERRENO NATURAL	SUCS	U ₁ - LL - P - O ₁
CALCATA	1	AASHTO	EMBEBIDO 4 días EXPANSIÓN: 2.1 %
UBICACIÓN	MORO-SANTA ANCA SH	ABSORCIÓN	4.2 % HUMEDAD DE PENETRACIÓN
FECHA	22 Mar 2021		17.6 %





RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-4%
NORMA ASTM D-1883

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus)
 en el tramo Larea- Huauflan, Distrito de Moro"
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : .1
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energía Compactación [kg-cm/cm ³]	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,887.0		8,504.0		8,182.0	
02 - Peso del molde (g)	4,776.0		4,472.0		4,555.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	4,111.0		4,032.0		3,627.0	
04 - Volumen de molde, cm ³	2,107.890		2,107.890		2,107.890	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.950		1.913		1.721	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	516.0		508.0		496.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	484.0		476.0		466.0	
09 - Peso del agua (g)	32.0		32.0		30.0	
10 - Peso del tarro (g)	204.0		202.0		204.0	
11 - Peso suelo seco (g)	280.0		274.0		262.0	
12 - Contenido de humedad (%)	11.4		11.7		11.5	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.750		1.713		1.544	
Embebido						
	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial
Dia 01	18-Nov-19	4.00PM	1.70	3.37	4.22	
Dia 02	19-Nov-19	4.00PM	2.02	4.28	5.43	
Dia 03	20-Nov-19	4.00PM	2.45	4.79	6.48	
Dia 04	21-Nov-19	4.00PM	2.69	5.62	7.35	
Expansión, %			0.8	1.8	2.5	
Absorción						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,111.0		4,032.0		3,627.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,042.0		8,677.3		8,354.5	
03 - Peso del molde (g)	4,776.0		4,472.0		4,555.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	4,266.0		4,205.3		3,799.5	
05 - Peso del agua absorbida (g)	155.0		173.3		172.5	
06 - Peso del suelo seco (g)	3,689.4		3,610.4		3,254.4	
07 - Absorción de agua (%)	4.2		4.8			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	32.0	163.9	18.0	104.4	12.0	78.9
1.3	57.0	270.1	27.0	142.6	18.0	104.4
1.9	67.0	312.6	32.0	163.9	23.0	125.7
2.5	72.0	333.86	45.0	219.13	30.0	155.39
3.2	89.0	406.1	53.0	253.1	40.0	197.9
3.8	97.0	440.1	67.0	312.6	45.0	219.1
5.08	120.0	537.8	78.0	359.4	50.0	240.4
7.6	138.0	614.3	89.0	406.1	55.0	261.8
10.16	146.0	648.3	99.0	448.6	60.0	282.9
12.7	156.0	690.8	115.0	516.8	65.0	304.1
Carga [%]	333.86 kgf. [24.5%]		219.13 kgf. [16.1%]		155.39 kgf. [11.4%]	

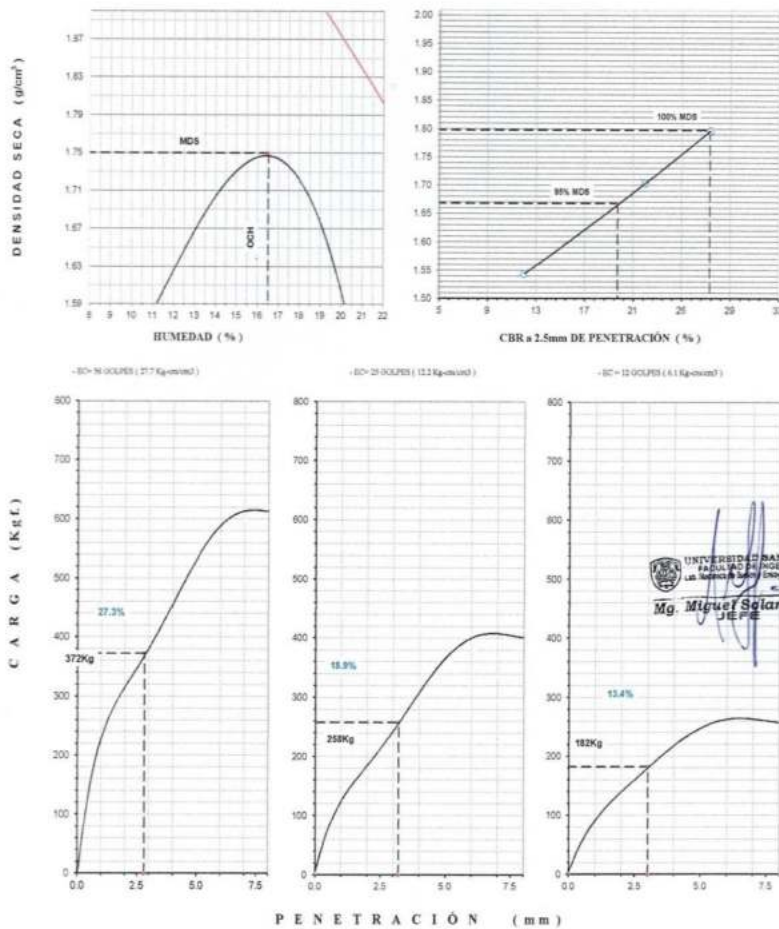
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos

Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL-4%

NOMBRE: SACH CHUNGA AVILDS NATSINA ANTHUANET	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS: "Estabilización del suelo adhiriendo cenizas de conchas de cangrejo (Cónar truncata) en el tramo Lampa- Huacarán, Distrito de Muro"	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.750
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.5
	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	27.3
MATERIAL: TERRENO NATURAL	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	19.7
CALICATA: 1	SUCS: LL -- IP -- G ₂	--
UBICACIÓN: MORO-SANTAANCASH	AASHTO: 4 días	EXPANSIÓN: 0.8%
FECHA: 22-Mar-2021	ABSORCIÓN: 4.2%	HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 20.7%





RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-6%
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus) en el tramo Lareta- Huauilan, Distrito de Moro"
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : .1
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energía Compactación (kg-cm)/cm³	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,158.0	7,750.0	7,135.0			
02 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,058.0	3,650.0	3,185.0			
04 - Volumen de molde, cm³	2,082.000	2,059.000	2,041.000			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm³)	1.949	1.773	1.561			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	522.4	480.0	512.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	487.0	448.4	477.4			
09 - Peso del agua (g)	35.4	31.6	34.6			
10 - Peso del tarro (g)	70.0	66.0	79.0			
11 - Peso suelo seco (g)	417.0	382.4	398.4			
12 - Contenido de humedad (%)	8.5	8.3	8.7			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.797	1.637	1.436			
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial			
Dia 01	17-Oct-16	5.00PM	0.00			
Dia 02	18-Oct-16	5.00PM	0.00			
Dia 03	19-Oct-16	5.00PM	0.00			
Dia 04	20-Oct-16	5.00PM	0.00			
Expansión, %			0.0			
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,058.0	3,650.0	3,185.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,539.5	8,164.7	7,521.8			
03 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,439.5	4,064.7	3,571.8			
05 - Peso del agua absorbida (g)	381.5	414.7	386.8			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,740.5	3,371.4	2,930.5			
07 - Absorción de agua (%)	10.2	12.3	13.2			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	16.0	95.9	10.0	70.4	5.0	49.2
1.3	24.0	129.9	15.0	91.7	10.0	70.4
1.9	46.0	223.4	25.0	134.1	15.0	91.7
2.5	88.0	401.84	45.0	219.13	23.0	125.65
3.2	120.0	537.8	65.0	304.1	35.0	176.6
3.8	160.0	707.8	85.0	389.1	47.0	227.6
5.08	200.0	877.7	105.0	474.1	50.0	240.4
7.6	240.0	1047.7	125.0	559.1	62.0	291.4
10.16	280.0	1217.7	146.0	648.3	74.0	342.4
12.7	320.0	1387.6	180.0	792.8	83.0	380.6
Carga [%]	401.84 kgf. [29.5%]		219.13 kgf. [16.1%]		125.65 kgf. [9.2%]	

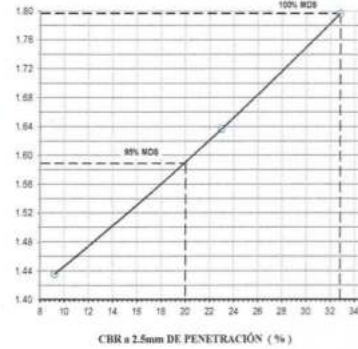
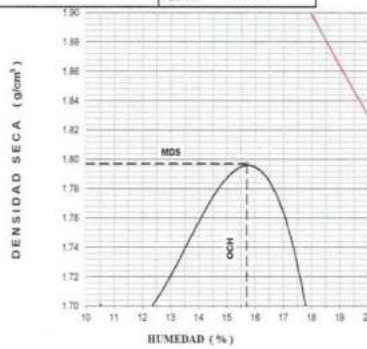
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Maria Inés Solís Jara



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL-6%

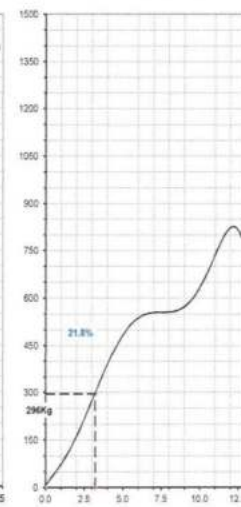
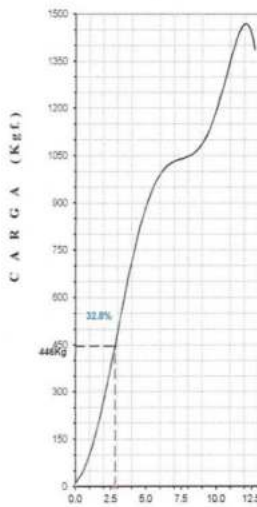
NOMBRE	BACH. CHUNGA AYALOS NATASHA ANTHUANET	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	"Estimación del costo adicional de obras de coque (Coke) fucilac) en el área Lanta-Hualan, Distrito de Moro"	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.797
MATERIAL	TERRENO NATURAL	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.7
CALICATA	1	CBR AL 10% DE LA M.D.S. (%)	32.8
UBICACIÓN	MORO-SANTIAANASH	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	20.0
FECHA	22-Mar-2021	ABSORCIÓN	10.2 %
		EMBEUDO	4 DÍAS
		EXPANSIÓN	5/E
		HUMEDAD DE PENETRACIÓN	25.9 %



-80- 51 000/203 (217 Kg-cm/m²)

-80- 25 000/203 (123 Kg-cm/m²)

-80- 12 000/203 (61 Kg-cm/m²)



PENETRACIÓN (mm)

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-8%
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donar trunculux)
 en el tramo Larea- Huailian, Distrito de Moro"
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 1
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

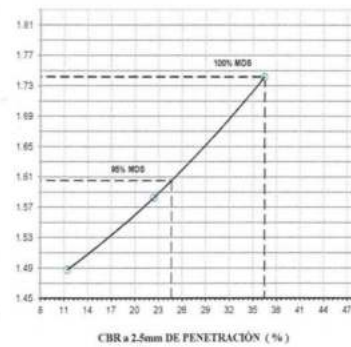
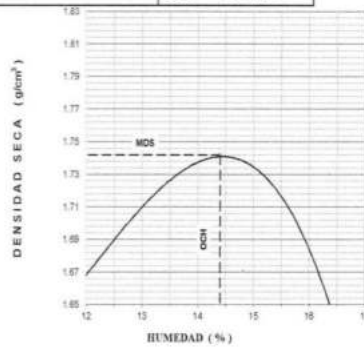
Características					
Numero de Molde	1	2	3		
Numero de Capas	5	5	5		
Numero de Golpe	56	25	12		
Energia Compactacion [kg-cm]/cm³	27.7	12.2	6.1		
Densidad Seca [CBR]					
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,213.0	7,920.0	8,570.8		
02 - Peso del molde (g)	4,865.0	4,130.0	4,800.0		
03 - Peso suelo humedo (g)	4,348.0	3,790.0	3,770.8		
04 - Volumen de molde, cm³	2,175.520	2,086.080	2,216.040		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm³)	1.999	1.817	1.702		
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	284.4	373.9	482.1		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	269.4	347.7	447.9		
09 - Peso del agua (g)	15.0	26.2	34.2		
10 - Peso del tarro (g)	167.7	170.5	209.7		
11 - Peso suelo seco (g)	101.7	177.2	238.2		
12 - Contenido de humedad (%)	14.7	14.8	14.4		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.742	1.583	1.488		
Saturación					
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial
Dia 01	17-Oct-16	5.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 02	18-Oct-16	5.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 03	19-Oct-16	5.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 04	20-Oct-16	5.00PM	0.00	0.00	0.00
Expansión, %			0.0	0.0	0.0
Absorcion					
Numero de molde	1	2	3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,348.0	3,790.0	3,770.8		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,459.3	8,177.5	8,857.7		
03 - Peso del molde (g)	4,865.0	4,130.0	4,800.0		
04 - Peso suelo embebido (g)	4,594.3	4,047.5	4,057.7		
05 - Peso del agua absorvida (g)	246.3	257.5	286.9		
06 - Peso del suelo seco (g)	3,789.1	3,301.8	3,287.4		
07 - Absorción de agua (%)	6.5	7.8	8.7		
Penetración					
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018					
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	30.0	155.4	18.0	104.4	3.0
1.3	50.0	240.4	39.0	189.4	6.0
1.9	75.0	346.6	50.0	240.4	18.0
2.5	95.0	431.59	65.0	304.11	30.0
3.2	115.0	516.6	80.0	367.9	68.0
3.8	176.0	775.8	90.0	410.3	98.0
5.08	215.0	941.5	99.0	448.6	119.0
7.6	258.0	1124.2	105.0	474.1	135.0
10.16	274.0	1192.2	115.0	516.6	152.0
12.7	306.0	1328.2	125.0	559.1	175.0
Carga [%]	431.59 kgf. [31.7%]		304.11 kgf. [22.4%]		155.39 kgf. [11.4%]

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Norma Estel Jara



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL-8%

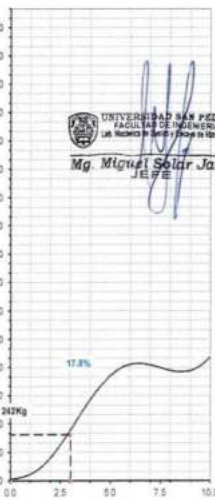
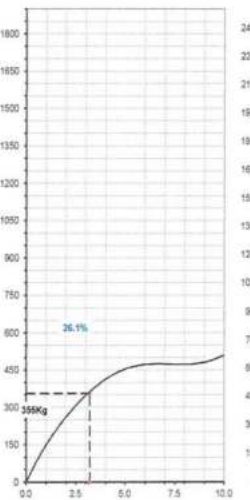
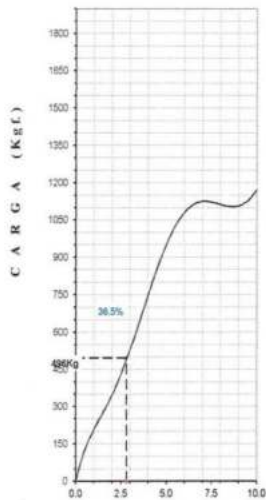
NOMBRE	SACH CHUNGA AVA LOS NATIWA ANTHUARET	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TEMA	"Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de còpala (Concha truncata) en el Falso Lirio- Huacuja, Distrito de Moray"	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.742
MATERIAL	TERRENO NATURAL	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.4
CALICATA	1	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	38.5
UBICACIÓN	MORO-SANTIAGUAS	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	24.8
FECHA	22-Mar-2021	EMBESICO	4 OMS
		EXPANSIÓN	SE
		ABSORCIÓN	8.5 %
		HUMEDAD DE PENETRACIÓN	20.8 %



-EC= 18 000/250 (27 Kg/cm²)

-EC= 25 000/250 (100 Kg/cm²)

-EC= 12 000/250 (48 Kg/cm²)



PENETRACIÓN (mm)

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Miguel Solís Jara
I.E.T.E.



RELACION DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus)
 en el tramo Lares- Huauilan, Distrito de Moro"
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

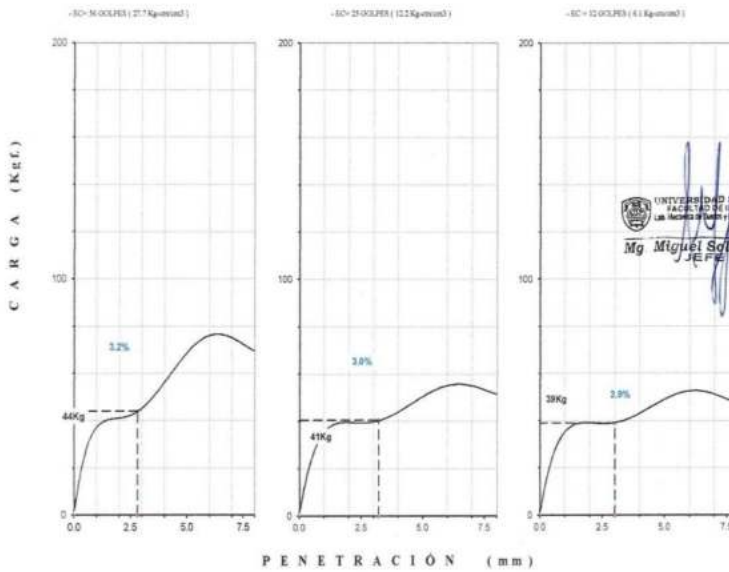
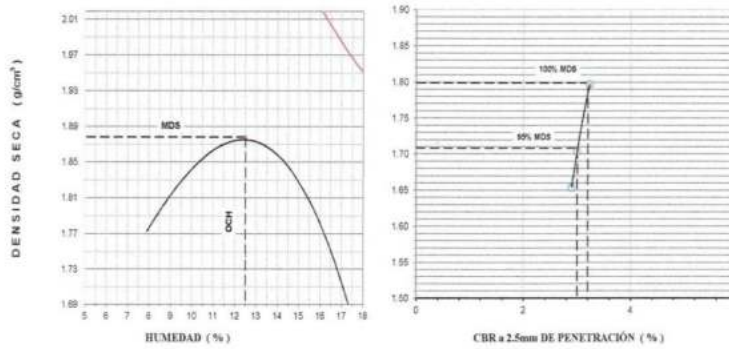
Características						
Numero de Molde		1	2	3		
Numero de Capas		5	5	5		
Numero de Golpe		56	25	12		
Energía Compactación [kg-cm]/cm ³		27.7	12.2	6.1		
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)		9,100.0	8,746.0	8,415.0		
02 - Peso del molde (g)		4,432.0	4,577.0	4,672.0		
03 - Peso suelo humedo (g)		4,668.0	4,169.0	3,743.0		
04 - Volumen de molde, cm ³		2,210.000	2,141.000	2,012.000		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)		2.112	1.947	1.860		
06 - Tarro N°		0.0	0.0	0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)		310.0	635.3	690.0		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)		297.8	571.8	631.7		
09 - Peso del agua (g)		12.2	63.5	58.3		
10 - Peso del tarro (g)		200.0	64.0	165.0		
11 - Peso suelo seco (g)		97.8	507.8	466.7		
12 - Contenido de humedad (%)		12.5	12.5	12.5		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)		1.878	1.731	1.654		
Embebido						
	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	18-Nov-19	4.00PM	4.50	3.56	1.50	
Dia 02	19-Nov-19	4.00PM	5.98	4.55	4.80	
Dia 03	20-Nov-19	4.00PM	6.77	5.73	6.60	
Dia 04	21-Nov-19	4.00PM	7.13	6.45	7.30	
Expansión, %			2.1	2.3	4.6	
Absorción						
Numero de molde		1	2	3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)		4,668.0	4,169.0	3,743.0		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)		9,274.3	8,923.9	8,591.3		
03 - Peso del molde (g)		4,432.0	4,577.0	4,672.0		
04 - Peso suelo embebido (g)		4,842.3	4,346.9	3,919.3		
05 - Peso del agua absorbida (g)		174.3	177.9	176.3		
06 - Peso del suelo seco (g)		4,149.4	3,705.9	3,327.1		
07 - Absorción de agua (%)		4.2	4.8	5.3		
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	2.0	36.4	1.0	32.2	1.0	32.2
1.3	2.0	36.4	2.0	36.4	2.0	36.4
1.9	2.5	38.5	2.0	36.4	2.0	36.4
2.5	3.0	40.67	3.0	40.67	2.5	38.54
3.2	5.0	49.2	3.0	40.7	3.0	40.7
3.8	7.0	57.7	4.0	44.9	4.0	44.9
5.08	9.0	66.2	5.0	49.2	4.5	47.0
7.6	10.5	72.5	6.0	53.4	5.0	49.2
10.16	13.0	83.2	6.0	53.4	5.5	51.3
12.7	16.0	95.9	7.0	57.7	6.0	53.4
Carga [%]	40.67 kgf. [3%]		40.67 kgf. [3%]		38.54 kgf. [2.8%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 M^g. Miguel Solar Jara
 JEFE



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

NOMBRE	BACH. CHUNGA AYALOS NAYSHA ANTHUANET	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESS	"Estabilización de suelo adhiriendo cenizas de concha de cordero (Conar Turcocha) en el Perro Lanco-Hualde, Distrito de Moro"	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.878
		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.5
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	3.2
MATERIAL	TERRENO NATURAL	CBR AL 99% DE LA M.D.S. (%)	3.0
CALICATA	3	SUCS	LL: -- IP: -- G _s : --
UBICACIÓN	MORO-SANTA ANICASH	AASHTO	EMBEBIDO: 4 días EXPANSIÓN: 2.1 %
FECHA:	22-Mar-2021	ABSORCIÓN:	4.3 % HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 19.7 %





RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-4%
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus)
 en el tramo Lareo- Huailian, Distrito de Moro"
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energía Compactación [kg-cm]/cm³	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,149.0	9,057.0	8,535.0			
02 - Peso del molde (g)	4,432.0	4,577.0	4,572.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,717.0	4,480.0	3,963.0			
04 - Volumen de molde, cm³	2,210.000	2,141.000	2,012.000			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm³)	2.134	2.092	1.970			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	500.0	545.3	475.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	463.5	501.8	436.0			
09 - Peso del agua (g)	36.5	43.5	39.0			
10 - Peso del tarro (g)	210.0	200.0	185.0			
11 - Peso suelo seco (g)	253.5	301.8	271.0			
12 - Contenido de humedad (%)	14.4	14.4	14.4			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.866	1.829	1.722			
Embebido						
	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	18-Nov-19	4.00PM	3.00	2.60	2.20	
Dia 02	19-Nov-19	4.00PM	4.17	3.45	2.38	
Dia 03	20-Nov-19	4.00PM	4.22	3.78	2.50	
Dia 04	21-Nov-19	4.00PM	4.98	4.20	2.80	
Expansión, %			1.6	1.3	0.5	
Absorción						
Numero de molde	1	2				
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,717.0	4,480.0	3,963.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,322.2	9,245.0	8,718.6			
03 - Peso del molde (g)	4,432.0	4,577.0	4,572.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,890.2	4,668.0	4,146.6			
05 - Peso del agua absorbida (g)	173.2	188.0	183.6			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,123.3	3,916.1	3,464.3			
07 - Absorción de agua (%)	4.2	4.8	5.3			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
Molde	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	65.0	304.1	46.0	223.4	32.0	163.9
1.3	70.0	325.4	63.0	295.6	55.0	261.6
1.9	80.0	367.9	69.0	321.1	50.0	240.4
2.5	82.0	376.35	72.0	333.86	62.0	291.37
3.2	90.0	410.3	82.0	376.3	73.0	338.1
3.8	96.0	435.8	88.0	401.8	75.0	346.6
5.08	100.0	452.8	90.0	410.3	80.0	367.9
7.6	110.0	495.3	100.0	452.8	90.0	410.3
10.16	120.0	537.8	110.0	495.3	100.0	452.8
12.7	130.0	580.3	120.0	537.8	110.0	495.3
Carga [%]	376.35 kgf. [27.7%]		333.86 kgf. [24.5%]		291.37 kgf. [21.4%]	

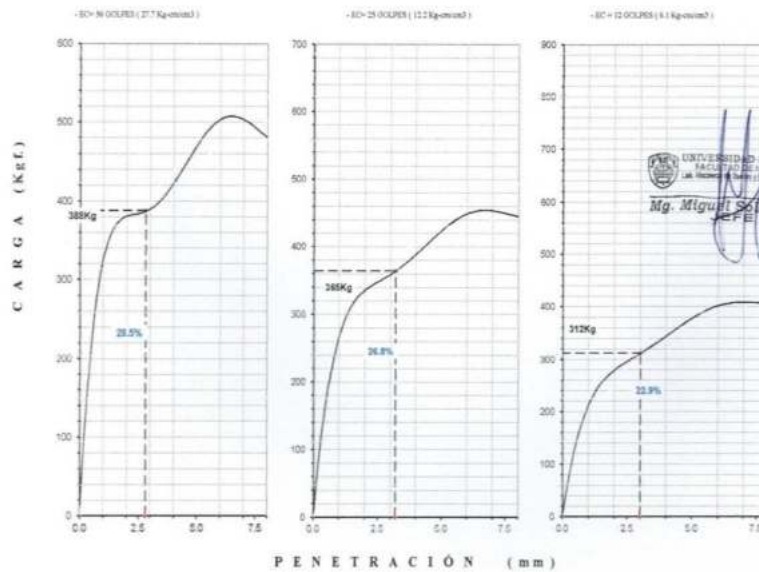
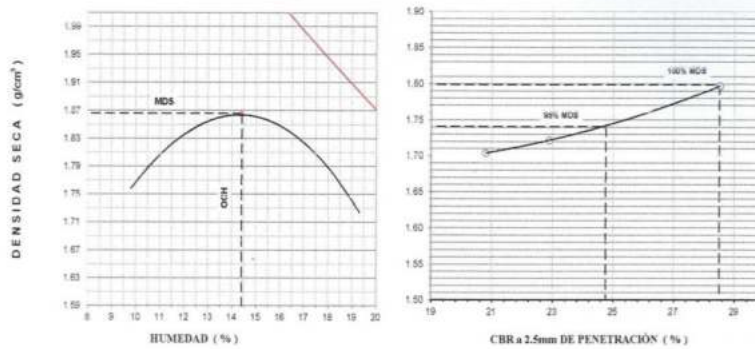
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Las Naciones de San Pedro (Cajamarca)

Miguel Solar Jara
JEFE



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL-4%

NOMBRE	BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TEMA	"Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de cangrejo (Cangrejo Tumbado) en el Tramo Lince- Huánuco, Distrito de Moré"	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.886
		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.4
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	28.5
		CBR AL 99% DE LA M.D.S. (%)	24.8
MATERIAL	TERRENO NATURAL	SUCS	LL -- SP -- G ₂ --
CALICATA	2	AASHTO	EMBEUDO 4 días EXPANSIÓN
UBICACIÓN	MORO-SANTA ANCAISH	ABSORCIÓN	4.3%
FECHA	22-Mar-2021	HUMEDAD DE PENETRACIÓN	18.6%





**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-6%
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus)
 en el tramo Lares- Huailian, Distrito de Moro"
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

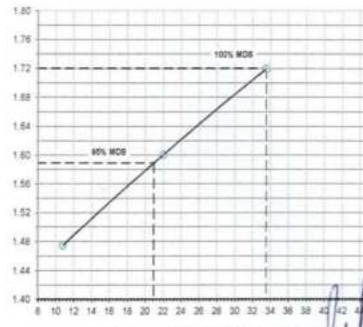
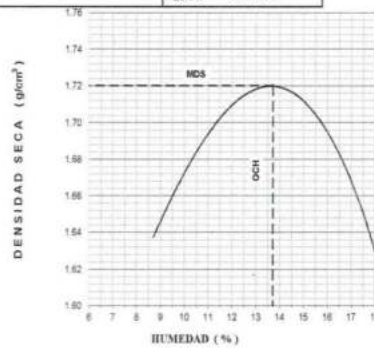
Características					
Numero de Molde	1	2	3		
Numero de Capas	5	5	5		
Numero de Golpe	56	25	12		
Energía Compactación [kg-cm/cm ³]	27.7	12.2	6.1		
Densidad Seca [CBR]					
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,065.8	7,910.0	8,496.5		
02 - Peso del molde (g)	4,865.0	4,130.0	4,800.0		
03 - Peso suelo humedo (g)	4,200.8	3,780.0	3,696.5		
04 - Volumen de molde, cm ³	2,175.520	2,086.080	2,216.040		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.931	1.812	1.668		
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	284.4	373.9	482.1		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	260.9	338.0	450.4		
09 - Peso del agua (g)	23.5	35.9	31.7		
10 - Peso del tarro (g)	69.2	65.0	208.1		
11 - Peso suelo seco (g)	191.7	273.0	242.3		
12 - Contenido de humedad (%)	12.3	13.2	13.1		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.720	1.601	1.475		
Saturación					
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial
Dia 01		5.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 02		5.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 03		5.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 04		5.00PM	0.00	0.00	0.00
Expansión, %			0.00	0.00	0.00
Absorción					
Numero de molde	1	2	3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,200.8	3,780.0	3,696.5		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,335.2	8,197.3	8,797.2		
03 - Peso del molde (g)	4,865.0	4,130.0	4,800.0		
04 - Peso suelo embebido (g)	4,470.2	4,067.3	3,997.2		
05 - Peso del agua absorbida (g)	269.4	287.3	300.7		
06 - Peso del suelo seco (g)	3,742.1	3,340.7	3,268.8		
07 - Absorción de agua (%)	7.2	8.6	9.2		
Penetración					
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018					
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	15.0	91.7	10.0	70.4	3.0
1.3	20.0	112.9	15.0	91.7	5.0
1.9	38.0	189.4	22.0	121.4	15.0
2.5	67.0	397.59	46.0	223.38	26.0
3.2	130.0	580.3	70.0	325.4	35.0
3.8	150.0	665.3	90.0	410.3	45.0
5.08	180.0	792.8	110.0	495.3	59.0
7.6	210.0	920.2	130.0	580.3	76.0
10.16	230.0	1005.2	140.0	622.8	89.0
12.7	240.0	1047.7	150.0	665.3	97.0
Carga [%]	397.59 kgf. [29.2%]		223.38 kgf. [16.4%]		146.9 kgf. [10.8%]





RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL-6%

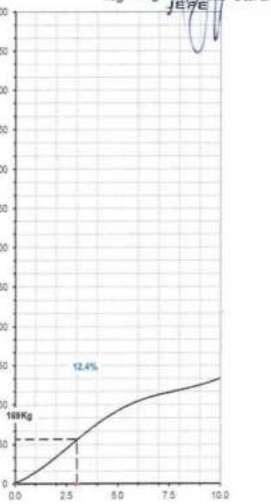
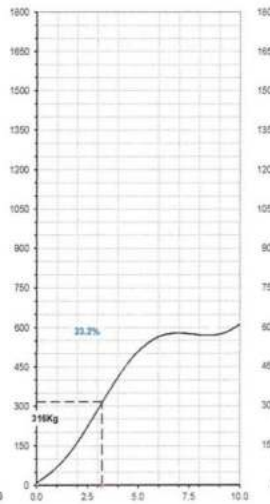
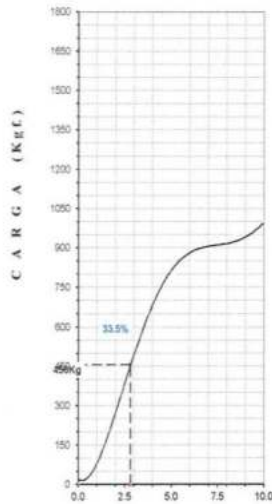
NOMBRE : BACH. CHUNGA AVILA DE NAYSHA ANTHUANET	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : (ASTM D-1557)	A
TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de corchales de coquina (Cenizas turbotul) en el tramo Laredo- Huancayo, Distrito de Moray"	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.720
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.7
	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	33.5
MATERIAL : TERRENO NATURAL	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	20.9
CALICATA : 2	EMBEBIDO : 4 DIAS	EXPANSIÓN : 9E
UBICACIÓN : MORO-SANTA ANGASH	ABSORCIÓN : 7.2 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 20.9 %
FECHA : 23-Mar-2021		



-50° N OULPES (27.7kg/cm²)

-50° N OULPES (12.2kg/cm²)

-50° N OULPES (12.2kg/cm²)



PENETRACIÓN (mm)

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-8%
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus)
 en el tramo Larea- Huauilan, Distrito de Moro"
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 FECHA : 22/03/2021

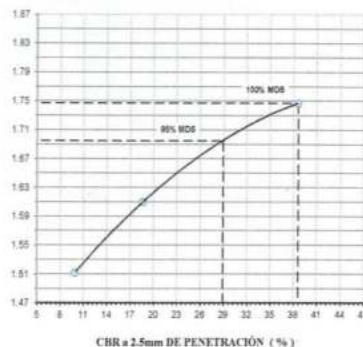
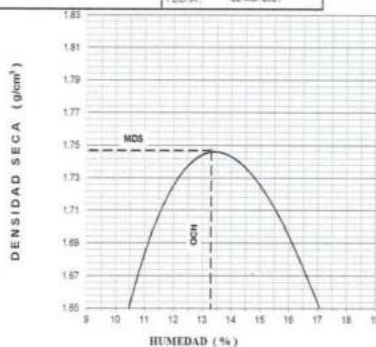
Características					
Numero de Molde	1	2	3		
Numero de Capas	5	5	5		
Numero de Golpe	56	25	12		
Energía Compactación [kg-cm]/cm ³	27.7	12.2	6.1		
Densidad Seca [CBR]					
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,130.8	7,930.0	8,589.0		
02 - Peso del molde (g)	4,865.0	4,130.0	4,800.0		
03 - Peso suelo humedo (g)	4,265.8	3,800.0	3,789.0		
04 - Volumen de molde, cm ³	2,175.520	2,086.080	2,218.040		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.961	1.822	1.710		
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	284.4	373.9	482.1		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	260.9	338.0	450.4		
09 - Peso del agua (g)	23.5	35.9	31.7		
10 - Peso del tarro (g)	69.2	85.0	208.1		
11 - Peso suelo seco (g)	191.7	273.0	242.3		
12 - Contenido de humedad (%)	12.3	13.2	13.1		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.747	1.610	1.512		
Saturación					
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial
Dia 01	17-Oct-16	5.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 02	18-Oct-16	5.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 03	19-Oct-16	5.00PM	0.00	0.00	0.00
Dia 04	20-Oct-16	5.00PM	0.00	0.00	0.00
Expansión, %			0.0	0.0	0.0
Absorción					
Numero de molde	1	2	3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,265.8	3,800.0	3,789.0		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,320.8	8,134.9	8,843.6		
03 - Peso del molde (g)	4,865.0	4,130.0	4,800.0		
04 - Peso suelo embebido (g)	4,455.8	4,004.9	4,043.6		
05 - Peso del agua absorbida (g)	190.0	204.9	254.6		
06 - Peso del suelo seco (g)	3,800.0	3,358.4	3,360.6		
07 - Absorción de agua (%)	5.0	6.1	7.6		
Penetración					
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018					
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	26.0	138.4	19.0	108.7	8.0
1.3	75.0	346.6	22.0	121.4	10.0
1.9	90.0	410.3	35.0	176.6	15.0
2.5	107.0	482.58	53.0	253.12	25.0
3.2	122.0	546.3	95.0	431.6	65.0
3.8	150.0	685.3	105.0	474.1	95.0
5.08	180.0	782.8	115.0	516.6	115.0
7.6	210.0	920.2	125.0	559.1	130.0
10.16	240.0	1047.7	135.0	601.6	148.0
12.7	280.0	1217.7	145.0	644.0	170.0
Carga [%]	482.58 kgf. [35.5%]		253.12 kgf. [18.6%]		134.15 kgf. [9.9%]

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Olga Regina Solar Jara



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL-8%

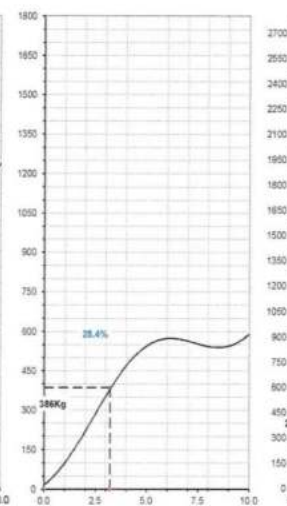
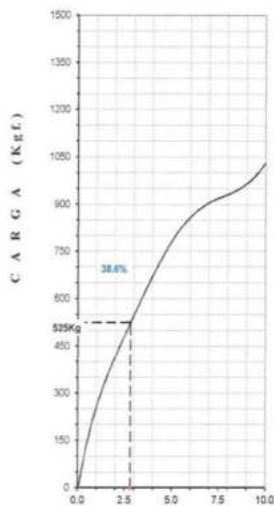
NOMBRE : BACH. CHUNGA AVILA OS HAYSHÁ ANTHUANET	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557) : A
TEMA : "Estabilización de suelo adicionando cenizas de conchas de trozo (Donde Yungay) en el trazo Lareo- Huailán, Distrito de Muro"	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) : 1.747
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.3
	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%) : 38.6
	CBR AL 92% DE LA M.D.S. (%) : 28.9
MATERIAL : TERRENO NATURAL	EMBESADO : 4.048
CALICATA : 3	EXPANSIÓN : 5/E
UBICACIÓN : MORO-SANTA ANCAISH	ABSORCIÓN : 9.0 %
FECHA : 23-Mar-2021	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 18.3 %



- EC = 9.000PSI (2.1 Kg/cm²)

- EC = 25.00PSI (1.1 Kg/cm²)

- EC = 12.00PSI (0.1 Kg/cm²)



PENETRACIÓN (mm)

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Los Ingenieros de San Pedro
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



**ENSAYO DE DURABILIDAD
CON SULFATO DE MAGNESIO**

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculux)
 en el tramo Larea- Huauilan, Distrito de Moro"
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 MATERIAL : SUELO NATURAL 96% Y CENIZA DE CONCHA DE COQUINA 4%
 FECHA : 22/03/2021

SUELO EXPERIMENTAL

Pérdidas (%) : 3.188

Tamaño	Peso Requerido (gr.)	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Pérdidas		Gradación Original (%)	Pérdidas Corregidas (%)
				Peso (gr)	(%)		
3/8" a N°4	*	*	*	*	*	*	*
N°4 a N°8	*	*	*	*	*	*	*
N°8 a N°16	*	*	*	*	*	*	*
N°16 a N°30	100	100	96.3	3.7	3.7	20.0	0.739
N°30 a N°50	100	100	95.2	4.8	4.80	26.2	1.258
N°50 a N°100	101	100	96.3	3.7	3.70	24.1	0.891
pasa N° 100	102	100	96.7	3.3	3.30	9.1	0.301
TOTALES						100.0	3.188

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 88.


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Los Mestizos de Sabán - Distrito de Morococha
 Mg. Miguel Solís Jara
 M.E.F.



**ENSAYO DE DURABILIDAD
CON SULFATO DE MAGNESIO**

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculus)
 en el tramo Larea- Huauilan, Distrito de Moro"
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 MATERIAL : SUELO NATURAL 94% Y CENIZA DE CONCHA DE COQUINA 6%
 FECHA : 22/03/2021

SUELO EXPERIMENTAL				Pérdidas (%) : 2.830			
Tamaño	Peso Requerido (gr.)	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Pérdidas		Gradación Original	Pérdidas Corregidas
				Peso (gr)	(%)	(%)	(%)
3/8" a N°4	-	-	-	-	-	-	-
N°4 a N°8	-	-	-	-	-	-	-
N°8 a N°16	-	-	-	-	-	-	-
N°16 a N°30	100	100	96.9	3.1	3.1	20.0	0.619
N°30 a N°50	100	100	95.8	4.2	4.20	26.2	1.100
N°50 a N°100	101	100	96.6	3.4	3.40	24.1	0.819
pasa N° 100	102	100	96.8	3.2	3.20	9.1	0.292
TOTALES						100.0	2.830

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 88.


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



**ENSAYO DE DURABILIDAD
CON SULFATO DE MAGNESIO**

SOLICITA : BACH. CHUNGA AVALOS NAYSHA ANTHUANET
 TESIS : "Estabilización del suelo adicionando cenizas de conchas de coquina (Donax trunculux)
 en el tramo Larea- Huaullan, Distrito de Moro"
 LUGAR : MORO-SANTA-ANCASH
 MATERIAL : SUELO NATURAL 92% Y CENIZA DE CONCHA DE COQUINA 8%
 FECHA : 22/03/2021

SUELO EXPERIMENTAL

Pérdidas (%) : 2.543

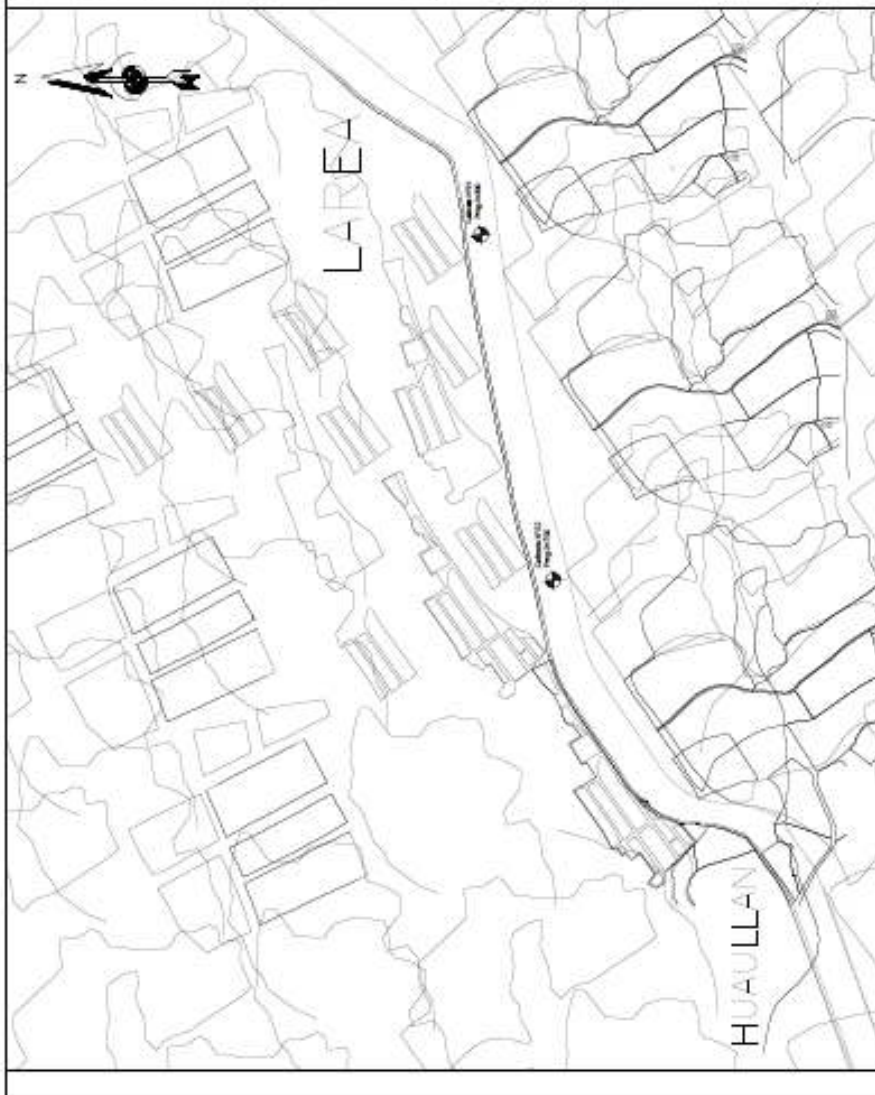
Tamaño	Peso Requerido (gr.)	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Pérdidas		Gradación Original (%)	Pérdidas Corregidas (%)
				Peso (gr)	(%)		
3/8" a N°4	*	*	*	*	*	*	*
N°4 a N°8	*	*	*	*	*	*	*
N°8 a N°16	*	*	*	*	*	*	*
N°16 a N°30	100	100	97.4	2.6	2.6	20.0	0.519
N°30 a N°50	100	100	96.1	3.9	3.90	26.2	1.022
N°50 a N°100	101	100	96.9	3.1	3.10	24.1	0.746
pasa N° 100	102	100	97.2	2.8	2.80	9.1	0.255
TOTALES						100.0	2.543

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 88.

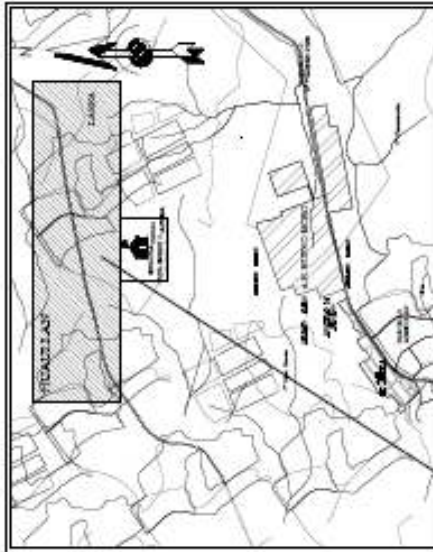

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Los Huancas de Surco - Distrito de Huancayo
 Mg. Miguel Solís Jara
 JEFE

ANEXO N°06

Ubicación Geográfica



PLANO DE UBICACION
Escala: 1:500



PLANO DE LOCALIZACION
Escala: 1:500

TRAMO: LAREA - HUALLAN
 PROVINCIA: SANTA
 DISTRITO: MORO
 REGION: ANCASH

LEYENDA

- TRAMO LAREA-HUALLAN
- AL-HH NUEVO MORO

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TÍTULO	U-01
OBJETIVO	ASESORIA TÉCNICA PARA EL DISEÑO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL TRAMO LAREA-HUALLAN
FECHA	2021
UBICACION Y LOCALIZACION	
PROYECTO	RECONSTRUCCIÓN DEL TRAMO LAREA-HUALLAN
CLIENTE	INSTITUCIÓN EDUCATIVA "SAN PEDRO"
FECHA DE ENTREGA	ABRIL 2021

ANEXO N°07

Panel Fotográfico

Figura 3.

Recolección de conchas de coquina en el mercado de peces La Sirena



Figura 4.

Lavado de conchas de coquina



Figura 5.

Secado de conchas de coquina



Figura 6.

Facultad de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT)



Figura 7.

Calcinación de conchas de coquina



Figura 8.

Inicio de trazo de la progresiva tomada como referencia de la carretera



Figura 9.

Trazo de progresivas para delimitar 1Km a investigar



Figura 10.

Universidad Mayor de San Marcos, realización de ensayo de Fluorescencia de rayos X (FRX)



Figura 11.

Inicio de realización de Calicata N°01



Figura 12.

Termino de Calicata N°01



Figura 13.

Inicio de realización de Calicata N°2



Figura 14.

Termino de Calicata N°02



Figura 15.

Entrega de material de suelo extraído del tramo de Larea- Huauellan en el distrito de Moro



Figura 16.

Entrega de cenizas de conchas de coquina para los ensayos a realizarse



Figura 17.

Tamizado por la malla N°04 en el Laboratorio de suelos USP



Figura 18.

Análisis Granulométrico en el Laboratorio de suelos USP



Figura 19.

Límite líquido en el Laboratorio de suelos USP



Figura 20.

Limite plástico en el Laboratorio de suelos USP



Figura 21.

Preparando mi suelo para el Proctor modificado Tipo A con el técnico en el Laboratorio de suelos USP



Figura 22.

Proctor Modificado de la Calicata N°01 (Patrón) en el Laboratorio de suelos USP



Figura 23.

Proctor Modificado de la calicata N°02 (Patrón) en el Laboratorio de suelos USP



Figura 24.

Preparación de muestra Proctor Modificado de la Calicata N°01 (Experimental) con adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina en el Laboratorio de suelos USP



Figura 25.

Proctor Modificado de la Calicata N°01 (Experimental) con adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina en el Laboratorio de suelos



Figura 26.

Tamizado del suelo por la malla N°04 en el Laboratorio de suelos USP.



Figura 27.

Proctor Modificado de la Calicata N°02 (Experimental) con adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina en el Laboratorio de suelos USP



Figura 28.

CBR (Patrón) Calicata N°01 en el Laboratorio de suelos USP.



Figura 29.

CBR (Patrón) Calicata N°01 de 12,26 y 55 golpes en el Laboratorio de suelos USP



Figura 30.

CBR (Patrón) Calicata N°01 medición de expansión



Figura 31.

CBR (Patrón) Calicata N°01 ensayo de penetración



Figura 32.

Realización de CBR (Patrón) Calicata N°02



Figura 33.

CBR (Patrón) Calicata N°02 medición de expansión



Figura 34.

CBR (Patrón) Calicata N°02 realización de ensayo de penetración



Figura 35.

Preparación de CBR (Experimental) con adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina de la Calicata N°01



Figura 36.

Realización de CBR (Experimental) con adición del 4%, 6 y 8% de cenizas de conchas de coquina Calicata N°01 con 12, 26 y 55 golpes



Figura 37.

CBR (Experimental) de 12 golpes, 26 golpes y 55 golpes con adición de cenizas de conchas de coquina de la Calicata N°01, se observa la medición de expansión



Figura 38.

CBR (Experimental) Calicata N°01 ensayo de penetración



Figura 39. *Realización de CBR (Experimental) con adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina de la Calicata N°02*



Figura 40. *CBR (Experimental) con adición del 4%, 6% y 8% de conchas de coquina de la Calicata N°02, se observa la medición de la expansión con el dial.*



Figura 41.

CBR (Experimental) con adición del 4%, 6% y 8% de cenizas de conchas de coquina de la Calicata N°02, se observa la realización del ensayo de penetración



Figura 42.

Visualización de CBR experimental de la Calicata N°02 con adición del 4% de cenizas de conchas de coquina después de haber realizado el ensayo de penetración, se observa cómo se rompe y se agrieta por las paredes del molde.

