

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



**Capacidad de soporte de suelo adicionando cenizas de
conchas de abanico y cenizas de carbón mineral.**

Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor

Reyes Cortez, Abrahan Israel

Asesor

Urrutia Vargas, Segundo Milquisider
Código ORCID: 0000-0003-4415-0484

Chimbote – Perú

2021

Palabra Claves:

Tema	Estabilización
Especialidad	Mecánica Suelos

Keywords

Theme	Stabilization
Especialty	Soils Mechanics

Línea de Investigación:

Línea de Investigación	Construcción y gestión de la construcción
Área	Ingeniería, Tecnología
Sub área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil Ingeniería de la construcción

Título:

Capacidad de Soporte de Suelo Adicionando Cenizas de
Conchas de Abanico y Cenizas de Carbón Mineral.

RESUMEN

Este proyecto de Investigación tuvo la finalidad fundamental de evaluar la capacidad de soporte de suelo del AA-HH los Constructores distrito de Nuevo Chimbote-Ancash, la cual demanda de un mejoramiento en sus calles, por ello nuestro objetivo fue utilizar concha de abanico y carbón mineral como estabilizante de su suelo mejorando sus propiedades físicas y mecánicas mediante procedimientos normados.

El carbón mineral que se utilizó en esta tesis corresponde a un producto extraído de la cantera “Minera R.C Cocaball S.A.C”, la cual se activó mecánicamente para reducir el tamaño de la piedra y de tal manera pueda mezclarse con el suelo de ambas cenizas se trabajó con porcentajes de 8% y 12%, de acuerdo a los procedimientos normados con el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

Como resultado final se obtuvo que California Bearing Ratio (CBR), las tres calicatas obtuvieron un valor de CBR, Patrón al 100% es 22.8% en la calicata N 1, Patrón al 100% es 18.4% en la calicata N 2, Patrón al 100% es 19.8% en la calicata N 3 y se adiciono un 8% al 100% es 39.0% en la calicata N 1, 8% al 100% es 36.0% en la calicata N 2, 8% al 100% es 35.6% en la calicata N 3 y adicionando un 12% al 100% es 41.2% en la calicata N 1, 12% al 100% es 39.0% en la calicata N 2, 12% al 100% es 37.5% en la calicata N 3.

La adición de 7% concha de abanico y 5% carbón, logra estabilizar el suelo arenoso del AA-HH los constructores.

ABSTRACT

This research project had the fundamental purpose of evaluating the soil support capacity of the AA-HH Los Constructores district of Nuevo Chimbote-Ancash, which demands an improvement in its streets, therefore our objective was to use fan shell and coal mineral as a stabilizer for your soil, improving its physical and mechanical properties through standardized procedures.

The mineral coal that was used in this thesis corresponds to a product extracted from the quarry "Minera RC Cocaball S.A.C", which was mechanically activated to reduce the size of the stone and in such a way that it can be mixed with the soil of both ashes. with percentages of 8% and 12%, according to the procedures regulated with the Soil Mechanics laboratory of the San Pedro University.

As a final result, it was obtained that California Bearing Ratio (CBR), the three pits obtained a CBR value, Pattern at 100% is 22.8% in pit No. 1, Pattern at 100% is 18.4% in pit No. 2, Pattern at 100% is 19.8% in pit N 3 and 8% was added to 100% is 39.0% in pit N 1, 8% at 100% is 36.0% in pit N 2, 8% at 100% is 35.6% in pit N 3 and adding 12% to 100% is 41.2% in pit N 1, 12% to 100% is 39.0% in pit N 2, 12% to 100% is 37.5% in pit N 3.

The addition of 7% fan shell and 5% carbon stabilizes the sandy soil of the AA-HH builders.

Índice General

Palabra claves en español e Inglés-línea de Investigación:	i
Título de Investigación:	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Indices	vi
I. Introducción.....	1
II. Metodología	39
III. Resultados	51
IV. Análisis y Discusión.....	79
V. Conclusiones	87
VI. Recomendaciones.....	88
VII. Agradecimientos	89
VIII. Referencias Bibliográficas	90
Apéndices y Anexos	93

Índices

Índice de Figuras

Figura 1. Curva granulométrica de un suelo.....	09
Figura 2. Morfología externa de la concha de abanico (<i>Argopectenpuratus</i>).....	17
Figura 3. Morfología interna de la concha de abanico (<i>Argopectenpuratus</i>).....	18
Figura 4. Carbón mineral	23
Figura 5. Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico de las cenizas de concha de abanico	51
Figura 6. Curva calorimétrica DSC (Curva de Calor Absorbida) de las cenizas de conchas de abanico	51
Figura 7. Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico de las cenizas de carbón mineral	52
Figura 8. Curva calorimétrica DSC (Curva de Calor Absorbida) de las cenizas de carbón mineral	52
Figura 9. Escala del pH.....	56
Figura 10. Análisis comparativo del pH	56
Figura 11. Curva Densidad Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Patrón (C-1).....	57
Figura 12. Curva Densidad Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Patrón (C-2).....	58
Figura 13. Curva Densidad Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Patrón (C-3).....	59

Figura 14. Curva Densidad Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Experimental 5%CCA + 3%CCM (C-1)	60
Figura 15. Curva Densidad Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Experimental 5%CCA + 3%CCM (C-2)	61
Figura 16. Curva Densidad Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Experimental 5%CCA + 3%CCM (C-3)	62
Figura 17. Curva Densidad Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Experimental 7%CCA + 5%CCM (C-1)	63
Figura 18. Curva Densidad Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Experimental 7% CCA + 5%CCM (C-2)	64
Figura 19. Curva Densidad Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Experimental 7%CCA + 5%CCM (C-3)	65
Figura 20. Humedad Óptima (%) del Proctor Modificado Patrón vs Experimental.....	67
Figura 21. Densidad Seca Máxima (g/m ³) del Proctor Modificado Patrón vs Experimental.....	67
Figura 22. CBR Patrón (C-1) a 2.5mm de Penetración (%)	68
Figura 23. CBR Patrón (C-2) a 2.5mm de Penetración (%)	69
Figura 24. CBR Patrón (C-3) a 2.5mm de Penetración (%)	70
Figura 25. CBR Experimental (C-1) a 2.5mm de Penetración en un 5%CCA + 3% CCM (%)	71
Figura 26. CBR Experimental (C-2) a 2.5mm de Penetración en un 5%CCA + 3% CCM (%)	72

Figura 27. CBR Experimental (C-3) a 2.5mm de Penetración en un 5% CCA + 3% CCM (%)	73
Figura 28. CBR Experimental (C-1) a 2.5mm de Penetración en un 7% CCA + 5% CCM (%)	74
Figura 29. CBR Experimental (C-2) a 2.5mm de Penetración en un 7% CCA + 5% CCM (%)	75
Figura 30. CBR Experimental (C-3) a 2.5mm de Penetración en un 7% CCA + 5% CCM (%)	76
Figura 31. CBR al (95% M.D.S) del Patrón vs Experimental.....	78
Figura 32. CBR al (100% M.D.S) del Patrón vs Experimental.....	78
Índice de Fabras	
Tabla 1. Clasificación de Suelos según tamaño de partículas	09
Tabla 2. Símbolos de Grupo SUCS.....	10
Tabla 3. Tipología de suelos SUCS	11
Tabla 4. Categorías de Subrasante	13
Tabla 5. Número de Calicatas para explotación de suelos	15
Tabla 6. Análisis Proximal de la concha de abanico.....	18
Tabla 7. Componentes Minerales de la concha de abanico.....	19
Tabla 8. Composición Física de la concha de abanico	19
Tabla 9. Características Física Organolépticas de la concha de abanico	19
Tabla 10. Cosecha, Producción y Comercialización de concha de abanico en Perú el año 2006 hasta el 2015.....	20

Tabla 11. Composición Química de las cenizas de concha de abanico expresado como elementos.....	21
Tabla 12. Composición Química de las cenizas de concha de abanico expresado como óxidos.....	22
Tabla 13. Composición Química de las cenizas de carbón mineral expresado como elementos.....	25
Tabla 14. Composición Química de las cenizas de carbón mineral expresado como óxidos.....	26
Tabla 15. Características Generales de las Carboneras en el Perú.....	27
Tabla 16. Ubicación de las minas de carbón mineral, distancias y tiempos de viajes.....	28
Tabla 17. Técnicas de recolección de la información.....	46
Tabla 18. Composición química de las cenizas de concha de abanico expresado como óxidos.....	53
Tabla 19. Composición química de las cenizas de concha de abanico expresado como elementos	53
Tabla 20. Composición química de las cenizas de carbón mineral expresado como óxidos.....	54
Tabla 21. Composición química de las cenizas de carbón mineral expresado como elementos	55
Tabla 22. Resultados de muestras obtenidas de COLECBI	56
Tabla 23. Datos para el cálculo Del Proctor Patrón (C-1)	57
Tabla 24. Datos para el cálculo Del Proctor Patrón (C-2)	58

Tabla 25. Datos para el cálculo Del Proctor Patrón (C-3)	59
Tabla 26. Datos para el cálculo Del Proctor Experimental en un 5%CCA +3% CCM (C-1)	60
Tabla 27. Datos para el cálculo Del Proctor Experimental en un 5%CCA + 3% CCM (C-2)	61
Tabla 28. Datos para el cálculo Del Proctor Experimental en un 5%CCA + 3% CCM (C-3)	62
Tabla 29. Datos para el cálculo Del Proctor Experimental en un 7%CCA + 5% CCM (C-1)	63
Tabla 30. Datos para el cálculo Del Proctor Experimental en un 7%CCA + 5% CCM (C-2)	64
Tabla 31. Datos para el cálculo Del Proctor Experimental en un 7%CCA + 5% CCM C-3)	65
Tabla 32. Humedad Óptima (%) expresado en porcentaje de una adición al suelo	66
Tabla 33. Humedad Óptima (%) expresado en porcentaje de una adición al suelo	66
Tabla 34. Densidad Seca Máxima (g/cm ³) expresado en porcentaje de una adición al suelo.....	66
Tabla 35. Densidad Seca Máxima (g/cm ³) expresado en porcentaje de una adición al suelo	66
Tabla 36. Lecturas Diales para obtención del CBR Patrón (C-1)	68
Tabla 37. Lecturas Diales para obtención del CBR Patrón (C-2)	69

Tabla 38. Lecturas Diales para obtención del CBR Patrón (C-3)	70
Tabla 39. Lecturas Diales para obtención del CBR Experimental en un 5%CCA + 3% CCM (C-1)	71
Tabla 40. Lecturas Diales para obtención del CBR Experimental en un 5%CCA + 3% CCM (C-2)	72
Tabla 41. Lecturas Diales para obtención del CBR Experimental en un 5%CCA 3% CCM (C-3)	73
Tabla 42. Lecturas Diales para obtención del CBR Experimental en un 7%CCA + 5% CCM (C-1)	74
Tabla 43. Lecturas Diales para obtención del CBR Experimental en un 7%CCA + 5% CCM (C-2)	75
Tabla 44. Lecturas Diales para obtención del CBR Experimental en un 7%CCA + 5% CCM (C-3)	76
Tabla 45. CBR al (95% M.D.S.) expresado en porcentaje de una adición al suelo	77
Tabla 46. CBR al (95% M.D.S.) expresado en porcentaje de una adición al suelo	77
Tabla 47. CBR al (100% M.D.S.) expresado en porcentaje de una adición al suelo.....	77
Tabla 48. CBR al (100% M.D.S.) expresado en porcentaje de una adición al suelo.....	77
Tabla 49. Matriz de Consistencia	93

I. INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Cabrera (2018). Esta tesis lleva como título “Estabilización de suelo con cenizas de carbón mineral con fines de pavimentación en el centro poblado de cascajal izquierdo, Provincia de Santa-Ancash–2018”, teniendo como objetivo principal estabilizar el suelo con cenizas de carbón mineral del centro poblado de cascajal Izquierdo el diseño de investigación no experimental: correlacional. La población y la muestra en el área del terreno a tratar en la zona de cascajal que es de 28,000 m². Los instrumentos que son protocolos estandarizados para recoger los resultados de manera directa y confiable de los siguientes ensayos: MTC E 107 – 200 (granulometría) ASTM D 422, MTC E1090 – 200 (limite plástico e índice de plasticidad) ASTM D 4318, MTC E115–2000 (Proctor Modificado) ASTM D 1557, MTC E 132.200 (CBR) ASTM D 1883. Concluyendo que si es posible la estabilización del suelo del centro poblado de cascajal adicionando cenizas de carbón mineral ya que mediante los ensayos realizados en el laboratorio mecánica de suelos con las muestras del suelo del tramo de acceso al centro poblado de las propiedades del suelo conforme se aumenta la cantidad de cenizas de carbón mineral en 4,8 y 10% de estos materiales.

Espinoza & Honores (2018). Título de su tesis la presente investigación tuvo como objetivo “Estabilizar los suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación”, para lo cual se realizaron ensayos de caracterización física y mecánica del suelo arcilloso del AA. HH Nuevo Santa y las combinaciones de suelo con estos materiales en porcentajes en peso del 20%, 25% y 30%. Se utilizaron las valvas de las conchas de abanico procedentes de la planta

de la empresa Aguapesca SAC ubicada en el distrito de Samanco, estas fueron sometidas a un proceso de calcinación previo a su uso, además se utilizó cenizas de carbón proveniente de la ladrillera artesanal del distrito de Santa, ambos materiales fueron sometidos a ensayos de caracterización química. Los resultados de los ensayos realizados a las combinaciones indican un importante aumento en su capacidad de soporte (CBR) y variaciones de las características físicas respecto del suelo natural. Por último, se realizó un diseño de pavimento flexible según el método AASHTO 93, con el fin de comparar los espesores de la estructura del pavimento del suelo natural y las combinaciones.

Farfán (2015). “Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasante arenosas”. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú. Presento su tesis evalúa el uso de la concha de abanico triturada como estabilizador mecánico de suelos por cambio de granulometría. Se empleó concha de abanico y suelo areno-limoso, proveniente de la provincia de Sechura. La tesis determino que las valvas de concha de abanico triturada tienen una dureza muy similar a la de los agregados pétreos locales y que su uso mejora la capacidad portante (CBR) del suelo.

Algunos reglamentos como el Florida Department of Transportation Standard Specifications for Road and Bridge Construction y Orange County Utilities Master CIP Technical Specifications especifican el uso de las conchas de mar como estabilizador de bases y sub bases, pero en nuestro país no se conocen ni se aplican. No obstante, las valvas de concha de abanico pueden ser reutilizados en la industria

de la construcción. En el ámbito mundial se ha investigado la utilidad de la concha de ostra triturada como material de sub-rasante en la mejora de carreteras existentes en Japón; mientras que en España se demostró que el uso de la concha de mejillón triturada puede incrementar el CBR.

Mediante el método cuantitativo experimental, con la concha triturada entre 38.1 y 0.85 milímetros, se hicieron 4 mezclas por combinación que cumplieran con el uso granulométrico de la norma ASTM D-1241 y se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas. Todos los ensayos se realizaron en el laboratorio de la Universidad de Piura (LEMC) siguiendo las Normas Técnicas Peruanas.

Los resultados indican que la concha de abanico triturada tiene una dureza muy similar a los agregados pétreos locales y que su uso mejora el C.B.R del suelo, registrándose un valor máximo de CBR de 121% con un 45% de concha triturada. Se concluye que sí es posible utilizar la concha de abanico como material estabilizador de suelos arenosos.

Falen (2016). “Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas”. El suelo donde serán transmitidas las cargas producto de cargas vehículos (y no vehículos) deben encontrarse en tales condiciones que seas las adecuadas para resistirlos, pero cuando dicho suelo no pasee las características apropiadas salen soluciones como el cambio de suelo por un material de préstamo optimizando las características de este, también la estabilización de suelos para sin necesidad de hacer un cambio de suelo mejorando sus propiedades naturales de este suelo.

En diversos países como Estados Unidos, Europa y Colombia se han empleado cenizas de carbón como material de pavimentación, obteniendo como resultado que estabiliza el suelo mejorando sus propiedades mecánicas. Algunos suelos arcillosos, debido a su baja capacidad de soporte y mala calidad no siempre cumplen con los requerimientos necesarios para ser empleados en proyectos de pavimentación. Una alternativa de solución es mejorar las características mecánicas del material, estabilizándolo con productos adicionados. Por esto que se crea la necesidad de obtener un factor que sirva de estabilización para distintos tipos de suelos, y así poder dar la más óptima solución ante suelos pocos capaces de resistir cargas, como lo es la ceniza de carbón activadas alcalinamente. Esta investigación se basa en esencia en la estabilización de suelos con cenizas de carbón e hidróxido de sodio proveniente de industrias ladrilleras localizadas en el departamento de Lambayeque, la ceniza de carbón utilizada se representará con la nomenclatura “CC”. Dicha investigación es para la población de los distritos de Pimentel y Lambayeque, los cuales poseen suelos arenosos y arcillosos, respetivamente. Para el desarrollo, mediante ensayos, se evaluará la resistencia mecánica que tendrá con cada tipo de curado, que contará con dos temperaturas, dos humedades, tres porcentajes de cenizas de carbón y dos tipos de suelos: arena y arcilla. Elaborados con los óptimos contenidos de humedad densidad máxima obtenidas de los ensayos de Proctor estándar y CBR. finalmente se realizarán conclusiones y recomendaciones con relación a la investigación.

Goñas (2019). Título de su tesis “Estabilización de suelos cenizas de carbón subrasante”. Evaluó la baja capacidad de soporte que presentan los suelos en la

ciudad de Chachapoyas, es desfavorable para ser usadas como subrasante por lo que este trabajo de investigación experimental, tiene como objetivo evaluar la influencia que tiene un subproducto obtenido de la quema de carbón mineral y carbón vegetal (cenizas de carbón) proveniente de una industria ladrillera de la ciudad de Chachapoyas en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de muestras de suelo. El estudio se inició tomando muestras de suelo de las cuadras ocho y nueve de calle las lomas, anexos 16 de octubre a las que se les efectuó ensayos: contenido humedad, granulometría, límites de consistencia, Proctor estándar, capacidad de soporte (CBR) a cada muestra de suelo en estado natural. Las muestras adicionales cenizas de carbón al 15%, 20% y 25% solo se le realizaron ensayos de límites de consistencia, Proctor estándar y capacidad de soporte (CBR) donde respectivamente; los resultados mostraron que él, incremento de la capacidad de soporte de los suelos estudiados es directamente proporcional a los porcentajes de ceniza de carbón adicionados, llegando a la conclusión que las cenizas de carbón si mejoran la capacidad portante de los suelos de tipo CH y OH pero los porcentajes de cenizas adicionadas no logran estabilizarlos según el manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, para ser usadas como una subrasante mejorada.

Pérez & Cañar (2017). Título “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón”. El presente proyecto experimental previo a la obtención del título de ingeniero civil, tiene como objetivo la estabilización de dos suelos de diferentes propiedades con la combinación de un aditivo como es el caso de cenizas de carbón

y la evaluación de la capacidad soporte y la resistencia al corte mediante ensayos de laboratorio. Previo a los trabajos de laboratorio se realizó un reconocimiento visual para conocer la ubicación u la extracción de los suelos pertenecientes a los cantones de Ambato y puyo, una vez identificada su ubicación se procedió a la recolección de muestras para la realización de ensayos como: Granulometría y límites de atterberg para la identificación de los suelos según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS). Para determinar la capacidad de soporte (CBR) de cada suelo, se procedió mediante el ensayo de compactación o Proctor Modificado el cual dio como resultado la densidad máxima seca y la humedad óptima para luego realizar el ensayo CBR, el mismo procedimiento se realizó para las combinaciones en tres porcentajes de 20%, 23% y 25% de cenizas de carbón. Para la determinación de la resistencia al corte se ejecutó el ensayo de compresión no confinada en los suelos conocido como arcilla de alta plasticidad. El análisis comparativo se refiere a una evaluación de propiedades como la humedad, plasticidad, resistencia CBR y resistencia al corte de forma estadística entre los dos suelos y sus diferentes combinaciones respectivamente, analizando detalladamente las ventajas y desventajas de la utilización de cenizas de carbón para mejorar las propiedades naturales y su uso como una sub-rasante.

Morales (2016). En la tesis de investigación “Resistencia al corte de un suelo arcilloso a nivel de sub rasante sustituyendo 10% por cenizas de carbón mineral en el tramo Cabana – Huandoval”. esta investigación se encarga de estudiar el comportamiento que produce a la adición de cenizas de carbón mineral en un suelo arcilloso para ser utilizado capa subrasante. La investigación finaliza como

conclusión que el adicionarse cenizas de carbón mineral al suelo arcilloso este aumentara su mejora en la resistencia al corte.

Vásquez (2017). la tesis de su investigación: “Capacidad de soporte al estabilizar en suelo de la vía cascajal con adición de carbón y cal a nivel de subrasante” su tesis de investigación se encargó de estudiar de un suelo agrícola donde la cual demanda un mejoramiento en sus carreteras, donde su objetivo fue evaluar el efecto del carbón mineral y la cal como estabilizante de una subrasante de suelo limoso para su mejoramiento.

El Carbón mineral que se utilizó en su tesis fue de la cantera “la Galgada”, la cual activo mecánicamente para reducir el tamaño de la piedra y que tal pueda mezclarse con el suelo y la cal. El trabajo con porcentajes de 7% de carbón mineral y 4% de cal, en peso de la muestra de suelo. Como obtuvo en las calicatas como resultados en la calicata N°01, N°02 y N°03 tuvo un tipo de suelo limoso(A-4) según su clasificación AASHTO y su correlacione b la clasificación SUCS es de tipo ML (Limo baja plasticidad arenosa).

Realizo los CBR de las tres calicatas obteniendo un valor e CBR Patrón al 100% de 16.2% y adicionando 7% de carbón y 4% de cal al 100% de 29.0% en la calicata N°01, en la calicata N°02 obtuvo un valor de CBR Patrón al 100% de 15.4% y adicionando 7% de carbón y 4% de cal al 100% de 35.3% y en la calicata N°03 obtuvo un valor de CBR Patrón al 100% de 14.05 y adicionando 7% de carbón y 4% de cal al 100% de 32.2%.

La adición de 7% de carbón y 4% de cal, logra estabilizar el suelo limoso de la subrasante de la vía cascajal Km 15 a Km16

Fundamentación Científica

Definición de suelos

En el sentido general de ingeniería, suelo se define como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas (**Braja M. Das 2001**).

El suelo se usa como material de construcción de diversos proyectos de ingeniería civil y sirve para soportar las cimentaciones estructurales, por esto, los ingenieros civiles deben estudiar las propiedades del suelo, tales como origen, distribución granulométrica, capacidad y otras más (**Braja M. Das. 2001**).

Propiedades de los suelos

Granulometría

Para el **MTC (2014)** la granulometría representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC EM 107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar.

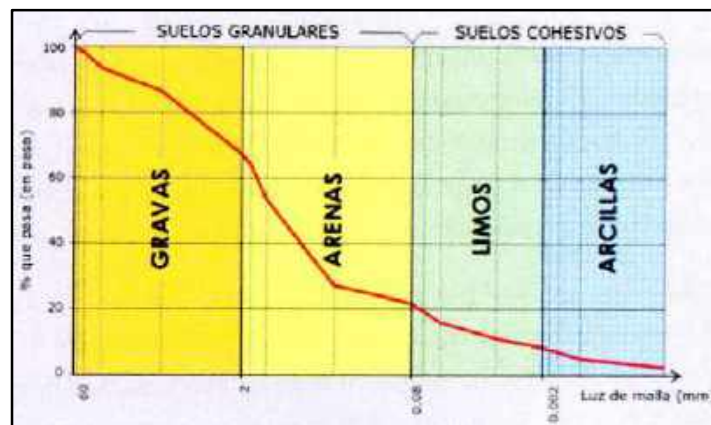
El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad el **MTC (2014)** determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño. Por lo cual los suelos se clasifican en función al tamaño de sus partículas, se definen la siguiente manera:

Tabla 1*Clasificación de Suelos según tamaño de partículas*

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

Fuente: MTC. (2014).

Afirman que para realizar este ensayo se emplea una serie normalizada de tamices. En el caso de la fracción fina del suelo se emplea el método de sedimentación. Además, una vez culminada el ensayo, con los porcentajes obtenidos de los pesos retenido en las mallas o los pesos que pasan la abertura de las mallas se construye una gráfica semilogarítmica de **(Bañón & Beviá 2000)**.

**Figura 1:** Curva granulométrica de un suelo de Bañón y Beviá (2000).

Clasificación de los Suelos

Una adecuada y rigurosa clasificación permite al ingeniero de carreteras tener una primera idea acerca del comportamiento que cabe esperar de un suelo como cimiento del firme, a partir de propiedades de sencilla determinación; normalmente, suele ser suficiente conocer la granulometría y plasticidad de un suelo para predecir su comportamiento mecánico (**Bañón & Beviá 2000**).

De las diversas clasificaciones de suelos que existen, usamos la clasificación según SUCS por ser la más completa y la clasificación según AASHTO que se utiliza en obras de infraestructura vial (**Bañón & Beviá 2000**).

Clasificación según SUCS

Para esta clasificación, los suelos se nombran usando símbolos de grupos que constan de un prefijo y un sufijo. El prefijo indica el tipo de suelo y el sufijo indican las subdivisiones que matizan propiedades (**Bañón & Beviá 2000**).

Tabla 2
Símbolos de Grupo SUCS

Tipo de Suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Limite Liquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Limite Liquido bajo (<50)	H

Fuente: Manual de carreteras. Vol. (2000).

Las combinaciones de estos elementos forman los diferentes tipos de suelos, los cuales se muestran en la siguiente tabla 3:

Tabla 3
Tipología de suelos SUCS

Símbolo		Características	
GM	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	limpias	Bien graduadas
GP		(Finos<5%)	Pobrementemente graduadas
GM		Con finos	Componente limoso
GC		(Finos>5%)	Componente arcilloso
SW	ARENAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	limpias	Bien graduadas
SP		(Finos<5%)	Pobrementemente graduadas
SM		Con finos	Componente limoso
SC		(Finos>5%)	Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja plasticidad (LL<50)	
MH		Alta plasticidad (LL>50)	
CL	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL<50)	
CH		Alta plasticidad (LL>50)	
OL	SUELOS ORGÁNICOS	Baja plasticidad (LL<50)	
OH		Alta plasticidad (LL>50)	
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

Fuente: Manual de carreteras. Vol. (2000).

Capacidad de Soporte

La capacidad portante de un suelo puede definirse como la carga que este es capaz de soportar sin que se produzcan asentamientos excesivos. El indicador más empleado en carreteras para determinar la capacidad portante de un suelo es el índice CBR (California Bearing Ratio), llamado así porque se empleó por primera vez en el estado de California (**Bañón & Beviá 2000**).

La determinación de este parámetro se realiza mediante el correspondiente ensayo normalizado y que consiste en un procedimiento conjunto de hinchamiento y penetración **(Bañón & Beviá 2000)**.

El hinchamiento se determina sometido la muestra a un proceso de inmersión durante 4 días, aplicando una sobrecarga equivalente a la previsible en condiciones de uso de la carretera **(Bañón & Beviá 2000)**.

Se efectuarán dos lecturas-una al inicio y otra al final del proceso-empleando un trípode debidamente calibrado. El hinchamiento adquiere una especie importante en suelos arcillosos o con alto contenido en finos, ya que puede provocar asentamientos diferents, origen de diversas patologías de todo tipo de construcciones **(Bañón & Beviá 2000)**.

En ensayo de penetración tiene por objetivo determinar la capacidad portante del suelo, presentando una estructura similar al STP (Standard Penetration Test) empleado en Geotécnica. Se basa en la aplicación de una presión creciente-efectuado mediante una prensa a la que va acoplado un pistón de sección anular-sobre una muestra de suelo compactado con una humedad óptima Proctor **(Bañón & Beviá 2000)**.

La velocidad de penetración de la carga también está normalizada, debiendo ser de 1,27 mm/min. El índice CBR se define como la relación entre la presión necesaria para que el pistón penetre en el suelo una determinada profundidad y la necesaria para conseguir esa misma penetración en una muestra patrón de grava machacada, expresada en tanto por ciento **(Bañón & Beviá 2000)**.

En el caso de diseño de vías, se determinó el CBR de la subrasante y se clasifica al suelo de la siguiente manera:

Tabla 4
Categorías de Subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
SO: Subrasante Inadecuada	CBR<3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR \geq 3% A CBR<6%
S2: Subrasante Regular	De CBR \geq 6% A CBR<10%
S3: Subrasante Buena	De CBR \geq 10% A CBR<20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR \geq 20% A CBR<30%
S5: Subrasante Excelente	CBR \geq 30%

Fuente: MTC (2014).

Estabilización de Suelos

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos sub rasante base granular inadecuado o pobre, en este caso son conocidos como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos. En cambio, cuando se estabiliza una sub base granular o base granular, para tratada (con cemento o con cal con asfalto, etc.)

La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguida de un proceso de compactación.

El manual ilustra diferentes metodologías de estabilización como: mejoramiento por sustitución de suelos de la sub rasante, estabilización mecánica de suelos, mejoramiento por combinación de suelos, suelos estabilizados con cal, cemento, escorias, emulsión asfáltica, estabilización química del suelo, estabilización con geo sintéticos (geotextiles, geo malls u otros). Sin embargo, debe destacarse la significación que adquiere contar con ensayos de laboratorio, que demuestren la aptitud y tramos construidos que ratifiquen el bueno resultado. Además, se debe garantizar que tanto la construcción como la conservación vial, pueden realizarse en forma simple, económica y con el equipamiento disponible. **MTC (2014).**

Caracterización de la Sub rasante

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de las sub rasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos explicativos o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima, el número mínimo de calicatas por kilómetro estará de acuerdo al cuadro.

Tabla 5
Número de calicatas para explotación de suelos

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observaciones
Autopista: carreteras de IMDA mayor de 600 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km. X sentido. • Calzada 4 carriles por sentido: 6 carriles x km. X sentido. 	
Carreteras duales o multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km. X sentido. • Calzada 4 carriles por sentido: 6 carriles x km. X sentido. 	
Carreteras de primera clase: carreteras con un IMDA entre 4000 – 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • 4 calicata x km. 	Las calicatas se ubican longitudinalmente y en forma alternada.
Carreteras de segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000 – 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • 3 calicata x km. 	
Carreteras de tercera clase: carreteras con un IMDA entre 2000 – 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 calicata x km. 	
Carreteras de bajo volumen de tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 calicata x km. 	

Fuente: MTC (2014).

Concha de Abanico

Materia Prima

Phylum	: Mollusa
Clase	: Pelecípoda
Orden	: Pterioidea
Familia	: Pectnidae
Género	: Argopecten
Especie	: Argopecten purpuratus

La concha de abanico (*A. purpuratus*) vive normalmente en bahías protegidas del oleaje, encontrándose entre 3 a 30 m de profundidad; sin embargo, es más frecuente hallarla entre los 14 y 18 m (Alva et al., 2002).

Características de la Concha de Abanico

Son moluscos que se caracteriza por presentar una concha orbicular, con valvas desiguales, siendo la valva izquierda más convexa que la derecha, asimismo presentan costillas radiales en números variable de 23 a 26 por valva. Cada valva posee prolongaciones, llamadas orejas desiguales, siendo la anterior de mayor tamaño. La colocación externa varía del rosado a púrpura oscuro, incluyendo el color anaranjado (Alva et al., 2002).

Morfología:

Morfología Externa

Presentan valvas que tiene una forma orbicular. Siendo la derecha más convexa que la izquierdo. Las valvas presentan expansiones laterales llamadas “orejas” en la parte anterior existe una muesca con seis dientes.

Las valvas poseen radios o líneas de crecimiento en un número de 22 a 25. También se observan líneas concéntricas que vendrían a ser los anillos de crecimiento (Alva et al., 2002).



Figura 2: Morfología externa de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*).

Morfología Interna

La concha de abanico (*A. purpuratus*) es un organismo hermafrodita (tiene presente los dos sexos). La gónada se divide en dos partes bien definidas; la parte masculina que es de color crema y la parte femenina que es de color anaranjada.

Las branquias son de color marrón pálidas y están soportadas por las membranas de fijación en el punto de contacto entre el saco y visceral y los músculos aductores. La lamina branquial está formada por dos lamelas y cada una de estas conectadas a través de la unión.

La concha de abanico (*A. purpuratus*) presenta un manto más extenso que el cuerpo formando una amplia lamina de tejido entre las valvas. El borde del manto presenta tres pliegues. El pliegue interno es de tipo sensorial y el externo se relaciona con la secreción de la concha (Alva et al., 2002).



Figura 3: Morfología interna de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*).

Composición

Composición Química

Tabla 6

Análisis proximal de la concha de abanico.

Componente	Promedió (%)
Humedad	78,2
Grasa	1,8
Proteína	15,9
Sales Minerales	2,2
Calorías (100g)	96

Fuente: Compendio Biológico Tecnológico de la Principales Especies Hidrobiológicos Comerciales del Perú. Instituto del Mar del Perú. Instituto Tecnológico pesquero del Perú.

Tabla 7

Componentes minerales de la concha de abanico.

Macroelemento	Promedió (%)
Sodio	10
(mg/100g)	1,7
Potasio	26
(mg/100g)	9,4
Calcio	11,
(mg/100g)	7

Magnesio (mg/100g)	33, 9
Microelemento	Promedió (%)
Fierro (ppm)	2,9
Cobre (ppm)	0,2
Cadmio (ppm)	0,3
Plomo (ppm)	0,0

Fuente: Compendió Biológico Tecnológico de la Principales Especies Hidrobiológicos Comerciales del Perú. Instituto del Mar del Perú. Instituto Tecnológico pesquero del Perú.

Composición Física

Tabla 8

Composición física de la concha de abanico.

Componente	Promedió (%)
Valvas	67,2
Carne cocida	17,8
Parte comestible	14,8

Fuente: Compendió Biológico Tecnológico de la Principales Especies Hidrobiológicos Comerciales del Perú. Instituto del Mar del Perú. Instituto Tecnológico pesquero del Perú.

Tabla 9

Características físico Organolépticas de la concha de abanico.

Textura	Firme
Peso cuerpo (rango, g)	1,5 – 40,0
Peso músculo abductor (rango, g)	1,0 – 28,0
Peso de coral (rango, g)	0,5 – 12,0

Fuente: Compendió Biológico Tecnológico de la Principales Especies Hidrobiológicos Comerciales del Perú. Instituto del Mar del Perú. Instituto Tecnológico pesquero del Perú.

Producción y Comercialización en el Perú

En la siguiente tabla 10 se muestra, la cosecha, producción y comercialización interna y exportación de la concha de abanico, desde el año 2006 hasta el 2015.

Tabla 10

Cosecha, producción y comercialización de concha de abanico en Perú desde el año 2006 hasta el 2015.

Año	Cosecha (Tn)	Producción (Tn)	Comercialización (venta interna)(Tn)	Exportación (Tn)
2006	12.337	1 979,19	62	2 289
2007	18 518	2 989,11	398	3 132
2008	14 802	2 639,90	2058	3 748
2009	16 047	2 843,54	1 659	8 041
2010	58 101	9 665,21	208	9 980
2011	52 213	8 345, 49	149	11 414
2012	24 782	5 056,80	369	6 672
2013	67 694	10 410,40	532	17 399
2014	55 096	8 336,88	387	13 570
2015	23 029	5 76,73	2 000	7 346

Fuente: Ministerio de la producción (2015).

Composición Química de las Cenizas de Conchas de Abanico

Resultados de los ensayos de la composición química de las conchas de abanicos obtenidos del laboratorio LABICER-UNI (**Espinoza & Honores 2018**).

Tabla 11 se observa los porcentajes expresados en óxidos que tiene las conchas de abanico. Además, se aprecia un alto índice de calcio (Ca) presenta el mayor porcentaje en comparación de otros elementos químicos a continuación, mostramos en la siguiente tabla (**Espinoza & Honores 2018**).

Tabla 11

Composición Química de las cenizas de concha de abanico expresada como elementos.

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Humedad	0.88	Gravimetría
Materia Orgánica	16.74	Gravimetría
Calcio, Ca	48.569	
Elementos livianos	32.413	
Magnesio, Mg	0.692	
Hierro, Fe	0.171	
Fosforo, P	0.159	Espectrometría de
Estroncio, Sr	0.140	Fluorescencia de
Azufre, S	0.098	Rayos X
Silicio, Si	0.087	
Titanio, Ti	0.021	
Manganeso, Mn	0.011	
Zinc, Zn	0.006	
Cromo, Cr	0.005	
Cobre, Cu	0.005	
Molibdeno, Mo	0.002	

Fuente: Espinoza & Honores (2018).

En la tabla 12 se observa los porcentajes expresados en óxidos que contienen las conchas de abanico. Además, visualizamos que el Óxido de calcio (CaO) presente como el mayor porcentaje obtenido en su comparación a los demás óxidos.

Tabla 12*Composición Química de las cenizas de concha de abanico expresada como óxidos.*

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Humedad	0.88	Gravimetría
Materia Orgánica	16.74	Gravimetría
Óxido de calcio, CaO	48.569	
Elementos livianos	32.413	
Óxido de magnesio, MgO	0.692	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	0.171	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	0.159	
Óxido de estroncio,	0.140	Espectrometría de
Óxido de azufre, SO ₃	0.098	Fluorescencia de
Óxido de silicio, SiO ₂	0.089	Rayos X
Óxido de titanio, TiO ₂	0.021	
Óxido de manganeso, MnO	0.011	
Óxido de zinc, ZnO	0.006	
Óxido de cromo, Cr ₂ O ₃	0.005	
Óxido de Cobre, CuO	0.005	
Óxido de molibdeno, MnO ₃	0.002	

Fuente: Espinoza & Honores (2018).

Carbón Mineral:

Es conocido prácticamente desde la aparición del hombre, en las formas de carbón vegetal y negro de humo. Los egipcios preparaban carbón de leña con un método similar al de hoy. El carbón en estado natural se presenta en dos formas de acuerdo a su grado de pureza:

El carbón puro se cristaliza en diamante o gráfico, mientras que el resto se presenta amorfo como carbón de hulla (carbón de piedra). El diamante, es el carbón puro por excelencia, y es el material más duro y precioso conocido en el universo (Giraldo & Blas 2008).

Sucesivamente, el carbón sufrió distintos grados de metamorfismo, incremento el contenido de carbón fijo, como sigue:

Madera original	40% de C.
Turba	60% de C.
Lignito	70% de C.
Carbón bituminoso	78% de C.
Semi bituminoso	83% de C.
Antracita	90% de C.
Meta antracita	98% de C.
Grafito	=100% de C.
Diamante	100% de C.

La clasificación del carbón en todos los países está basada principalmente en el contenido de material volátil (hidrógeno, monóxido de carbono, metano, vapores de alquitrán y algunos gases no combustibles como el CO₂ y vapor de agua). Según la American Society for Testing Materials (ASTM) (Giraldo & Blas 2008).



Figura 4: Carbón mineral Giraldo & Blas (2008).

Estabilización de Suelos con Cenizas de Carbón Mineral

Existen tres mecanismos principales contribuyendo a la estabilización. El primero es que la resistencia del suelo aumenta como resultado de la cementación producida a partir de la hidratación de aluminato tricíclico presentes en las cenizas volantes. Otro mecanismo es que la cal libre (CaO) en las cenizas volantes reacciona con los minerales de arcilla, causando compresión de la capa de absorción y la reducción en la plasticidad.

Finalmente, la cal libre que no hace reaccionar con los minerales de arcilla se encuentra disponible para el proceso de cementación adicional a través de la reacción puzolánica con los compuestos de sílice y aluminio. **MTC (2014).**

Propiedades de las Cenizas de carbón Mineral

El carbón se clasifica según su valor calorífico y según el porcentaje de carbono que contiene. Por ejemplo, la antracita contiene la mayor proporción de carbono puro (aproximadamente 86 a 98 por ciento) y tiene el mayor valor térmico (13.500 a 15.600Btu / libra) de todas las formas de carbón. El carbón bituminoso generalmente tiene concentraciones más bajas de carbono puro (de 46 a 86 por ciento) y valores de calor más bajos (8,300 a 15,600 Btu / lb). Los carbones bituminosos a menudo se subdividen en función de su valor calorífico, clasificándose como bituminosos bajos y medios y volátiles voluminosos y sub-bituminosos.

Composición Química de las Cenizas de Carbón Mineral

En la tabla 13 encontramos los porcentajes de los elementos químicos que contienen un alto índice de componentes de las cenizas de carbón mineral. Además, se aprecia que el silicio (Si) donde presenta el mayor porcentaje en comparación a los otros elementos químicos.

Tabla 13

Composición Química de las cenizas de carbón mineral expresada como elementos.

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Humedad	0.70	Gravimetría
Materia Orgánica	0.88	Gravimetría
Elementos livianos	57.515	
Silicio, Si	23.008	
Aluminio, Al	11.972	
Hierro, Fe	1.537	
Potasio, k	1.329	
Titanio, Ti	1.066	Espectrometría de
Calcio, Ca	1.032	Fluorescencia de
Azufre, S	0.533	Rayos X
Fosforo, P	0.334	
Zinc, Zn	0.031	
Manganeso, Mn	0.028	
Estroncio, Sr	0.023	
Cobre, Cu	0.012	

Fuente: Espinoza & Honores (2018).

En la tabla 14 encontramos los porcentajes de óxidos que contienen las cenizas de carbón mineral. Además, visualizamos que el Óxido de Sílice(SiO₂) presenta el mayor porcentaje obtenido en su comparación a los demás óxidos.

Tabla 14*Composición Química de las cenizas de carbón mineral expresada como óxidos.*

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Humedad	0.70	Gravimetría
Materia orgánica	0.88	Gravimetría
Elementos, livianos	40.843	
Óxido de Silicio, SiO ₂	34.954	
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	16.064	
Óxido de Hierro, Fe ₂ O ₃	1.561	Espectrometría de
Óxido de potasio, K ₂ O	1.137	Fluorescencia de
Óxido de titanio, TiO ₂	1.263	Rayos X
Óxido de calcio, CaO	1.025	
Óxido de azufre, SO ₃	0.946	
Óxido de Fósforo, P ₂ O ₅	0.544	
Óxido de zinc, ZnO	0.027	
Óxido de manganeso, MnO	0.025	
Óxido de estroncio, SrO	0.019	
Óxido de cobre, CuO	0.011	

Fuente: Espinoza & Honores (2018).

Productibilidad de carbón Mineral

La fuente de energía proveniente del carbón producido en el norte de nuestro país está siendo aprovechada por las siguientes industrias: fábricas de cemento, siderúrgicas, ladrilleras, briquetas para calefacción y uso doméstico.

Tabla 15*Características generales de las carboneras en el Perú.*

Características del Carbón y reservas	Cuenca del santa	Cuenca de Ayón - Ayón	Gazuma - Gazuma	Cuencas de Goyllasrisquisg a y Jatunhuasi Goylla. Jatun
Tipo de carbón (ASTM)	Antracita-Metantracita	Semi Bituminoso	Antracita-Semiantracita	Bituminoso y sub Bituminoso
Humedad (%)	4,0-6,0			6-10
Materia volátil (%)	3,0-6,0	6	6	23,4 32-38
Cenizas (%)	7,0-12,0	16-22	6,0-14,0	54 6-20
Azufre (%)	0,5-1,0	6,0-12,0	5,0-10,0	12,1 0,6-2
Carbón Fijo (%)	80-85			22,6 40-60
	6000-7500	65-75	70-80	5000-7000
		7000-7500	6500-7500	
Poder cal. (kcal/kg)				1251000
Densidad (Tn/m ³)	Probadas + Probables	4,9E + 07	26000000	813000
Reservas Tm	Posibles	2,5E + 08	42000000	5000000 6E + 07

Fuente: Giraldo & Blas (2008).

Respecto a la investigación en el cuadro se observa que la cuenta del santa, es el mayor productor de carbón mineral con 49000000 Tn. carbón mineral probadas más probables a su vez con 1060000000 con una gran posible de materia primas en sus reservas de carbón mineral por ello se llevó acabo en conclusión de que el carbón mineral en la provincia de santa es un material con el que podemos contar en las estabilizaciones de los suelos de la región.

Tabla 16*Ubicación de las minas de carbón mineral, distancias y tiempos de viajes.*

Empresas Minera	Minas Visibles Propias de Terceros	Ubicación	Distancia de Trujillo (KM)	Tipos de Carbón
Minera Alto chicama EIRL	Mina Tres Ases	Huaranchal-Otuzco-La Libertad	127	Antracita Masiva y Granular
Silvia Burga Rivasplata	Mina Sonchino	Sonche-Chachapoyas-Amazonas	634	Semi Bituminoso
Otras Minas Visitadas	Consorcio Minero Israel	Gran Chimú-La Libertad	124	Antracita Masiva y Granular
	Mina Aguas Limpias	Gran Chimú-La Libertad	163	Antracita Masiva y Granular
Jesús de Nazareth S.A.	Jesús de Nazareth 1, 3 y 4.	Coína-Usquil-Otuzco-La Libertad	145	Antracita Masiva y Granular
Mina el Chorreo-Huarocharí	Petitorio Minero	Huarocharí Santa- Ancash	230	Grafico

Fuente: Giraldo & Blas (2008).

La empresa minera el chorreo ubicado en la provincia del Santa Ancash está a tres horas y veinte minutos de Trujillo con un estado de las carreteras regulares, donde el carbón mineral se obtiene.

Características del Carbón Mineral:

El carbón mineral se origina por la descomposición de vegetales terrestres, hojas, maderas, cortezas, esporas, que se acumulan en zonas pantanosas, lagunares o marinas, de poca profundidad. Los vegetales muertos se van acumulando en el fondo de una cuenca. Roca sedimentaria de color negro, muy rica en carbono, utilizada como combustible fósil. Este material no es renovable, pero su explotación es abundante.

En el Perú existen muchas minas de carbón tales como:

- Depósito de Carumas. El depósito de Carumas, dicho depósito se encuentra a 3,540 msnm., son mantos parados con alto buzamiento entre 60° a 70°, y potencias de 0.30 metros a 0.80 metros, el carbón es de tipo hulla antracitosa, se encuentra con alto contenido de cenizas y estratificado con areniscas, arcillas y pizarras, los pobladores lo trabajan en forma artesanal y en muy pequeña escala.
- Depósito de Oyón. Los depósitos de Gazuna y Oyón que se encuentra a 3,640 msnm. Oyón envía carbón hacia Trujillo y Chimbote, con un costo de S/. 0.70 por kilo y el costo de explotación es de S/. 0,50 lo que resulta aun así económico pues su precio de venta es de S/. 2,00 por kilo.
- Depósito de carbón de Goyllarisquizga. Ubicado a 4,170 msnm., y se encuentra ubicada entre el distrito de Chacayán y el pueblo de Cerro de Pasco.
- Depósito de Los Andes y San Benito. Se encuentran en La Libertad, Trujillo, hacia Otuzco, ingresando por Quiruvillca, pasando por el pueblo de Chori, la Laguna “El Toro” a 4,200 msnm. de allí a la mina San Benito, en esta mina se explota carbón por el método de corte y relleno.
- Compañía carbonera “La Galgara”: Este depósito se encuentra ubicado en Chuquicara, Chimbote, entrando hacia Cabana por Quiroz.
- Mina de carbón mineral “Reina Cristina” en el centro poblado de Ancos, distrito de Santa Rosa, ruta hacia Cabana.

- Mina de carbón Mineral “Minera R.C. Cocaball S.A.C” este depósito se encuentra 3 Horas de Chimbote cerca al centro poblado de Ancos, distrito de Rosa, Ruta hacia Cabana.

Procedimiento de Aplicación:

Ensayos:

- **Análisis Granulométrico:**

Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o USCS. El ensayo es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados.

- **Ensayo de CBR:**

La finalidad de este ensayo, es determinar la capacidad de soporte (*CBR*) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables.

- **Proctor modificado:**

Obtener la humedad óptima con la que se debe compactar el suelo y establece el peso unitario del suelo, correspondiente al contenido óptimo de humedad.

- **Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X de Carbón Mineral:**

Su objetivo es obtener los componentes químicos del material.

- **Análisis Diferencial Térmico:**

El objetivo de este ensayo es determinar el grado de calcinación del material donde determine los mejores componentes químicos del material de estudio.

Procedimiento del Proceso de Experimentación:

- Se consiguió los materiales a utilizar en esta investigación como lo constituyen el carbón mineral, el cual será obtenido de Minera R.C Cocaball S.A.C. sé que encuentra 3 Horas de Chimbote cerca al centro poblado de Ancos, distrito de Rosa, Ruta hacia Cabana y la concha de abanico, la cual será obtenido de CultiMarine S.A.C. se encuentra a 2 horas de Chimbote cerca a la playa los chimús.
- Calcular a través de mediciones las cantidades óptimas de dichos materiales con respecto a sus componentes, de acuerdo al diseño determinado y a las normas existentes.
- Se calcino altas temperaturas el carbón mineral considerando una temperatura máxima de 730°C, lo cual será realizado en 1 hora 30 min, en la Facultad de Ingeniería del Laboratorio de polímeros en la Universidad Nacional de Trujillo.
- Se calcino altas temperaturas las conchas de abanico a utilizarse en el experimento, considerando una temperatura máxima de 890°C lo cual será realizado en 1 hora 30 min. en la Facultad de Ingeniería del Laboratorio de polímeros en la Universidad Nacional de Trujillo.
- Se elaboró un diseño de las mezclas de suelo de acuerdo a los componentes establecidos, en donde a un grupo considerado como patrón se elaboró sin modificaciones y el otro considerado como experimental a sus diseños de mezclas de suelo a elaborándose, se le agregará las cenizas en las combinaciones establecidas del carbón mineral como de las conchas de abanico y carbón mineral.

- Se sometió a los ensayos respectivos a dichas mezclas de suelo elaboradas, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.
- Se contó con el apoyo profesional de un personal técnico del laboratorio.
- Se supervisó y controló directamente que el tratamiento y repeticiones de los ensayos correspondientes se realicen adecuadamente, según la norma establecida.
- Analizar los resultados a obtenerse como producto de la aplicación de los ensayos respectivos.
- Con los resultados obtenidos aplicar más adelante los métodos estadísticos adecuados para su tratamiento correspondiente.

Justificación del Proyecto

En el AA. HH Los Constructores en el distrito de Nuevo Chimbote - Provincia-Santa – Ancash se caracteriza por ser un suelo muy arenoso, por el cual demanda de un mejoramiento en su calle con el propósito de poder ejecutar una pavimentación de su calle, con respecto se centró mi objetivo en evaluar el efecto de las cenizas de concha de abanico y cenizas de carbón mineral como estabilizante de suelo arenoso para darle un mejoramiento físico y mecánicas mediante procedimientos normados.

La concha de abanico es gratis y viable a la vez, ya que la empresa CultiMarine S.A.C lo desecha y podemos encontrarlos en sus almacenes que se encuentra en casma en la misma empresa que se encuentra cerca a la playa los chimús.

Respecto a la investigación en el cuadro se observa que la cuenta del santa, es el mayor productor de carbón mineral con 48800000 Tn, carbón mineral probadas más

probables a su vez con 1058000000 con una gran posible de materia primas en sus reservas de carbón mineral por ello se llevó acabo en conclusión de que el carbón mineral en la provincia de santa es un material con el que podemos contar en las estabilizaciones de los suelos de la región.

El uso del carbón mineral en nuestra provincia del santa, será muy rentable o beneficioso ya que hay bastante en la zona en materia prima, ya que mejorará la accesibilidad en el suelo.

Con la adición de las cenizas de concha de abanico y cenizas de carbón mineral con el debido procedimiento aumentara considera mente su capacidad de soporte de suelo rígido, fácil de compactar y con una excelente capacidad donde podrán circular los vehículos o maquinarias pesadas sin dificultad.

La Realidad Problemática

La ciudad de Nuevo Chimbote, ubicada en un área geográfica de condiciones de geotecnia adversas hace que las pistas de las obras civiles con pavimentos presenten hundimiento por falta de un mejoramiento en la subrasante. Las Obras civiles de importancia que se están realizando muchas veces presentan elementos de difícil obtención y elevado costo. Por estos motivos para lograr una mayor durabilidad y resistencia es necesario elaborar un suelo con una alta capacidad portante de suelo teniendo en cuenta un control de los materiales y que sea favorable para la población.

En el distro de Nuevo Chimbote hay muchas vías que tiene mala calidad de suelo, Av.1 es una de ellas, debido que es una vía principal por tal motivo se requiere un mejoramiento previo antes de ejecutarse una pavimentación lo que

muchas veces podría resultar antieconómico debido al costo y sin tener buenos resultados.

En la actualidad en las pistas se le hace un mejoramiento de suelo agregándole material de préstamos más conocido como (afirmado base o sub base) donde luego colocamos una carpeta asfáltica, pero debido a que la calidad del suelo por su baja capacidad de soporte los espesores de la capa de afirmado base o sub base son grandes generando unos aumentos excesivos en el presupuesto del proyecto de pavimentación.

El uso de conchas de abanico y carbón mineral es una alternativa de solución tanto económico como efectivo para la precaria calidad del suelo inadecuado de nuestro distrito, la región contamos con muchas minas de carbón y así mismo también de la concha de abanico alrededor del distrito, ella lo cual da facilidad de obtener ambos materiales a un precio accesible.

Se ha realizado a nivel local algunos estudios de estabilización de suelos con concha de abanico y carbón mineral en diferentes universidades de la región (estabilización de suelos Con Cenizas Conchas de abanico y cenizas carbón mineral) En el AA. HH Los Constructores zona en la cual orientaremos el estudio se tiene que su suelo presenta un suelo con características no adecuadas, para tal efecto a través de este proceso de investigación se busca revertir esta condición, mejorando la capacidad de soporte de sus suelos para plantear o ejecutar una pavimentación adecuada.

Se ha realizado recientemente un estudio de estabilización de suelos con carbón mineral y roca esquistosa en el Sector de Cabana- Ancash, teniendo un gran aporte ya que sus resultados muestran una gran mejoría en el suelo arcilloso.

La Formulación del Problema

¿En qué medida se mejorará la capacidad de soporte de suelo arenoso adicionando las combinaciones del 8% y 12% de cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón mineral en el AA. HH Los Constructores–Nuevo Chimbote?

Conceptuación y Operacionalización de las Variables

Variable Dependiente:

Capacidad de Soporte del suelo

- 0% de
- 5%CCA+3%CCM
- 7%CCA+5%CCM

Definición conceptual:

La capacidad de soporte de un suelo se refiere a la resistencia que presenta el suelo al deformarse bajo aplicaciones de cargas de transporte. Presentan factores importantes que intervienen en la capacidad de soporte del suelo como resistencia al aplicarse un esfuerzo cortante, esto depende de la densidad de campo alcanzado y su humedad.

Definición operacional:

Se elaboran ensayos sin adición de las materias primas y de igual manera con la adición de 8% y 12% de cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón mineral

y que son sometidas a ensayos de esfuerzo del índice de plasticidad, CBR y Proctor modificado.

Dimensiones:

Tiempo:

Dimensión física que representa la sucesión de estados por lo que pasa la materia prima de los materiales de concha de abanico y carbón mineral.

Compactación:

Es el aumento de la densidad seca máxima del material que se compone en un terreno.

Unidad de medida: %

Indicadores:

Promedios de capacidad de soporte

Varianza de capacidad de soporte

Desviación de capacidad de soporte

Variable Independiente:

Dosificaciones en Diseños Mezclas de Suelo de cenizas de concha de abanico y de carbón mineral.

Definición conceptual:

La técnica consiste en la adición que es el proceso por el cual se escoge el porcentaje adecuado para adicionarle a las muestras experimentales (mezcla de suelo).

Definición operacional:

Esta variable será medida mediante la norma de carreteras en donde nos indican en qué medida se debe llegar a una buena Subrasante. Además, se tendrá en cuenta las proporciones de las dosificaciones de los materiales a considerarse en el estudio. Para lo cual se aplicará el ensayo de ATD a fin de obtener el grado de calcinación del material y el tiempo u hora de calcinación. Asimismo, para determinar los componentes y propiedades de los materiales a utilizar se aplicará el ensayo de Florescencia Rayos X.

Dimensiones:**Dosificaciones:**

Constituyen las cantidades y proporciones de los materiales que se decidió en aplicar en esta investigación, es decir las combinaciones del 8% y 12% de las cenizas de conchas de abanico y de carbón mineral respectivamente, las cuales se distribuyen de la siguiente forma:

Adición al (5%CCA+3%CCM), (7%CCA+5%CCM) de cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón mineral.

Es las cenizas que al calcinarlo se convierte en ello y luego se adicionara al (5%CCA+3%CCM), (7%CCA+5%CCM) al peso de la muestra de tierra.

Componentes:

- Caparazón de concha abanico
- Agua
- Muestra de tierra.

Indicadores:

Proporciones

Porcentajes.

Hipótesis

La adición de las combinaciones de un (5%CCA+3%CCM), (7%CCA+5%CCM) de cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón mineral, teniendo en cuenta sus adecuadas propiedades químicas, mejorarían la capacidad de soporte del suelo en el AA. HH Los Constructores.

Objetivos**Objetivo general:**

Determinar la capacidad de soporte del suelo en el AA. HH Los constructores, al adicionar un (5%CCA+3%CCM), (7%CCA+5%CCM) de cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón mineral

Objetivos específicos:

- Determinar el grado de calcinación de las conchas de abanico y carbón mineral aplicando el ensayo de análisis térmica diferencial "A.T.D".
- Determinar las propiedades de la composición química de las conchas de abanico y carbón mineral aplicando el ensayo de Espectrometría de Fluorescencia de rayos X.
- Determinar el pH de las cenizas de las conchas de abanico y cenizas de carbón mineral.
- Determinar la densidad de la humedad óptima del suelo y la capacidad del suelo a través de la aplicación del Proctor y CBR del suelo de la muestra patrón y la

muestra Experimental con adición de (5%CCA+3%CCM), (7%CCA+5%CCM) de ceniza de concha de abanico y cenizas carbón mineral.

- Determinar el grado de relación entre la capacidad portante del suelo adicionando (5%CCA+3%CCM), (7%CCA+5%CCM) de cenizas de conchas y cenizas carbón mineral, en comparación de un suelo sin adición.

II. METODOLOGIA

El método de Investigación sé que aplica en la experimental apoyado por la observación científica, porque la finalidad del trabajo es el mejoramiento de la capacidad portante del suelo al agregarle a diseños de mezclas de suelo extraídas consideradas como el grupo experimental la combinación del 5% de cenizas de conchas de abanico más 3% de cenizas de carbón de mineral y asimismo la combinación del 7% de cenizas de conchas de abanico más el 5% de cenizas de carbón mineral, en comparación a diseños de mezclas de suelo sin modificación a las cuales se les considera como el grupo control. Para tal efecto se realizó los ensayos para los diseños de mezclas de suelo experimentales : 3 PROCTOR y 3 CBR y la misma cantidad de ensayos para los diseños de mezclas de suelo convencionales (Grupo Control), para determinar su capacidad portante de cada ensayo tanto del grupo control como del grupo considerado como experimental conformado por las mezclas de suelo modificadas al agregarle los materiales referidos en respuesta a la situación problemática formulada, ya que si el pavimento se realizaría en un suelo licuefactible dañaría las capas del pavimento.

En todo el proceso de la investigación se obtuvieron en cuenta la observación científica que a través de los sentidos permitieron identificar todas las evidencias

respectivas, para lo cual se planificaron y controlaron de manera directa todas las actividades del proceso de experimentación correspondiente: es decir se estará en contacto directo con las unidades de análisis respectivas.

Tipo de Investigación

Se aplicó los resultados que se generó producto del proceso de investigación para orientar la solución de problema relacionados al campo de la estabilización de suelos, específicamente en este caso en el AA. HH Los Constructores en donde se recuperó la calidad de su suelo al agregar a los diseños de mezclas de suelo combinaciones de cenizas de concha de abanico y cenizas de carbón mineral. Asimismo, en el contexto del proceso de investigación se aplicó los contenidos teóricos que sustentan las bases teóricas de la presente investigación relacionados a la calidad de los suelos, y también se aplicaran las condiciones y propiedades químicas que poseen los materiales a utilizarse como fundamento teórico de la investigación.

Diseño de Investigación

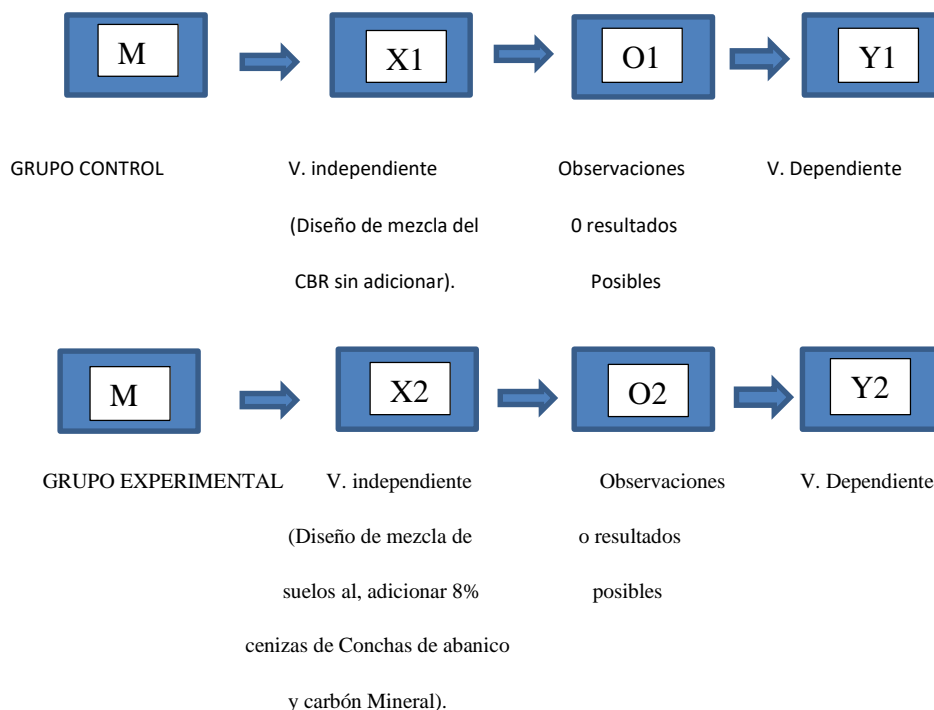
De acuerdo al contexto de este proceso de investigación y a las condiciones que se registra diremos que a esta investigación le corresponde un diseño experimental de nivel experimental, porque se mejoró el proceso de estabilización de suelos consistente en mejorar las condiciones de la calidad del mismo suelo, en lo referente a su capacidad portante, específicamente en el AA. HH Los Constructores, mediante la manipulación de la variable independiente que en este caso lo constituye el diseño de mezclas de suelos extraídas de la zona referida al agregar la ceniza de concha de abanico y ceniza de carbón mineral en combinaciones

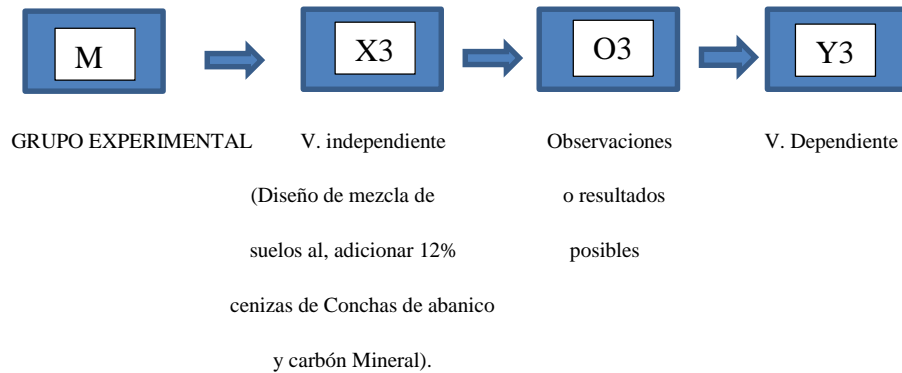
establecidas, conformándose el grupo denominado experimental. Los resultados encontrados se compararon con la capacidad portante obtenidas del diseño de mezclas del suelo extraídas sin modificación, lo cual constituyen el grupo denominado control.

Para ser posible la ejecución del proceso de experimentación se aplicó como los ensayos y pruebas técnicas de laboratorios como lo constituyen los ensayos referentes a CBR y PROCTOR.

En este contexto del proceso de experimentación se convino en utilizar los materiales anteriormente referidos como estímulos, considerando sus adecuadas propiedades químicas correspondientes.

Siendo el esquema de dicho diseño de Investigación el siguiente:





DONDE:

M1: Muestra de diseño de mezclas de suelo sin adicionar.

M2: Muestra de diseño de mezclas de suelo modificadas al agregar la combinación del 8% de cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón mineral.

M3: Muestra de diseño de mezclas de suelo modificadas al agregar la combinación del 12% de cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón mineral.

X1: Dosificaciones en diseño de mezclas de suelo sin modificación.

X2: Dosificaciones en diseño de mezclas de suelo al agregar la combinación del 8% de cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón mineral.

X3: Dosificaciones en diseño de mezclas de suelo al agregar la combinación del 12% de cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón mineral.

Y1: Capacidad portante en diseños de mezclas de suelo sin modificación. (Variable dependiente)

Y2: Capacidad portante en diseño de mezclas de suelo al agregar la combinación del 8% de cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón mineral. (Variable dependiente)

Y3: Capacidad portante en diseño de mezclas de suelo al agregar la combinación del 12% de cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón mineral. (Variable dependiente)

O1, O2 y O3: Observaciones o resultados posibles a obtenerse.

Población y Muestra

a) Población:

Se realizó como población de estudio a la extensión del suelo natural tipo Arenoso del AA. HH, Los constructores la AV. 1, 0+000 – 1+000 km, teniendo en cuenta la según lo indicado en el **MTC (2014)** nos dice que mediante la ejecución de pozos exploratorio o calicata de .15 m profundidad mínima; el número de calicatas por kilómetro, estará de acuerdo a la tabla N 5.

b) Muestra

Se optó a que nuestra vía es de segunda clase según la norma tomamos 3 calicatas por kilómetro, todas las calicatas se excavaran a 1.50m al nivel de suelo y fueron usadas de la siguiente manera.

- 1 Mezcla de suelo para el ensayo de granulometría de suelo de la calicata N 1.
- 1 Mezcla de suelo para el ensayo de granulometría de suelo de la calicata N 2.

- 1 Mezcla de suelo para el ensayo de granulometría de suelo de la calicata N 3.
- Mezcla de suelo para el ensayo de contenido de humedad de suelo de la calicata N 1.
- Mezcla de suelo para el ensayo de contenido de humedad de suelo de la calicata N 2.
- Mezcla de suelo para el ensayo de contenido de humedad de suelo de la calicata N 3.
- 1 mezcla de suelo de la calicata N 1 para el ensayo de Proctor modificado del suelo patrón.
- 1 mezcla de suelo de la calicata N 2 para el ensayo de Proctor modificado del suelo patrón.
- 1 mezcla de suelo de la calicata N 3 para el ensayo de Proctor modificado del suelo patrón.
- 1 Mezcla de suelo de la calicata N 1 para el ensayo de Proctor Modificado con adición del 5% concha de abanico y 3% carbón mineral.
- 1 Mezcla de suelo de la calicata N 2 para el ensayo de Proctor Modificado con adición del 5% concha de abanico y 3% carbón mineral.
- 1 Mezcla de suelo de la calicata N 3 para el ensayo de Proctor Modificado con adición del 5% concha de abanico y 3% carbón mineral.
- 1 Mezcla de suelo de la calicata N 1 para el ensayo de Proctor Modificado con adición del 7% concha de abanico y 5% carbón mineral.

- 1 Mezcla de suelo de la calicata N 2 para el ensayo de Proctor
Modificado con adición del 7% concha de abanico y 5% carbón mineral.
- 1 Mezcla de suelo de la calicata N 3 para el ensayo de Proctor
Modificado con adición del 7% concha de abanico y 5% carbón mineral.
- 1 mezcla de suelo de la calicata N 1 para el ensayo de CBR de suelo
Patrón.
- 1 mezcla de suelo de la calicata N 2 para el ensayo de CBR de suelo
Patrón.
- 1 mezcla de suelo de la calicata N 3 para el ensayo de CBR de suelo
Patrón.
- 1 mezcla de suelo de la calicata N 1 para el ensayo de CBR con adición
del 5% concha de abanico y 3% carbón mineral.
- 1 mezcla de suelo de la calicata N 2 para el ensayo de CBR con adición
del 5% concha de abanico y 3% carbón mineral.
- 1 mezcla de suelo de la calicata N 3 para el ensayo de CBR con adición
del 5% concha de abanico y 3% carbón mineral.
- 1 mezcla de suelo de la calicata N 1 para el ensayo de CBR con adición
del 7% concha de abanico y 5% carbón mineral.
- 1 mezcla de suelo de la calicata N 2 para el ensayo de CBR con adición
del 7% concha de abanico y 5% carbón mineral.
- 1 mezcla de suelo de la calicata N 3 para el ensayo de CBR con adición
del 7% concha de abanico y 5% carbón mineral.

Cuyos testigos fueron llevados en el laboratorio de la universidad San Pedro para luego ser ensayados.

Técnicas e Instrumentos de Investigación

Tabla 17

Técnicas de recolección de la información.

Método o Técnicas	Instrumento	Nivel de Investigación
Observación científica	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de observación resumen - Fichas técnicas de laboratorio según ensayos 	<p>- Grupo Control: CBR sin modificación</p> <p>- Grupos Experimentales: CBR al agregar las combinaciones del 8% de cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón material y 12% de cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón material.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Esta técnica e instrumentos se optó por la técnica de investigación “Observación Científica” porque el estudio se basa en un proceso de experimentación a través del cual se buscó innovar la forma como estabilizar la calidad de un suelo, en este caso específico en el AA. HH Los Constructores, al agregar los materiales referidos en las combinaciones establecidas y asimismo directamente planifico la aplicación de ensayos y pruebas técnicas de laboratorio respectivas.

Los instrumentos son la Guía de Observación del Resumen se elaboró cuidando que en su estructura se considere a las variables de estudio, así como a sus dimensiones respectivas y asimismo determinaremos adecuadamente las Fichas Técnicas de los ensayos a aplicarse en el Laboratorio respectivo.

Al diseño de mezcla de suelo convencional lo modificamos o manipulamos agriándole en dos porcentajes en 8% de concha de abanico y carbón mineral, 12%

de concha de abanico y carbón mineral para buscar mejorar la capacidad de soporte de suelo de las clases del AA-HH los constructores. esta investigación controla directamente el fenómeno de estudio lo cual se basará en la aplicación de los ensayos a realizados de granulometría, contenido de humedad, Proctor modificado y el ensayo de CBR.

Nuestra Guía de Observación comprende aspectos de los siguientes ensayos que se realizó para la recolección de datos.

Ensayo realizado 1: Toma de muestras de mezclas de suelo a una profundidad de 1.50m de su suelo (calicatas).

Objetivo

El procedimiento para realizar la toma de muestras de mezcla de suelo es tomar la muestra haciendo una excavación a una profundidad de 1.50m (calicatas) para obtener una muestra sin contaminaciones atmosféricas. Las muestras se usarán para los dos propósitos siguientes:

- Muestra representativa de las características o condiciones promedio de una mezcla de suelo natural.
- Controlar su uniformidad o sus variaciones de acuerdo al nivel en el que se encuentre.

Ensayo realizado 2: Determinar la densidad seca de la muestra Patrón y las muestras con adición en dos porcentajes en un 8% y 12% de concha de abanico y carbón mineral.

Objetivo

Los ensayos tienen por finalidad determinar la relación de la humedad-densidad de un suelo compactado en un molde normalizado mediante un pisón de masa normalizada, en caída libre y con una energía específica de compactación. Definición de la compactación es el proceso mecánico mediante el cual se disminuye la cantidad de vacíos que tiene una masa de suelo, obligando a las partículas a un contacto más íntimo entre ellos, Es decir, aumenta la densidad de un material determinado. Las variables determinan la capacidad que se pueda lograr en un determinado en dicho material, la humedad que posee el suelo y el nivel de energía en la compactación.

Ensayo realizado 3: Determinar el Grado de Saturación de la muestra Patrón y la muestra con la adición parcial en dos porcentajes 8% y 12% concha de abanico y carbón mineral.

Objetivo

Es el procedimiento que debe seguirse para la determinación del grado de saturación de un suelo el cual puede ir desde 0 (completamente seca) o Hasta los valores de porosidad de los materiales en el punto saturación

Ensayo realizado 4: Aplicación de cargas de la muestra Patrón y la muestra con la adición parcial en dos porcentajes 8% y 12% de concha de abanico y carbón mineral.

Objetivo

Es el procedimiento que se debe seguirse para determinar la capacidad de soporte de un suelo. El procedimiento consiste en realizar ensayos de muestras de CBR, las cuales se ensayan posteriormente según los procedimientos indicados en esta norma.

Evaluación de los Instrumentos:

Procedimiento y Análisis de la Información

Una vez obtenida la información necesaria se permita la ejecución operativa de nuestro proceso de investigación, seguidamente dicha información obtenida se organizará, clasificará sistemáticamente, presentará y resumirá adecuadamente, para lo cual se recurrirá a la aplicación de los métodos estadísticos tanto descriptivos como inferenciales.

Métodos Descriptivos:

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento dentro de los métodos descriptivos, se aplicó para clasificar sistemáticamente la información tenemos a las tablas de distribución de frecuencias, asimismo para visualizar mejor el comportamiento de las variables de estudio se construirán gráficos como:

- Gráfico de barras,
- Gráfico de Sectores Circulares,
- Histograma de Frecuencias
- Polígono de Frecuencias.

Para resumir la información obtenida se calcularán medidas estadísticas como: promedios, varianza, desviación estándar y el coeficiente de correlación lineal el cual permitirá calcular el grado de relación entre las variables.

Métodos Inferenciales:

los resultados de la muestra a la población de estudio que se aplicó el método de la estimación de parámetros de la resistencia de la media poblacional tanto puntual como interválica.

La comprobación científicamente nuestra hipótesis de trabajo se aplicó la Prueba de Hipótesis denominada Diferencia de Medias. Asimismo, se aplicó el método del Análisis de Varianza, con la finalidad de determinar el grado de variación del comportamiento de las variables de estudio.

Análisis de la varianza

Para el presente proyecto se hizo el análisis de la varianza ya que permitió determinar si diferentes tratamientos muestras diferencias significativos o por el contrario puede suponerse que sus poblacionales no difieren

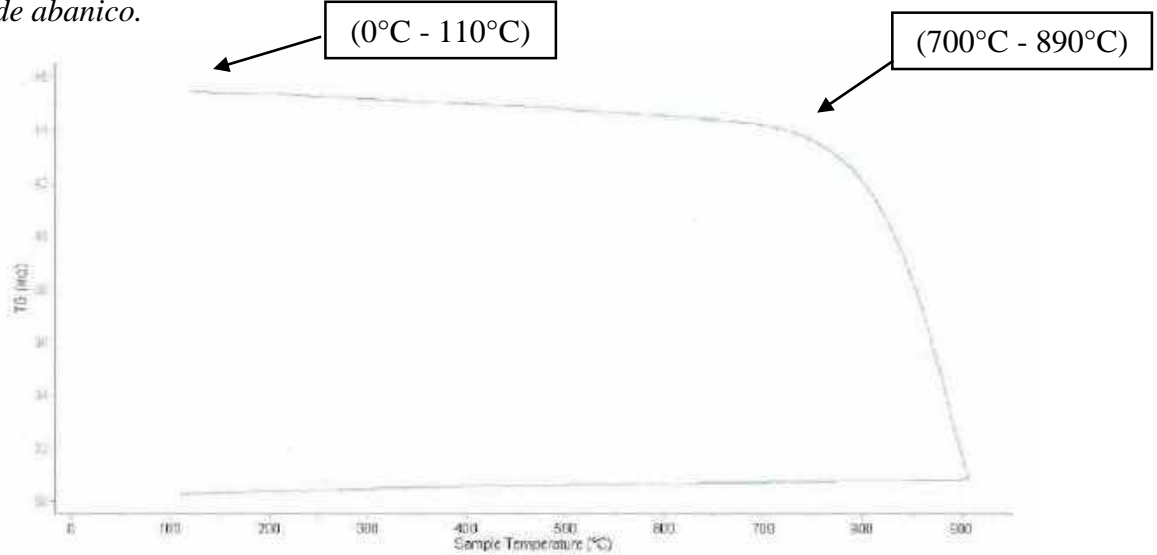
El análisis de la varianza permitió superar las limitaciones de hacer contrastes bilaterales por parejas que son un mal método para determinar si un conjunto de variables con $n > 3$ difieren entre sí.

III. RESULTADOS

Determinar el Grado de Calcinación de las Cenizas de Conchas de Abanico.

Figura 5

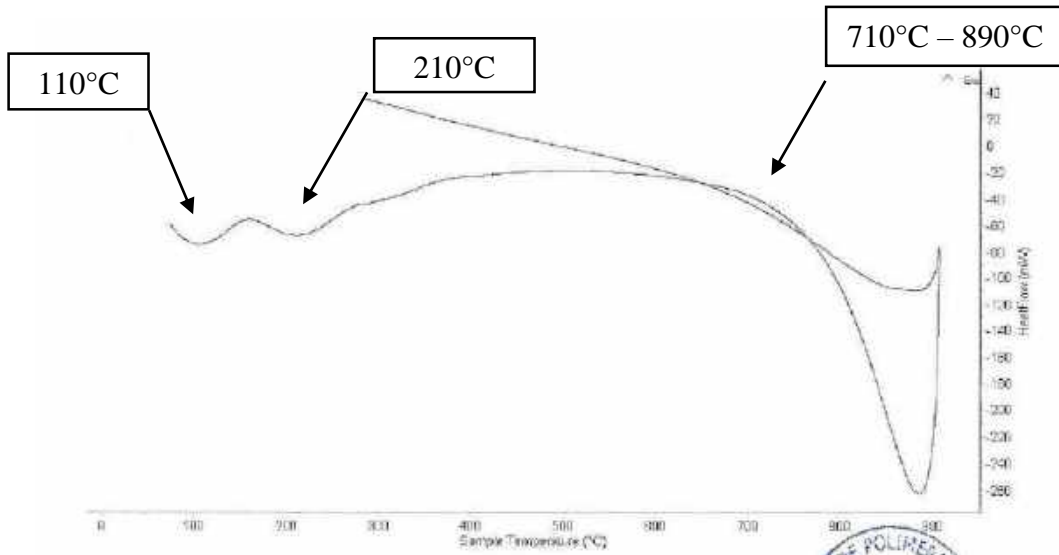
Curva de pérdida de masa – Análisis Termogravimétrico de las cenizas de conchas de abanico.



Fuente: Laboratorio de polímeros (UNT).

Figura 6

Curva Calorimétrica DSC (Curva de Calor Absorbido) de las cenizas de conchas de abanico.

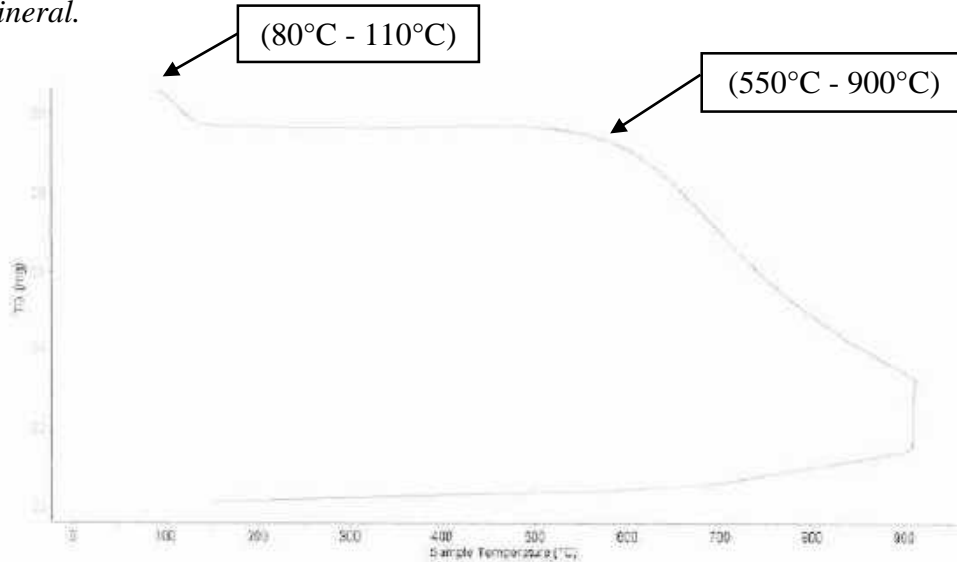


Fuente: Laboratorio de Polímeros (UNT).

Determinar el Grado de Calcinación de las Cenizas de Carbón Mineral

Figura 7

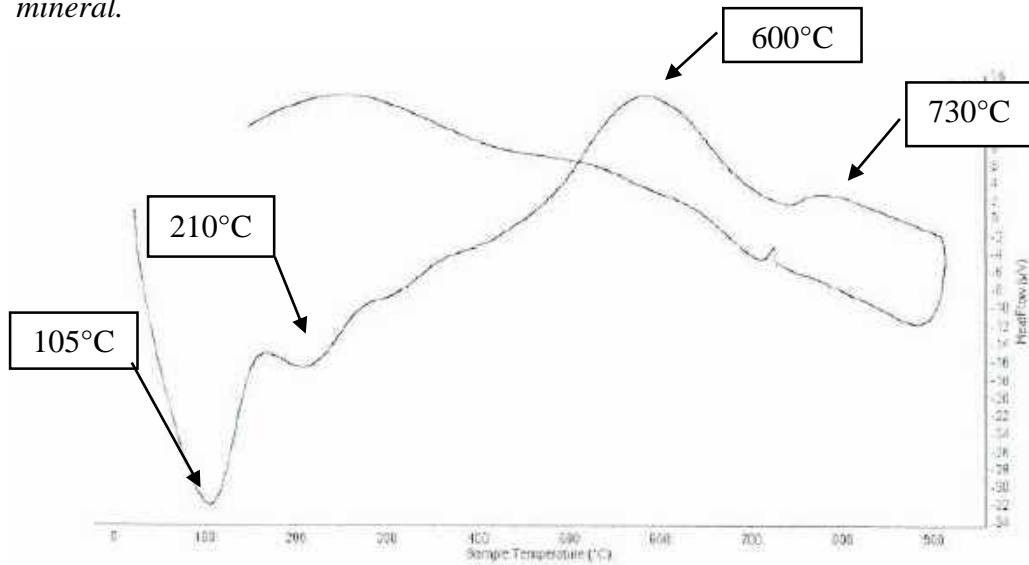
Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico de las cenizas de carbón mineral.



Fuente: Laboratorio de polímeros (UNT).

Figura 8

Curva Calorimétrica DSC (Curva de Calor Absorbido) de las cenizas de carbón mineral.



Fuente: Laboratorio de Polímeros (UNT).

Composición Química de las Cenizas de Conchas de Abanico

Tabla 18

Composición química de las cenizas de concha de abanico expresados como en Óxidos.

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Óxido de calcio, (CaO)	96,63	
Óxido de Potasio, (K ₂ O)	2,92	Espectrometría de
Óxido o de estroncio, (SrO)	0,40	Fluorescencia de
Óxido de azufre, (SO ₃)	0,06	Rayos X

Fuente: Labicer (Laboratorio N° 12 - UNI).

Tabla 19

Composición química de la ceniza de concha de abanico expresado elemental.

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Calcio, (Ca)	98,72	
Potasio, (K)	0,54	Espectrometría de
Estroncio, (Sr)	0,50	Fluorescencia de
Azufre, (S)	0,24	Rayos

Fuente: Labicer (Laboratorio N° 12 - UNI).

Composición Química de las Cenizas de Carbón Mineral

Tabla 20

Composición química de las cenizas de carbón mineral expresados como en Óxidos.

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Óxido de Aluminio, (Al ₂ O ₃)	54,28	
Óxido de Silicio, (SiO ₂)	32,45	
Óxido de Potasio, (K ₂ O)	7,01	
Óxido de Hierro, (F ₂ O)	3,51	Espectrometría de
Óxido de Titanio, (TiO ₂)	1,14	Fluorescencia de
Óxido de Calcio, (CaO)	0,71	Rayos X
Óxido de Fosforo, (P ₂ O ₅)	0,53	
Óxido de Azufre, (SO ₃)	0,33	
Óxido de Manganeso, (MnO)	0,04	
Óxido de Cobre, (CuO)	0,01	
Óxido de Zinc, (ZnO)	0,01	

Fuente: Labicer (Laboratorio N° 12 - UNI).

Tabla 21*Composición química de las cenizas de carbón mineral expresado elemental.*

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Silicio, (Si)	46,33	
Aluminio, (Al)	35,27	
Hierro, (Fe)	5,10	
Azufre, (S)	4,25	
Potasio, (K)	4,11	Espectrometría de
Titanio, (Ti)	2,32	Fluorescencia de
Calcio, (Ca)	1,92	Rayos X
Fosforo, (P)	0,55	
Cobre, (Cu)	0,06	
Manganeso, (Mn)	0,06	
Zinc, (Zn)	0,03	

Fuente: Labicer (Laboratorio N° 12 – UNI).

Determinar el PH de las Cenizas de las Conchas de Abanico y Cenizas de Carbón Mineral

Es una de las pruebas más comunes para conocer parte de la calidad del agua en el suelo. El pH es un indicador de la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero en la realidad es una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno (H⁺). Las mediciones de un pH se ejecutan en una escala de 0 a 14, con 7.0 se considera neutro. Una solución de un pH por encima de 7.0 se considera ácido. Una solución de un pH por encima de 7.0, hasta 14.0 se considera base o alcalina.

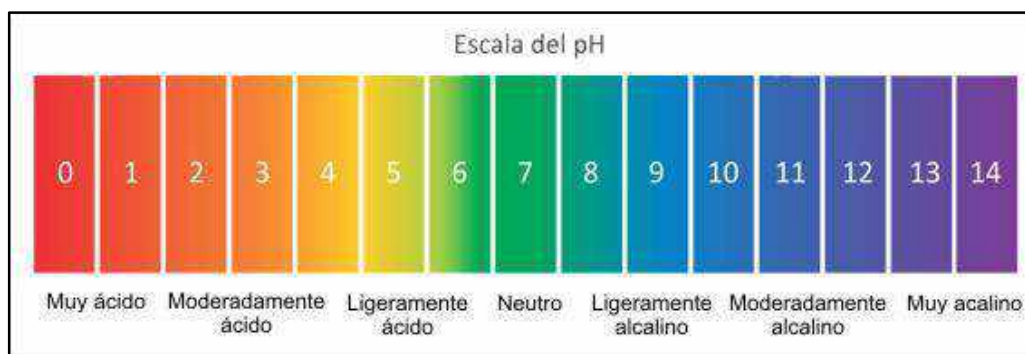


Figura 9: Escala del PH.

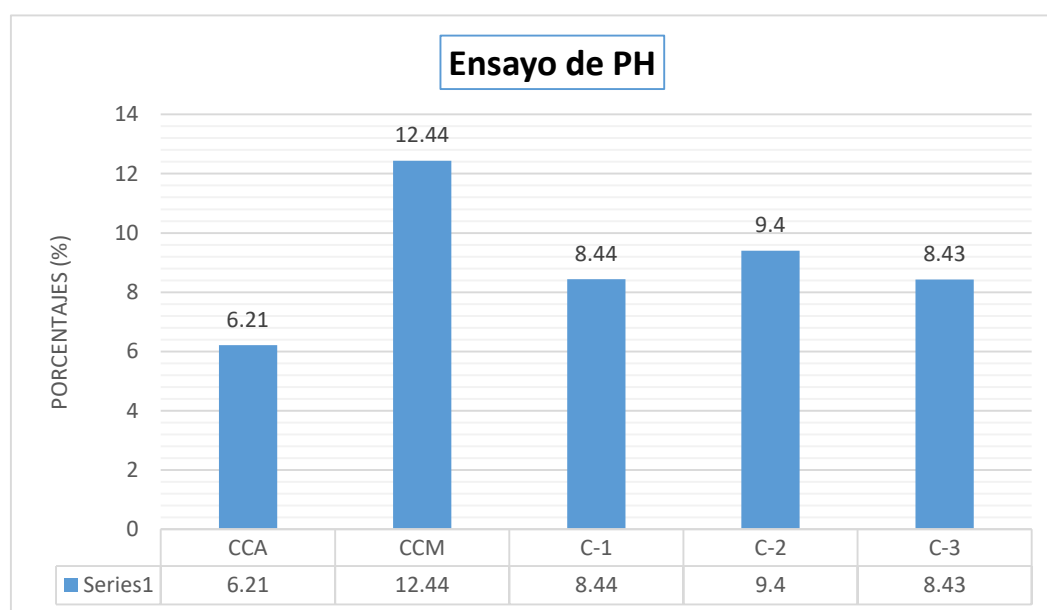
TABLA 22

Resultados de muestras obtenidas de COLECBI.

Muestras	Ensayo	Observación
	PH	
Cenizas de carbón Mineral	6,21	Ligeramente Ácido
Cenizas de Concha de Abanico	12,44	Moderadamente Alcalino
Calicata C-1	8,59	Ligeramente Alcalino
Calicata C-2	9,40	Ligeramente Alcalino
Calicata C-3	8,53	Ligeramente Alcalino

Fuente: Corporación de laboratorios de Ensayos Clínicos, Biológicos e Industriales “COLECBI” S.A.C.

Figura 10. Análisis comparativo del pH



Fuente: Elaboración Propia.

Determinar el CBR de las Muestras Patrón y de las Muestras Experimental en (5%CCA + 3%CCM) Y (7%CCA + 5%CCM)

Proctor Modificado - Patrón

Tabla 23

Datos para el cálculo del Proctor Patrón (C-1)

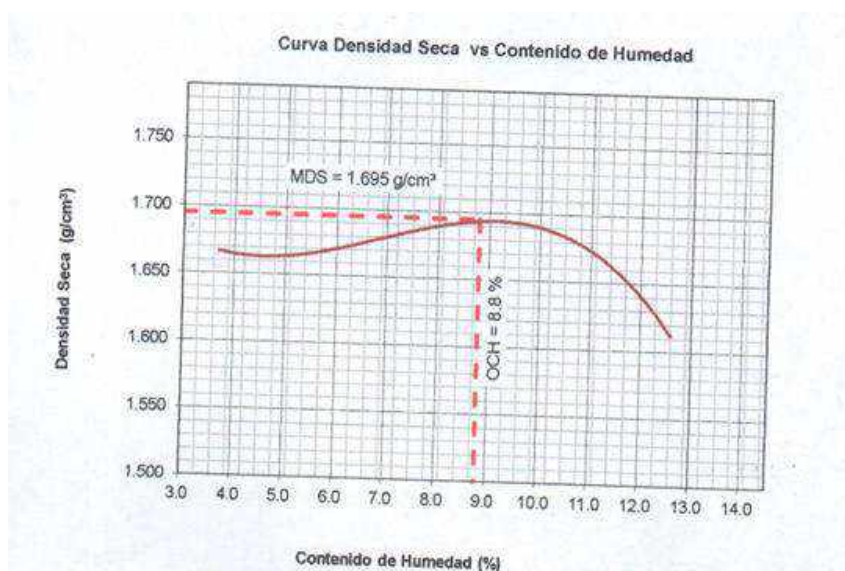
Método Compactación	"A"	Numero de Golpes		25
Energía de Compactación Estándar		27.7 Kg.cm/cm ³		
01-Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	3685	3745	3805	3770
02-Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03.Peso suelo Húmedo (g)	1710.0	1770.0	1830.0	1795.0
04-Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05-Densidad Suelo Húmedo (g/cm ³)	1.729	1.790	1.850	1.815
06-Tarro N°	01	02	03	04
07-Peso Suelo Húmedo + Tarro (g)	490.0	465.0	465.0	480.0
08-Peso Suelo Seco + Tarro (g)	480.0	440.0	431.3	433.5
09-Peso del Agua (g)	10.0	25.0	33.7	46.5
10-Peso del Tarro (g)	209.0	65.0	65.0	65.5
11-Peso Suelo Seco (g)	271.0	375.0	366.5	369.0
12-Contenido de Humedad (%)	3.7	6.7	9.2	12.6
13-Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.667	1.677	1.694	1.612

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Contenido Optimo de Humedad = 8.8%

Densidad Seca Máxima = 1.695 g/cm

Figura 11. Curva Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Patrón (C-1)

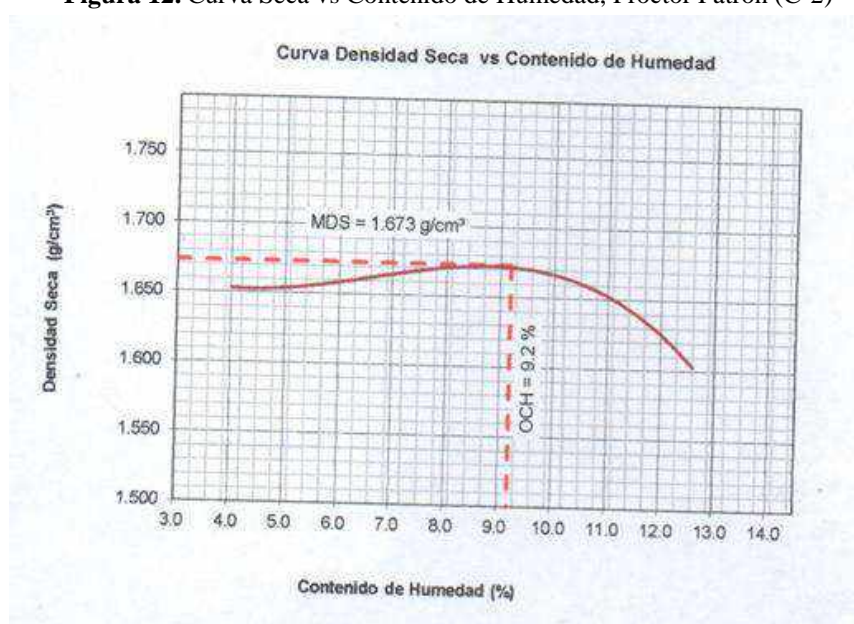


Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Tabla 24*Datos para el cálculo del Proctor Patrón (C-2)*

Método Compactación	"A"	Numero de Golpes		25
Energía de Compactación Estándar		27.7 Kg.cm/cm ³		
01-Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	3675	3730	3785	3760
02-Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03-Peso suelo Húmedo (g)	1700.0	1755.0	1810.0	1785.0
04-Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05-Densidad Suelo Húmedo (g/cm ³)	1.719	1.775	1.830	1.805
06-Tarro N°	01	02	03	04
07-Peso Suelo Húmedo + Tarro (g)	595.0	605.0	605.0	480.0
08-Peso Suelo Seco + Tarro (g)	580.0	580.0	570.0	433.5
09-Peso del Agua (g)	15.0	25.0	35.0	46.5
10-Peso del Tarro (g)	209.0	205.0	205.0	64.5
11-Peso Suelo Seco (g)	371.0	375.0	365.0	369.0
12-Contenido de Humedad (%)	4.0	6.7	9.6	12.6
13-Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.653	1.663	1.670	1.603

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

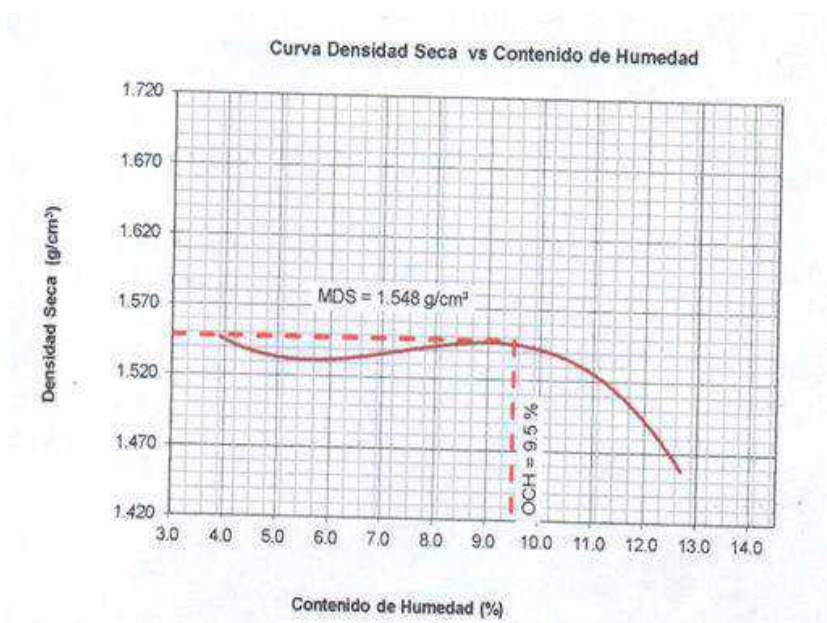
Contenido Optimo de Humedad = 9.2% Densidad Seca Máxima = 1.673 g/cm³**Figura 12.** Curva Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Patrón (C-2)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Tabla 25*Datos para el cálculo del Proctor Patrón (C-3)*

Método Compactación	"A"	Numero de Golpes		25
Energía de Compactación Estándar		27.7 Kg.cm/cm ³		
01-Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	3565	3595	3650	3600
02-Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03-Peso suelo Húmedo (g)	1590.0	1620.0	1675.0	1625.0
04-Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05-Densidad Suelo Húmedo (g/cm ³)	1.608	1.638	1.694	1.643
06-Tarro N°	01	02	03	04
07-Peso Suelo Húmedo + Tarro (g)	600.0	605.0	570.0	479.9
08-Peso Suelo Seco + Tarro (g)	585.0	580.0	535.0	433.1
09-Peso del Agua (g)	15.0	25.0	35.0	46.8
10-Peso del Tarro (g)	200.0	205.0	170.0	64.5
11-Peso Suelo Seco (g)	385.0	375.0	365.0	368.6
12-Contenido de Humedad (%)	3.9	6.7	9.6	12.7
13-Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.547	1.535	1.545	1.458

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Contenido Optimo de Humedad = 9.5%
g/cm³**Densidad Seca Máxima = 1.548****Figura 13.** Curva Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Patrón (C-3)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Proctor Modificado – Experimental (5%CCA + 3CCM)

Tabla 26

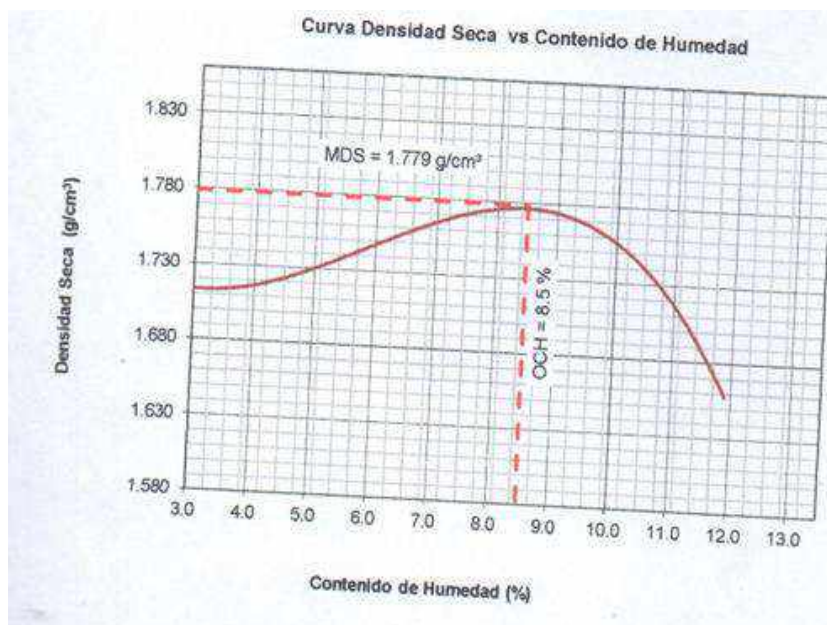
Datos para el cálculo del Proctor Experimental (C-1)

Método Compactación	“A”	Numero de Golpes		25
Energía de Compactación Estándar		27.7 Kg.cm/cm ³		
01-Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	3716	3766	3863	3810
02-Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03.Peso suelo Húmedo (g)	1740.5	1790.5	1888.0	1835.0
04-Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05-Densidad Suelo Húmedo (g/cm ³)	1.760	1.810	1.909	1.855
06-Tarro N°	01	02	03	04
07-Peso Suelo Húmedo + Tarro (g)	588.5	568.5	563.5	560.0
08-Peso Suelo Seco + Tarro (g)	580.5	550.0	535.0	507.3
09-Peso del Agua (g)	8.0	18.5	28.5	52.7
10-Peso del Tarro (g)	188.5	168.5	163.5	64.5
11-Peso Suelo Seco (g)	392.0	381.5	371.5	442.8
12-Contenido de Humedad (%)	2.0	4.8	7.7	11.9
13-Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.725	1.727	1.773	1.658

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Contenido Optimo de Humedad = 8.5% **Densidad Seca Máxima = 1.779 g/cm³**

Figura 14. Curva Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Experimental (C-1)



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Tabla 27*Datos para el cálculo del Proctor Experimental (C-2)*

Método Compactación	"A"	Numero de Golpes		25
Energía de Compactación Estándar		27.7 Kg.cm/cm ³		
01-Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	3673	3734	3803	3770
02-Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03-Peso suelo Húmedo (g)	1697.5	1758.5	1828.0	1795.0
04-Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05-Densidad Suelo Húmedo (g/cm ³)	1.716	1.778	1.848	1.815
06-Tarro N°	01	02	03	04
07-Peso Suelo Húmedo + Tarro (g)	603.5	565.5	606.5	602.3
08-Peso Suelo Seco + Tarro (g)	591.5	546.5	575.5	556.2
09-Peso del Agua (g)	12.0	19.0	32.0	46.1
10-Peso del Tarro (g)	203.5	165.5	206.5	167.7
11-Peso Suelo Seco (g)	388.0	381.0	368.0	388.5
12-Contenido de Humedad (%)	3.1	5.0	8.7	11.9
13-Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.665	1.693	1.700	1.622

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

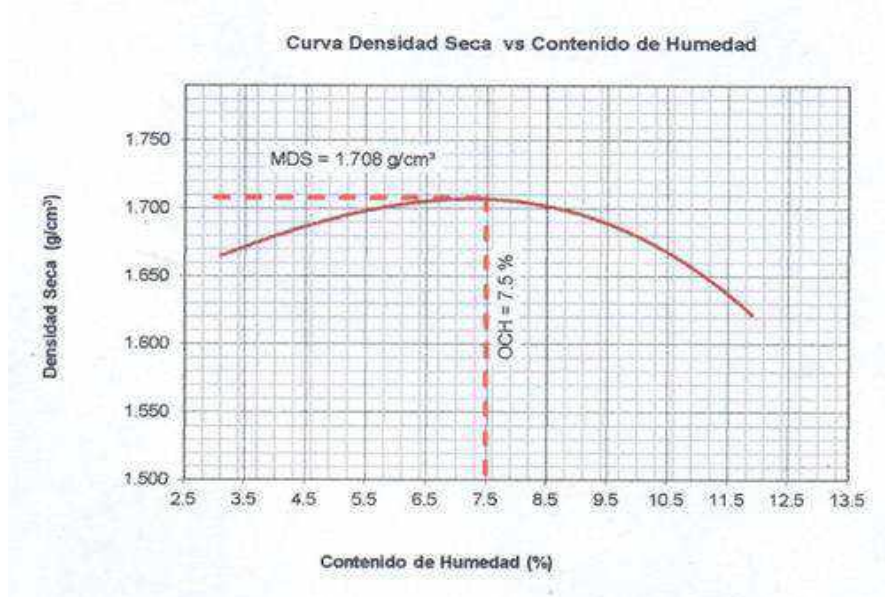
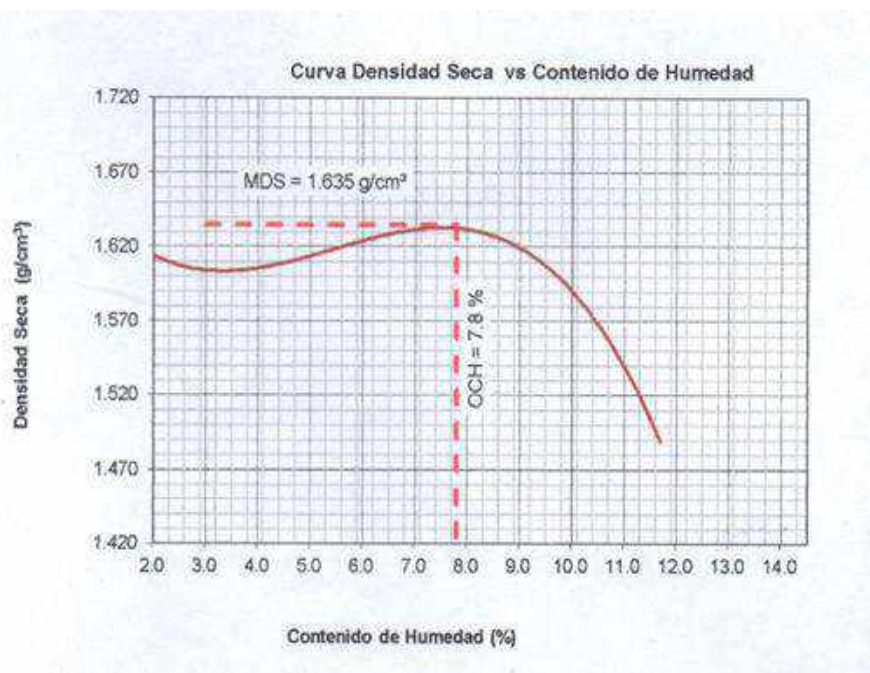
Contenido Optimo de Humedad = 7.5%**Densidad Seca Máxima = 1.708 g/cm³****Figura 15.** Curva Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Experimental (C-2)

Tabla 28*Datos para el cálculo del Proctor Experimental (C-3)*

Método Compactación	"A"	Numero de Golpes		25
Energía de Compactación Estándar		27.7 Kg.cm/cm ³		
01-Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	3604	3646	3718	3620
02-Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03.Peso suelo Húmedo (g)	1628.5	1671.0	1743.0	1645.0
04-Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05-Densidad Suelo Húmedo (g/cm ³)	1.647	1.690	1.762	1.663
06-Tarro N°	01	02	03	04
07-Peso Suelo Húmedo + Tarro (g)	600.0	598.0	608.0	486.3
08-Peso Suelo Seco + Tarro (g)	592.5	579.5	578.5	453.0
09-Peso del Agua (g)	7.5	18.5	29.5	33.3
10-Peso del Tarro (g)	200.0	198.0	208.0	167.8
11-Peso Suelo Seco (g)	392.5	381.5	370.5	385.2
12-Contenido de Humedad (%)	1.9	4.8	8.0	11.7
13-Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.616	1.612	1.632	1.489

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Contenido Optimo de Humedad = 7.8% Densidad Seca Máxima = 1.635 g/cm³**Figura 16.** Curva Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Experimental (C-3)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Proctor Modificado – Experimental (7%CCA + 5%CCM)

Tabla 29

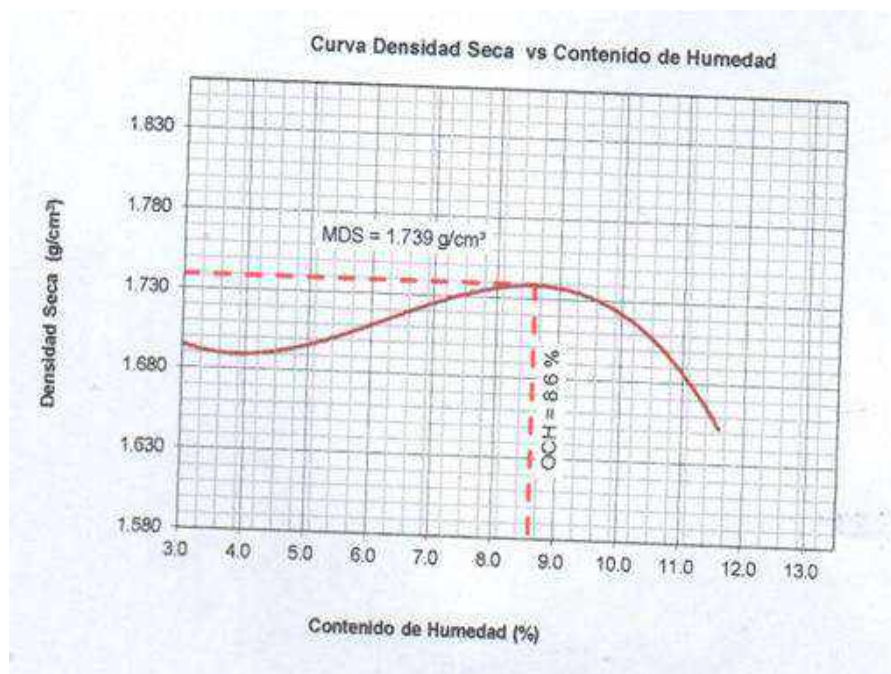
Datos para el cálculo del Proctor Experimental (C-1)

Método Compactación	“A”	Numero de Golpes		25
Energía de Compactación Estándar		27.7 Kg.cm/cm ³		
01-Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	3709	3717	3807	3800
02-Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03-Peso suelo Húmedo (g)	1734.0	1742.0	1832.0	1825.0
04-Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05-Densidad Suelo Húmedo (g/cm ³)	1.753	1.761	1.852	1.845
06-Tarro N°	01	02	03	04
07-Peso Suelo Húmedo + Tarro (g)	608.5	606.5	568.5	700.0
08-Peso Suelo Seco + Tarro (g)	600.5	590.5	541.5	644.6
09-Peso del Agua (g)	8.0	16.0	27.0	55.4
10-Peso del Tarro (g)	208.5	206.5	168.0	166.7
11-Peso Suelo Seco (g)	392.0	384.0	373.0	377.9
12-Contenido de Humedad (%)	2.0	4.2	7.2	11.6
13-Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.719	1.690	1.728	1.653

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Contenido Optimo de Humedad = 8.6% Densidad Seca Máxima = 1.739 g/cm³

Figura 17. Curva Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Experimental (C-1)



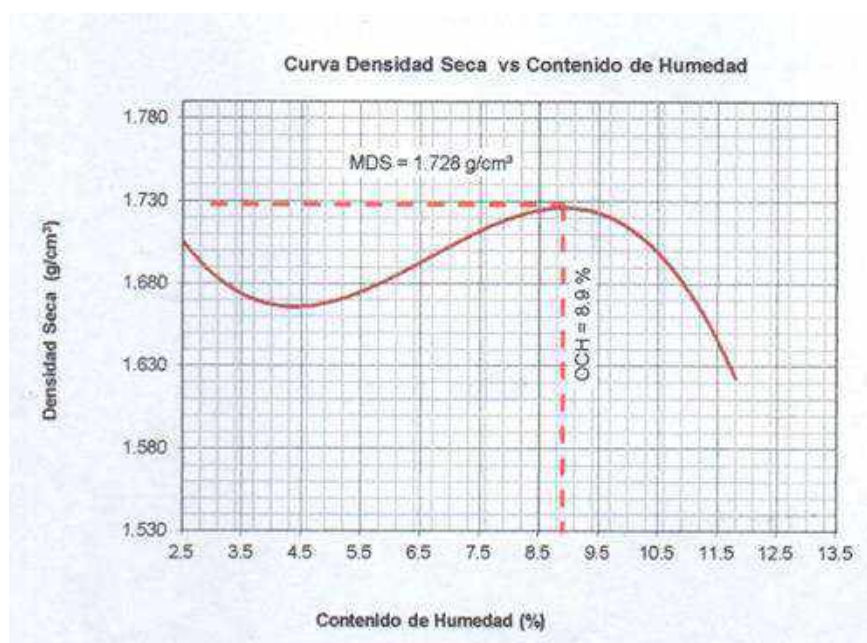
Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Tabla 30*Datos para el cálculo del Proctor Experimental (C-2)*

Método Compactación	"A"	Numero de Golpes		25
Energía de Compactación Estándar		27.7 Kg.cm/cm ³		
01-Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	3708	3747	3820	3770
02-Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03.Peso suelo Húmedo (g)	1732.5	1772.0	1845.0	1795.0
04-Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05-Densidad Suelo Húmedo (g/cm ³)	1.752	1.792	1.866	1.815
06-Tarro N°	01	02	03	04
07-Peso Suelo Húmedo + Tarro (g)	613.0	605.0	563.5	450.3
08-Peso Suelo Seco + Tarro (g)	603.5	581.5	533.0	424.0
09-Peso del Agua (g)	9.5	23.5	30.5	26.3
10-Peso del Tarro (g)	213.0	205.0	163.5	200.3
11-Peso Suelo Seco (g)	390.5	376.5	369.5	323.7
12-Contenido de Humedad (%)	2.4	6.2	8.2	11.8
13-Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.711	1.687	1.723	1.623

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Contenido Optimo de Humedad = 8.9% **Densidad Seca Máxima = 1.728 g/cm³**

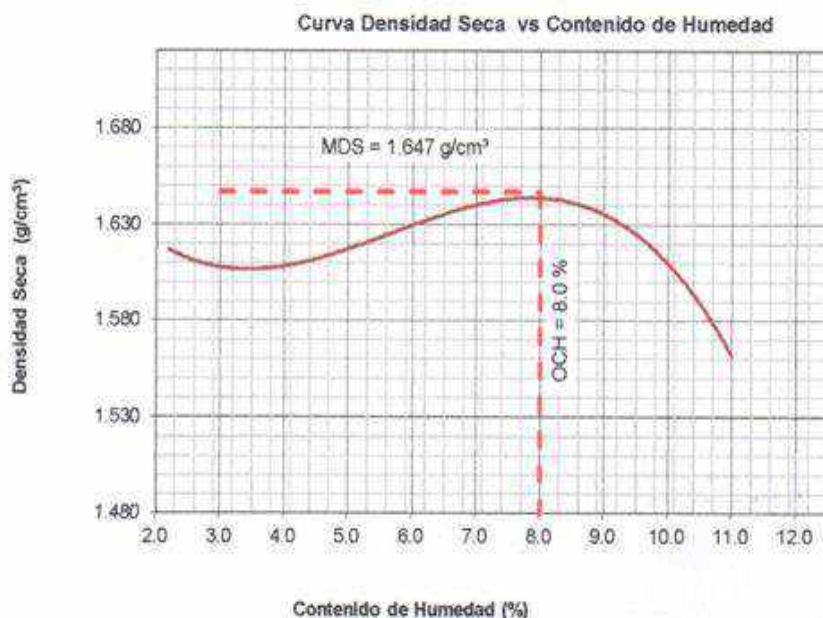
Figura 18. Curva Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Experimental (C-2)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Tabla 31*Datos para el cálculo del Proctor Experimental (C-3)*

Método Compactación	"A"	Numero de Golpes		25
Energía de Compactación Estándar		27.7 Kg.cm/cm ³		
01-Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	3609	3644	3728	3690
02-Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03.Peso suelo Húmedo (g)	1634.0	1669.0	1752.7	1715.0
04-Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05-Densidad Suelo Húmedo (g/cm ³)	1.652	1.688	1.772	1.734
06-Tarro N°	01	02	03	04
07-Peso Suelo Húmedo + Tarro (g)	463.5	466.5	470.5	526.3
08-Peso Suelo Seco + Tarro (g)	457.0	449.0	441.5	481.4
09-Peso del Agua (g)	6.5	17.5	29.0	45.2
10-Peso del Tarro (g)	163.5	66.5	70.5	68.7
11-Peso Suelo Seco (g)	293.5	382.5	371.0	412.7
12-Contenido de Humedad (%)	2.2	4.6	7.8	11.0
13-Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.617	1.613	1.644	1.562

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Contenido Optimo de Humedad = 8.0%**Densidad Seca Máxima = 1.647 g/cm³****Figura 19.** Curva Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Experimental (C-3)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Tabla 32. *Humedad Optima (%) expresado en porcentaje de una adición al suelo.*

Calicatas Porcentajes de Adición	Patrón (0%)	Experimental 5%CCA + 3%CCM
Calicata C-1	8.8	8.5
Calicata C-2	9.2	7.5
Calicata C-3	9.5	7.8

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 33. *Humedad Optima (%) expresado en porcentaje de una adición al suelo.*

Calicatas Porcentajes de Adición	Patrón (0%)	Experimental 7%CCA + 5%CCM
Calicata C-1	8.8	8.6
Calicata C-2	9.2	8.9
Calicata C-3	9.5	8.0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 34. *Densidad Seca Máxima (g/cm³) expresado en porcentaje de una adición al suelo.*

Calicatas Porcentajes de Adición	Patrón (0%)	Experimental 5%CCA + 3%CCM
Calicata C-1	1.695	1.779
Calicata C-2	1.673	1.708
Calicata C-3	1.548	1.635

Fuente: Elaboración Propia.

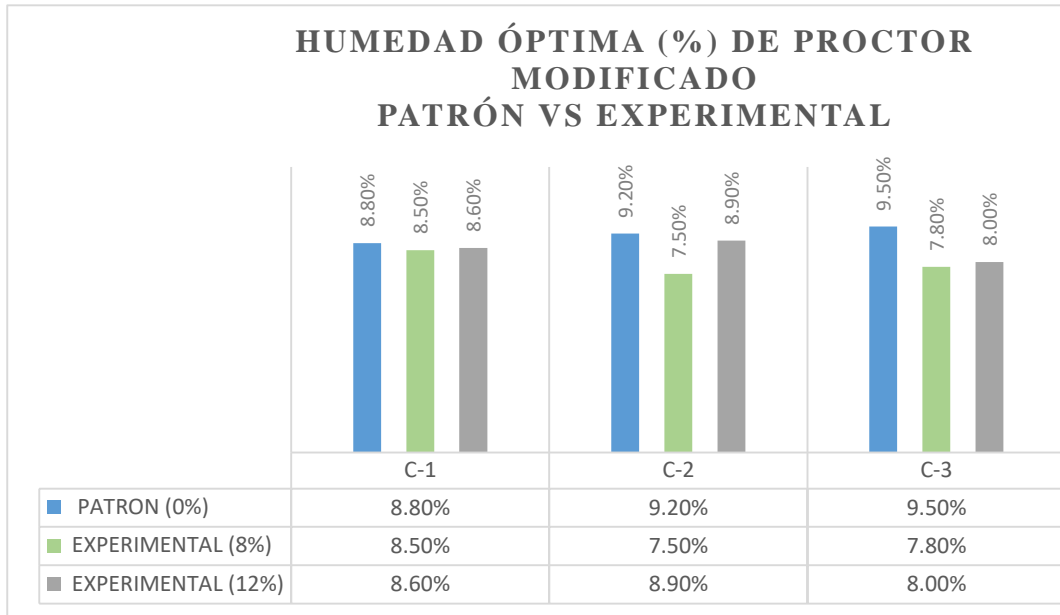
Tabla 35. *Densidad Seca Máxima (g/cm³) expresado en porcentaje de una adición al suelo.*

Calicatas Porcentajes de Adición	Patrón (0%)	Experimental 7%CCA + 5%CCM
Calicata C-1	1.695	1.739
Calicata C-2	1.673	1.728
Calicata C-3	1.548	1.647

Fuente: Elaboración Propia.

- **HUEMDAD ÓPTIMA**

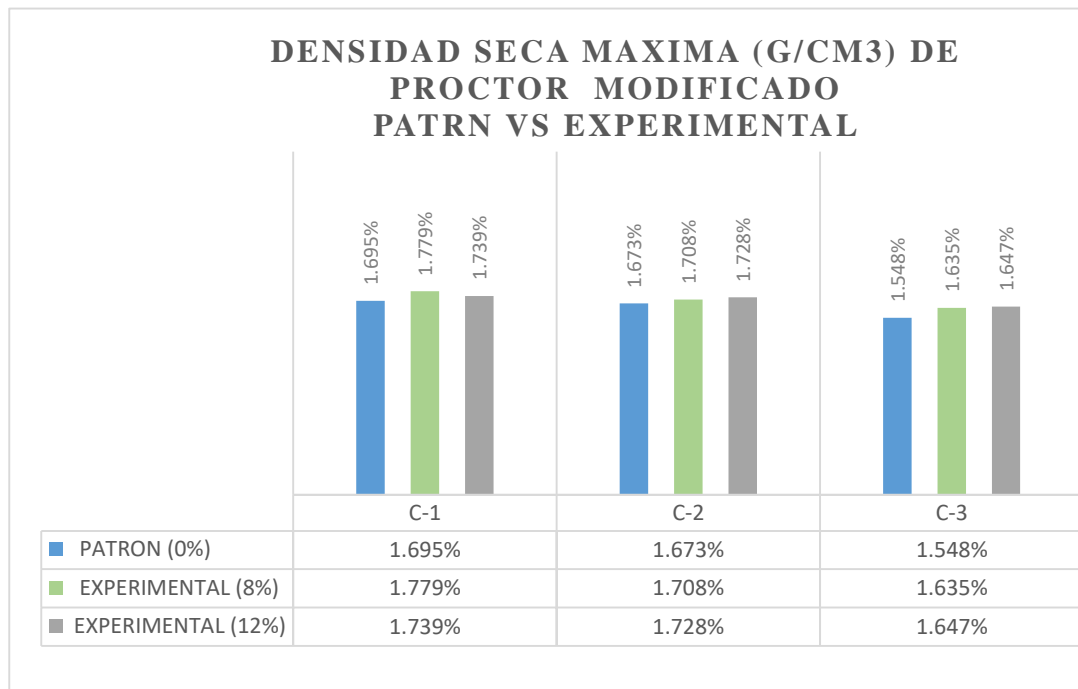
Figura 20. Humedad Óptima (%) del Proctor Modificado Patrón vs Experimental



Fuente: Elaboración Propia.

- **DENSIDAD SECA MÁXIMA**

Figura 21. Densidad Seca Máxima (g/cm³) del Proctor Modificado Patrón vs Experimental.



Fuente: Elaboración Propia

Determinar la Relación de soporte - CBR Patrón

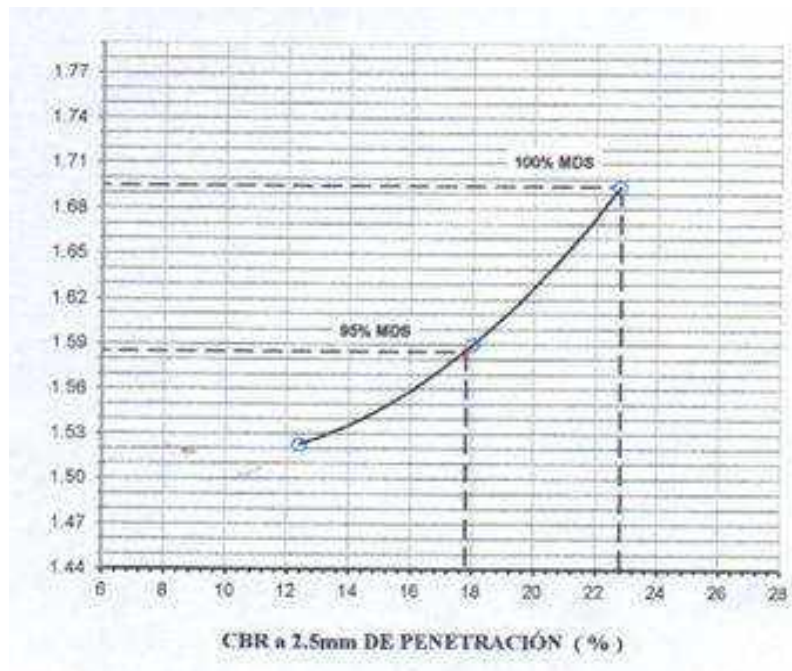
Tabla 36

Lecturas diales para obtención del CBR Patrón (C-1)

PENETRACION						
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)
00	00	00	00	00	00	00
0.63	25	134.1	18	104.4	10	70.4
1.3	30	155.4	22	121.4	15	91.7
1.9	48	231.9	33	168.1	21	117.2
2.5	62	291.37	46	223.38	33	168.14
3.2	79	363.6	53	253.1	41	202.1
3.8	89	406.1	58	274.4	45	219.1
5.08	99	448.6	63	295.6	50	240.4
7.6	100	452.8	69	321.1	55	261.6
10.16	110	495.3	73	338.1	60	282.9
12.7	120	537.8	79	363.6	65	304.1
Carga [%]	291.37 kgf. [21.4%]		223.38 kgf. [16.4%]		168.14 kgf. [12.4%]	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Figura 22. CBR Patrón (C-1) a 2.5mm de Penetración (%)

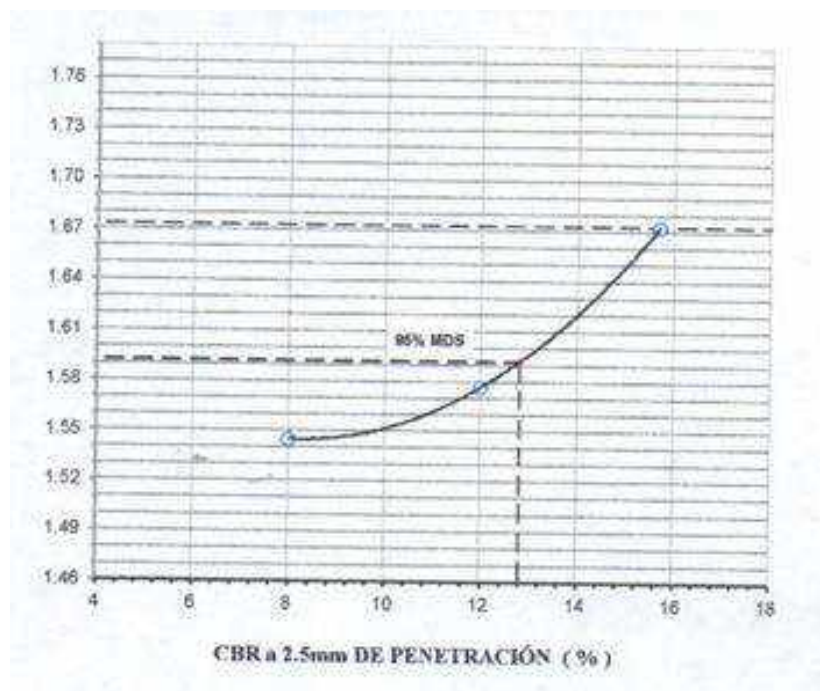


Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Tabla 37*Lecturas diales para obtención del CBR Patrón (C-2)*

PENETRACION						
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)
00	00	00	00	00	00	00
0.63	6	53.4	7	57.7	3	40.7
1.3	16	95.9	18	104.4	10	70.4
1.9	26	138.4	24	129.9	12	78.9
2.5	36	180.89	34	172.39	19	108.65
3.2	65	304.1	47	227.6	25	135.1
3.8	100	452.8	60	282.9	35	176.6
5.08	129	576.1	74	342.4	45	219.1
7.6	155	686.5	87	397.6	50	240.4
10.16	184	809.8	95	431.6	55	261.6
12.7	203	890.5	102	461.3	60	282.9
Carga [%]	180.89 kgf. [13.3%]		172.39 kgf. [12.7%]		108.65 kgf. [8%]	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

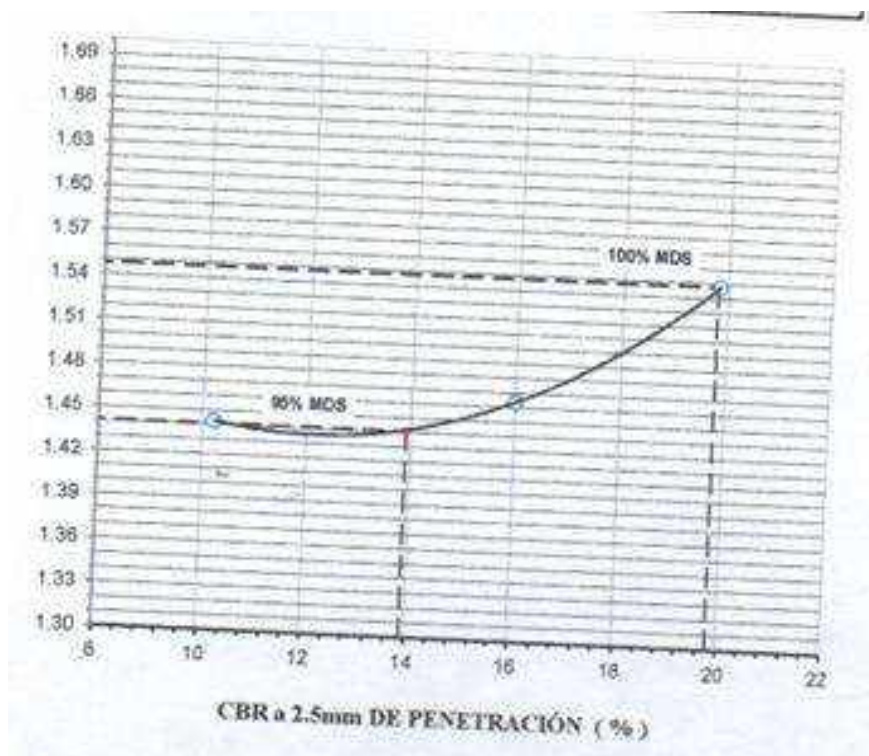
Figura 23. CBR Patrón (C-2) a 2.5mm de Penetración (%)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Tabla 38*Lecturas diales para obtención del CBR Patrón (C-3)*

PENETRACION						
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)
00	00	00	00	00	00	00
0.63	10	70.4	5	49.2	4	44.9
1.3	25	134.9	10	70.4	8	61.9
1.9	43	210.6	29	151.1	16	95.9
2.5	55	261.62	35	176.64	26	138.40
3.2	60	382.9	47	227.6	30	155.4
3.8	65	304.1	55	261.6	35	176.6
5.08	70	325.4	60	282.9	40	197.9
7.6	75	346.6	65	304.1	45	219.1
10.16	80	367.9	68	316.9	50	240.4
12.7	85	389.1	72	333.9	55	161.6
Carga [%]	261.62 kgf. [19.2%]		176.64 kgf. [13%]		138.4 kgf. [12%]	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Figura 24. CBR Experimental (C-3) a 2.5mm de Penetración (%)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Determinar la Relación de soporte-CBR Experimental
(5%CCA + 3%CCM)

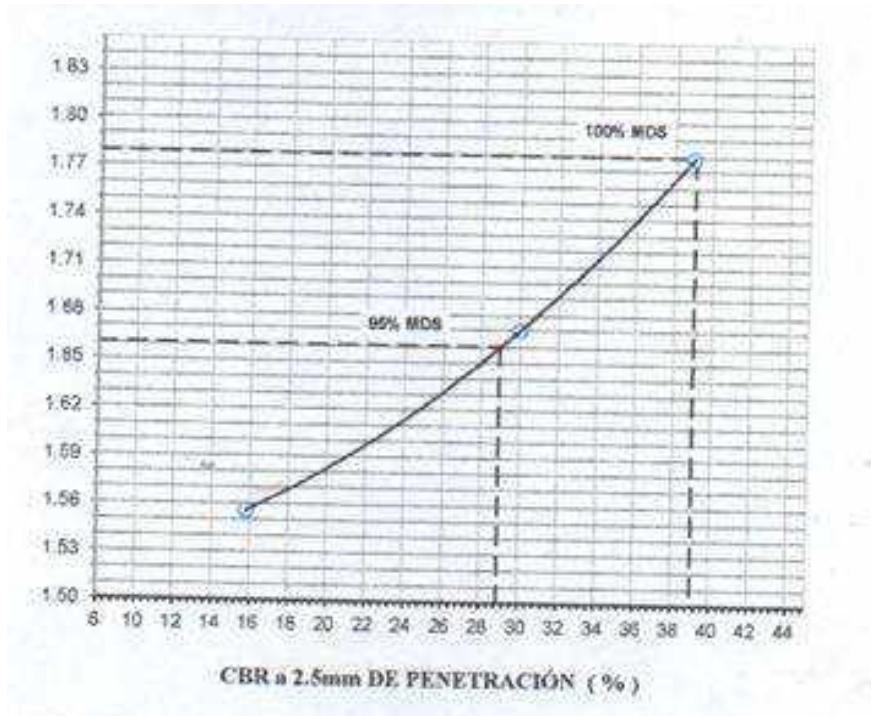
Tabla 39

Lecturas diales para obtención del CBR Experimental (C-1)

PENETRACION						
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)
00	00	00	00	00	00	00
0.63	13	83.2	10	74.4	4	44.9
1.3	35	176.6	23	125.7	13	83.2
1.9	78	359.4	48	231.9	22	121.4
2.5	100	452.83	60	282.87	37	185.14
3.2	136	605.8	93	423.1	46	223.4
3.8	178	784.3	118	529.3	57	270.1
5.08	213	933.0	129	576.1	67	312.6
7.6	264	1149.7	159	703.5	80	367.9
10.16	285	1238.9	179	788.5	89	406.1
12.7	300	1302.7	189	831.0	97	440.1
Carga [%]	452.83 kgf. [33.3%]		282.87 kgf. [20.8%]		185.14 kgf. [13.6%]	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Figura 25. CBR Experimental (C-1) a 2.5mm de Penetración (%)

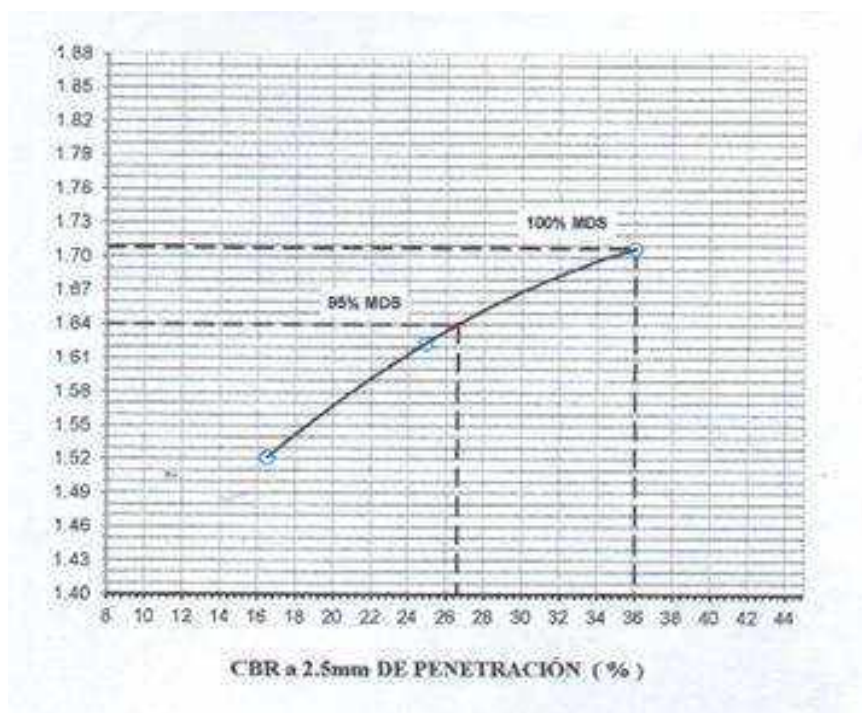


Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Tabla 40*Lecturas diales para obtención del CBR Experimental (C-2)*

PENETRACION						
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)
00	00	00	00	00	00	00
0.63	16	95.9	12	78.9	8	61.9
1.3	37	185.1	25	134.1	14	87.4
1.9	70	325.4	38	189.4	21	117.2
2.5	95	431.59	56	265.87	40	197.89
3.2	123	550.6	74	342.4	52	248.9
3.8	170	750.3	93	423.1	60	282.9
5.08	194	852.3	114	512.3	73	338.1
7.6	244	1024.7	146	648.3	89	406.1
10.16	258	1124.2	165	729.0	98	444.3
12.7	271	1179.4	184	809.8	112	503.8
Carga [%]	431.59 kgf. [31.7%]		265.87kgf. [19.5%]		197.89 kgf. [14.5%]	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

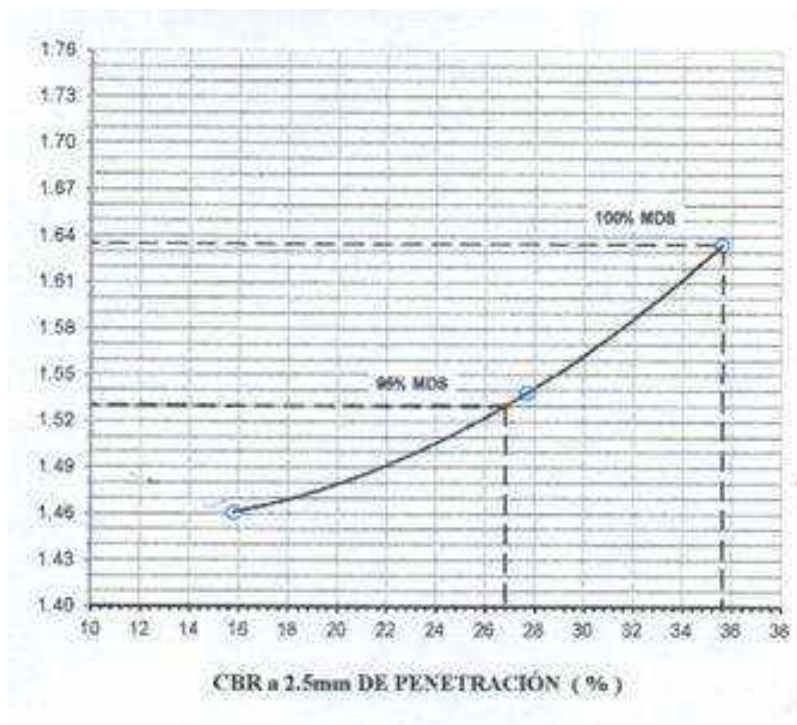
Figura 26. CBR Experimental (C-2) a 2.5mm de Penetración (%)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Tabla 41*Lecturas diales para obtención del CBR Experimental (C-3)*

PENETRACION						
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)
00	00	00	00	00	00	00
0.63	15	91.7	10	70.4	7	57.7
1.3	36	180.9	24	129.9	15	91.7
1.9	68	316.9	42	206.4	25	134.1
2.5	92	418.84	60	282.87	33	168.14
3.2	123	550.6	83	380.6	49	236.1
3.8	156	690.8	105	474.1	60	282.9
5.08	188	826.8	129	576.1	82	376.3
7.6	235	1026.5	162	716.3	110	495.3
10.16	270	1175.2	175	771.5	124	554.8
12.7	307	1332.4	199	873.5	145	644
Carga [%]	418.84 kgf. [30.8%]		282.87kgf. [20.8%]		168.14 kgf. [12.4%]	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Figura 27. CBR Experimental (C-3) a 2.5mm de Penetración (%)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Determinar la Relación de Soporte-CBR Experimental
(7%CCA + 5%CCM)

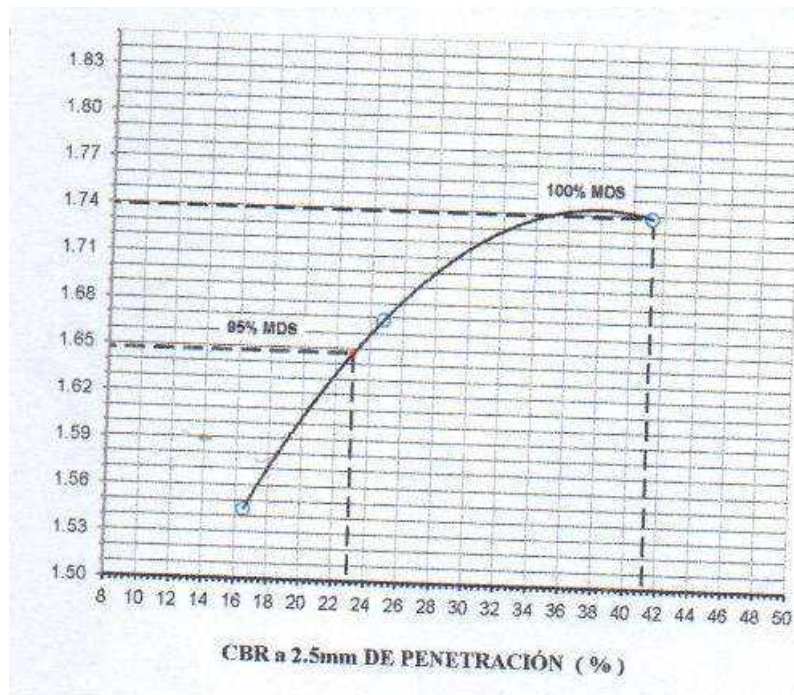
Tabla 42

Lecturas diales para obtención del CBR Experimental (C-1)

PENETRACION							
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)	
00	00	00	00	00	00	00	
0.63	13	83.2	10	70.4	10	70.4	
1.3	36	180.9	20	112.9	19	108.7	
1.9	76	350.9	35	176.6	25	134.1	
2.5	103	465.58	59	278.62	38	189.39	
3.2	147	652.5	70	325.4	46	223.4	
3.8	178	784.3	95	431.6	67	312.6	
5.08	198	869.2	120	537.8	79	312.6	
7.6	243	1060.5	150	665.3	104	363.6	
10.16	275	1196.4	158	699.3	110	495.3	
12.7	298	1294.2	175	771.5	123	550.6	
Carga [%]	465.58 kgf. [34.2%]		278.62 kgf. [20.5%]		189.39 kgf. [13.9%]		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Figura 28. CBR Experimental (C-1) a 2.5mm de Penetración (%)

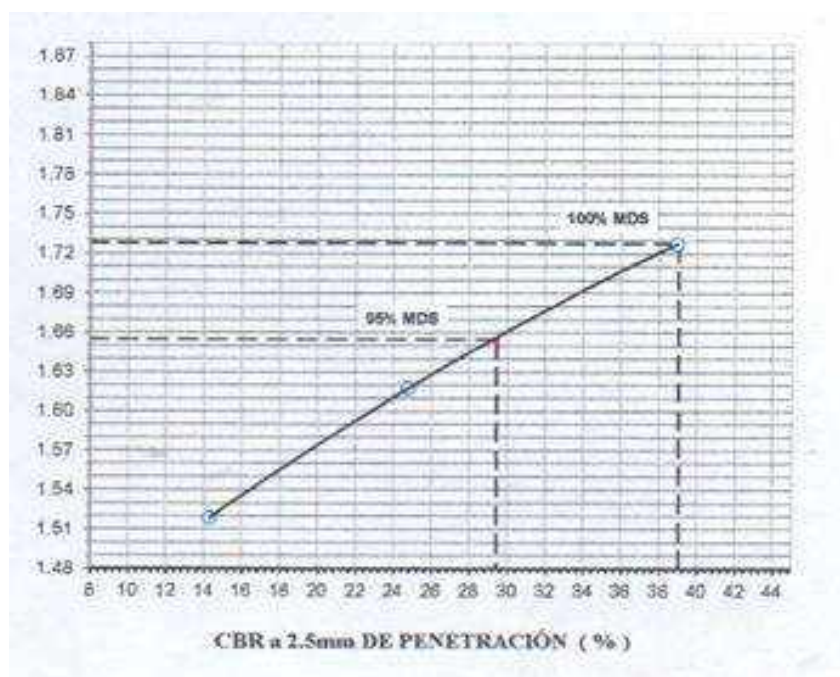


Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Tabla 43*Lecturas diales para obtención del CBR Experimental (C-2)*

PENETRACION						
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)
00	00	00	00	00	00	00
0.63	20	112.9	15	91.7	4	44.9
1.3	42	206.4	26	138.4	13	83.2
1.9	70	325.4	33	168.1	22	121.4
2.5	100	452.83	56	265.87	29	151.15
3.2	140	622.8	77	355.1	46	223.4
3.8	180	792.8	97	440.1	57	270.1
5.08	218	954.2	116	520.8	67	312.6
7.6	270	1175.2	152	673.8	75	346.6
10.16	290	1260.2	160	707.8	82	376.3
12.7	320	1387.6	170	750.3	88	401.8
Carga [%]	452.83 kgf. [33.3%]		265.87kgf. [19.5%]		151.15 kgf. [11.1%]	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Figura 29. CBR Experimental (C-2) a 2.5mm de Penetración (%)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

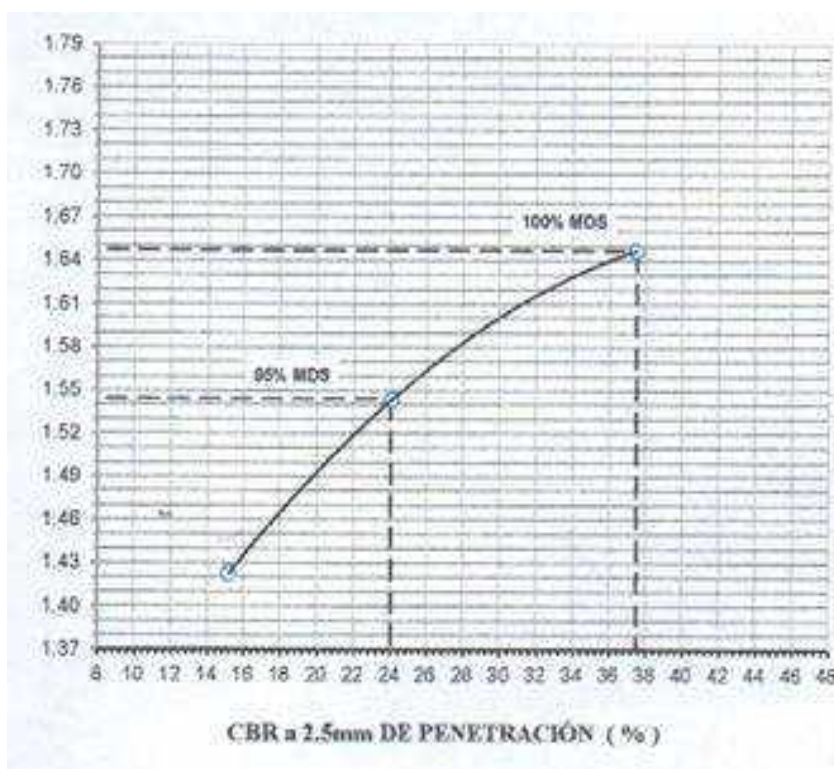
Tabla 44

Lecturas diales para obtención del CBR Experimental (C-3)

PENETRACION						
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)
00	00	00	00	00	00	00
0.63	15	91.7	15	91.7	4	44.9
1.3	40	197.9	26	138.4	13	83.2
1.9	70	325.4	38	189.4	22	121.4
2.5	102	461.33	58	274.37	33	168.14
3.2	130	580.3	69	221.1	46	223.4
3.8	168	741.8	87	397.6	57	270.1
5.08	212	928.7	108	486.8	67	312.6
7.6	270	1175.2	138	614.3	83	380.6
10.16	300	1302.7	160	707.8	90	410.3
12.7	335	1451.4	188	826.8	100	452.8
Carga [%]	461.33 kgf. [33.9%]		274.37 kgf. [20.2%]		168.14 kgf. [12.4%]	

FUENTE: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Figura 30. CBR Experimental (C-3) a 2.5mm de Penetración (%)



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos (USP)

Tabla 45. *CBR al (95% M.D.S) expresada en porcentaje de una adición al suelo.*

Calicatas Porcentajes de Adición	Patrón (0%)	Experimental (5%CCA + 3%CCM)
Calicata C-1	17.8	28.9
Calicata C-2	12.8	26.6
Calicata C-3	13.9	26.8

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 46. *CBR al (95% M.D.S) expresada en porcentaje de una adición al suelo.*

Calicatas Porcentajes de Adición	Patrón (0%)	Experimental (7%CCA + 5%CCM)
Calicata C-1	17.8	23.0
Calicata C-2	12.8	29.4
Calicata C-3	13.9	24.0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 47. *CBR al (100% M.D.S) expresada en porcentaje de una adición al suelo.*

Calicatas Porcentajes de Adición	Patrón (0%)	Experimental (5%CCA + 3%CCM)
Calicata C-1	22.8	39.0
Calicata C-2	18.4	36.0
Calicata C-3	19.8	35.6

Fuente: Elaboración Propia.

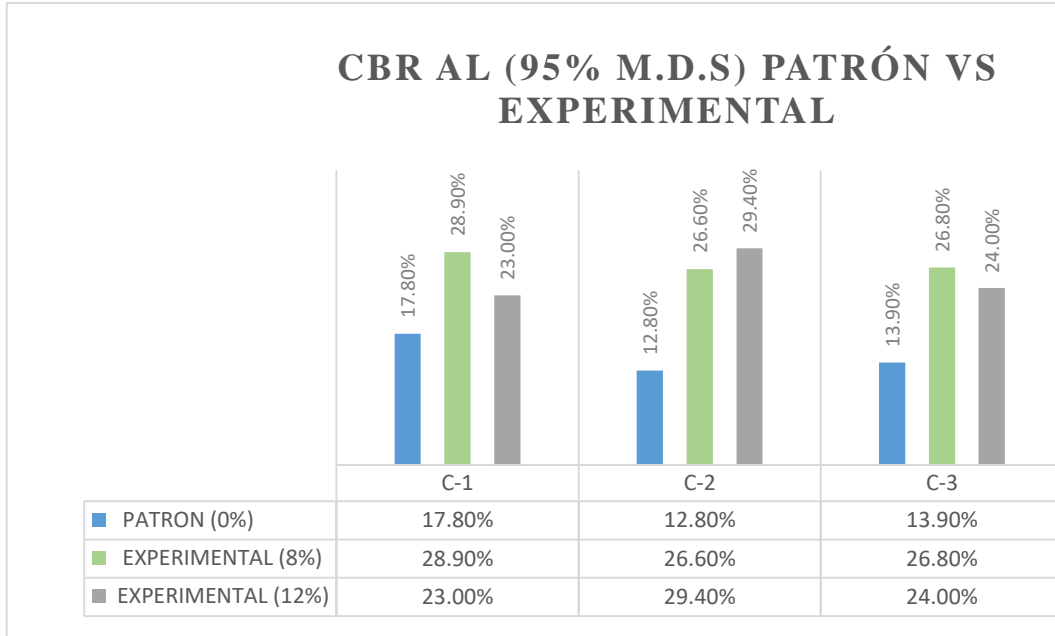
Tabla 48. *CBR al (100% M.D.S) expresada en porcentaje de una adición al suelo.*

Calicatas Porcentajes de Adición	Patrón (0%)	Experimental (7%CCA + 5%CCM)
Calicata C-1	22.8	41.2
Calicata C-2	18.4	39.0
Calicata C-3	19.8	37.5

Fuente: Elaboración Propia.

- **CBR AL 95% M.D.S**

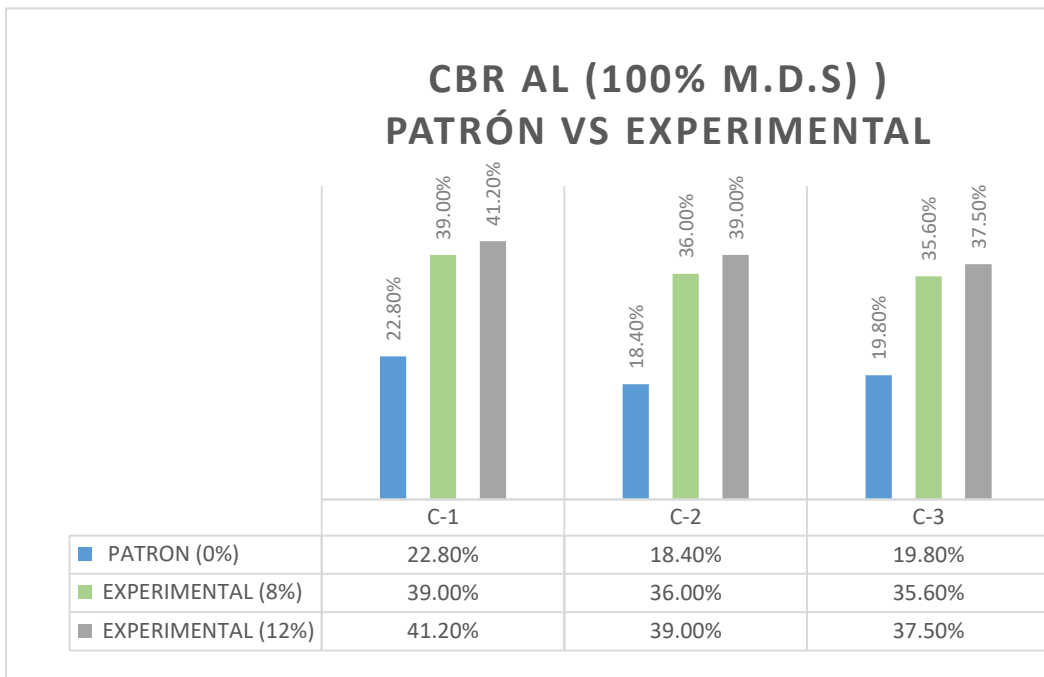
Figura 31. CBR AL (95% M.D.S) del Patrón vs Experimental.



Fuente: Elaboración Propia.

- **CBR AL 100% M.D.S**

Figura 32. CBR AL (100% M.D.S) del Patrón vs Experimental.



Fuente: Elaboración Propia

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En relación al Objetivo 1: Determinar el Análisis Térmico Diferencial (A.T.D) de las cenizas de conchas de abanico para determinar la temperatura de calcinación.

- En el gráfico 1, Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico se muestra una pérdida de masa mínima entre 110°C y 700°C, Posteriormente la cual marca el inicio para la descomposición acelerada y la perdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máximo 890°C, se evidencia una pérdida de total aproximadamente 34% de su masa inicial.
- En el grafico 2, Curva Calorimétrico, la curva muestra una reacción de un pico endotérmico a aproximadamente a 110°C y 210°C. Posteriormente se muestra un intenso piso de absorción termina exotérmica a 710°C que anuncia una posible transición de fase en 890° que es un cambio estructurar en el material.

En relación al Objetivo 2: Determinar el Análisis Térmico Diferencial (A.T.D) de las cenizas de carbón mineral para determinar la temperatura de calcinación.

- En el gráfico 3, Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico se muestra una pérdida de masa mínima entre 80°C y 110°C. Posteriormente se evidencia una pérdida de masa, más intensa entre 550°C y 900°C. Llegando a perder un total aproximadamente 25% de su masa inicial en el rango temperatura estudiado.
- En el grafico 4, Curva Calorimétrico, la curva muestra una reacción de un pico endotérmico a aproximadamente 105°C y 210°C, un pico exotérmico a 600°C. Posteriormente muestra una pequeña bamba endotérmica en 730°C que

anuncia una posible transición de fase en 730°C que es un cambio propiedades del material.

En relación al Objetivo 3: Determinar la composición química de la ceniza de concha de abanico (Fluorescencia de Rayos X) encontramos los siguientes resultados:

- Las muestras fueron examinadas por un espectrómetro de fluorescencia de rayos X. Los resultados de la composición química de los materiales están presentados en la tabla 18, contienen Óxido de Calcio + Dióxido de Silicio + Trióxido de Aluminio + Trióxido de Hierro) 96.63%, los resultados obtenidos fueron favorables ya que se mejoró la capacidad de soporte del suelo del AA. HH Los Constructores. Se llevó acabo con la Comparación con la investigación **Espinoza & Honores (2018)**.

En relación al Objetivo 4: Determinar la composición química de la ceniza de carbón mineral (Fluorescencia de Rayos X).

- Las muestras fueron examinadas por un espectrómetro de fluorescencia de rayos X, Los resultados de la composición química de los materiales están presentados en la tabla 20, contienen Trióxido de Aluminio (Al_2O_3) en 54,28% y Dióxido de Silicio (SiO_2) en 32,45%, los resultados obtenidos fueron favorables ya que se mejoró la capacidad de soporte del suelo del AA. HH Los Constructores. Comparando con la investigación **Espinoza & Honores (2018)**.

En relación al Objetivo 5: Determinar el pH de la ceniza de Conchas de abanico.

- el pH es una de las pruebas más comunes para conocer parte de la calidad del agua. El pH indica la acidez o alcalinidad. El contenido de Ph de la concha de abanico es de 12.44, por lo q se le considera un estado de moderadamente alcalino, podemos encontrarle en la tabla 21.

En relación al Objetivo 6: Determinar el pH de la ceniza de carbón mineral.

- el pH es una de las pruebas más comunes para conocer parte de la calidad del agua. El pH indica la acidez o alcalinidad. El contenido de Ph del carbón mineral es de 6,21, por lo q se le considera un estado muy ligeramente ácido, podemos encontrarle en la tabla 21.

En relación al Objetivo 7: Determinar el Proctor estándar de la muestra Patrón y experimental.

- **Humedad Óptima**

En el grafico 14, Podemos observar la variación de la Humedad Óptima de las muestras Patrón y de las muestras experimental en dos Porcentajes (5% CCA + 3% CCM) Y (7% CCA + 5% CCM).

Se observó en la Calicata **C-1** la humedad óptima de la muestra Patrón es de 8.8%, muestra Experimental del 8% es de 8.5% y la muestra Experimental del 12% es de 8.6%. se observó en la calicata **C-2** la humedad óptima de la muestra Patrón es de 9.2%, muestra Experimental del 8% es de 7.5% y de la muestra Experimental 12% es de 8.9%. Se observó en la Calicata **C-3** la humedad óptima de la muestra Patrón

es de 9.5%, muestra Experimental del 8% es de 7.8% y de la muestra experimental 12% es de 8.0%.

De los resultados de la **C-1, C-2 y C-3**, muestra que no hubo incremento de la humedad Óptima de la Muestra Experimental con respecto a la muestra Patrón.

- **DENSIDAD SECA MÁXIMA**

En el gráfico 15, Podemos observar la variación de la Densidad Seca Máxima de las muestras Patrón y de las muestras experimentales en dos porcentajes (5% CCA + 3% CCM) y (7% CCA + 5% CCM).

Se observó en la calicata **C-1** la Densidad Seca Máxima de la muestra Patrón es 1.695%, la muestra Experimental del 8% es 1.779%, de la muestra Experimental del 12% es 1.739%. lo cual nos indica un incremento leve en el porcentaje de su Densidad Seca Máxima con relación a la muestra Patrón en ambos porcentajes.

Se observó en la calicata **C-2** la Densidad Seca Máxima de la muestra Patrón es 1.673%, la muestra Experimental del 8% es de 1.708%, de la muestra Experimental del 12% es 1.728%. lo cual nos indica un incremento leve en el porcentaje de su Densidad Seca Máxima con relación a la muestra Patrón en ambos porcentajes.

Se observó en la calicata **C-3** la Densidad Seca Máxima de la muestra Patrón es 1.548%, la muestra Experimental del 8% es 1.635%, de la muestra Experimental del 12% es 1.647%. lo cual nos indica un incremento leve en el porcentaje de su Densidad Seca Máxima con relación a la muestra Patrón en ambos porcentajes.

En relación al Objetivo 8: Determinar el CBR de la muestra Patrón y experimental.

- **CBR AL 95% M.D.S**

En el grafico 25, Podemos observar la variación del CBR al (95% M.D.S) de las muestras Patrón y de las muestras experimentales en dos Porcentajes (5% CCA + 3% CCM) Y (7% CCA + 5% CCM).

En la Calicata **C-1**, se aprecia el CBR al (95% M.D.S) de la muestra patrón un porcentaje de 17.8%, con la adición en la muestra Experimental 8% se nota un incremento en su capacidad de soporte del suelo con 28.90 % lo que le coloca en la categoría sub rasante Muy buena según la tabla N 4 del **MTC (2014)** y con la adición en la muestra Experimental 12% se nota un incremento en su capacidad de soporte del suelo en un 23% lo que le coloca en la categoría sub rasante muy buena según la tabla N 4 del **MTC (2014)**. Comparando con el trabajo de **Espinoza & Honores (2018)** y **Vásquez (2018)**. Se observó una mayor mejora al adicionar concha de abanico y de carbón mineral al suelo del AA. HH Los Constructores.

En la Calicata **C-2**, se aprecia el CBR al (95% M.D.S) de la muestra patrón un porcentaje de 12.80%, con la adición en la muestra Experimental 8% se nota un incremento en su capacidad de soporte del suelo con 26.60% lo que le coloca en la categoría sub rasante Muy buena según la tabla N 4 del **MTC (2014)** y con la adición en la muestra Experimental 12% se nota un incremento en su capacidad de soporte del suelo en un 29.40% lo que le coloca en la categoría sub rasante muy buena según la tabla N 4 del **MTC (2014)**. Comparando con el trabajo de **Espinoza**

& Honores (2018) y Vásquez (2018). Se observó una mayor mejora al adicionar concha de abanico y de carbón mineral al suelo del AA. HH Los Constructores.

En la Calicata **C-3**, se aprecia el CBR al (95% M.D.S) de la muestra patrón un porcentaje de 13.90%, con la adición en la muestra Experimental 8% se nota un incremento en su capacidad de soporte del suelo con 26.80% lo que le coloca en la categoría sub rasante Muy buena según la tabla N 4 del **MTC (2014)** y con la adición en la muestra Experimental 12% se nota un incremento en su capacidad de soporte del suelo en un 24% lo que le coloca en la categoría sub rasante muy buena según la tabla N 4 del **MTC (2014)**. Comparando con el trabajo de **Espinoza & Honores (2018) y Vásquez (2018)**. Se observó una mayor mejora al adicionar concha de abanico y de carbón mineral al suelo del AA. HH Los Constructores.

En conclusión, esto se debe a que las cenizas de concha de abanico y cenizas de carbón mineral, se obtuvieron buenos comportamientos puzolánicos ya que su composición química expresada como óxidos de (Óxido de Calcio + Dióxido de Silicio + Trióxido de Aluminio + Trióxido de Hierro) 96.63%, respectivamente los cuales son semejantes a los 95 % del cemento.

- **CBR AL 100% M.D.S**

En el gráfico 26, Podemos observar la variación del CBR al (100% M.D.S) de las muestras Patrón y las muestras experimentales en dos Porcentajes (5% CCA + 3% CCM) Y (7% CCA + 5% CCM).

En la Calicata **C-1**, se aprecia el CBR al (100% M.D.S) de la muestra patrón un porcentaje de 22.80%, con la adición en la muestra Experimental 8% se nota un

incremento en su capacidad de soporte del suelo con 39 % lo cual hace que la categoría de la sub rasante cambie de Muy buena a excelente según la N 4 del **MTC (2014)** y con la adición en la muestra Experimental 12% se nota un incremento en su capacidad de soporte del suelo en un 41.20% lo cual hace que la categoría de la sub rasante cambie de Muy buena a excelente según la N 4 del **MTC (2014)**. Comparando con el trabajo de **Espinoza & Honores (2018)** y **Vásquez (2018)**. Se observó una mayor mejora al adicionar concha de abanico y de carbón mineral al suelo del AA. HH Los Constructores.

En la Calicata **C-2**, se aprecia el CBR al (100% M.D.S) de la muestra patrón un porcentaje de 18.40%, con la adición en la muestra Experimental 8% se nota un incremento en su capacidad de soporte del suelo con 36% lo cual hace que la categoría de la sub rasante cambie de Muy buena a excelente según la N 4 del **MTC (2014)** y con la adición en la muestra Experimental 12% se nota un incremento en su capacidad de soporte del suelo en un 39% lo cual hace que la categoría de la sub rasante cambie de Muy buena a excelente según la N 4 del **MTC (2014)**. Comparando con el trabajo de **Espinoza & Honores (2018)** y **Vásquez (2018)**. Se observó una mayor mejora al adicionar concha de abanico y de carbón mineral al suelo del AA. HH Los Constructores.

En la Calicata **C-3**, se aprecia el CBR al (100% M.D.S) de la muestra patrón un porcentaje de 19.80%, con la adición en la muestra Experimental 8% se nota un incremento en su capacidad de soporte del suelo con 35.60% lo cual hace que la categoría de la sub rasante cambie de Muy buena a excelente según la N 4 del **MTC (2014)** y con la adición en la muestra Experimental 12% se nota un incremento en

su capacidad de soporte del suelo en un 37.50% lo cual hace que la categoría de la sub rasante cambie de Muy buena a excelente según la N 4 del **MTC (2014)**. Comparando con el trabajo de **Espinoza & Honores (2018)** y **Vásquez (2018)**. Se observó una mayor mejora al adicionar concha de abanico y de carbón mineral al suelo del AA. HH Los Constructores.

En conclusión, esto se debe a que las cenizas de concha de abanico y cenizas de carbón mineral, se obtuvieron buenos comportamientos puzolánicos ya que su composición química expresada como óxidos de (Óxido de Calcio + Dióxido de Silicio + Trióxido de Aluminio + Trióxido de Hierro) 96.63%, respectivamente los cuales son semejantes a los 95 % del cemento.

V. CONCLUSIONES

Las cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón mineral, Obtuvieron buenos comportamientos puzolánicos ya que su composición química expresada como óxidos de (Óxido de Calcio + Dióxido de Silicio + Trióxido de Aluminio + Trióxido de Hierro) 96.63%, respectivamente los cuales son semejantes a los 95 % del cemento, lo cual en conclusión que esta combinación de estos dos materiales tiene propiedades para ser un material cementante.

El PH de las cenizas de concha de abanico y cenizas de carbón mineral está dentro de la norma del Ph, se puede decir que es combinable en la mezcla y no afecta en mucho al proceso experimental por su estado que es moderadamente alcalino y muy ligeramente ácido.

La capacidad de soporte de suelo estudiado nos da como el resultado que se obtuvo de la muestra patrón al 100% de M.D.S un promedio de (20.33%), la muestra 8% experimental al 100% de la M.D.S un promedio de (36.87%), la muestra 12% experimental al 100% de la M.D.S un promedio de (39.23%), por lo tanto, concluimos que en el 12% se logró aumentar en un 18.9% respecto a la muestra del patrón mejorando la capacidad de soporte de suelo.

Se concluyó que la adición de las combinaciones de un (5%CCA+3%CCM), (7%CCA+5%CCM), teniendo en cuenta sus adecuadas propiedades químicas, se logró mejorar la estabilización del suelo arenoso del AA. HH los constructores.

VI. RECOMENDACIONES

Para reducir margen de error en ensayos de laboratorio y obtener mejores resultados en un trabajo de investigación se debería hacer más ensayos como alternativas donde el error será mínimo.

El material debe ser extraído y almacenado en recipientes que ni tengas agentes contaminantes que pueda dañar la composición química del material

Al aplicar las cenizas de concha de abanico y cenizas de carbón mineral para estabilizar el suelo natural, se debe realizar una buena mezcla donde permita establecer entre ellos una relación de semejanza y uniformidad del suelo con los materiales adicionados para obtener una mejor compactación.

Se debe utilizar las cenizas de concha de abanico como un material cementante ya que presenta un alto contenido de óxido de calcio (CaO) 96.63%.

Aplicar las cenizas de concha de abanico y cenizas de carbón mineral se obtuvo una mejora, es recomendable trabajarlo en un suelo arenoso en esta investigación.

VII. AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer a dios ante todo por darme salud, por protegerme día a día y mi familia, por guiarme en cada paso que he dado a lo largo de toda mi vida, gracias por darme esa oportunidad, fuerza y voluntad para concluir esta parte importante de mi vida, poder lograr mis objetivos profesionalmente.

A mi familia y a la mujer más importante que llevo formando parte de mi vida por estar siempre apoyándome y presente con su amor incomparable, por tenerme esa paciencia conmigo a lo largo de toda mi carrera por sus consejos y apoyo incondicional en todo momento.

A la Universidad San Pedro y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por los conocimientos brindados, en apoyarnos dándonos una formación ética y profesional.

A mi asesor el Ing. Urrutia Vargas, Segundo, Ing. López Carranza, Ruben y al Ing. Sánchez Solórzano, Roberto por su orientación profesional y su experiencia en asesoría académica, su apoyo de conocimiento durante el desarrollo del presente proyecto de tesis.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva, Arenas, Galindo & Flores (2002).** Cultivo concha de abanico *Argopectenpurpuratus*. Internacional Resources Groups and United States Agency for International Development, Perú, p86. Recuperado portal de Internet. http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_suspendido_abanico.
- Bañón & Bevía (2000).** Manual de Carreteras, Construcción y mantenimiento. Universidad de Alicante, España, Ortiz, Contratita de Obras, S.A. Recuperado portal de Internet. <http://hdl.handle.net/10045/1787>.
- Braja M. Das. (2001)** Fundamentos de Ingeniería de Geotécnica, México, CENGAGE learning (libro del investigador) Recuperado Portal de Internet. <https://es.scribd.com/doc/64998551/Fundamentosde-Ingeniería-Geotécnica-Braja-M-Das>.
- Cabrera (2018)** “Estabilización de suelo con cenizas de carbón mineral con fines de pavimentación en el centro poblado de cascajal izquierdo, Provincia de Santa-Ancash – 2018”. Recuperado portal de Internet. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/30956>.
- Espinoza & Honores (2018).** “Estabilizar los suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación”. Recuperado portal de Internet. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3349>.
- Falen (2016)** “Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas”. Recuperado portal de Internet. <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/3134>.

- Farfán (2015)** “Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasante arenosas”. Recuperado Portal de Internet. <https://hdl.handle.net/11042/2333>.
- Giraldo & blas (2008)** Minería actual del carbón en el norte del Perú (revista del Instituto de Investigaciones Figmmg). Nacional de Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado portal de Internet. <http://www.revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/download/497/423>.
- Goñas (2019)** “Estabilización de suelos cenizas de carbón subrasante”. Evaluó la baja capacidad de soporte que presentan los suelos en la ciudad de Chachapoyas. Recuperado Portal de Internet. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1801>.
- Instituto de Mar del Perú (1996)**. Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú. Lima, Perú, IMARP. Recuperado portal de Internet. <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/1387>.
- Ministerio de la Producción (PRODUCE 2002)**. Anuario Estadística Sub Sector Pesca - 2015, Lima, Perú. Recuperado portal de Internet. <https://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-pesca-2015>.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones MTC (2014)**. Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos. Lima – Perú. Recuperado portal de Internet. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf.

- Morales (2016).** “Resistencia al corte de un suelo arcilloso a nivel de sud rasante sustituyendo 10% por cenizas de carbón mineral en el tramo Cabana-Huandoval. (seminario de tesis). Universidad San Pedro, Ancash, Perú.
- Pérez & Cañar (2017)** “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón”. Recuperado portal de internet. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25266>.
- Vásquez (2017).** “Capacidad de soporte en vía de bajo volumen de transito con adición de cenizas de carbón a nivel de sub rasante”. Recuperado Portal de Internet.http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/8013/Tesis_59023.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

IX. APÉNDICES Y ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Consistencia

Tabla 49. Matriz de Consistencia.

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES
¿En qué medida se mejorarán la capacidad de soporte de suelo arenoso adicionando las combinaciones del 8% Y 12% de ceniza de conchas de abanico y cenizas de carbón mineral en el AA. HH Los Constructores – Nuevo Chimbote?	La adición de las combinaciones de un (5%CCA+3%CCM), (7%CCA+5%CCM) de ceniza de concha de abanico y cenizas de carbón mineral, teniendo en cuenta sus adecuadas propiedades químicas, mejorarían la capacidad de soporte del suelo en el AA. HH Los Constructores.	Objetivo General:	Variable Dependiente:
		Determinar la capacidad de soporte del suelo en el AA. HH Los constructores, al adicionar un (5%CCA+3%CCM), (7%CCA+5%CCM) de cenizas de conchas de abanico y cenizas de carbón mineral.	Capacidad de Soporte del suelo 0% de 5%CCA+3%CCM 7%CCA+5%CCM
		Objetivo Específicos:	Variable Independiente:
		<ul style="list-style-type: none"> – Determinar el grado de calcinación de las conchas de abanico y carbón mineral aplicando el ensayo de análisis térmica diferencial “A.T.D”. – Determinar las propiedades de la composición química de las conchas de abanico y carbón mineral aplicando el ensayo de Espectrometría de Fluorescencia de rayos X. 	Dosificaciones en Diseños Mezclas de Suelo de cenizas de concha de abanico y de carbón mineral.

		<ul style="list-style-type: none"> - Determinación del pH de la ceniza de las conchas de abanico y carbón mineral. - Determinar la densidad de la humedad óptima del suelo y la capacidad del suelo a través de la aplicación del Proctor y CBR del suelo de la muestra patrón y la muestra Experimental con adición de (5%CCA + 3%CCM), (7%CCA + 5%CCM) de ceniza de concha de abanico y cenizas carbón mineral. - Determinar el grado de relación entre la capacidad portante del suelo adicionando (5%CCA + 3%CCM), (7%CCA + 5%CCM) de cenizas de concha y cenizas carbón mineral, en comparación de un suelo sin adición. 	
--	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 2: Panel Fotográfico

Recolección del Suelo Arenoso



Figura N°1: Vista de la calicata C-1 entre la intersección de la avenida 1 y calle 12, AA-HH Los Constructores.



Figura N°2: Vista de la calicata C-2 entre la intersección de la avenida 1 y calle 13, AA-HH Los Constructores.



Figura N°3: Vista de la calicata C-3 entre la intersección de la avenida 1 y calle 15, AA-HH Los Constructores.

Recolección de la Concha de Abanico



Figura N° 4: La empresa CultiMarine S.A.C se encuentra ubicado antes de llegar a la playa los chimús a 47 min. (44 km) de Chimbote.



Figura N° 5: Podemos visualizar el Interior de la Empresa CultiMarine S.A.C de donde se obtuvo las canchas de abanico.



Figura N° 6: Tenemos la papeleta de ingreso y salida de la Empresa CultiMarine S.A.C.

Recolección del Carbón Mineral



Figura N° 7: Mina de carbón Mineral “Minera R.C. Cocaball S.A.C” este depósito se encuentra 3 Horas de Chimbote cerca al centro poblado de Ancos, distrito de Rosa, Ruta hacia Cabana.



Figura N° 8: Podemos visualizar el Interior de la mina de carbón mineral de donde se observa el procedimiento de extracción y donde se obtuvo el carbón mineral.



Figura N° 9: Recolección del material de carbón mineral en la Mina R.C. Cocaball S.A.C

Molido de Concha de Abanico

- Se procedió a extraer una cantidad necesaria de conchas de abanico en sacos de plástico la empresa Cultimarine S.A.C se encuentra ubicado antes de llegar a la playa los chimús a 47 min. (44 km) de Chimbote.
- Luego se sacó el material necesario del saco para ser molido mediante un mortero manual.
- Una vez molido se tamizó mediante la malla # 200.
- Pesé (10 gramos) de la muestra de concha de abanico para ser llevado a realizar el ensayo de Análisis Térmico Diferencial (UNT).



Figura N°10: Tamizado de la concha de abanico por la malla #200.



Figura N°11: Peso de 10.00 gm de la concha de abanico.

Molido de Carbón Mineral

- Se procedió a extraer una cantidad necesaria de carbón Mineral “Minera R.C. Cocaball S.A.C” este depósito se encuentra 3 Horas de Chimbote cerca al centro poblado de Ancos, distrito de Rosa, Ruta hacia Cabana.
- Luego se sacó el material necesario del saco para ser molido mediante un mortero manual.
- Una vez molido se tamizó mediante la malla # 200.
- Pesé (10 gramos) de la muestra de carbón mineral para ser llevado a realizar el ensayo de Análisis Térmico Diferencial (UNT).



Figura N°12: Tamizado el carbón mineral por la malla #200.



Figura N°13: Peso de 10.00 gm del carbón mineral.

Contenido de Humedad



Figura N° 14: Pesando 500 gm de la muestra del suelo húmedo.



Figura N° 15: secando la muestra del suelo del horno a una temperatura de 110°C.



Figura N° 16: se obtuvo un peso 496 gm de la muestra del suelo seco.

Análisis Granulométrico



Figura N°17: Peso 500 gm de la muestra del suelo.



Figura N°18: secando la muestra del suelo del horno a una temperatura de 110°C.



Figura N°19: tamices # 10, 20, 30, 40, 60, 100, 200 que se va utilizar.



Figura N°20: Evidencia de haber ya realizado el tamizado de la muestra de suelo.

Proctor Modificado - Patrón



Figura N°21: Tamizando el material del suelo y determinación de los pesos retenidos.



Figura N°22: Elaboración de 4 muestras de suelo de 3 kg cada uno.



Figura N°23: Preparación de la muestra de suelo más el agua.



Figura N°24: Compactando con el pisón 26 golpes por cada capa del suelo en el molde.



Figura N°25: Peso de la muestra húmeda del suelo más molde.



Figura N°26: Peso de la muestra seca del suelo más tara.

CBR – Patrón



Figura N°27: Preparación de la muestra del suelo.



Figura N°28: Agregando agua a la muestra del suelo.



Figura N°29: Repartiéndolo la muestra de suelo en 5 partes homogéneas.



Figura N°30: Compactando con el pisón 56 golpes por cada capa de suelo en el molde.



Figura N°31: Pesando los moldes con la muestra de suelos húmedos ya compactados y enrasado.



Figura N°32: Colocación de los moldes CBR en agua durante 72 horas para su durado.



Figura N°33: Después de estar sumergido en el agua ahora se encuentran escurriendo los moldes.



Figura N°34: se encuentra listo lo molde para realizarse el ensayo de penetración.



Figura N°35: Observamos que ya se encuentra colocado el molde más la muestra de suelo en la máquina de CBR.



Figura N°36: visualizamos que ya se encuentra listo el molde en la máquina para empezar con las lecturas del dial.



Figura N°37: leyendo las lecturas diales de la máquina del CBR con presencia de mi asesor.



Figura N°38: Observamos los moldes después de haberlo realizado el ensayo de penetración.

Proctor Modificado – Experimental 5% CCA + 3%CCM



Figura N°39: Pesado de 3 muestras de suelo de 3 kg para cada ensayo de proctor.



Figura N°40: Peso de la adición en un 5% de cenizas de concha de abanico y 3% de cenizas de carbón mineral.



Figura N°41: Vista de la adición de 5% de cenizas de concha de abanico y 3% de cenizas de carbón mineral.



Figura N°42: Mezclado uniforme de los materiales adicionado al suelo para el Proctor Experimental.



Figura N°43: Separación de la muestra en cinco partes iguales antes de echarle al molde el proctor experimental.



Figura N°44: Realizando 26 golpes por cada capa con el pisón luego de cada capa aplicada en el molde.



Figura N°45: Peso del molde + la muestra húmeda compactada y enrasada.



Figura N°46: Peso de material + tara adición cenizas de concha de abanico y cenizas de carbón mineral en el Proctor Experimental.

Proctor Modificado – Experimental 7%CCA + 5%CCM



Figura N°47: Pesado de 3 muestras de suelo de 3 kg cada una para el ensayo.



Figura N°48: Peso de la adición en un 7% de cenizas de concha de abanico y 5% de cenizas de carbón mineral.



Figura N°49: Vista de la adición de un 7% de cenizas de concha de abanico y 5% de cenizas de carbón mineral.



Figura N°50: Mezclado uniforme de los materiales adicionado al suelo para el Proctor Experimental.



Figura N°51: Separación de la muestra en cinco partes iguales antes de echarle al molde el proctor experimental.



Figura N°52: Realizando 26 golpes por cada capa con el pisón luego de cada capa aplicada en el molde.



Figura N°47: Peso del molde + la muestra húmeda compactada y enrasada.



Figura N°48: Peso de material + tara adición cenizas de concha de abanico y cenizas de carbón mineral en el Proctor Experimental.

CBR – Experimental 5%CCA + 3%CCM



Figura N°49: Pesado de 3 muestras de suelo de 6 kg cada una para el ensayo.



Figura N°50: Peso de la adición en un 5% de cenizas de concha de abanico y 3% de cenizas de carbón mineral.



Figura N° 51: Vista de la adición de un 5% de cenizas de concha de abanico y 3% de cenizas de carbón mineral.



Figura N°52: Mezclado uniforme de los materiales adicionado al suelo para el CBR Experimental.



Figura N°53: Realizando 56 golpes, 26 golpes y 12 golpes con el pisón luego de cada capa aplicada con presencia de mi asesor.



Figura N°54: Peso del molde + la muestra húmeda compactada y enrasada.



Figura N°55: CBR Experimental de las calicatas con presencia del jefe de laboratorio el Ingeniero montañés.



Figura N°56: leyendo las lecturas diales de la máquina del CBR Experimental con presencia del jefe del laboratorio el Ingeniero montañés.

CBR – Experimental 7%CCA + 5%CCM



Figura N°57: Pesado de 3 muestras de suelo de 6 kg cada una para el ensayo.



Figura N°58: Peso de la adición en un 7% de cenizas de concha de abanico y 5% cenizas de carbón mineral.



Figura N°59: Vista de la adición de un 7% de cenizas de concha de abanico y 5% de cenizas de carbón mineral.



Figura N°60: Mezclado uniforme de los materiales adicionado al suelo para el CBR Experimental.



Figura N°61: Realizando 56 golpes, 26 golpes y 12 golpes con el pisón luego de cada capa aplicada en el molde.



Figura N°62: CBR Experimental de las calicatas con presencia del jefe de laboratorio el Ingeniero montañés.



Figura N°63: Después de estar sumergido en el agua ahora se encuentran escurriendo los moldes de CBR Experimental para ser ensayado.



Figura N°64: leyendo las lecturas diales de la máquina del CBR Experimental.

ANEXO 3

ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL



Trujillo, 27 de enero del 2020

INFORME N° 41 - ENE-20

Solicitante: Reyes Cortez Abraham Israel – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Concha de abanico (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-41E	45.8 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 – 1000 °C.
- Masa de muestra analizada: 45.8 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

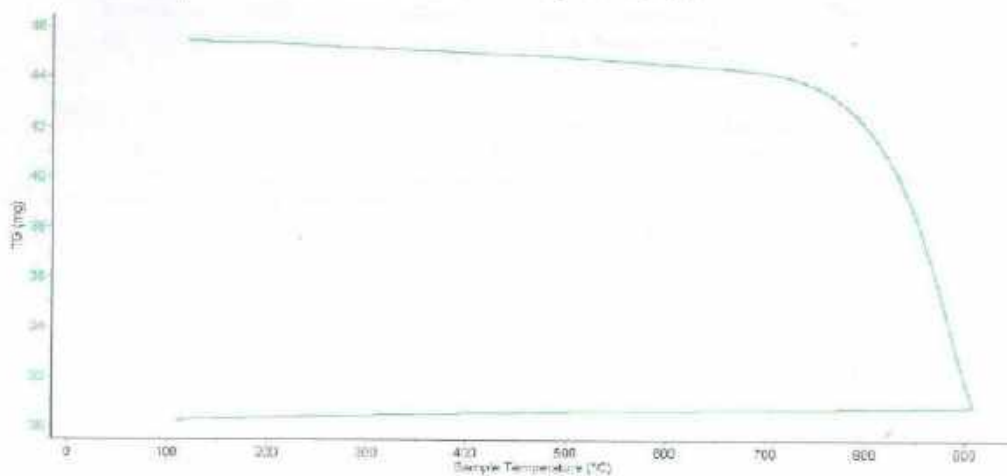


Trujillo, 27 de enero del 2020

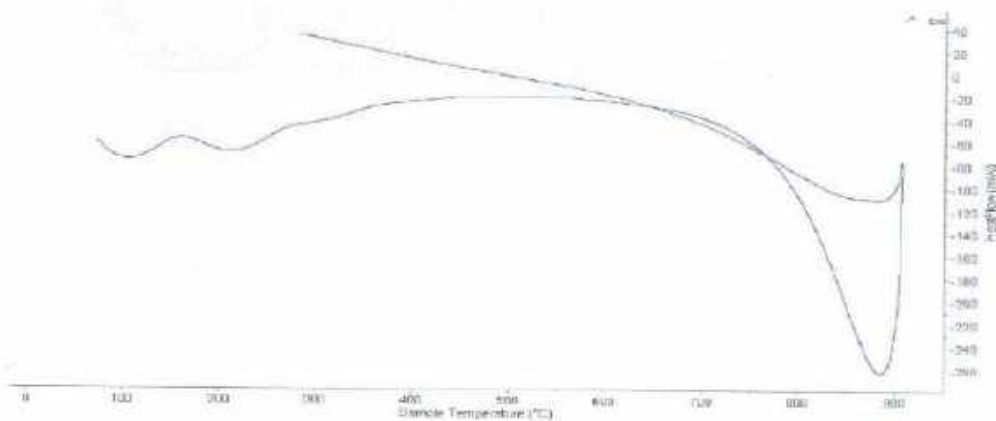
INFORME N° 41 - ENE-20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel: 44-2036109/49790880 danchavez@untrujillo.edu.pe / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo

LABORATORIO DE POLÍMEROS DPTO. IMA
JEFATURA
UNT
[Signature]



Trujillo, 27 de enero del 2020

INFORME N° 41 - ENE-20

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, temperatura en la cual marca el inicio para 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 34% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 27 de enero del 2020


JEFATURA
Inge. Danny Mesras Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



Trujillo, 27 de enero del 2020

INFORME N.º 12 - ENE-20

Solicitante: Reyes Cortez Abraham Israel – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: cenizas de carbón mineral (1 gr)

Nº de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CCM-12E	30.5 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 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 30.5 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa



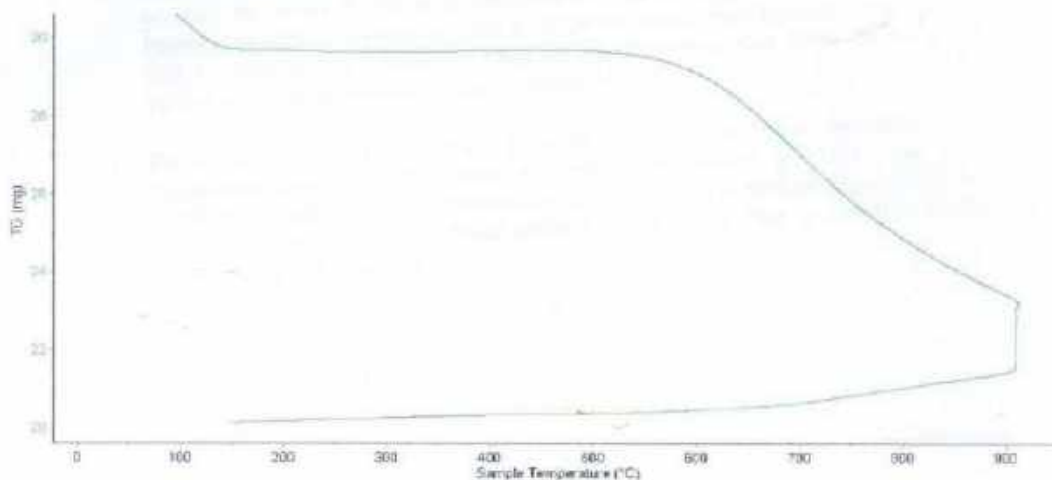


Trujillo, 27 de enero del 2020

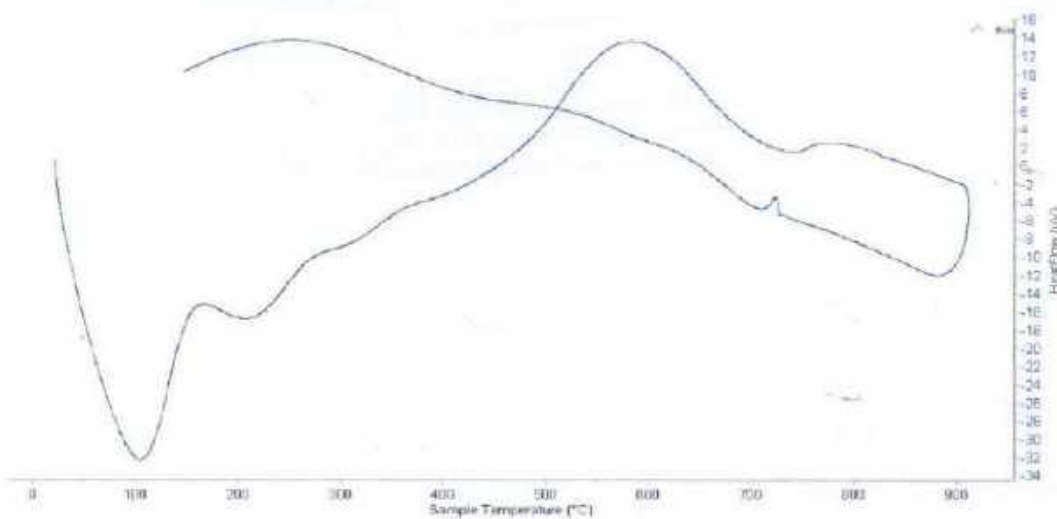
INFORME N.º 12 - ENE-20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 27 de enero del 2020

INFORME N.º 12 - ENE-20

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis TGA se muestra un descenso leve como consecuencia de la pérdida de masa frente a la temperatura, en el rango entre 80 y 110°C. Posteriormente se evidencia otra pérdida de masa, más intensa, entre 550 y 900°C, llegando a perder un total de aproximadamente 25% de su masa inicial en el rango de temperatura estudiado.
2. De acuerdo al análisis ATD, la curva muestra un pico endotérmico a aproximadamente 105°C, otra de menor intensidad a 210°C, un pico exotérmico a 600°C y finalmente una pequeña banda endotérmica alrededor de 730°C, todos ellos podrían indicar cambios de fase y cambio en las propiedades del material.

Trujillo, 27 de enero del 2020


Ing. Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

ANALISIS DE ACTIVACION TERMICAMENTE DE LA MATERIA PRIMA



CALCINACION DE MATERIAL	
PROYECTO:	CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO Y CENIZAS DE CARBON MINERAL ENEL AA-HH LOS CONSTRUCTORES – NUEVO CHIMBOTE
SOLICITANTE:	REYES CORTEZ ABRAHAN ISRAEL
MATERIAL:	CONCHAS DE ABANICO

RESULTADOS

TEMPERATURA DE CALCINACION	900 °C
TIEMPO A TEMPERATURA CONSTANTE MAXIMA	1 Hora 30 min
PESO INICIAL	16.5 Kg
PESO FINAL	10.974 Kg
PERDIDA(%)	34.3 %


Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
ING. DE MATERIALES
R. CIP. N° 197384





CALCINACION DE MATERIAL	
PROYECTO:	CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO Y CENIZAS DE CARBON MINERAL ENEL AA-HH LOS CONSTRUCTORES – NUEVO CHIMBOTE
SOLICITANTE:	REYES CORTEZ ABRAHAN ISRAEL
MATERIAL:	CARBON MINERAL

RESULTADOS

TEMPERATURA DE CALCINACION	730 °C
TIEMPO A TEMPERATURA CONSTANTE MAXIMA	1 Hora 30 min
PESO INICIAL	12.5 Kg
PESO FINAL	4.785 Kg
PERDIDA(%)	61.6 %



[Signature]
Ing. Alejandro Barrios Viqueza
ING. DE MATERIALES
R. CIR. N° 197384

ANALISIS DE COMPOSICION QUIMICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS

LABICER (Laboratorio N° 12)

ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0230 – 20 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ABRAHAN ISRAEL REYES CORTEZ
 - 1.2 DNI : 47216018
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 18 / 02 / 2020
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 18 / 02 / 2020
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 19 / 02 / 2020
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE DEL ENSAYO**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL
 - 4.2 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZAS DE CARBÓN MINERAL
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.5 °C; Humedad relativa: 65%
7. **EQUIPOS UTILIZADOS** : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X de energía Dispersiva. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. **RESULTADOS**
 - 8.1 **ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

ELEMENTO	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Silicio, Si	46,33	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X ⁽¹⁾
Aluminio, Al	35,27	
Hierro, Fe	5,10	
Azufre, S	4,25	
Potasio, K	4,11	
Titanio, Ti	2,32	
Calcio, Ca	1,92	
Fósforo, P	0,55	
Cobre, Cu	0,06	
Manganeso, Mn	0,06	
Zinc, Zn	0,03	

⁽¹⁾Resultados del análisis elemental por espectrometría de fluorescencia de rayos X (Barrido del sodio al uranio).



8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPUESTO	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	54,28	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X ^(*)
Óxido de silicio, SiO ₂	32,45	
Óxido de potasio, K ₂ O	7,01	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	3,51	
Óxido de titanio, TiO ₂	1,14	
Óxido de calcio, CaO	0,71	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	0,53	
Óxido de azufre, SO ₃	0,33	
Óxido de manganeso, MnO	0,04	
Óxido de cobre, CuO	0,01	
Óxido de zinc, ZnO	0,01	

^(*) Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente Informe técnico.



Bach. Kevin Sulica
Analista
LABICER -UNI



Fecha de la Cruz
Red de Laboratorio
Firmado por:
Sebastián Lazo Ochoa
CIP 74236

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO

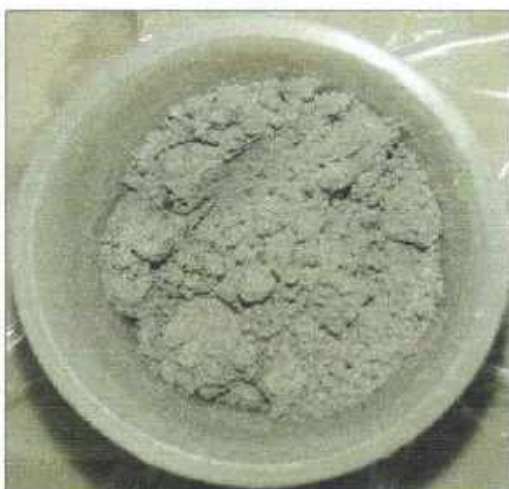


Figura 1. Muestra de cenizas de carbón mineral.

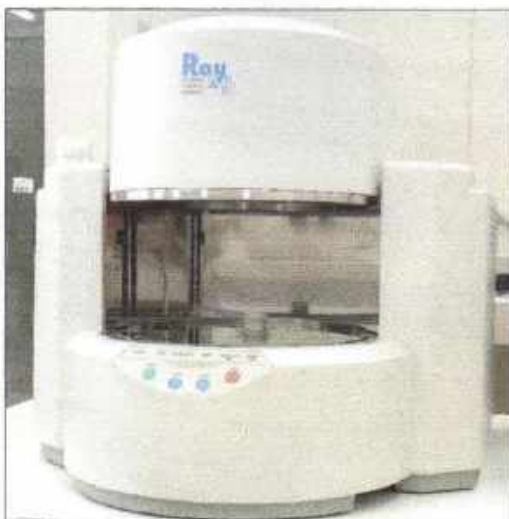


Figura 2. Equipo de Espectrofotometría de Fluorescencia de Rayos X.



**INFORME TÉCNICO N° 0231 – 20 – LABICER**

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ABRAHAN ISRAEL REYES CORTEZ
 - 1.2 DNI : 47216018
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 18 / 02 / 2020
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 18 / 02 / 2020
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 19 / 02 / 2020
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE DEL ENSAYO**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
 - 4.2 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZAS DE CARBÓN MINERAL
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.5 °C; Humedad relativa: 85%
7. **EQUIPOS UTILIZADOS** : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X de energía Dispersiva. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. **RESULTADOS**
 - 8.1 **ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

ELEMENTO	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio, Ca	98,72	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X ⁽¹⁾
Potasio, K	0,54	
Estroncio, Sr	0,50	
Azufre, S	0,24	

⁽¹⁾Resultados del análisis elemental por espectrometría de fluorescencia de rayos X (Barrido del sodio al uranio).

- 8.2 **ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS**

COMPUESTO	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de calcio, CaO	96,53	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X ⁽¹⁾
Óxido de potasio, K ₂ O	2,92	
Óxido de estroncio, SrO	0,40	
Óxido de azufre, SO ₂	0,06	

⁽¹⁾Balace de resultados de óxidos calculados del análisis elemental.

9. **VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO**

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

Bach. Kevin Sulica
Analista
LABICER –UNI



Acha de la Cruz
Jefe de Laboratorio
Firmado por:
Sebastián Lazo Ochoa
CIP 74236

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO



Figura 1. Muestra de cenizas de concha de abanico.



Figura 2. Equipo de Espectrofotometría de Fluorescencia de Rayos X.



POTENCIAL DE HIDRÓGENO DE LAS MATERIAS PRIMAS



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° 20200213-003

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: REYES CORTEZ ABRAHAN ISRAEL.
DIRECCIÓN	: La Campiña Km 7 1/2 San José 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	: 05 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno, cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2020-02-13
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2020-02-13
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2020-02-14
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 200213-3

RESULTADOS

“CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZAS DE CARBÓN MINERAL”

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CENIZAS DE CARBON MINERAL	6,21
CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO	12,44
CALICATA C-1	8,59
CALICATA C-2	8,40
CALICATA C-3	8,53

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, Febrero 15 del 2020.
GVR/ms

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

I.C-MP-HRIE
Rev. 05
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 I 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

CONTENIDO DE HUMEDAD



CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. REYES CORTÉZ ABRAHÁN ISRAEL
TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
Y CENIZAS DE CARBÓN MINERAL
MUESTRA : CALICATAS
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA ANGASH
FECHA : 13/07/2020

ENSAYO N°	C-1	C-2	C-3
Prefundidad (Mts.)	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50
Peso de tara + MH	570.00	705.00	710.00
Peso de tara + ME	569.00	695.00	705.00
Peso de tara	70.00	205.00	210.00
Peso del agua	1.00	10.00	5.00
ME	499.00	490.00	495.00
Contenido de humedad (%)	0.20	2.04	1.01

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


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Mg. Miguel Sotelo Jara
1976

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)**

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAN ISRAEL
 PROYECTO : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 Y CENIZAS DE CARBÓN MINERAL
 UBICACION : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

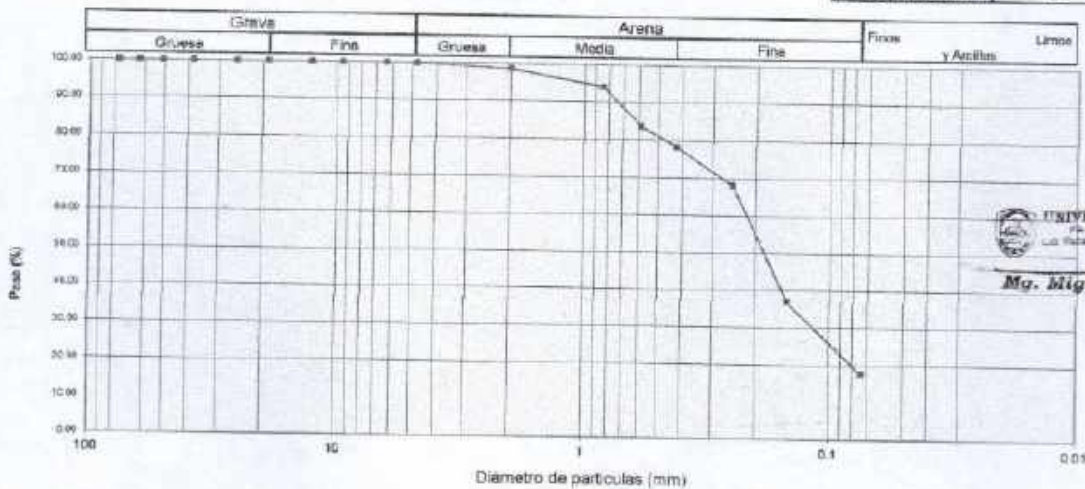
Peso Seco Inicial	500	gr.
Peso Seco Lavado	411.0	gr.
Peso perdido por lavado	89.0	gr.

CALICATA	C - 1
ESTRATO	M - 1
PROF. (m)	0.00 a 1.50

Tamiz(Apertura)		Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N°	(mm)					
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	Valor del índice de grupo (IG)
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con limo (suelo suelo).
1/4"	6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	Arena limosa SM
N° 10	2.00	6.0	1.2	1.2	98.8	Peso tamiz N° 4 (%)
N° 20	0.850	24.0	4.8	6.0	94.0	Peso tamiz N° 200 (%)
N° 30	0.600	52.0	10.4	16.4	83.6	D60 (mm)
N° 40	0.425	27.0	5.4	21.8	78.2	D30 (mm)
N° 60	0.250	50.0	10.0	31.8	68.2	D10 (mm)
N° 100	0.150	156.0	31.2	63.0	37.0	Cu
N° 200	0.075	96.0	19.2	82.2	17.8	Cc
< 200		89.0	17.8	100.0	0.0	
Total		500.0			100.0	

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



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



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)**

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAM ISRAEL
 PROYECTO : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 Y CENIZAS DE CARBÓN MINERAL
 UBICACION : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

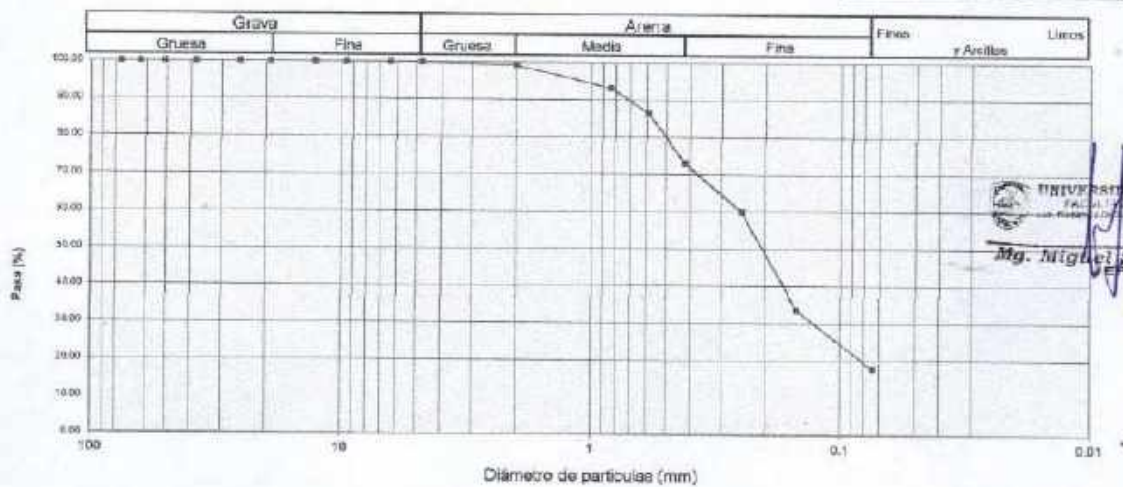
Peso Seco Inicial	500	gr
Peso Seco Lavado	411.0	gr
Peso perdido por lavado	89.0	gr

CALICATA	C-2
ESTRATO	M-1
PROF. (m)	0.00 a 1.50

Tamiz/Abertura	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N°	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.60	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	Valor del índice de grupo (IG)
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio)
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0	Arena limosa SM
N° 4	4.75	0.0	0.0	100.0	
N° 10	2.00	4.0	0.8	99.2	Pasa tamiz N° 4 (%) : 99.2
N° 20	0.850	30.0	6.0	93.2	Pasa tamiz N° 200 (%) : 17.8
N° 30	0.600	34.0	6.8	86.4	D60 (mm) : 0.25
N° 40	0.425	57.0	13.4	73.0	D30 (mm) : 0.128
N° 60	0.250	65.0	13.0	60.0	D10 (mm) :
N° 100	0.150	133.0	26.6	33.4	Cu
N° 200	0.075	78.0	15.6	82.2	Cc
< 200		89.0	17.8	100.0	
Total		500.0			

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Mg. Miguel Solar Jara
 UPE



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)**

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAM ISRAEL
 PROYECTO : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 Y CENIZAS DE CARBÓN MINERAL
 UBICACION : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

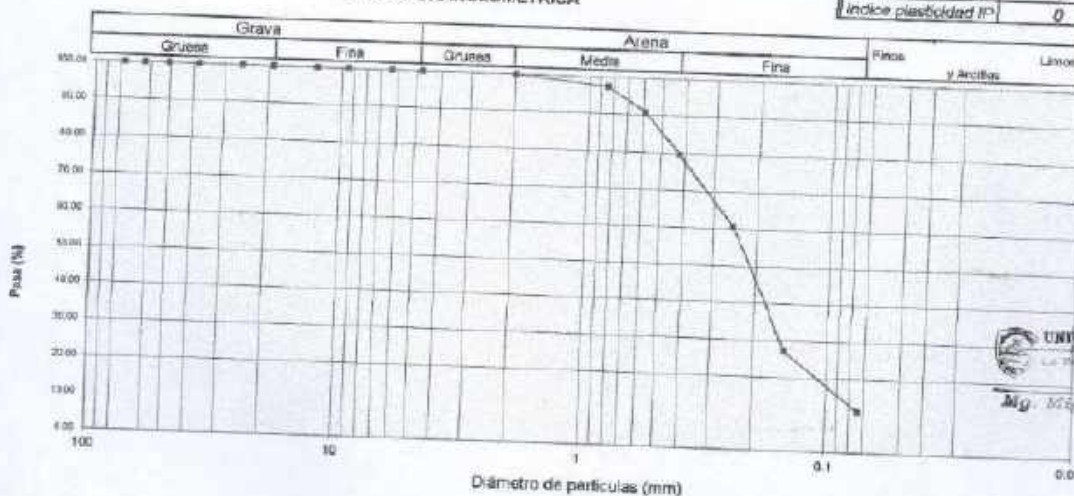
Peso Seco Inicial	500	gr.
Peso Seco Lavado	444.0	gr.
Peso perdido por lavado	56.0	gr.

CALICATA	: C - 3
ESTRATO	: M - 1
PROF. (m)	: 0.00 a 1.50

Tamiz(Apertura)	N°	(mm)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
2 1/2"		76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular: Excelente a bueno como subgrado A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
2"		50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"		37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"		25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"		19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"		12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"		9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/4"		6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 4		4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 10		2.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 20		0.850	13.0	2.6	2.6	97.4	Valor del índice de grupo (IG):
N° 30		0.600	33.0	6.6	9.2	90.8	Clasificación (S.U.C.S.)
N° 40		0.425	56.0	11.2	20.4	79.6	Estado de partículas gruesas (nomenclatura con símbolo doble):
N° 60		0.250	95.0	19.0	39.4	60.6	Arena mal graduada con limo SP-SM
N° 100		0.150	167.0	33.4	72.8	27.2	Pasa tamiz N° 4 (%): 100.0
N° 200		0.075	80.0	16.0	88.8	11.2	Pasa tamiz N° 200 (%): 11.2
< 200			56.0	11.2	100.0	0.0	D60 (mm): 0.25
Total			500.0			100.0	D30 (mm): 0.147
							Ø10 (mm):
							Cu
							Cc

Límite líquido LL	: 0
Límite plástico LP	: 0
Índice plasticidad IP	: 0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Mg. Miguel Ángel Jara

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO-PATRON



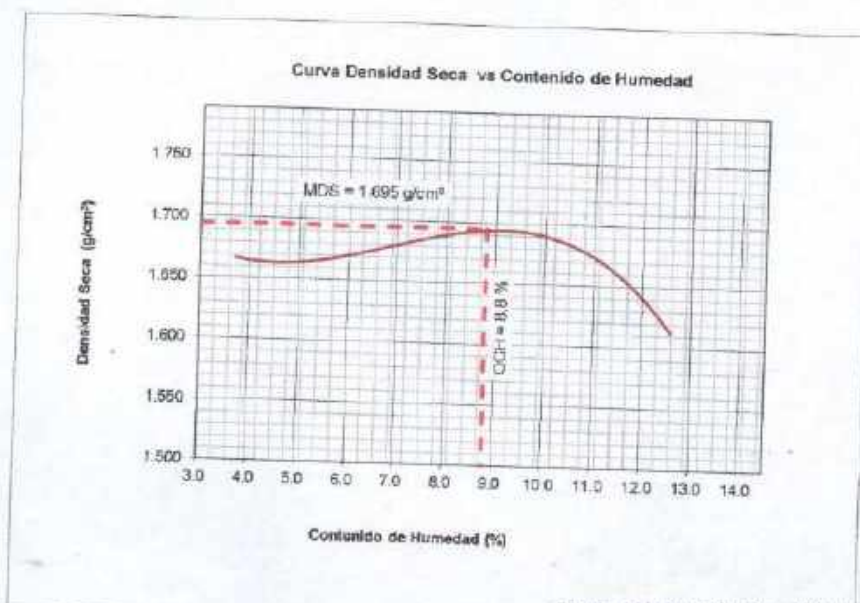
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAN ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 1
 LUGAR : CONSTRUCTORES -NVO.CHIMBOTE - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg cm / cm ²			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3685	3745	3805	3770
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1710.0	1770.0	1830.0	1795.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.729	1.790	1.850	1.815
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	490.0	485.0	465.0	480.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	480.0	440.0	431.3	433.5
09 - Peso del agua (g)	10.0	25.0	33.7	46.5
10 - Peso del tarro (g)	209.0	65.0	65.0	64.5
11 - Peso suelo seco (g)	271.0	375.0	366.3	369.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.7	6.7	9.2	12.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.667	1.677	1.694	1.612

Contenido Optimo Humedad **8.8 %** Densidad Seca Maxima, **1.695 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Mg. *[Signature]*
 Jefe



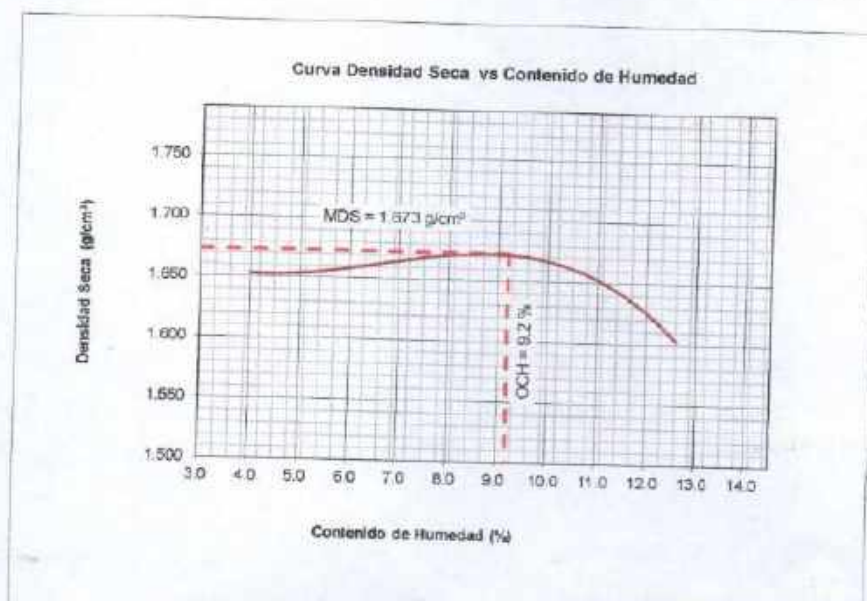
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAM ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : CONSTRUCTORES - NVÓ, CHIMBOTE - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm ²			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3675	3730	3785	3760
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1700.0	1755.0	1810.0	1785.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.718	1.775	1.830	1.805
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	595.0	605.0	605.0	480.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	580.0	580.0	570.0	433.5
09 - Peso del agua (g)	15.0	25.0	35.0	46.5
10 - Peso del tarro (g)	209.0	205.0	205.0	64.5
11 - Peso suelo seco (g)	371.0	375.0	365.0	369.0
12 - Contenido de Humedad (%)	4.0	6.7	9.6	12.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.653	1.663	1.670	1.603

Contenido Optimo Humedad **9.2 %** Densidad Seca Maxima, **1.673 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 La Victoria - Peru
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



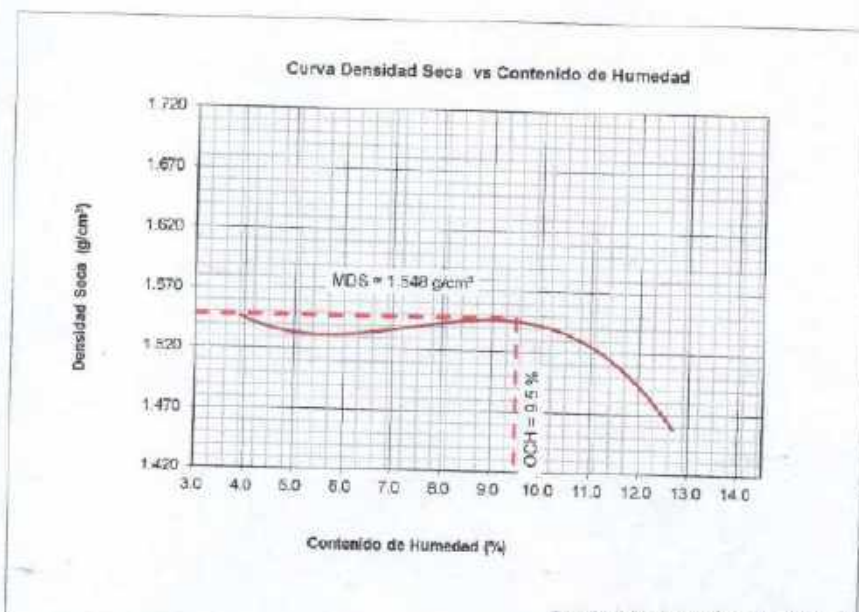
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAM ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 3
 LUGAR : CONSTRUCTORES - NVO CHIMBOTE - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg. cm / cm ³		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3565	3595	3650	3600
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1590.0	1620.0	1675.0	1625.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.608	1.638	1.694	1.643
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	600.0	605.0	570.0	479.9
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	585.0	580.0	535.0	433.1
09 - Peso del agua (g)	15.0	25.0	35.0	46.8
10 - Peso del tarro (g)	200.0	205.0	170.0	64.5
11 - Peso suelo seco (g)	385.0	375.0	365.0	368.8
12 - Contenido de Humedad (%)	3.9	6.7	9.6	12.7
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.547	1.535	1.545	1.458

Contenido Optimo Humedad **9.5 %** Densidad Seca Maxima, **1.548 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Mg. Miguel Solar Jara

ENSAYO DEL CBR - PATRON



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAM ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 1
 LUGAR : CONSTRUCTORES -NVO CHIMBOTE - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

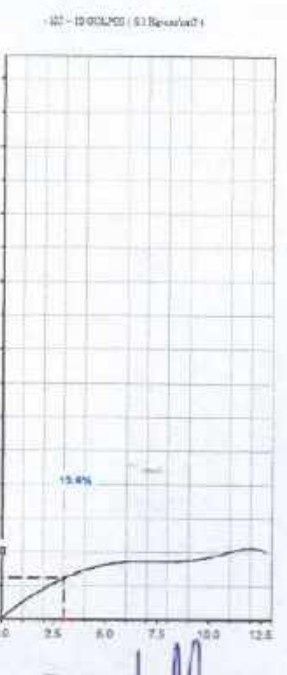
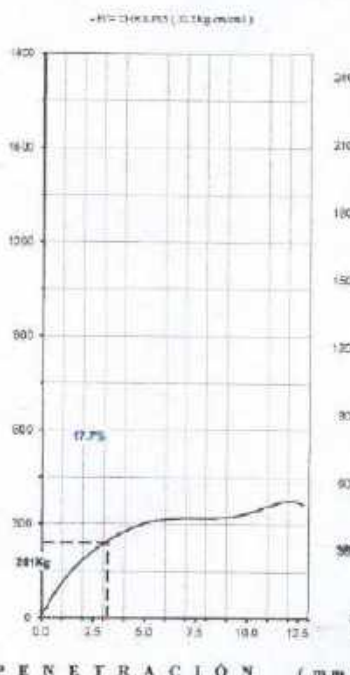
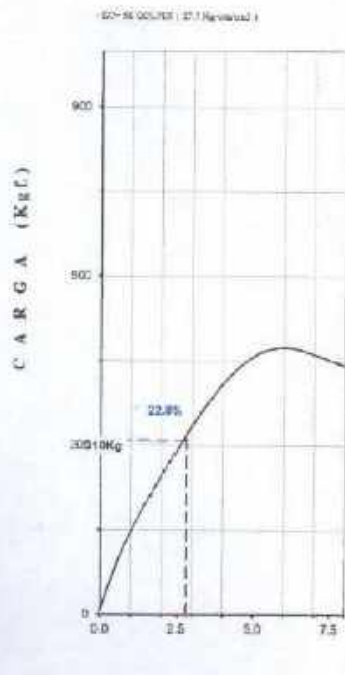
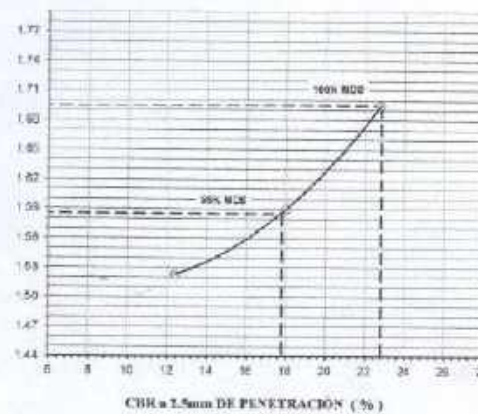
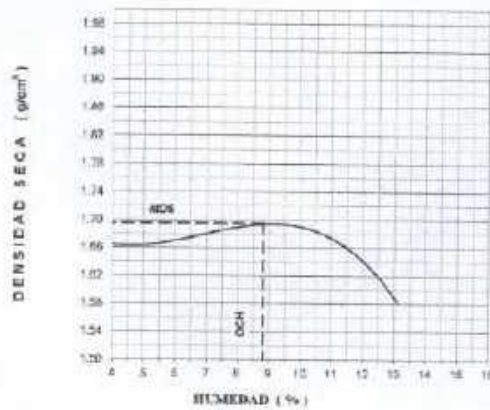
Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm ²	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,480.0	7,710.0	7,670.0			
02 - Peso del molde (g)	4,505.0	3,940.0	4,140.5			
03 - Peso suelo humedo (g)	3,975.0	3,770.0	3,529.5			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,150.000	2,127.000	2,121.090			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.849	1.772	1.684			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	470.0	550.0	536.7			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	445.0	523.0	497.0			
09 - Peso del agua (g)	25.0	27.0	39.7			
10 - Peso del tarro (g)	170.0	205.0	98.6			
11 - Contenido de humedad (%)	275.0	318.0	430.4			
12 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	9.1	8.5	8.2			
13 - Absorción	1.695	1.634	1.523			
Numero de molde						
01 - Peso suelo humedo antes (g)	1	2	3			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	3,975.0	3,770.0	3,529.5			
03 - Peso del molde (g)	4,505.0	3,940.0	4,140.5			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,086.0	3,902.0	3,681.4			
05 - Peso del agua absorvida (g)	113.0	132.0	151.9			
06 - Absorción de agua (%)	3,643.8	3,475.0	3,231.4			
07 - Penetración	3.1	3.8	4.7			
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2481345 - 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	25.0	134.1	18.0	104.4	10.0	70.4
1.3	30.0	155.4	22.0	121.4	15.0	91.7
1.9	48.0	231.9	33.0	168.1	21.0	117.2
2.5	62.0	291.37	46.0	223.38	33.0	168.14
3.2	79.0	363.6	53.0	263.1	41.0	202.1
3.8	89.0	406.1	58.0	274.4	45.0	216.1
5.08	99.0	448.6	63.0	295.6	50.0	240.4
7.6	100.0	452.8	69.0	321.1	56.0	261.6
10.16	110.0	495.3	73.0	338.1	60.0	282.9
12.7	120.0	537.8	79.0	363.6	65.0	304.1
Carga [%]	291.37 kgf. [21.4%]		223.38 kgf. [16.4%]		168.14 kgf. [12.4%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 13000
 Mg. Miguel Solar Jara
 (C.A.P.)



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

SOLICITA : BECH. REYES CORTEZ ARRIENAN ERASME		MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)		A
CARACTERÍSTICAS DE SOPORTE: LLE SUAVIZADO ADICIONANDO CENizas DE COQUIAS		MÁXIMA DENSIDAD SECA (gramos)		1.695
DISEÑO Y CANTIDAD DE CARGAS MINERAL		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.8
MATERIAL : TERRENO NATURAL		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)		20.8
CALCATA : 1'		CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)		17.6
UBICACIÓN : CONSTRUCTORES -AVG CHIMBOTE - ANCAsh		SUCS		LL -- P -- O _c --
FECHA : 13-04-2020		ASHTG		EMBEUDO : 4 días (EXPANSIÓN)
		ABSORCIÓN : 3.1%		HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 11.2%



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



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAM ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : CONSTRUCTORES -NVO.CHIMBOTE - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

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)	7,985.0	7,945.0	7,670.0			
02 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.5			
03 - Peso suelo humedo (g)	3,847.6	3,791.4	3,529.5			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,150.000	2,127.000	2,121.090			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.790	1.783	1.664			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	530.0	585.0	500.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	500.0	550.0	469.0			
09 - Peso del agua (g)	30.0	35.0	31.0			
10 - Peso del tarro (g)	68.5	64.1	66.6			
11 - Peso suelo seco (g)	431.5	485.9	402.4			
12 - Contenido de humedad (%)	7.0	7.2	7.7			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.673	1.663	1.545			
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,847.6	3,791.4	3,529.5			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,096.5	8,079.4	7,824.0			
03 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.5			
04 - Peso suelo embebido (g)	3,959.1	3,925.8	3,683.5			
05 - Peso del agua absorbida (g)	111.5	134.4	154.0			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,597.5	3,536.7	3,277.0			
07 - Absorción de agua (%)	3.1	3.8	4.7			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4,2491345 - 27.62018						
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	6.0	53.4	7.0	57.7	3.0	40.7
1.3	16.0	95.9	18.0	104.4	10.0	70.4
1.9	26.0	138.4	24.0	129.8	12.0	78.9
2.5	36.0	180.89	34.0	172.39	19.0	108.65
3.2	45.0	304.1	47.0	227.6	25.0	134.1
3.8	100.0	452.8	60.0	282.9	35.0	176.6
5.08	129.0	576.1	74.0	342.4	45.0	219.1
7.5	155.0	686.5	87.0	397.6	60.0	240.4
10.18	184.0	809.8	95.0	431.6	65.0	261.6
12.7	203.0	890.5	102.0	461.3	80.0	282.9
Carga (%)	180.89 kgf. [13.3%]		172.39 kgf. [12.7%]		108.65 kgf. [8%]	

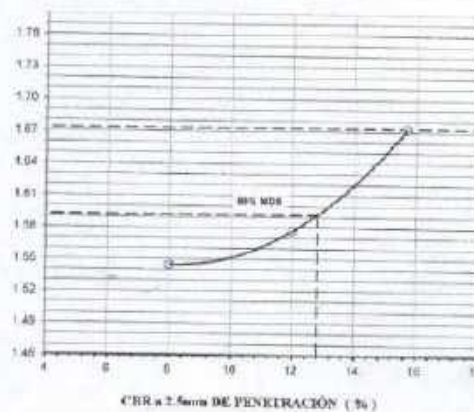
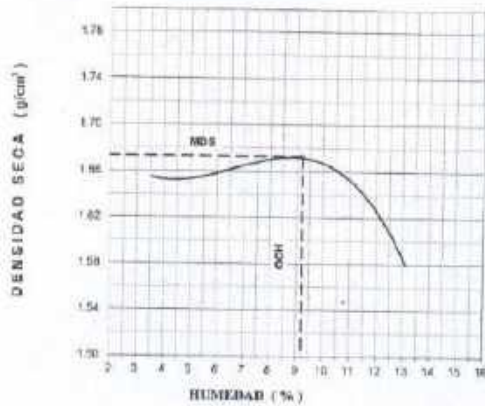
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 L.B. INGENIERIA CIVIL
 Mg. Miguel Bolívar Jara
 JEFE



RELACION DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

SOLICITA	BACH. BEYERKORTZ ABRAMÁN ISRAEL
CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO O ADICIONANDO CENizas DE CONCHAS DE PAMNICO Y CENizas DE CARBON MINERAL.	
MATERIAL	TIENNO NATURAL
CALCATA	Z
UBICACION	CONSTRUCTORES ANDO INBOTE - ANASHI
FECHA	13-JUL-2020

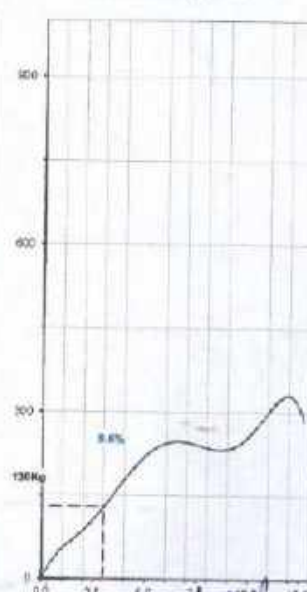
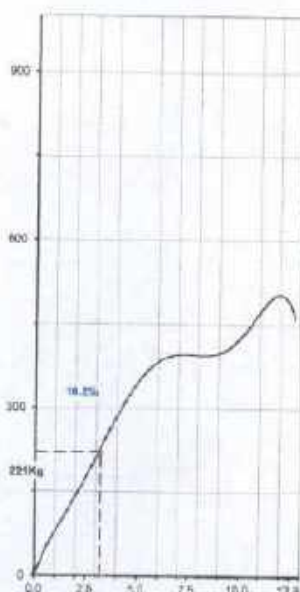
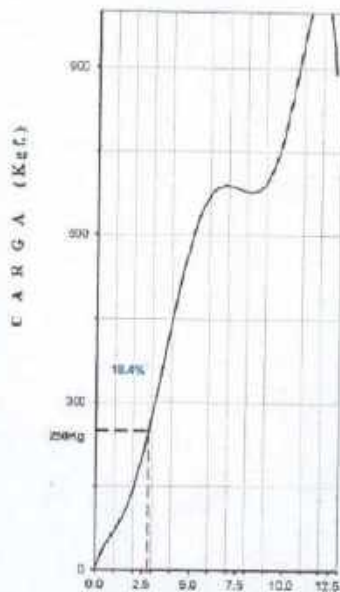
METODO DE COMPACTACION (ASTM D-1557)	A		
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.675		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.2		
CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	13.4		
CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	12.6		
SUELO	LL	IP	U _c
PLASTICIDAD	EMBRUDO	4.0%	EXPANSION
ABSORCION	3.1%	HUMEDAD DE PENETRACION	12.3%



- 50 - 16 000/203 (27.1 Kg/cm²)

- 50 - 25 000/203 (27.2 Kg/cm²)

- 50 - 32 000/203 (4.1 Kg/cm²)



PENETRACION (mm)



Mg. *Alfredo Solar Jara*



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : DACH, REYES CORTEZ ABRAHAM ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ARABICO
 Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALGATA : 3
 LUGAR : CONSTRUCTORES -NVO CHIMBOTE - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

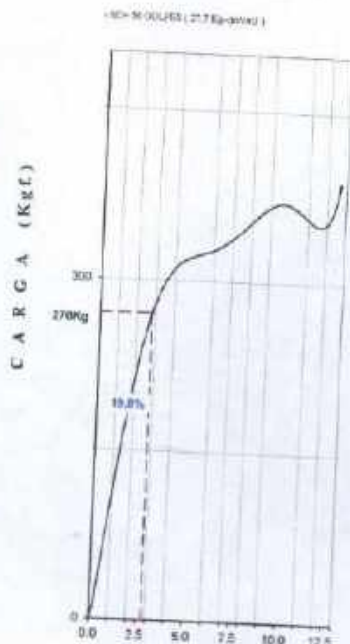
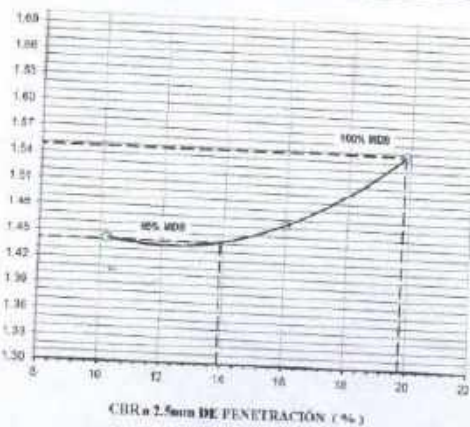
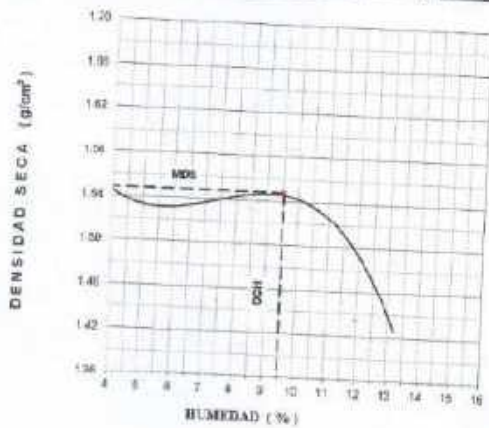
Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energia Compactacion (kg-cm/cm ³)	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	7,735.0	7,520.0	7,450.0			
02 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.5			
03 - Peso suelo humedo (g)	3,597.6	3,366.4	3,309.5			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,150.000	2,127.000	2,121.090			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.673	1.583	1.560			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	565.0	600.0	605.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	555.0	570.0	575.0			
09 - Peso del agua (g)	30.0	30.0	30.0			
10 - Peso del tarro (g)	185.0	200.0	205.0			
11 - Peso suelo seco (g)	370.0	370.0	370.0			
12 - Contenido de humedad (%)	8.1	8.1	8.1			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.548	1.464	1.443			
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,597.6	3,366.4	3,309.5			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	7,836.2	7,638.3	7,593.9			
03 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.5			
04 - Peso suelo embebido (g)	3,700.8	3,484.7	3,453.4			
05 - Peso del agua absorbida (g)	103.2	118.3	143.9			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,327.6	3,113.9	3,061.3			
07 - Absorción de agua (%)	3.1	3.8	4.7			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4 2491345 + 27.92016						
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	10.0	70.4	5.0	49.2	4.0	44.9
1.3	25.0	134.1	10.0	70.4	8.0	61.9
1.9	43.0	210.6	20.0	151.1	16.0	95.0
2.5	55.0	261.62	35.0	176.64	26.0	138.40
3.2	60.0	282.9	47.0	227.6	30.0	155.4
3.8	65.0	304.1	55.0	261.6	35.0	176.6
5.08	70.0	325.4	60.0	282.9	40.0	197.9
7.6	75.0	340.6	65.0	304.1	45.0	219.1
10.16	80.0	367.9	68.0	310.9	50.0	240.4
12.7	85.0	389.1	72.0	333.9	55.0	261.6
Carga (%)	261.62 kgf. [10.2%]		176.64 kgf. [13%]		138.4 kgf. [10.2%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 La Asociación de Ingenieros
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

SOLICITA BACH. REYES CORTIZABARRIA ISRAEL CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO REFORZADO (CENTAS DE COCHAS) DE ABANICO Y CENAS DE CARBONMIERAL	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557) A MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) 1.548 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 9.5 CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%) 19.0 CBR AL 90% DE LA M.D.S. (%) 13.0 ELIJS
MATERIAL TERREÑO NATURAL CALCATA 3 UBICACIÓN CONSTRUCCIONES JAWACHIMOTE - ANDASH	ASHTO
FECHA 13-Abr-2020	EMBUDO 4.4kg EXPANSIÓN -- ABSORCIÓN 9.1% HUMEDAD DE PENETRACIÓN 12.6%



PENETRACIÓN (mm)

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

**ENSAYO DE PROCTOR
MODIFICADO-EXPERIMENTAL
5% CCA + 3% CCM**



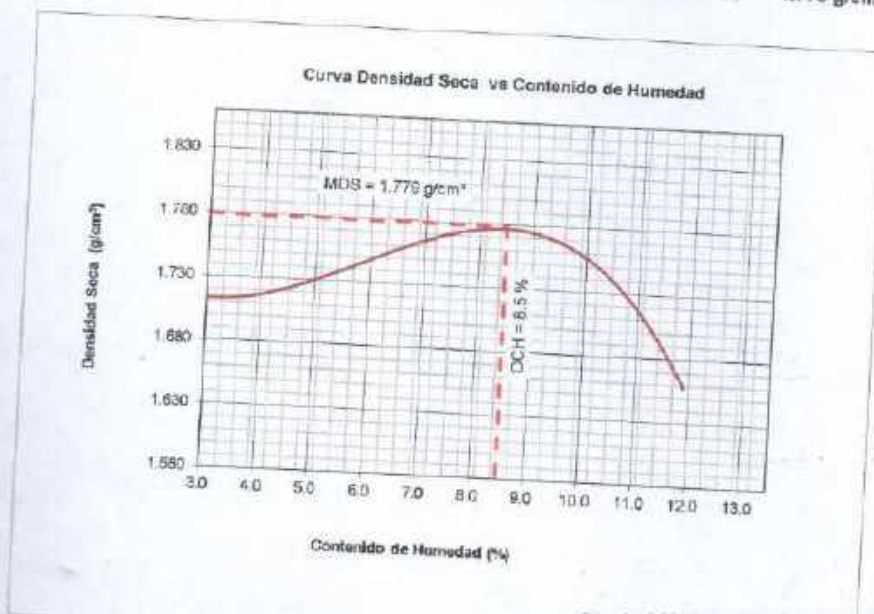
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 8%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAM ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 1
 LUGAR : CONSTRUCTORES -NVO.CHIMBOTE - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ³		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3718	3766	3863	3810
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1740.5	1790.5	1888.0	1835.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.760	1.810	1.909	1.855
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	588.5	568.5	563.5	560.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	580.5	550.0	536.0	507.3
09 - Peso del agua (g)	8.0	18.5	28.5	52.7
10 - Peso del tarro (g)	188.5	188.5	163.5	64.6
11 - Peso suelo seco (g)	392.0	361.5	371.5	442.8
12 - Contenido de Humedad (%)	2.0	4.8	7.7	11.9
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.725	1.727	1.773	1.658

Contenido Optimo Humedad **8.5 %** Densidad Seca Maxima **1.779 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Mg. Miguel Solar Jara



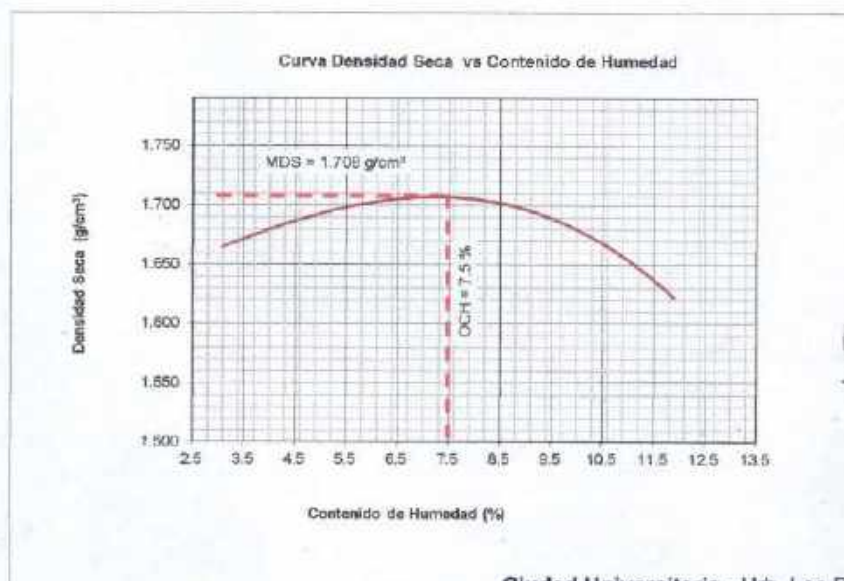
PROCTOR MODIFICADO - EXPERIMENTAL 8%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAN ISRAEL
TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
MATERIAL : SUELO NATURAL
CALICATA : 2
LUGAR : CONSTRUCTORES - NVO. CHIMBOTE - ANCASH
FECHA : 13/07/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3673	3734	3803	3770
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1697.5	1758.5	1828.0	1795.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.716	1.778	1.848	1.815
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	603.5	565.5	606.5	602.3
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	591.5	546.5	574.5	556.2
09 - Peso del agua (g)	12.0	19.0	32.0	46.1
10 - Peso del tarro (g)	203.5	165.5	206.5	167.7
11 - Peso suelo seco (g)	388.0	381.0	363.0	388.5
12 - Contenido de Humedad (%)	3.1	5.0	8.7	11.9
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.965	1.693	1.700	1.822

Contenido Optimo Humedad 7.5 % Densidad Seca Maxima, 1.708 g/cm³



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



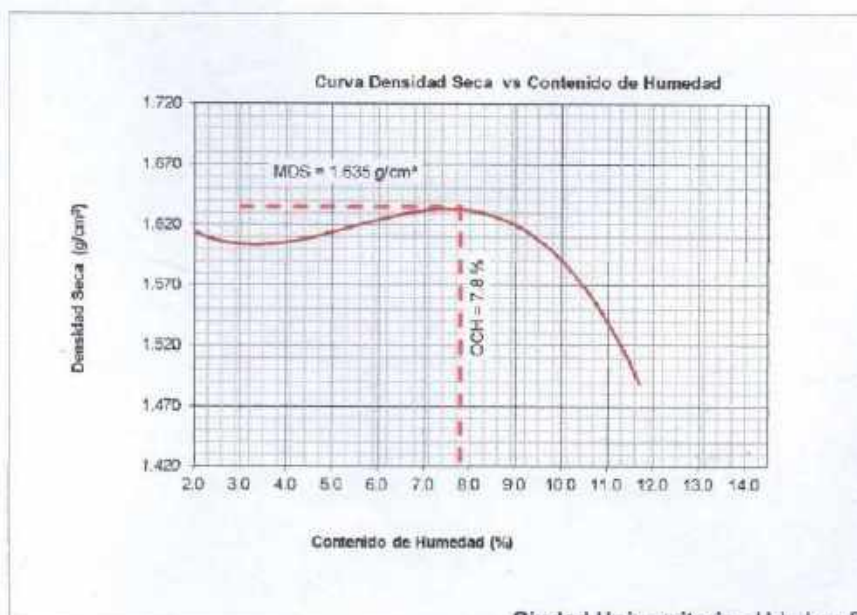
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 8%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAN ISRAEL
TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
MATERIAL : SUELO NATURAL
CALICATA : 3
LUGAR : CONSTRUCTORES - NVO.CHIMBOTE - ANCASH
FECHA : 13/07/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ³		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3604	3646	3718	3620
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1628.5	1671.0	1743.0	1645.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.647	1.690	1.762	1.663
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	800.0	598.0	608.0	486.3
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	592.5	579.5	578.5	453.0
09 - Peso del agua (g)	7.5	18.5	29.5	33.3
10 - Peso del tarro (g)	200.0	198.0	208.0	167.8
11 - Peso suelo seco (g)	392.5	381.5	370.5	285.2
12 - Contenido de Humedad (%)	1.9	4.8	8.0	11.7
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.616	1.612	1.632	1.489

Contenido Optimo Humedad **7.8 %** Densidad Seca Maxima **1.635 g/cm³**



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

**ENSAYO DE PROCTOR
MODIFICADO-EXPERIMENTAL
7% CCA + 5% CCM**



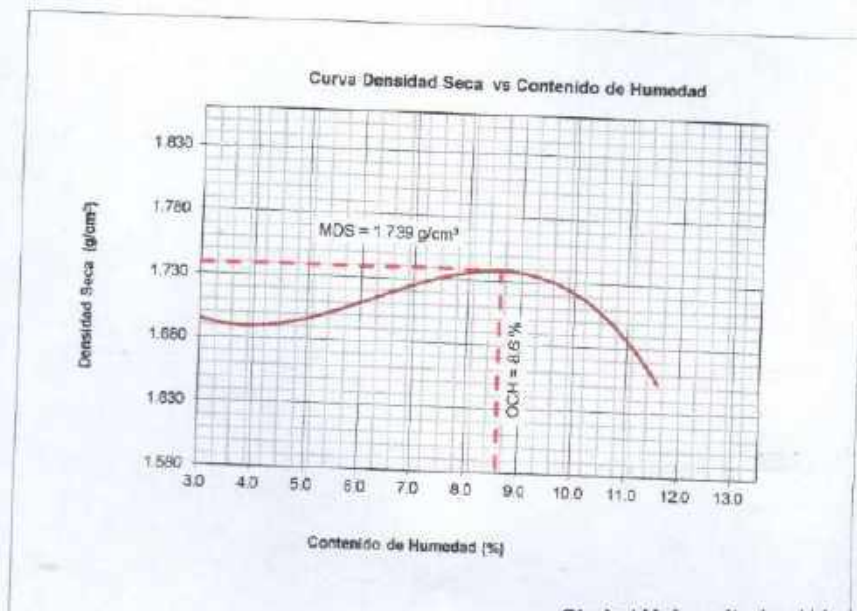
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-12%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAN ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 1
 LUGAR : CONSTRUCTORES - NVQ CHIMBOTE - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3709	3717	3807	3800
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1734.0	1742.0	1832.0	1825.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.753	1.761	1.852	1.845
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	608.5	608.5	568.5	700.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	600.5	590.5	541.5	644.6
09 - Peso del agua (g)	8.0	16.0	27.0	55.4
10 - Peso del tarro (g)	208.5	206.5	168.5	166.7
11 - Peso suelo seco (g)	392.0	384.0	373.0	477.9
12 - Contenido de Humedad (%)	2.0	4.2	7.2	11.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.719	1.690	1.728	1.653

Contenido Optimo Humedad **8.6 %** Densidad Seca Maxima, **1.739 g/cm³**



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



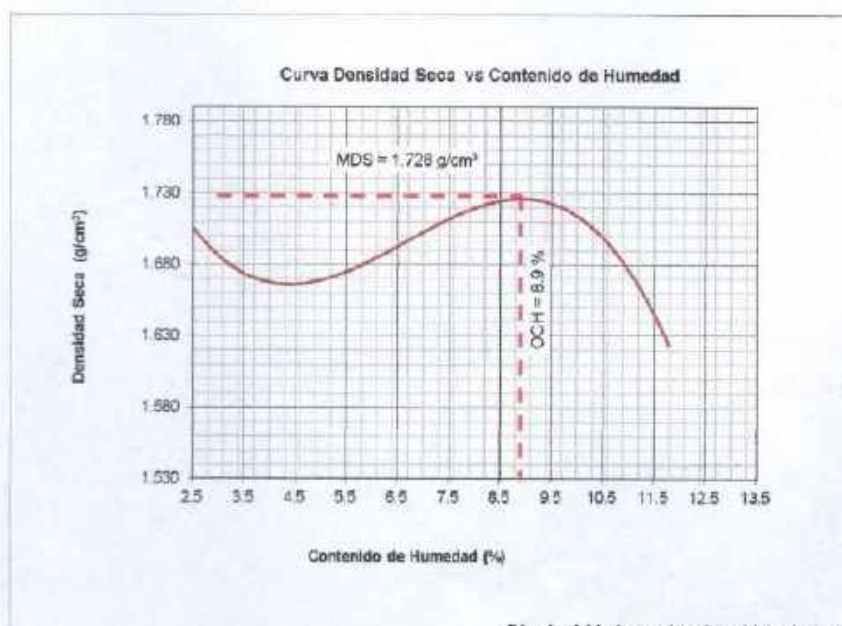
PROCTOR MODIFICADO - EXPERIMENTAL 12%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAN ISRAEL
TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
MATERIAL : SUELO NATURAL
CALICATA : 2
LUGAR : CONSTRUCTORES -NVO.CHIMBOTE - ANCASH
FECHA : 13/07/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ³		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3708	3747	3820	3770
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1732.5	1772.0	1845.0	1795.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.752	1.792	1.866	1.815
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	613.0	605.0	563.5	450.3
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	603.5	581.5	533.0	424.0
09 - Peso del agua (g)	9.5	23.5	30.5	26.3
10 - Peso del tarro (g)	213.0	205.0	163.5	200.3
11 - Peso suelo seco (g)	390.5	376.5	369.5	223.7
12 - Contenido de Humedad (%)	2.4	6.2	8.3	11.8
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.711	1.687	1.723	1.623

Contenido Óptimo Humedad **8.9 %** Densidad Seca Maxima, **1.728 g/cm³**



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



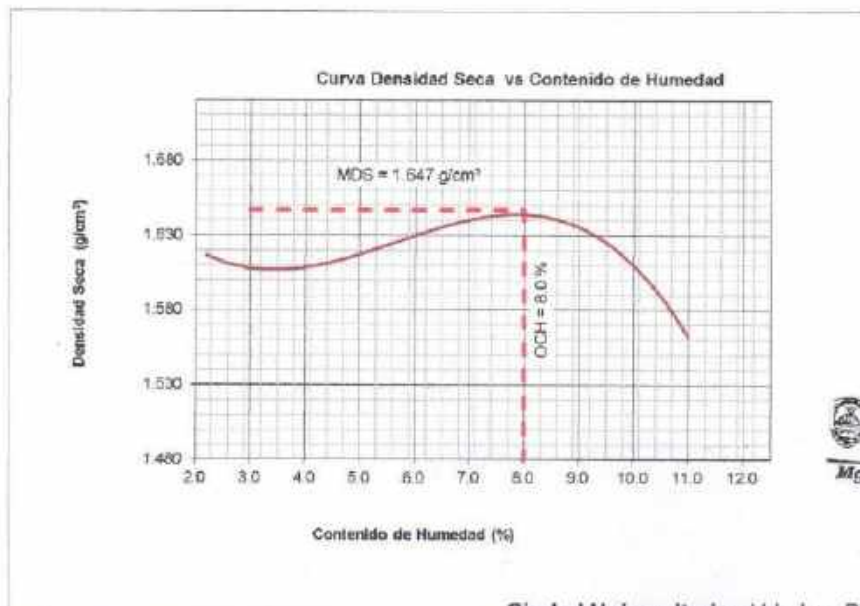
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 12%

NORMA ASTM D-1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAN ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 3
 LUGAR : CONSTRUCTORES -NVO.CHIMBOTE - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm ²			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3609	3644	3728	3690
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1634.0	1669.0	1752.7	1715.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.652	1.688	1.772	1.734
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	463.5	466.5	470.5	526.6
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	457.0	449.0	441.5	481.4
09 - Peso del agua (g)	6.5	17.5	29.0	45.2
10 - Peso del tarro (g)	163.5	66.5	70.5	68.7
11 - Peso suelo seco (g)	293.5	382.5	371.0	412.7
12 - Contenido de Humedad (%)	2.2	4.6	7.8	11.0
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.617	1.613	1.644	1.562

Contenido Optimo Humedad **8.0 %** Densidad Seca Maxima, **1.647 g/cm³**




 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Los Molinos de San Pedro
 Mg. Miguel Salar Jara
 JEFE

**ENSAYO DEL CBR –
EXPERIMENTAL
5% CCA + 3% CCM**



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

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAM ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANIGO
 Y CENIZAS DE CARBÓN MINERAL
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 1
 LUGAR : CONSTRUCTORES - NVO. CHIMBOTE - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

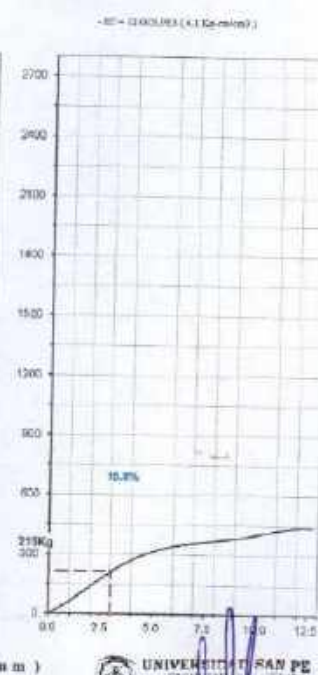
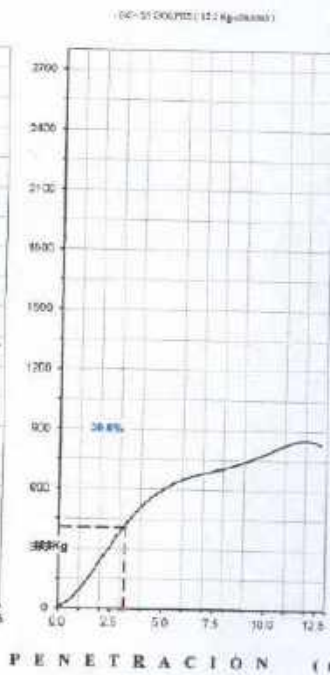
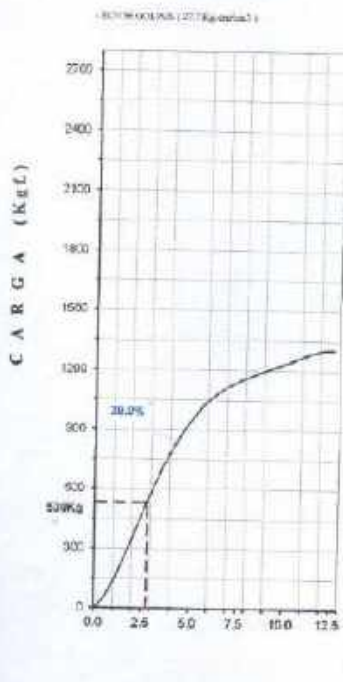
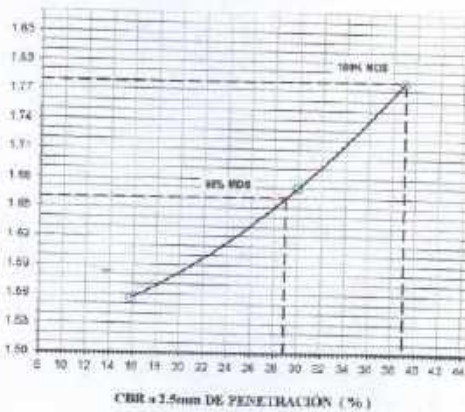
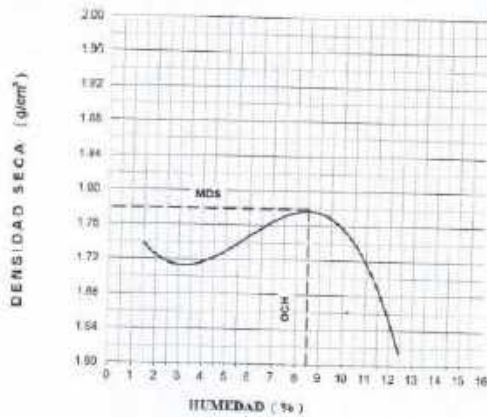
Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energía Compacción [kg-cm/cm ²]	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)						
02 - Peso del molde (g)	8 288.0	8 010.0	7 720.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4 137.4	4 153.6	4 140.5			
04 - Volumen de molde, cm ³	4 150.6	3 856.4	3 579.5			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	2 150.000	2 127.000	2 121.090			
06 - Tarro N°	1 831	1 813	1 688			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	0.0	0.0	0.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	473.7	471.7	606.3			
09 - Peso del agua (g)	442.0	440.0	575.0			
10 - Peso del tarro (g)	31.7	31.7	31.3			
11 - Peso suelo seco (g)	70.0	68.0	206.0			
12 - Contenido de humedad (%)	372.0	372.0	369.0			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	8.5	8.5	8.5			
Absorción	1.779	1.671	1.556			
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)						
02 - Peso suelo embaldado + molde (g)	4 150.6	3 856.4	3 579.5			
03 - Peso del molde (g)	8 406.6	8 145.0	7 875.1			
04 - Peso suelo amebido (g)	4 137.4	4 153.6	4 140.5			
05 - Peso del agua absorbida (g)	4 269.2	3 991.4	3 734.6			
06 - Peso del suelo seco (g)	118.6	135.0	155.1			
07 - Absorción de agua (%)	3 824.7	3 553.6	3 299.6			
Penetración	3.1	3.8	4.7			
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	13.0	83.2	10.0	70.4	4.0	44.9
1.3	35.0	176.6	23.0	125.7	13.0	83.2
1.9	78.0	359.4	48.0	231.9	22.0	121.4
2.5	100.0	452.83	60.0	282.87	37.0	185.14
3.2	136.0	605.8	93.0	423.1	46.0	223.4
3.8	178.0	784.3	118.0	529.3	57.0	270.1
5.08	213.0	933.0	129.0	576.1	67.0	312.8
7.6	264.0	1149.7	159.0	703.5	80.0	367.8
10.16	285.0	1238.9	179.0	788.5	89.0	406.1
12.7	300.0	1302.7	189.0	831.0	97.0	440.1
Carga (%)	452.83 kgf. [33.3%]		282.87 kgf. [20.8%]		185.14 kgf. [13.6%]	

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



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

SOLICITA	BACH. REYES CORTES ABRAHAM ISRAEL	METODO DE COMPACTACION (ASTM D-1557)	A
CAPACIDAD DE APOORTE DE SUELO ADICIONADO CENIZAS DE CONCRETO DE ABASTO Y CENIZAS DE CARBÓN MINERAL		MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.709
MATERIAL	TERRENO NATURAL	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.9
CALCATA	1	CBR AL 100% DE L.A.M.O.S (%)	59.0
UBICACIÓN	CONSTRUCTORES-MIG CHIMBOTE-ANCAPI	CBR AL 80% DE L.A.M.O.S (%)	28.8
	FECHA: 13-JUL-2008	SUCS	LL --- IP --- PL ---
		RASHTO	EMBUDO 4 días EXPANSIÓN
		ABSORCIÓN	5.1 % HUMEDAD DE PENETRACIÓN 11.8 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Miguel Solar Jara



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

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAN ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : CONSTRUCTORES -NVO CHIMBOTE - ANGASH
 FECHA : 13/07/2020

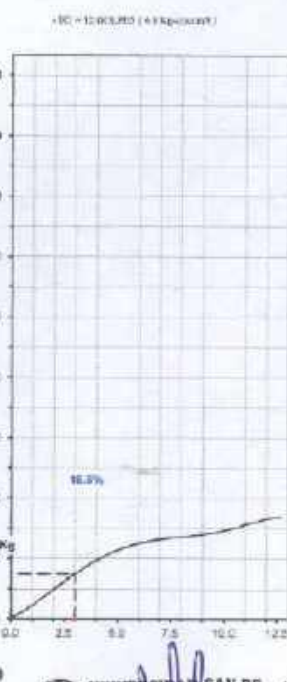
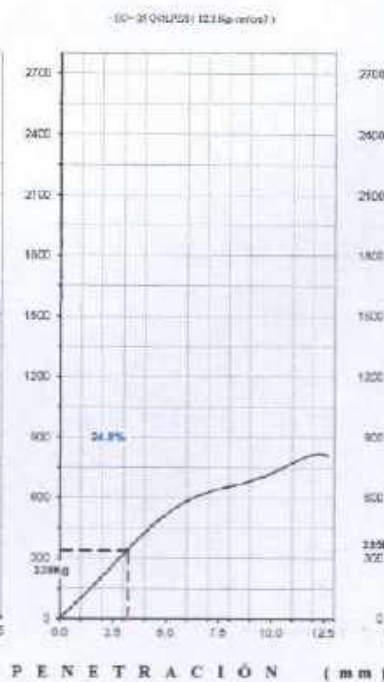
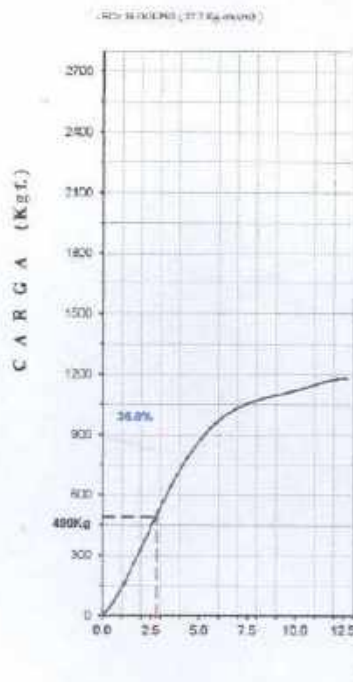
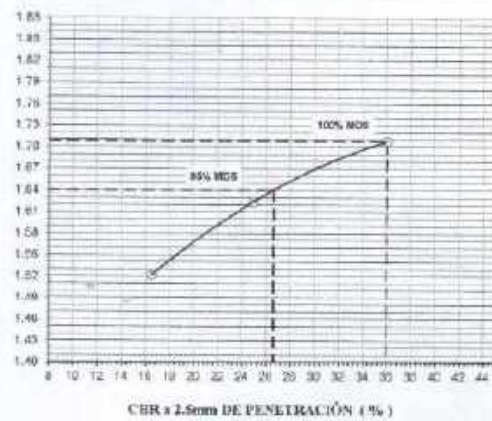
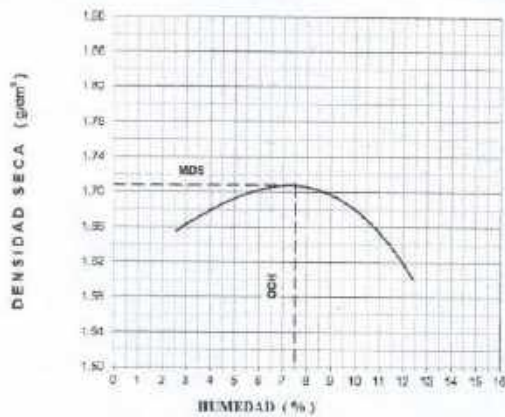
Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energía Compactación [kg-cm/cm³]	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,085.0		7,920.0		7,610.0	
02 - Peso del molde (g)	4,137.4		4,189.6		4,140.5	
03 - Peso suelo humedo (g)	3,947.6		3,730.4		3,469.5	
04 - Volumen de molde, cm³	2,150.000		2,136.000		2,121.090	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm³)	1.836		1.748		1.636	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	485.0		609.3		610.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	438.0		581.0		582.3	
09 - Peso del agua (g)	27.9		28.3		27.7	
10 - Peso del tarro (g)	64.5		205.0		212.0	
11 - Peso suelo seco (g)	373.5		376.0		370.3	
12 - Contenido de humedad (%)	7.5		7.5		7.5	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.708		1.624		1.522	
Absorción						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,947.6		3,730.4		3,469.5	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,198.9		8,051.8		7,761.7	
03 - Peso del molde (g)	4,137.4		4,189.6		4,140.5	
04 - Peso suelo embebido (g)	4,061.5		3,862.2		3,621.2	
05 - Peso del agua absorbida (g)	113.9		131.8		151.7	
06 - Peso del suelo seco (g)	3,673.2		3,469.3		3,228.0	
07 - Absorción de agua (%)	3.1		3.8		4.7	
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	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	16.0	95.9	12.0	78.9	8.0	61.9
1.3	37.0	185.1	25.0	134.1	14.0	87.4
1.9	70.0	325.4	38.0	189.4	21.0	117.2
2.5	95.0	431.59	56.0	265.87	40.0	197.89
3.2	123.0	550.0	74.0	342.4	52.0	248.9
3.8	170.0	750.3	93.0	423.1	60.0	282.9
5.08	194.0	852.3	114.0	512.3	73.0	338.1
7.6	244.0	1064.7	140.0	648.3	89.0	406.1
10.16	258.0	1124.2	165.0	729.0	98.0	444.3
12.7	271.0	1179.4	184.0	809.8	112.0	503.8
Carga [%]	431.59 kgf. [31.7%]		265.87 kgf. [19.5%]		197.89 kgf. [14.5%]	

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-1883]- EXPERIMENTAL 8%

SOLICITA : BADI REYES CORTEZ ADRIAN IBRAHIM		MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)		IL	
CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CERILLAS DE URMAS		MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.708	
DEBARBICO Y CENIZAS DE CARBÓN MINERAL		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.5	
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)		36.0	
		CBR AL 85% DE LA M.D.S. (%)		26.8	
MATERIAL : TERRENO NATURAL		SUCS	LL	PF	CL
CALICATA : 3		RAÍSTO	EMBEBIDO : 4 días EXPANSIÓN		
UBICACIÓN : CONSTRUCTORES RVD CHIMBOTE - ANCASH	FECHA : 13Jul-2020	ABSORCIÓN :	3.1 % HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 10.6 %		



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



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

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAN ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 3
 LUGAR : CONSTRUCTORES -NVO CHIMBOTE - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

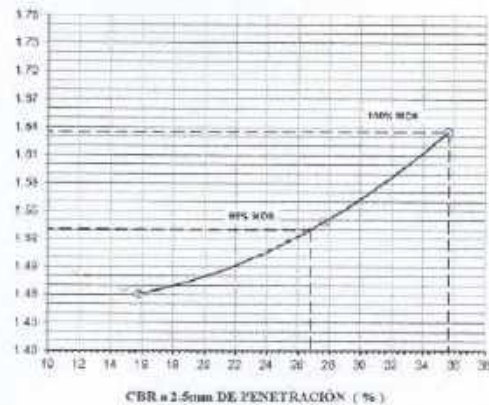
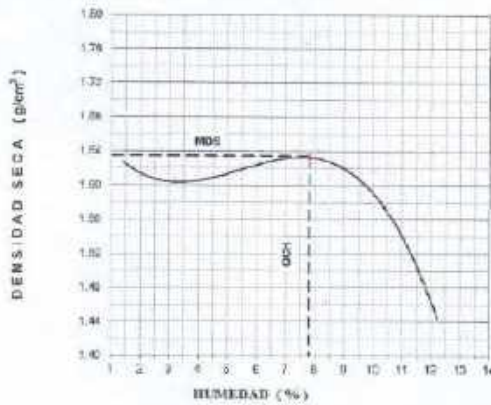
Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpes	56	25	12			
Energía Compactación [kg-cm/cm ³]	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	7,926.0	7,680.0	7,480.0			
02 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.5			
03 - Peso suelo humedo (g)	3,788.6	3,526.4	3,339.5			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,150,000	2,127,000	2,121,090			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.752	1.658	1.574			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	603.0	610.9	589.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	574.0	581.7	560.0			
09 - Peso del agua (g)	29.0	29.2	29.0			
10 - Peso del tarro (g)	202.0	205.5	187.0			
11 - Peso suelo seco (g)	372.0	376.2	373.0			
12 - Contenido de humedad (%)	7.8	7.8	7.8			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.835	1.839	1.461			
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,788.6	3,526.4	3,339.5			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,035.0	7,804.4	7,625.6			
03 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.5			
04 - Peso suelo embebido (g)	3,897.6	3,650.8	3,485.1			
05 - Peso del agua absorbida (g)	109.0	124.4	145.8			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,514.6	3,272.4	3,098.6			
07 - Absorción de agua (%)	3.1	3.8	4.7			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial F4.2491345+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	15.0	91.7	10.0	70.4	7.0	57.7
1.3	36.0	180.9	24.0	129.9	15.0	91.7
1.9	68.0	316.9	42.0	206.4	25.0	134.1
2.5	92.0	416.84	60.0	282.87	33.0	168.14
3.2	123.0	550.6	83.0	380.6	49.0	236.1
3.8	159.0	690.8	105.0	474.1	60.0	282.9
5.09	188.0	826.8	129.0	576.1	82.0	376.3
7.6	235.0	1026.5	192.0	716.3	110.0	495.3
10.16	270.0	1175.2	175.0	711.5	124.0	554.8
12.7	307.0	1332.4	199.0	873.5	145.0	644.0
Carga (%)	418.84 kgf. [30.8%]		282.87 kgf. [20.8%]		168.14 kgf. [12.4%]	

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



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

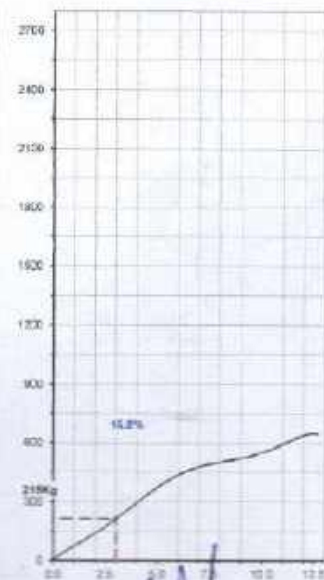
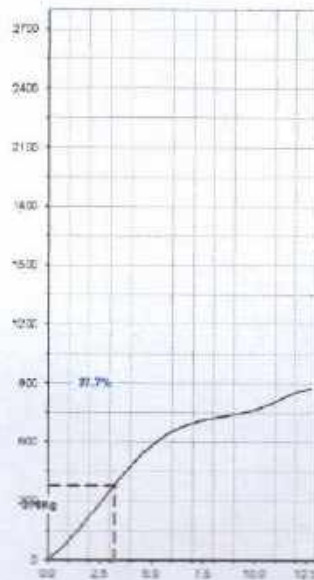
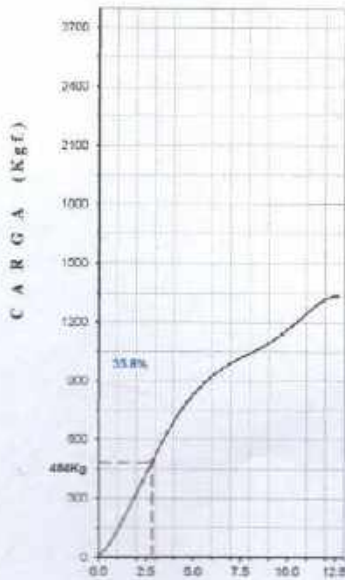
SOLICITA : BACH. REYES CORTES ABRAHAM GUILL		MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)		A.
CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE COCHAS DE ABANICO Y CENIZAS DE CARBON MINERAL.		MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1.865
		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.3
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)		56.6
		CBR AL 80% DE LA M.D.S. (%)		26.8
MATERIAL : TERRENO NATURAL		LL	PL	
CLASIFICACIÓN : B		EMBEUDO 4 días		EXPANSIÓN
MIGRACIÓN : CONSTRUCTORES NVO CHIMBOTE - ANCASH		ABSORCIÓN : 3.1%		HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 10.9%
FECHA : 13-JUN-2020				



-US-14 (GOLSON) (117 Español)

-R-25 (GOLSON) (127 Español)

-R-11 (GOLSON) (117 Español)



PENETRACIÓN (mm)

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Mg. Jhonatan Solar Jara
JEFE

**ENSAYO DEL CBR –
EXPERIMENTAL
7% CCA + 5% CCM**



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-12%
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAM ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : .1
 LUGAR : CONSTRUCTORES -NVO CHIMBOTE - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

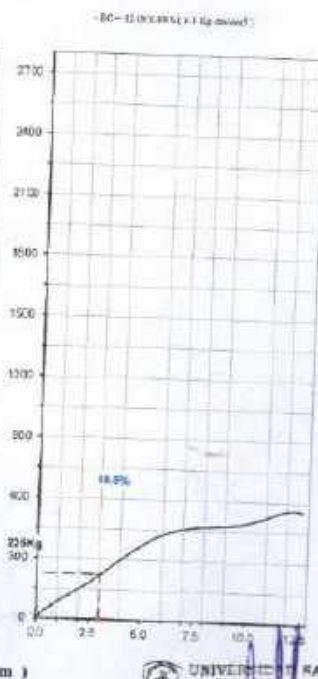
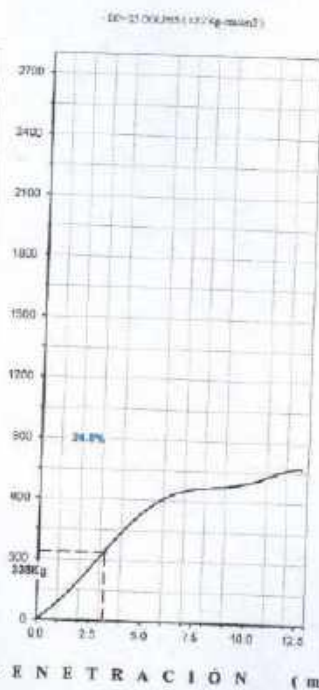
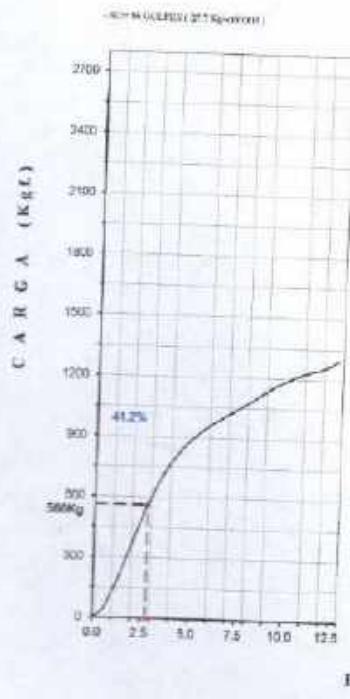
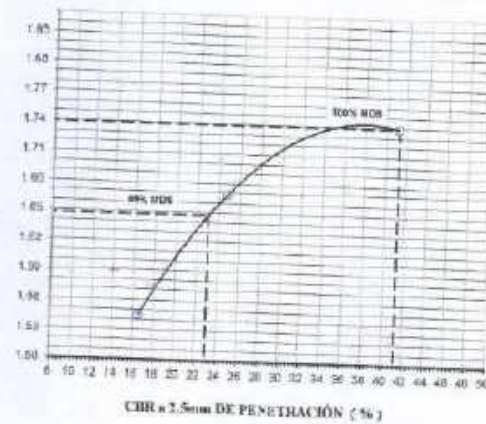
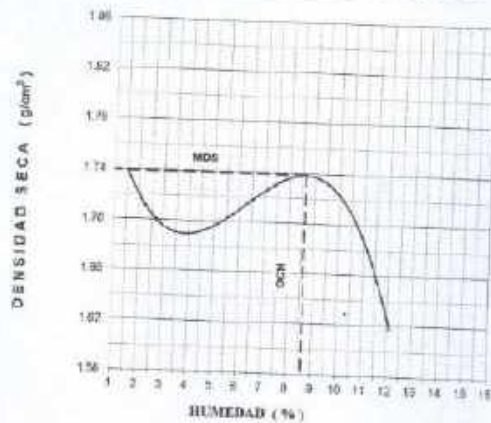
Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energia Compactacion [kg-cm/cm ²]	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)						
02 - Peso del molde (g)	8.198.0	8.010.0	7.700.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4.137.4	4.153.6	4.140.5			
04 - Volumen de molde, cm ³	4.060.6	3.856.4	3.559.5			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	2.150.000	2.127.000	2.121.090			
06 - Tarro N°	1.889	1.813	1.678			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	0.0	0.0	0.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	611.9	568.0	592.0			
09 - Peso del agua (g)	580.0	635.8	560.0			
10 - Peso del tarro (g)	31.9	32.2	32.0			
11 - Peso suelo seco (g)	208.0	162.0	187.5			
12 - Contenido de humedad (%)	372.0	373.8	372.5			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	8.8	8.6	8.8			
Absorcion	1.739	1.669	1.545			
Numero de molde						
01 - Peso suelo humedo antes (g)	1	2	3			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	4.060.6	3.856.4	3.559.5			
03 - Peso del molde (g)	8.313.9	8.144.9	7.854.1			
04 - Peso suelo embebido (g)	4.137.4	4.153.6	4.140.5			
05 - Peso del agua absorbida (g)	4.176.5	3.891.3	3.713.6			
06 - Peso del suelo seco (g)	115.9	134.9	154.1			
07 - Absorción de agua (%)	3.739.9	3.550.5	3.277.9			
Penetración	3.1	3.8	4.7			
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	13.0	83.2	10.0	70.4	10.0	70.4
1.3	36.0	180.8	20.0	112.0	19.0	109.7
1.9	78.0	350.9	35.0	178.0	25.0	134.1
2.5	103.0	465.58	60.0	278.62	38.0	189.39
3.2	147.0	652.5	70.0	325.4	46.0	223.4
3.8	178.0	784.3	95.0	431.6	67.0	312.6
5.08	198.0	859.2	120.0	537.8	79.0	383.6
7.6	243.0	1090.5	150.0	665.3	104.0	469.8
10.16	275.0	1196.4	158.0	699.3	110.0	495.3
12.7	298.0	1284.2	175.0	771.5	123.0	550.6
Carga (%)	465.58 kgf [34.2%]		278.62 kgf [20.5%]		189.39 kgf. [13.9%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Mg. Miguel Solar Jara



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL-12%

SOLICITA : INCH. REYES CORTES ABRAHAM ISRAEL		MÉTODO DE CONTRACTACIÓN (ASTM D-1557)		N	
CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO ANTONIANO GONZALEZ DE CONDORAS DE ARMAJO Y DEMAS DE CHIMBOTE INFERNA		MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1.239	
MATERIAL : TERRENO NATURAL		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		6.6	
CALCATA : 1		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)		41.2	
UBICACIÓN : CONSTRUCTORES - HYO CHIMBOTE - ANAQUI		CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)		23.0	
FECHA : 15-11-2020		GRUPO		LL P U _s	
		ABASTO :		EMBEDIDO : 4.0mm EXPANSIÓN	
		ABSORCIÓN :		3.1% HUMEDAD DE PENETRACIÓN	
				11.7%	



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



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR- EXPERIMENTAL 12%
NORMA ASTM D-1883**

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAM ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : CONSTRUCTORES - NVO. CHIMBOTE - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

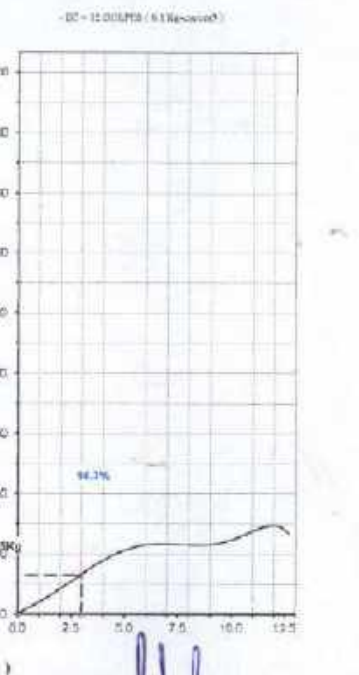
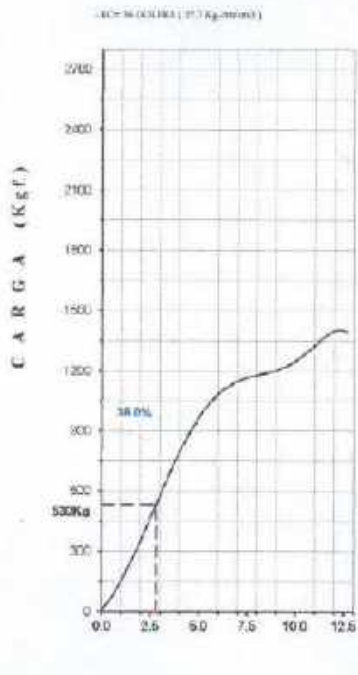
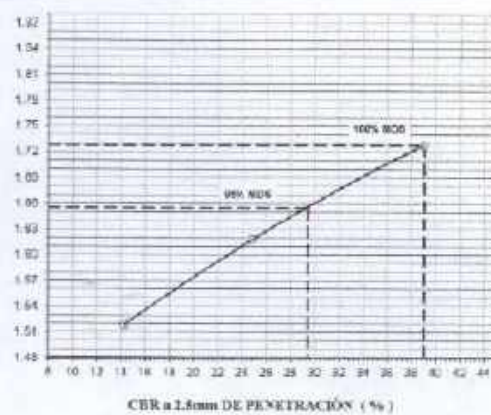
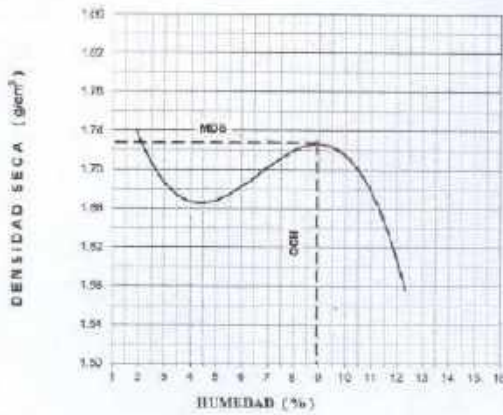
Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capes	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energía Compactación (kg-cm)/cm ³	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,182.0		7,900.0		7,650.0	
02 - Peso del molde (g)	4,137.4		4,153.6		4,140.5	
03 - Peso suelo humedo (g)	4,044.6		3,746.4		3,509.5	
04 - Volumen de molde, cm ³	2,150.000		2,127.000		2,121.090	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.881		1.761		1.655	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	603.6		608.2		568.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	571.0		575.0		565.2	
09 - Peso del agua (g)	32.6		33.2		32.8	
10 - Peso del tarro (g)	203.0		200.0		198.0	
11 - Peso suelo seco (g)	368.0		375.0		367.2	
12 - Contenido de humedad (%)	8.9		8.9		8.9	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.728		1.618		1.519	
Absorción						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,044.6		3,746.4		3,509.5	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,244.0		7,970.0		7,730.0	
03 - Peso del molde (g)	4,137.4		4,153.6		4,140.5	
04 - Peso suelo embebido (g)	4,106.6		3,816.4		3,589.5	
05 - Peso del agua absorbida (g)	62.0		70.0		80.0	
06 - Peso del suelo seco (g)	3,715.5		3,441.7		3,221.7	
07 - Absorción de agua (%)	1.7		2.0		2.5	
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	20.0	112.9	15.0	91.7	4.0	44.0
1.3	42.0	206.4	29.0	138.4	13.0	93.2
1.9	70.0	325.4	33.0	168.1	22.0	121.4
2.5	100.0	452.83	56.0	265.87	29.0	151.15
3.2	140.0	622.8	77.0	355.1	46.0	223.4
3.8	180.0	792.8	97.0	440.1	57.0	270.1
5.08	218.0	954.2	116.0	520.8	67.0	312.6
7.6	270.0	1175.2	152.0	673.8	75.0	345.6
10.16	290.0	1260.2	160.0	707.8	82.0	378.3
12.7	320.0	1387.6	170.0	750.3	88.0	401.8
Carga [%]	452.83 kgf. [33.3%]		265.87 kgf. [19.5%]		151.15 kgf. [11.1%]	

Mg. Miguel Solar Jara



RELACION DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]- EXPERIMENTAL 12%

SOLICITA : BACH ARIVER CORTEZ ARRIHAN ISRAEL		MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)		A	
CANTIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE COQUIAS		MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1.728	
DE ABLANCO Y CENIZAS DE CARBÓN MINERAL		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		9.0	
MATERIAL : TERREÑO NATURAL		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)		59.0	
CALICATA : 2		CBR AL 80% DE LA M.D.S. (%)		29.4	
UBICACIÓN : COMBUSTORES - ANJO CHIMBOTE - ARECASH		SUCS	LE	IP	G _c
FECHA : 15-JUL-2008		ASHTO	EMBEUDO	4 días	EXPANSIÓN
		ABSORCIÓN	1.7%	HUMEDAD DE PENETRACIÓN	10.8%



PENETRACION (mm)

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Soler Jara



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 12%
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : BACH. REYES CORTEZ ABRAHAN ISRAEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ADICIONANDO CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 Y CENIZAS DE CARBON MINERAL
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 3
 LUGAR : CONSTRUCTORES - NVO CHIMBOTE - ANCASH
 FECHA : 13/07/2020

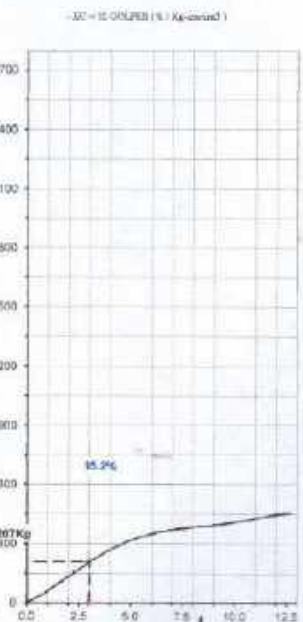
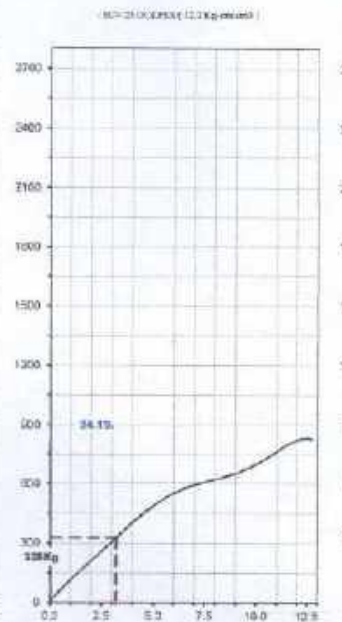
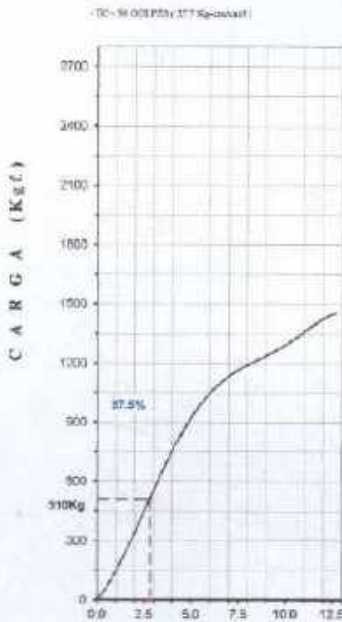
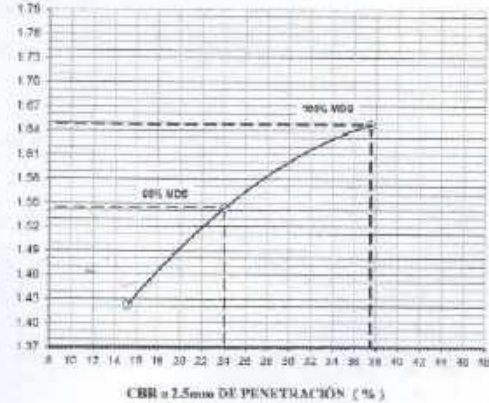
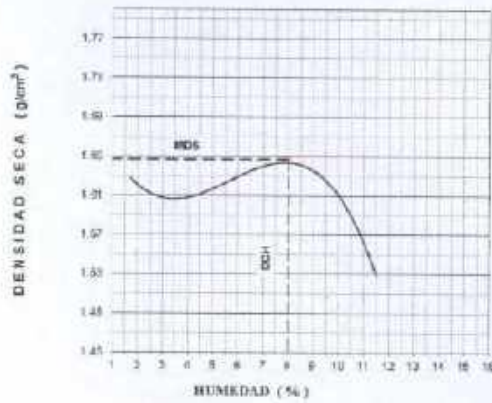
Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energia Compactacion [kg-cm/cm ²]	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	7,963.0	7,700.0	7,400.0			
02 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.8	4,140.5			
03 - Peso suelo humedo (g)	3,825.6	3,546.4	3,259.5			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,150.000	2,127.000	2,121.090			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.779	1.667	1.537			
06 - Tarro N ^o	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	588.0	601.5	603.5			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	558.2	572.0	574.0			
09 - Peso del agua (g)	29.8	29.5	29.5			
10 - Peso del tarro (g)	188.0	201.5	203.5			
11 - Peso suelo seco (g)	370.2	370.5	370.5			
12 - Contenido de humedad (%)	8.0	8.0	8.0			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.647	1.544	1.423			
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,825.6	3,546.4	3,259.5			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,072.8	7,824.8	7,541.9			
03 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.8	4,140.5			
04 - Peso suelo embebido (g)	3,935.4	3,671.2	3,401.4			
05 - Peso del agua absorbida (g)	109.8	124.8	141.9			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,540.6	3,284.9	3,019.1			
07 - Absorción de agua (%)	3.1	3.8	4.7			
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	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	15.0	91.7	15.0	91.7	4.0	44.9
1.3	40.0	197.9	26.0	138.4	13.0	83.2
1.9	70.0	325.4	38.0	189.4	22.0	121.4
2.5	102.0	461.33	58.0	274.37	33.0	168.14
3.2	130.0	580.3	69.0	321.1	46.0	223.4
3.8	168.0	741.8	87.0	397.0	57.0	270.1
5.08	212.0	928.7	108.0	496.8	67.0	312.6
7.6	270.0	1175.2	138.0	614.3	83.0	380.6
10.16	300.0	1302.7	160.0	707.8	90.0	410.3
12.7	335.0	1451.4	188.0	826.8	100.0	452.8
Carga (%)	461.33 kgf. [33.9%]		274.37 kgf. [20.2%]		168.14 kgf. [12.4%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Mg. Miguel Sotir Jara



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL 12%

SOLICITA: DANI REYES CORTEZ ARAHUA-SIBEL		MÉTODO DE COMPACTACIÓN: (ASTM D-1557)		A
CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO ALCIVANADO GUINZA DE CONQUIA DE ABAHAYO Y CERIAS DE CARON BEZAL		MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1.947
		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.0
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)		37.5
		CURVA 98% DE LA M.D.S. (%)		24.0
MATERIAL: TERREÑO NATURAL		SUELOS: LL -- IP -- CL --		
ESCALATA: 1:3		MOLE: 4.000	EXPANSIÓN: ---	
UBICACIÓN: CONSTRUCCIÓN AV. CHIMBOTE - ANCAHUI		ABSORCIÓN: 3.1%	HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 11.1%	
	FECHA: 13-JUL-2020			



PENETRACIÓN (mm)



Mg. Miguel Solar Jara

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