

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



**Estabilización de subrasante adicionando 5% y 8% concha
de abanico “agropecten purpuratus” triturada en la
carretera vecinal Las Golondrinas, Monterón, Tangarará,
distrito de Marcavelica, Sullana, Piura**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil

Autor:

Mauricio Zapata Fanny Mariella

Asesor

Dr. Castañeda Gamboa Rogelio Fermin

Código ORCID: 0000 0002 6961 7418

Chimbote – Peru

2022

TÍTULO

Establizacion de subrasante adicionando 5% y 8% concha de abanico
“agropecten purpuratus” triturada en la carretera vecinal Las
Golondrinas, Monterón, Tangarará, distrito de Marcavelica,
Sullana, Piura

PALABRAS CLAVE

TEMA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS
ESPECIALIDAD MECÁNICA DE SUELOS

KEY WORDS

TOPIC SOIL STABILIZATION
SPECIALTY SOIL MECHANICS

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Línea de Investigación : Transporte
Área : Ingeniería y Tecnología
Sub Área : Ingeniería Civil
Disciplina : Ingeniería Civil

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consiste en determinar si la adición de 5 y 8 % de la concha de abanico mecánicamente triturada, provenientes de la provincia de Sechura, es útil como material estabilizante para mejorar las propiedades mecánicas de la subrasante de la Carretera Vecinal Las Golondrinas, Monterón-Tangará en el distrito Marcavelica, provincia de Sullana, departamento de Piura.

Se realizaron los siguientes ensayos: Análisis de Granulometría, Límite Líquido y Límite Plástico, CBR y Próctor del suelo patrón y con las adiciones de 5% y 8% de Concha de Abanico activada mecánicamente en las instalaciones del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad San Pedro.

Los datos obtenidos fueron registrados en tablas y gráficos para comparar los resultados para seleccionar el porcentaje óptimo material triturado de las conchas de abanico, que proporcionó el mayor valor del CBR del suelo estudiado. Como resultado, nos indican con la adición de 8% de Concha de abanico triturada obtuvimos un valor de CBR de 19.8% aunque aumenta notablemente en comparación al suelo patrón no es suficiente, según las normas del MTC necesitamos mínimo un 40% para una carretera de Tercera clase como la que estamos estudiando. Se recomienda añadir un material inorgánico que contenga silicio para mejorar el valor de CBR de la subrasante.

ABSTRACT

The present research work consists in determining if the addition of 5 and 8% of the mechanically crushed fan shell, coming from the province of Sechura, is useful as a stabilizing material to improve the mechanical properties of the subgrade of the Las Golondrinas Neighborhood Highway. , Monterón-Tangará in the Marcavelica district, Sullana province, Piura department.

The following tests were carried out: Analysis of Granulometry, Liquid Limit and Plastic Limit, CBR and Procrast of the standard soil and with the addictions of 5% and 8% of Fan Shell activated mechanically in the Soil Mechanics and Materials Testing Laboratory of the San Pedro University.

The data obtained were recorded in tables and graphs to compare the results to select the optimal percentage of fan shell dust, which provided the highest CBR value of the soil studied. As a result, we are told with the addition of 8% of crushed fan shell we obtained a CBR value of 19.8% although it increases significantly compared to the standard floor is not enough, according to MTC standards we need at least 40% for a road Third class like the one we are studying. It is recommended to add an inorganic material containing silicon to improve the CBR value of the subgrade.

INDICE

Título.....	i
Palabra Clave	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice	v
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes y Fundamentación Científica	1
1.2. Justificación de la Investigación	7
1.3. Problema	8
1.4. Marco Referencial.....	8
1.5. Hipótesis	41
1.6. Objetivos.....	41
1.6.1. Objetivo general.....	41
1.6.2. Objetivo Especifico.....	41
II. MATERIAL Y MÉTODOS	42
2.1. Tipo y diseño de Investigación	42
2.1.1. Tipo de Investigación.....	42
2.1.2. Diseño de Investigación.....	42
2.2. Población y Muestra	43
2.2.1. Población	43
2.2.2. Muestra	43
2.3. Técnicas e Instrumentos de Investigación	44
2.3.1. Técnicas de Investigación.....	44
2.3.2. Instrumentos de Investigación	45
2.4. Procesamiento y Análisis de la información	46
III. RESULTADOS	47

3.1. Resultados del Ensayo de Espectrometría por Rayos X de la muestra de concha de abanico	47
3.2. Resultados de los ensayos CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California).....	48
3.2.1. Resultado del CBR del suelo natural	48
3.2.2. Resultado del CBR con adición de 5% de concha de abanico.....	50
3.2.3. Resultado del CBR con adición de 8% de concha de abanico.....	52
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	57
V. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	60
5.1. Conclusiones	60
5.2. Recomendaciones	61
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
VII. DEDICATORIA	64
VIII. AGRADECIMIENTO	65

ANEXOS

A. Anexo 1:.....	66
Ubicación y localización.....	66
B. Anexo 2:	70
Ensayo de Laboratorio	70
Ensayo de Espectrometría de Fluorescencia por Rayos X	71
Ensayo de Granulometría	74
Limite Líquido y Limite Plástico.....	76
Ensayo de Protector y CBR Patrón.....	78
Ensayo de Protector y CBR con adición de 5% de Concha de Abanico Activada mecánicamente	82
Ensayo de Protector y CBR con adición de 8% de Concha de Abanico Activada mecánicamente	86
C. Anexo 3: Panel Fotográfico	90
Foto N° 1: Inicio de la Carretera Vecinal La Golondrina, Monterón, Tangarara	91
Foto N° 2: Ubicación de Poste de Luz y Letrero de Señalización de Nombre para referencia	91
Foto N° 3: Carretera Vecinal Las Golondrinas, Monterón, Tangarara.....	92
Foto N° 4: Carretera Vecinal Las Golondrinas, Monterón, Tangarara.....	92
Calicatas.....	93
Foto N° 5 Personal encargado de realizar las calicatas.....	93
Foto N° 6. Excavación de Calicata	93
Foto N° 7. Calicata Terminada	94
Ensayos de Laboratorio	95
Ensayo de Limite Líquido	95
Foto N° 8. Balanza	95
Foto N° 9. Instrumento de Casa Grande	95
Foto N° 10. Tamiz N° 40 y material en Situ	96
Foto N° 11. Tamizado de material	96

Foto N° 12. Colocando el material en la Cuchara de Casa Grande	97
Foto N° 13. Colocando el material en la Cuchara de Casa Grande	97
Foto N° 14. Ranura en la muestra en la Cuchara de Casa Grande.....	98
Foto N° 15. Realizando los golpes para el ensayo de LL	98
Foto N° 16. Pesando el material.....	99
Foto N° 17. Hornado de material	99
Foto N° 18. Material después del hornado.....	100
Ensayo de Limite Plástico	101
Foto N° 19. Realizando ensayo de LP	101
Foto N° 20. Muestra enrollado del Suelo.....	101
Foto N° 21. Muestra del suelo enrollado	102
Foto N° 22. Pesando el material antes de entrar al horno	102
Foto N° 23. Hornado de Material.....	103
Foto N° 24. Taras del después del Hornado.....	103
Ensayo de Granulometría	104
Foto N° 25. Preparando el material.....	104
Foto N° 26. Tamizando el material	104
Foto N° 27. Material para colocar al hornado.....	105
Foto N° 28. Material en el horno	105
Foto N° 29. Pesando el Material después del Hornado.....	106
Foto N° 30. Pesando la Tara	106
Foto N° 31. Tamizando el material	107
Foto N° 32. Material Retenido por Tamiz	107
Ensayo de CBR – Proctor	108
Foto N° 33. Tamizando el Material	108
Foto N° 34. Pesando el material.....	108
Foto N° 35. Muestra de 3kg para ensayo de Proctor	109
Foto N° 36. Muestra de 6kg para ensayo de CBR	109
Foto N° 37. Material clasificado de 3kg y 6kg	110
Ensayo de Proctor.....	111
Foto N° 38. Mezcla de material con agua en proporción indicada	111

Foto N° 39. Realizando los golpes con el pisón	111
Foto N° 40. Retirando material del molde	112
Foto N° 41. Visita de Supervisión del Director de Escuela de Ing. Ing. Miguel Solar Jara.....	112
Foto N° 42. Supervisión del Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos Ing. Montañez	113
Foto N° 43. Pesando molde con material.....	113
Foto N° 44. Taras con material para colocarlas al horno.....	114
CBR.....	115
Foto N° 45. Molde utilizado para el ensayo del CBR.....	115
Foto N° 46. Pisón para CBR	115
Foto N° 47. Material con adición de concha de abanico	116
Foto N° 48. Compactación de Material	116
Foto N° 49. Pesando el material compactado	117
Foto N° 50. Prensa mecánica para ensayo a compresión tipo CBR	117
Foto N° 51. Visita de Supervisión del Ing. Rogelio Castañeda, asesor del Proyecto de Investigación.....	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	: Resumen de seccion de pavimentos a investigar: Características.....	2
Tabla 2	: Problemas y Medio para estabilizar suelos comunes	18
Tabla 3	: Respuesta de minerales típicos a los a los diversos métodos para estabilizar suelos.....	19
Tabla 4	: Indicación sobre elección de equipos de compactación	21
Tabla 5	: Clasificacion de particulas de un suelo según su tamaño	30
Tabla 6	: Juego de tamices para el ensayo de granulometria.....	31
Tabla 8	: Clasificación de Suelos según CBR	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. N° 1 : Pavimento flexible.....	9
Fig. N° 2 : Pavimento Rígido	10
Fig. N° 3 : Diagrama de fases principales del Suelo	25
Fig. N° 4 : Los Límites de Atterberg.....	32
Fig. N° 5 : Aparato de Casa Grande	33
Fig. N° 6 : Representación gráfica de los límites de Atterberg.....	34
Fig. N° 7 : Conchas de Abanico	36
Fig. N° 8 : Muestra en Google Earth de la Carretera Vecinal.....	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1	: Composición Química expresado en Oxido	46
Cuadro N° 2	: Relación Soporte CBR del Suelo Natural	47
Cuadro N° 3	: Suelo Patrón.....	48
Cuadro N° 4	: Relación Soporte CBR con adición de 5%CA	49
Cuadro N° 5	: Suelo con adición de 5% CA.....	50
Cuadro N° 6	: Relación Soporte CBR con adición de 8% CA	51
Cuadro N° 7	: Suelo con adición de 8% CA.....	52
Cuadro N° 8	: Resumen MDS / Humedad Optima	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1	: Composición Química expresa en Óxidos	46
Gráfico N° 2	: Relación CBR/MDS del Suelo Natural	48
Gráfico N° 3	: Densidad del Suelo Seco (g/cm ³) del Suelo Patrón	49
Gráfico N° 4	: Relación CBR /MDS con adición de 5% CA.....	50
Gráfico N° 5	: Densidad del Suelo Seco (g/cm ³) con adición de 5% CA.....	51
Gráfico N° 6	: Relación CBR/MDS con adición de 8% CA	52
Gráfico N° 7	: Densidad del Suelo Seco (g/cm ³) con adición de 8% CA.....	53
Gráfico N° 8	: Resumen: Relación CBR / MDS	53
Gráfico N° 9	: Resumen: Curvas CBR / MDS	54
Gráfico N° 10	: Resumen: MDS / Humedad Optima.....	55

I. INTRODUCCION

1.1. Antecedentes y Fundamentación Científica.

1.1.1. Antecedentes de Investigaciones Internacionales.

1.1.1.1. El Departamento de Transporte de Florida (FDOT): Especificaciones estándar para la construcción de carreteras y puentes.

La entidad técnica del transporte del estado de Florida FDOT “Federal Department of Transportation” tiene como principal responsabilidad la coordinación de las labores de planificación, ejecución y desarrollo del Sistema del Transporte en todo el Estado, el cual debe ser seguro, viable y equilibrado. Incluye la ejecución de las diversas instalaciones en las carreteras, instalaciones aéreas, marítimas, ferroviarias, regulación de tránsito de buses, ciclistas y peatones.

En las especificaciones estándar para la construcción de carreteras y puentes, en la sección de materiales calcáreos provenientes de origen orgánico (bivalvos) “shell” sección 913 señala que es posible desarrollar o hacer uso de los depósitos naturales de conchas de molusco fracturados o triturados, y otros como materiales estabilizantes de la base o conformarla en su totalidad. Para hacer uso de este material se recomienda realizar el ensayo de Limerok Bearing Ratio (LBR) el cual permite determinar la resistencia mecánica de la base (suelo) y nos indicará que su valor no debe estar por debajo de 100, y si el valor es inferior a 90 se considerará un suelo inaceptable.

1.1.1.2. Manual de Normas de Servicios Públicos y Especificaciones de Construcción del condado de Orange

Este manual presenta los estándares mínimos aceptables del condado de Orange en el estado de la Florida para el diseño y los procesos de construcción de distribución de agua, los sistemas de alcantarillado e instalaciones que incluyen las estaciones de bombeo de aguas servidas, y agua regenerada.

Respecto a la estabilización de las subrasante, sección 02570 de esta norma, señala al material residual de las conchas como un material que puede ser usado como estabilizante en la subrasante, tomando como referencia la

seccion 914 de las especificaciones del El Departamento de Transporte de Florida (FODT).

Ambas normas coinciden en la propuesta de granulometria, la diferencia entre la Norma del condado de Orange es que cambia el porcentaje pasante por el tamiz N°200, ya que considera 20% , mientras que las especificaciones del FDOT consideran un porcentaje pasante de 7.5%.

En las secciones 914 (FDOT) y seccion 02570 Norma Condado de Orange, establecen que el indice de plasticidad maximo debe ser 10, y el valor maximo del limite liquido debe ser 40, para el material que se usara como estabilizante de la subrasante. Las especificaciones de la AASHTO para materiales estabilizantes para subrasantes son similares con las normas antes mencionadas.

1.1.1.3. Kota Et Al. (1995)

Este trabajo de investigación se basó en una investigacion en campo o in-situ en la ciudad de Houston – Texas, acerca del comportamiento y sus resistencias que presentan las bases que han sido estabilizadas fuertemente. Fueron analizadas diversas seccion del pavimento ya existentes, en un numero de siete, las cuales habian sido estabilizadas con distintos materiales estabilizantes: cal, cemento y ambos.

Tabla 1. Resumen de seccion de pavimentos a investigar: Caracteristicas

Sección de pavimento	Descripción	Tipo de agregado	% estabilizador	Edad (años)
1	75 mm asfalto 350 mm base estabilizada con cemento 150 mm subrasante tratada con cal	Caliza	Cemento = 6	7
2	75 mm asfalto 225 mm base estabilizada con cal 175 mm subrasante tratada con cal	Base existente reciclada	Cal < 4	7
3	75 mm asfalto 350 mm base estabilizada con cemento 150 mm subrasante tratada con cal	Caliza	Cemento = 6	3
4	75 mm asfalto 350 mm base estabilizada con cemento 150 mm subrasante tratada con cal	Base existente reciclada	Cemento = 6	3
5	75 mm asfalto 350 mm base estabilizada con cemento 150 mm subrasante tratada con cal	Grava de río	Cemento = 6	7
6	75 mm asfalto 350 mm base estabilizada con cemento 150 mm subrasante tratada con cal	Caliza	Cemento = 6	4
7	75 mm asfalto 350 mm base estabilizada con cemento 150 mm subrasante tratada con cal	Concha de ostras	Cemento = 6	5

Fuente: Investigacion de estabilizantes en bases, Texas. **Kota**

La sección N°7 no mostro ningún deterioro visible mientras que las otras secciones de pavimentos se pudieron apreciar algunas patologías superficiales como grietas por contracción las cuales presentaron diversos anchos.

El estudio concluyo que las estructuras evaluadas (bases) que contienen menor cantidad de material estabilizante y las que se encuentran menos estabilizadas rigidamente, presentan un comportamiento mejor respecto a las bases que tienen grandes cantidades de material estabilizador.

Esto se puede apreciar en la evaluación de la sección 2; el cual incluye un pavimento, según Tabla N°01, una base reciclada que ha sido estabilizada con cal en un 4%. Este estrato proporciona una resistencia adecuada para la distribución de las cargas provenientes de la superficie, evidenciándose un nivel óptimo de comportamiento y rigidez que favorece a su durabilidad. Empero, ya que la cal no produce la conformación de un estrato rígido estabilizado, las grietas superficiales que se producen por contracción aparecen en poca cantidad.

- 1.1.1.4. En la investigación realizada en Badajoz, (2009) por Carnero López, Matías; Fernández Rodríguez, M. Elena; Carreira Pérez, Xoan Carlos; Méndez Lodos, Manuel. Escuela Politécnica Superior. Dpto. Enxeñería Agroforestal. Universidad de Santiago de Compostela. Campus Universitario s/n 27002 LUGO España. Sobre la combinación de Zahorras Naturales y Concha de Mejillón para Firmes de Vías Forestales.

Este importante trabajo de investigación llega a las siguientes conclusiones:

- La incorporación de la concha de mejillón activada térmicamente y posteriormente triturada a las zahorras naturales con fines de uso en ejecución de Firmes de las vías forestales.
- Se concluye que las proporciones en porcentaje óptimo recomendado de la concha de mejillón activada térmicamente y triturada y de la zahorra natural son de 18% y de 82% respectivamente para la mezcla de ambas.
- La granulometría de la concha de mejillón activada térmicamente y triturada no es la mejor opción para ser utilizada como agregado para la construcción de firme de vías forestales, solo si se mezcla con zahorra natural en los

porcentajes señalados anteriormente si es aceptado para su uso, mejorando incluso el comportamiento mecánico de la zahorra natural.

- La zahorra natural se beneficia logrando disminuir la mezcla debido a la poca o nula plasticidad de la concha de mejillón activada térmicamente.
- Mejoran las propiedades mecánicas como la capacidad portante de las mezclas de zahorras naturales y concha de mejillón activada térmicamente, respecto a las zahorras naturales.
- la concha de mejillón activada térmicamente y triturada presenta una baja densidad máxima cuando es compactada, lo que permite alterar la densidad máxima de las zahorras naturales, cuando estas son mezcladas con la concha de mejillón activada térmicamente y triturada.

1.1.1.5. En el estudio de investigación titulado “Morteros para Revestimiento Con Árido Procedente de Concha de Mejillón. Desarrollado por para optar el grado de Arquitecto del Bach. Arq. Rodríguez Álvaro, Roberto; Universidad de Coruña. Junio 2014. Se logra arribar a las siguientes conclusiones:

- Las mezclas de mortero elaborados utilizando concha de mejillón causan un menor impacto ambiental respecto a otros morteros que solamente hacen uso de los agregados naturales de origen inorgánico con la arena natural. Pueden, por tanto, estos morteros ser certificados mediante la Metodología de evaluación ambiental del establecimiento de investigación de edificios (BREEAM) y ser considerado como material de construcción sostenible.
- La industria de la construcción genera volúmenes elevados de residuos y elementos que generan una contaminación global en un proceso de desarrollo constante del orbe. Es bajo ese contexto que se concientizado en estos últimos años de tener que realizar cambios drásticos en esta industria, dando lugar a nuevos conceptos y perspectivas en la construcción como la sostenibilidad, bioconstrucción, construcción verde, reciclado de residuos, etc. Todo ello con el objetivo de adoptar formas de construcción que sean respetuosas con su salud de los usuarios de las construcciones, del entorno donde se construye, y en general del planeta. Es así que aparecen las investigaciones que direccionan sus esfuerzos por hacer uso de materiales con principios de bioconstrucción, es decir materiales no tóxicos, materiales que causen bajo

impacto ambiental y en la sociedad, de materiales residuales que no tienen un uso específico y que causan puntos de acumulación de desechos. Es en este último grupo de materiales que se encuentran los agregados que pueden provenir la concha de mejillón concha de abanico, etc, se puede considerar como un subproducto que se origina desde una industria alimentaria que desecha las conchas.

- Para obtener y caracterizar la concha de mejillón como un agregado conlleva utilizar una menor cantidad de energía en su proceso de extracción, molienda, etc. en comparación a los agregados convencionales. La cal, las arcillas, la ceniza de cascara de arroz, entre otros son también materiales propios de la bioconstrucción que están consiguiendo un aumento en su uso como sustituto, parcial o total de materiales como el cemento portland, que genera gran cantidad de contaminación en su proceso de elaboración

1.1.2. Antecedentes de Investigaciones Nacionales.

1.1.2.1 Blas Ramos, et al Walter; (2012) en su estudio denominado: “aprovechamiento de residuos en el procesamiento de la concha de abanico (*argopecten purpuratus*) en la bahía de Paracas”, trata sobre el material residual de la industria del procesamiento de la concha de abanico que se lleva a cabo en la bahía de Paracas.

El Perú no aprovecha de manera adecuada y con visión de futuro los desechos calcáreos del *argopecten purpuratus* “concha de abanico”, este hecho conlleva a mantener insoluble un problema ambiental de contaminación de suelo sobre las áreas donde se depositan estos residuos calcáreos.

Las áreas de distribución de estos residuos van desde el puerto de Paita, al norte del Perú, hasta el Puerto de Coquimbo en el país centro de Chile. De Pisco a Paracas, en su margen derecha hay 75 hectáreas en las que encontramos estos residuos calcáreos de conchas de abanico para ser aprovechados.

En el estudio se indica que las conchas de abanico han sido sometidas inicialmente a proceso de lavado directo con agua corriente lo que provocó una eliminación de la arenilla en su superficie de alrededor del 2%,

posteriormente se seco en estado natural y se trituro mecanicamente las valvas, para posteriormente activarse termicamente mediante la calcinacion a una temperatura de 600°C por un periodo de tiempo de 4 horas; el resultado obtenido es un producto altamente puzolanico y en sus componentes quimicos principales se destaca el carbonato de calcio (CaO) en un 98% de su composicion. Luego al producto se le aplicó una segunda activacion termica mediante un proceso de calcinacion a una temperatura de 800°C por un periodo de tiempo de 4 horas obteniendo 62% de oxido de calcio, ademas de otras sales provenientes del carbonato de calcio como: CaSiO₃ y Ca(AlO₂)₂.

Al presentar estos componentes en gran cantidad el uso de este material es posible aplicarlo en la industria cementera y los productos ceramicos.

1.1.2.2 Uso de Concha de Abanico Triturada para Mejoramiento de Subrasantes Arenosas. Es la tesis para obtener el titulo profesional de Ingeniero Civil presentada por el bachiller Pierre Farfán Raymundo en la Universidad Privada de Piura el año 2005. Que tuvo como objetivo general determinar la influencia de la concha de abanico triturada en la mejora de las subrasantes de tipo arenosa, llegando a las conclusiones siguientes:

- La dureza de los agregados de la zona evaluados es similar al del producto resultante de la trituracion de las valvas de la concha de abanico, y al ser usados como material estabilizante proporcionó mejoras a la propiedad mecanica del suelo arenoso: aumentó la capacidad portante del suelo (mayor valor de CBR)
- El valor encontrado para la propiedad mecanica del suelo arenoso que fue establizado con 45% de concha de abanico triturada fue de CBR 121%, capacidad portante del suelo arenoso clasificada como excelente.
- Los suelos arenosos puedes ser mejorados en su capacidad portante con el uso de la concha de abanico triturada como material estabilizante

1.1.2.3 Julian C. et al (2010) en la investigacion denominada: Sustitución Parcial del Cemento por Residuos Calcareos de Conchas de Abanico en Mezclas de Concreto, realizada en la Universidad San Pedro, tiene como objetivo general el evaluar el comportamiento del concreto en su resistencia cuando se hace

uso de residuos calcareos en 5% de sustitucion del cemento por este material suplementario sustitutorio, se obtuvo que la resistencia a la compresion del concreto experimental (sustitucion con 5 % ceniza de conchas de abanico) despues de un tiempo de curado de 28 días fue de 225.83 kg/cm² resultado mayor que el concreto patron (sin sustitucion) el cual tuvo como resistencia de diseño 210 kg/cm²; estos datos obtenidos permiten que las investigaciones relacionadas a la concha de abanico aumenten tanto en porcentajes como en procesos de activacion,

Del trabajo se concluye:

- Se requiere una temperatura de 800°C para la activacion termica del material de desecho calcareo de concha de abanico(valvas). Esta temperatura es inferior al necesario para la elaboracion del cemento, lo que permite disminuir costos de produccion y de la contaminacion ambiental producto del CO₂
- Es posible utilizar materiales de desecho como son las valvas de conchas de abanico en la industria de la construccion, luego de haber recibido tratamientos termicos y mecanicos que producen menores niveles de contaminacion en el proceso de produccion en comparacion con el cemento portland.

1.2. Justificación de la Investigación.

Los suelos presentan características y propiedades diversas sobre las que debemos ejecutar contrucciones, si estamos ante la presencia de un suelo de condiciones por debajo de los requerimientos minimos, “específicamente nos referimos a caminos y carreteras”, es entonces de suma necesidad el uso de materiales adecuados o materiales de prestamo para reemplazar o sustituir parcialmente a estos suelos malos, este uso de material de prestamo conlleva el aumento de los costos de construccion puesto que son materiales que en un tiempo corto son fuentes agotables, y su uso es insostenible. Entonces proponemos realizar la estabilización del suelo natural, de la zona perteneciente a la zona de estudio; en este caso en particular tomaremos el suelo de la Carretera Vecinal Las Golondrinas, Monteron, Tangarara

perteneciente a Marcavelica, provincia de Sullana, Piura; esta carretera tiene para ello se necesita utilizar materiales nuevos e innovadores con propiedades mecánicas y físicas óptimas para lograr mejoras en los suelos que buscamos trabajar.

Esto nos da un motivo para investigar nuevos materiales de sustitución con nuevas y mejores características compatibles con una Construcción Sostenible.

Es así donde la Concha de Abanico viene hacer el protagonista de nuestra investigación ya que buscamos contribuir al cuidado del medio ambiente, dando otra alternativa de uso a dichos residuos inorgánicos y a su vez implicaría una reducción de costos de la construcción de un camino en nuestra localidad.

1.3.Problema.

¿Cuál es la estabilización en el suelo de la Carretera Vecinal Las Golondrinas, Monterón, Tangarara si se adiciona el 5% y 8% de conchas de abanico triturada?

1.4. Marco Referencial.

1.4.1. Pavimento

1.4.1.1. Concepto.-

Es la capa o superficie de rodadura para vehiculos motores de diferentes tipos, es una estructura que se conforma por estratos de diferentes materiales (granulares, con aglomerantes) que tienen como funcion la distribucion y la trasmision de las cargas que producen los vehiculos en su superficie (Gutiérrez Graf, 2004).

Pavimento se define como el sistema estructural conformado por estratos que le proporcionan propiedades mecanicas las cuales se necesitan para poder llegar a cumplir con los requisitos estructurales y funcionales de la via. Cuando se trata de la funcionalidad de la via considerala calidad aceptable de conformacion de la carpeta de rodadura, su condicion

adecuada de fricción en su superficie, la seguridad de la vía se asegura con una buena geometría en su diseño (curvas, pendientes, bombeo, etc), buena señalización y homogeneidad que aportan al aspecto estético del pavimento.

Cuando se trata de requisitos estructurales comprende la capacidad de soporte de las diferentes capas del pavimento ante las cargas vehiculares que sobre su superficie se ocasionan. Estas capas son: la subrasante, la subbase y la base; por lo que cada una de ellas debe no solo soportar las sollicitaciones indicadas sino también las condiciones del entorno de la vía (ambientales): aguas subterráneas, intemperismo, condiciones de uso, etc. (Farfán R., 2005)

1.4.1.2. Tipos de Pavimento

a) Pavimentos flexibles.-

Este tipo de pavimento se compone de un grupo de estratos que hacen un solo sistema que funcionen individualmente con mejor calidad conforme se aproxima a la superficie de la estructura en donde las cargas que ejercen los vehículos son mayores.

Su formación comprende: sub base, base y la carpeta de rodadura o asfáltica. Este tipo de pavimento tiene menos rigidez que una pavimentación rígida, esto provoca que las tensiones son más elevadas al llegar al nivel de la sub rasante, por lo que esta debe cumplir con una mayor cantidad de requerimientos de capacidad de soporte de cargas, como se aprecia en la figura 1.

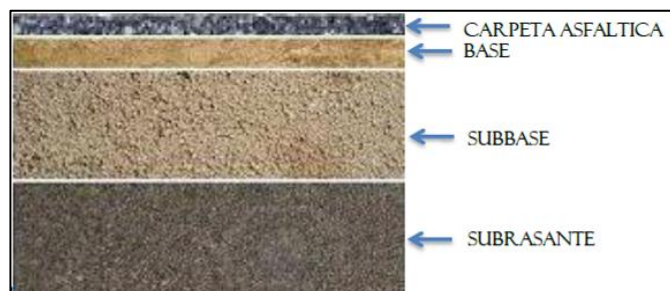


Fig. 1 Pavimento flexible.
Fuente Propia

b) Pavimento rígido.-

Este tipo de pavimento se compone generalmente por dos capas: la sub-base o base y la capa de rodadura o losa de concreto. Esta última permite que este tipo de pavimentación distribuya mejor las cargas de forma uniforme a consecuencia de su elevada rigidez que posee el concreto hidráulico, esto provoca que las tensiones son mínimas o bajas llegar al nivel de la subrasante. (Fig. 2)

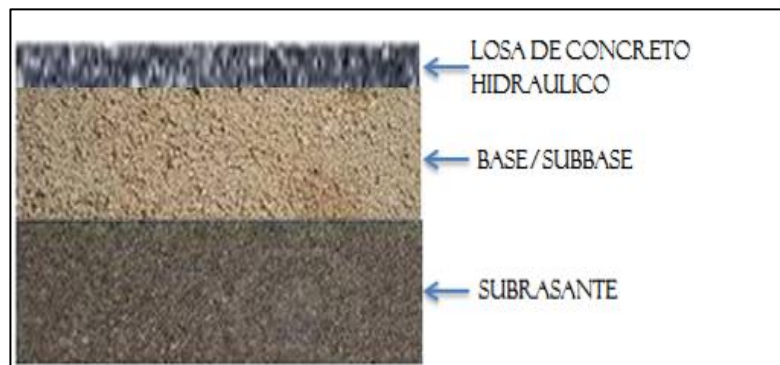


Fig 2. Pavimento Rígido.
Fuente propia.

1.4.1.3. Base

Esta capa posee una función estructural la cual debe realizar la distribución de las tensiones o esfuerzos que se originan por las ruedas de los vehículos que transitan en la vía. La base es una capa que debe destacar por dos características importantes, primero: debe poseer una densidad elevada y segundo: tener una gran estabilidad.

La calidad de su granulometría debe verse reflejada en la alta densidad de su gradación, y en ella se debe mantener bajo el porcentaje de finos para que se optimice la propiedad de material drenante, es decir que permita el paso del agua hacia los distintos lados sin afectar la capacidad mecánica de resistencia que posee. Si el material de conformación de la base tiene una cantidad muy alta de finos ocasionaría que los vacíos del estrato disminuyan y automáticamente reduciría la permeabilidad del mismo.

1.4.1.4. **La sub base**

En la capa que se encuentra a mayor profundidad que la base, por lo que a ella llegan cargas disipadas o aminoradas, esto permite afirmar que esta capa tiene una importancia menor en la resistencia estructural. La combinación de materiales en la conformación de esta capa no debe presentar una elevada densidad, su gradación debe ser abierta o variada ya que en este nivel puede existir la intrusión de finos que son ingresados en esta capa por el fenómeno de la capilaridad y que indudablemente disminuye la capacidad drenante de este estrato.

La construcción de la sub base tiene como función principal la corrección de las posibles deficiencias o irregularidades que presenta un suelo de fundación natural y así no se perjudique a la capa superior: base, con las variaciones volumétricas debido a la plasticidad y elasticidad del material que lo conforma y la presencia de agua, también la sub base debe ser útil para el drenaje correcto del pavimento que evite que se produzca la infiltración de agua y el arrastre de finos.

Otras de las funciones de las subbase es transmitir de manera uniforme la influencia de las cargas a la sub rasante. En el proceso de construcción de esta capa debe controlarse el material granular máximo que dificulte el proceso adecuado de conformación y compactación, y por ende se pueda tener un control sobre la ascensión capilar del agua subterránea o de otra fuente cercana que dañe las condiciones del pavimento. Los problemas que pueden producirse por la presencia de agua en el pavimento son los hinchamientos que generalmente se presentan en zonas de heladas (climas fríos) por el congelamiento del agua capilar. Por tanto, se recomienda que el material de conformación de la sub base ha de ser debidamente seleccionado y debe poseer una capacidad de soporte mayor que la del terreno de fundación que ha sido compactado.

1.4.1.5. **Subrasante**

La sub rasante viene a ser el suelo de soporte escarificado, debidamente

gradado y correctamente compactado, sobre el cual se construye la estructura del pavimento. Esta capa proporciona una respuesta estructural ante el comportamiento de la estructura del pavimento tanto en la etapa de construcción como en la etapa de su operatividad y funcionamiento. Según la Asociación Americana de Pavimentos de Concreto, la sub rasante es importante para el diseño de un pavimento pues determinará, junto a otros parámetros los espesores del diseño de pavimento. (ACPA2007).

La sub rasante tiene una gran influencia en los procesos constructivos y en la eficiencia que tendrá un pavimento porque proporciona un adecuado soporte para las operaciones de los estratos superiores: base y/o sub base. Los procesos constructivos de la subrasante deben ser eficientes para que se vean reflejados los problemas y no aparezcan en un periodo a futuro cuando la vía este ya en operación y este expuesta a cargas vehiculares y a fenómenos del medio ambiente o intemperismo.

La sub rasante incide de forma directa ante los esfuerzos de desplazamiento y los agrietamientos en el pavimento, por lo que se debe garantizar la calidad de este, asegurando que la caracterización y su proceso de elaboración debe ser el correcto.

1.4.2. La Estabilización de Suelos.

La estabilización de un suelo es una definición de forma general para designar a cualquier método mecánico, químico, físico, otros o combinados que permita modificar a un suelo natural con el fin de cumplir un objetivo de la ingeniería, es decir mejorando sus propiedades de la ingeniería como el aumento de la capacidad de soporte de cargas, la resistencia a la tracción, rendimiento de sub suelos, de arenas y materiales de desecho in situ (<https://www.geopolymertech.com>)

1.4.2.1. Concepto.-

Los suelos que poseen una capacidad de carga baja o que son propensos a sufrir asentamiento necesitan ser estabilizados, en la etapa del

movimiento de tierras inicial o excavacion y tambien cuando en los taludes se modifican las condiciones de equilibrio que producen inestabilidad, en ambas situaciones se podra poner en peligro la vida de las personas, los bienes y el medio ambiente. (Norma CE020 Estabilizacion de suelos y taludes)

Se considera un suelo estable si este presenta una adecuada resistencia a no sufrir desgastes inadmisibles ni deformaciones que se produzcan por accion del intermperismo, ademas que pueda mantener estas condiciones bajo los efectos climatologicos de los propios de la zona: lluvias, heladas, elevadas temperaturas, aguas subterranas, entre otros.

Los suelos en ocasiones possen la plasticidad, la granulometria y el contenido de humedad optimo, que le permiten conseguir resistencias mecanicas al ser compactados y por ende sirven para ser usados como suelo para recibir la estructura de una via o camino.

En tiempos antiguos el uso de suelo es para este fin se hacia utilizando metodos de construccion empiricos con procesos y actividades de construccion artesanales, las cuales eran trasmitidas por generaciones. En la actualidad los conocimientos acerca de este campo de la ingenieria corresponden a la geotecnia y mediante estudios sistematicos de la experimetacion corroboran el fundamento cientifico que se utiliza.

Por tanto puede generalizarse que los suelos inadecuados, que no cumplen con parametros y caracteristicas mecanicas de soporte pueden ser estabilizados empleando otros suelos u otros elementos de aporte como puede ser el cemento, la cal, el cloruro de sodio, ceniza volantes, material calcareo de desecho, entre otros, cuyo costo inicialmente puede parecer elevado para corregir las pobres condiciones iniciales de un suelo natural, pero al final permitirá disminuir las cantidades de material de prestamo utilizado en conformacion de capas

Un suelo estabilizado o modificado comprenden entre otras aplicaciones a la mejora de un suelo granular ante las frias temperaturas o heladas y a la mejora de un suelo arcilloso y/o limoso en el cual se evita la ocurrencia de cambios volumetricos.

Casos que justifican una estabilización posibilidades (Ravines Merino, 2010):

- Cuando un suelo de sub rasante no es muy favorable o es bastante arenoso o bastante arcilloso.
- Cuando el suelo es usado como un material para la conformacion de la base o la sub base y ese encuentra entre las especificaciones limites.
- Cuando existe riesgo de presencia de agua que altere las condiciones de humedad del suelo.
- Si es necesario la construccion de una base con condicones de elevada calidad para autopistas o pistas de aterrizaje entre otras.
- Cuando es necesario realizar una repavimentación, y se pretende reutilizar material propio de pavimento.

1.4.2.2.Métodos de Estabilización

1.4.2.2.1. La estabilizacion mecanica

a.- Por compactación.

El procedimiento que se realiza para este tipo de estabilizacion mecanica es a traves de equipos los cuales transmiten al suelo ciertos esfuerzos por amasado, por presion, por impacto por vibraciones o sus respectivas combinaciones de estas cargas. Cuando se compacta el suelo se tiene como resultado una mayor densidad, se distribuyen mejor las cargas que sobre el suelo estan actuando lo que permite una mejor estabilidad que evita la ocurrencia de asentamientos desiguales en la estructura.

La estabilizacion por compactacion es el metodo mas utilizado y casi se podria decir que su uso es obligatorio para la construccion de pavimentos. No se puede colocar una capa de pavimento sin antes realizarse un adecuado proceso de compactado con los requerimientos tecnicos minimos que solicita la normatividad vigente.

b.- Por cambio granulométrico.

Para este tipo de estabilización mecánica el procedimiento que se consiste en mezclar dos o más suelos o más de suelos con la finalidad de conseguir una granulometría adecuada a los requerimientos. Además de la mezcla como tal posteriormente, la combinación o mezcla de suelos debe ser sometida a un proceso de compactación complementaria para conseguir sus adecuadas características mecánicas.

Cuando se realiza un proceso de compactación se obtiene como resultado lo siguiente: (Ravines Merino, M 2005)

- Aumento de la densidad del suelo por lo consiguiente la distribución de las cargas sobre el suelo será mucho mejor y en valores menores.
- La estabilidad del suelo se acrecienta debido a la compactación recibida. Si un suelo no se compactara, presentaría asentamientos desiguales y por ende estaríamos ante un suelo con alta inestabilidad
- Se reduce la contracción del suelo, ya que no existirá vacíos, genera en suelos arcillosos el fenómeno de la contracción y su dilatación posterior, y menor riesgo a producirse asentamientos.

Cuando se realiza un correcto proceso de compactación de suelos es necesario que se realicen pruebas en el terreno, que permitan definir cuál es el adecuado equipo, tipo de material, espesor de la capa, el número promedio de pasadas que permita conseguir los requerimientos de densidad seca que solicita las especificaciones técnicas.

En los procesos de compactación de suelos intervienen varios factores y son:

- Características físicas de los suelos: granulometría, etc.
- Los equipos y/o maquinarias de compactación
- El adecuado procedimiento u operación de los equipos y

maquinarias elegidos para cada tipo de suelo en particular que se esta compactando.

A continuacion se mencionan algunos de los procedimientos que realizan en la estabilizacion mecanicas:

- El amasado: para este procedimiento se hace uso del rodillo “pata de cabra”, generalmente su utilizacion se aplica en suelos cohesivos.
- El impacto de cargas: para este procedimiento se hace uso de los pisones, estos elementos combinan el impacto, el mezclado y la vibracion, y se aplican comunmente en las areas confinadas y cuando se esta trabajando en suelos finos.
- La presion estatica: para este procedimiento se hace uso del rodillo liso y rodillo neumatico, los cuales pueden combinar la accion de amasar con el peso propio estatico del mismo.
- La vibracion: para este procedimiento se hace uso del rodillo vibratorio, esta accion permite el reacomodo de las particulas del suelo.
- Los metodos mixtos: se aplican en procesos de compactacion combinando los anteriores procedimientos descritos.

1.4.2.2.2. La estabilización Química

Este proceso de estabilizacion es usado cuando se adiciona algunos materiales quimicos conocidos como aditivos especificos. Cuando se le incorpora este aditivo se espera la reaccion quimica del suelo para con este y que logre conseguir el mejoramiento de las caracteristicas del suelo natural. Los materiales quimicos o aditivos quimicos mas comunes son: el cemento, la cal, el asfalto, emulsiones asfalticas, cloruro de sodio, etc.

La estabilizacion quimica con Cemento:

Este proceso de estabilizacion quimica combina un suelo natural

convencional que ha sido escarificado y pulverizado con una cantidad de cemento Portland y con una cantidad de agua, de manera tal que luego de ser compactado con una densidad y una humedad optima se logra conseguir un suelo resistente de costo bajo y sobre todo de alta durabilidad.

Esta estabilizacion se utiliza en todo tipo de suelo, empero su aplicación conlleva a elevar los costos de ejecución sobre todo cuando se trata de estabilizar un suelo plastico, ya que la cantidad de cemento portland es muy elevada. Es desde este punto de vista economico que se recomienda o limita el uso de este tipo de estabilizacion quimica a suelos con IP de 4.

La estabilizacion quimica con Cal:

Este proceso de estabilizacion combina en seco el suelo natural con un porcentaje de su peso en cal, posteriormente se humedece previo al proceso de compactacion. Se recomienda por lo general que se aplique este tipo de estabilizacion en los suelos finos compuestos por arcillas ya que esta reacciona quimicamente con la cal, logrando reducir la plasticidad del suelo.

La estabilizacion quimica con Cloruro de sodio:

Este aditivo es un mineral higroscópico que se obtiene por evaporacion del agua salada, minas de sal, evaporacion de agua de mar mediante hornos. Es uno de los compuestos que mas abundan en la tierra, de facil disolucion con el agua. Proporciona al suelo a estabilizar mayor impermeabilidad y tambien logra reducir la cantidad de polvo, es decir reduce las arcillas y limos.

La estabilizacion quimica con asfalto:

Este proceso de estabilizacion quimica utiliza el asfalto o liquido bituminoso, para poder conseguir elevar las propiedades de impermeabilizantes y de preservacion del suelo, combina sobre todo cuando el suelo esta expuesto al ataque agresivo de los

efectos del agua.

La estabilización con tratamientos térmicos:

Este proceso de estabilización se realiza pasando dentro del suelo una serie de gases con temperatura elevadas por encima de los 400°C. Este proceso ocasionará que se produzca la calcinación de partículas en el suelo y se produzcan cambios irreversibles en la estructura molecular interlaminar de las arcillas, por lo que su índice de plasticidad disminuirá de forma notoria.

La estabilización con los polímeros

Este proceso de estabilización se realiza con la presencia de polímeros los cuales actúan con las partículas del suelo como agentes catalíticos con las arcillas permitiendo el intercambio iónico combinando entre sus moléculas, eso hace que las arcillas del suelo reduzcan la capacidad electrostática, y no puedan absorber agua, lo cual le proporciona al suelo la capacidad de ser material impermeabilizante y mejore las características de capacidad de soporte.

Tabla 02. Problemas y Medio para estabilizar suelos comunes.

TIPO DE SUELO	PROBLEMAS Y MEDIOS DE ESTABILIZACIÓN USUALES
Suelos arenosos	Cuando la granulometría es uniforme puede convenir la estabilización con mezcla de otros suelos. Las arenas limpias pueden mejorar sus características con cemento o asfalto
Suelos limosos con algo de arcilla	En general, el único tratamiento económico al que son susceptibles es la compactación
Suelos limosos con muy poca o ninguna arcilla	No existen tratamientos económicos. Debe evitarse su uso en superficies expuestas, por los polvos que producen cuando se secan.
Suelos arcillosos agrietados	Responden a la estabilización con cal.
Suelos arcillosos no agrietados y de textura abierta.	Responden muy bien a la compactación
Arcillas suaves.	Susceptibles a la estabilización con cal.

Fuente: La ingeniería de suelos en las vías terrestres, carreteras, ferrocarriles y aeropistas. Alfonso Rico Rodríguez (1977).

Tabla 3. Respuesta de minerales típicos a los a los diversos métodos para estabilizar suelos.

Mineral o componente del suelo típico	Estabilización recomendable	Finalidad
Material orgánico	Estabilización mecánica	Los demás métodos no son efectivos
Arenas	Mezcla con materiales finos no plásticos	Para estabilidad mecánica
	Cemento	Para incrementar resistencia
	Asfalto	Para adquirir cohesión
Limos	Cloruro de sodio y Cloruro de calcio	Disminuye los finos del suelo, principalmente los limos.
Alófanos	Cal o mezcla de cal con yeso	Para incrementar la resistencia
Coalín	Arena	Para estabilidad mecánica
	Cemento	Para incrementar resistencia a corto plazo
Ilita	Cal	Para mejorar trabajabilidad y adquirir resistencia a largo plazo
	Cemento	Para incrementar resistencia a corto plazo
	Cal	Para mejorar trabajabilidad y resistencia a largo plazo
Montmorilonita	Cal	Para mejorar trabajabilidad y resistencia a corto plazo

Fuente: “La ingeniería de suelos en las vías terrestres, carreteras, ferrocarriles y aeropistas”. (Rico R., A., 1977)

1.4.3. La estabilización en suelo arenoso.

La presente investigación tiene centrado su estudio en la subrasantes de suelos arenosos, es conveniente detallar algunos de los metodos para estabilizar este tipo de suelo cuando se analizan las tablas 01 y 02 anteriormente señaladas, podemos apreciar que en ellas se hace la recomendación de realizar para este tipo de suelo arenosos es una estabilización mecánica.

Por lo consiguiente, se detalla y complementa la estabilización por cambio de granulometría del suelo, ya que en bastantes casos es la solución más generalizada, más factible y sobre todo considerando costos de material y transporte es más viable económicamente.

1.4.4. Estabilización mecánica por cambio de granulometría.

Esta estabilización consiste en realizar la mezcla de dos o más suelos para llegar a conseguir un suelo que cumpla con los requerimientos para ser utilizado en la estructura interior del pavimento (Beviá García & Bañón Blázquez, 2000).

Para este tipo de estabilización mecánica el procedimiento que se consiste en mezclar dos o más suelos o más de suelos con la finalidad de conseguir una granulometría adecuada a los requerimientos. Además de la mezcla como tal posteriormente, la combinación o mezcla de suelos debe ser sometida a un proceso de compactación complementaria para conseguir sus adecuadas características mecánicas.

Cuando se realiza un proceso de compactación se obtiene como resultado lo siguiente: Aumento de la densidad del suelo por lo consiguiente la distribución de las cargas sobre el suelo será mucho mejor y en valores menores; la estabilidad del suelo se acrecienta debido a la compactación recibida; Si un suelo no se compactara, presentaría asentamientos desiguales y por ende estaríamos ante un suelo con alta inestabilidad; se reduce la contracción del suelo, ya que no existirían vacíos, genera en suelos arcillosos el fenómeno de la contracción y su dilatación posterior, y menor riesgo a producirse asentamientos. (Ravines Merino, M 2005)

Con frecuencia se combinan el suelo de la sub rasante y otro de préstamo que mejore las propiedades. Este método de estabilización logra mejorar la granulometría y la plasticidad; la primera se refiere a la resistencia y compactación final, y la segunda a la capacidad del suelo de poder drenar el agua y ser susceptible a su afectación. (Farfán Raymundo 2005).

Tabla 4. Indicación sobre elección de equipos de compactación

Estructura dentro del pavimento	Material	Tamper autopulsado	Tamper remolcado	Pata de cabra autopulsado	Pata de cabra remolcado	Liso vibratorio, pequeño	Liso vibratorio, pesado	Pata de cabra vibratorio, pequeño	Pata de cabra vibratorio, pesado	Neumático, ligero	Neumático, pesado
Base	Granular limpio					1	1			3	2
Subbase	Granular, pocos finos	1	1			1	1	2	2	2	2
Subrasante	Roca	2	2				1		2		
	Arena grava	2	2			1	1	2	2		2
	Arena uniforme					1	1	2	2		3
	Arenas, gravas limosas	1	1	4	4	3	3	2	2		2
	Limos	1	1	2	2			3	3		2
	Arenas, gravas arcillosas	1	1	2	2			3	3		2
	Arcillas	1	1	2	2				3		3

Fuente: “Mecánica de Suelos para ingenieros de vía”. ICPC (1991).

1.4.5. Propiedades de los suelos.

Entre las propiedades mas relevantes e importantes de un suelo tenemos la resistencia, la permeabilidad, su estabilidad volumetrica, la durabilidadm, y compresibilidad, y las cuales debemos controlar y evaluarlas cuando se pretende estabilizar un suelo. Lo materiales y/o aditivos a utilizar para lograr la mejora de las características de un suelo deben ser seleccionados adecuadamente y se verifica la mejora cuando se hace de ellos con ensayos en las propiedades inicialmente mencionadas en este parrafo.

La estabilidad volumetrica

Esta propiedad se presenta con mucha frecuencia en los suelos de condiciones expansivas, de suelo licuables (al ser sometidos a cargas dinamicas) y en suelos colapsables, y estan intimamente ligados a los cambios de humedad que se presentan en ellos; puede llegar a producir en muchos casos el levantamiento de la estructura del pavimento cuando

se trata de suelos expansivos, y cuando la humedad se hace presente en los periodos de cambios estacionales y dependerá de la actividad ingenieril. (Ravines Merino, 2005).

La Resistencia del suelo

Esta propiedad importante de los suelos se mejora utilizando la estabilización mecánica, es decir mediante actividades de compactación sobre el suelo

Las técnicas más utilizadas para mejorar la resistencia de los suelos son las siguientes:

- La vibroflotación
- La compactación
- La precarga
- El drenaje
- Mezcla con otro suelo
- Mezcla con aditivos u otros

Esto no se da con resultados favorables en los suelos orgánicos, debido a que los restos de material orgánico presentes en él, no permiten realizar una adecuada estabilización.

La Permeabilidad

La permeabilidad es la característica que tiene un determinado medio de poder transmitir el agua u otra sustancia en estado líquido, se puede considerar a un medio permeable cuando este deja pasar a través de él agua u otro fluido en cantidad significativa, y se puede considerar a un medio como impermeable cuando la cantidad que lo atraviesa es poca o ínfima.

Todos los suelos por su composición pueden inicialmente considerarse como permeables pues tienen poros en sus masas. Los poros son los

espacios vacios capaces de absorber agua ademas estos espacios o vacios se interconectan entre si, lo que permite tener un camino o via para el paso con facilidad del agua acumulado en ellos. Si los vacios no estan intercomunicados o la cantidad de ellos es minima se puede asumir que el material es impermeable.

La presion de los vacios en el suelo causará el desplazamiento del agua por estos caminos internos de tal forma que el flujo de agua, llega a arrastrar particulas solidas que causan el fenomeno llamado la tubificacion del suelo.

La filtracion del agua, es decir la cantidad de agua que se desplaza hacia el interior de un suelo tiene que ver con el tamaño de los poros, así como tambien afecta directamente en la percolacion del agua: movimiento a tarves del agua.

Por ultimo debemos señalar que la permeabilidad sera afectada por la textura y la estructura de un suelo, ya que depende de la cantidad y del tamaño de los poros que contiene el suelo. (Ravines Merino, 2005)

Compresibilidad.

La compresibilidad viene a ser el grado en que la masa del suelo reduce su volumen cuando esta sometido a una carga, indirectamente esta propiedad afectará a otras como la permeabilidad, modifica la magnitud y el sentido de las fuerzas entre particulas, ocasionando la variacion de la resistencia del suelo a los esfuerzos de corte y puede provocar deslizamientos.

Esta propiedad es proporcionalmente cercana al indice de plasticidad, teniendo como regla practica que a mayor sea el indice plastico entonces será tambien mayor la compresibilidad del suelo

Durabilidad.

La propiedad de la durabilidad de un suelo esta relacionada con la capacidad de resistencia a los efectos del intemperismo, a la erosion o

abrasion que producen las ruedas, y por tanto se relaciona con mayor medida a los suelos que se encuentran cerca a la superficie de rodadura. Para mejorar esta propiedad en los suelos es recomendable considerar el uso de aditivos quimicos, previa determinacion del tipo de suelo.

1.4.6. Las ventajas de suelos estabilizados por material inorgánico de la zona

A. Ventajas Técnicas:

- Mejoran las características hasta llegar al valor o grado requerido
- Mejoran de manera considerable la capacidad de soporte del suelo natural, aumentando la vida de servicio.
- Aseguran la estabilidad evitando las variaciones de su volumen producido por el hinchamiento o la retraccion de su masas, asi como por la resistencia a la erosion.
- Uso de manera inmediata sobre su superficie del transito dela obra.

B. Ventaja ambiental y economica:

- Ahorro de tiempo y costo por el trasnporte de los materiales.
- Reduccion de los tiempos para la ejecucion de partidas.

1.4.7. Las relaciones de volumen en los suelos

Los suelos presentan las siguientes fases:

- Fase gaseosa
- Fase liquida
- Fase solida

La fase gaseosa y liquida del suelo constituyen la totalidad de los espacios vacios o poros de la muestra de suelo y se representa en volumen

o en peso.

Un suelo puede presentar condiciones de saturación con la presencia de agua y condiciones de sequedad con ausencia del agua, a continuación se explican dichas condiciones:

- **Suelo saturado:**

Se considera así al suelo cuando la totalidad de sus vacíos o poros están ocupados por agua, por lo que está solamente presente las fases; líquida y sólida en su composición. A este tipo de suelos corresponden aquellos que se ubican bajo el nivel freático o de las aguas subterráneas.

- **Suelo seco**

Se considera así al suelo cuando la totalidad de su volumen se constituye por suelos y no existe la presencia del agua en los vacíos o poros que lo conforman.

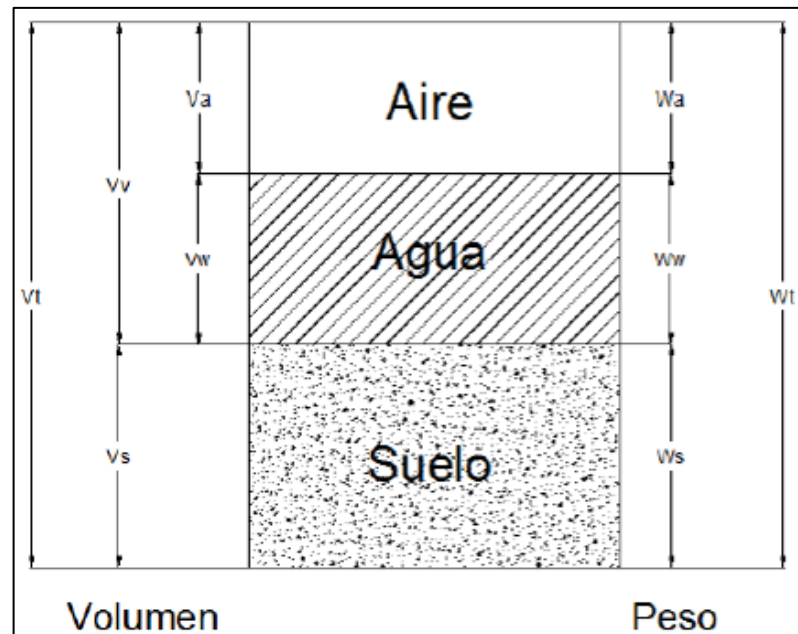


Fig3. Diagrama de fases principales del Suelo.

Fuente: Manual de procedimientos y ensayos de Suelos.
(Botia Díaz, 2015)

Descripción de la simbología

- Va : Volumen de aire presente en la masa de suelo
- Vw : Volumen de agua presente en la masa de suelo
- Vv : Volumen de vacíos presente en la masa de suelo
- Vs : Volumen de sólidos presente en la masa de suelo
- Vt : Volumen total de la masa de suelo
- Wa : Peso del aire presente en la masa de suelo, (Se considera igual a cero).
- Ww : Peso de agua presente en la masa de suelo
- Ws : Peso seco de los sólidos
- Wt : Peso total de la masa de suelo

La relación de los vacíos (e)

Viene a estar definida por la relación existente entre el volumen de los vacíos y el volumen de los sólidos:

$$\mathbf{e = Vv / Vs}$$

Donde:

Vv = volumen de vacíos

Vs= volumen de sólidos

“No es común encontrar valores inferiores a 0.25(las arenas muy compactas con material fino) y valores superiores a 15 (las arcillas con alto grado de compresibilidad) “ Juárez B. (2005)

La porosidad (n)

Viene a estar definida por la relación existente entre el volumen de los vacíos y el volumen de la masa.

$$\mathbf{n = Vv / Vt}$$

Donde:

Vv = volumen de vacíos

Vs= volumen de masa

Esta características de los suelos muestra generalmente valores igual a cero en suelos en fase solida, y en espacios vacios su valor es 100.

Mientras que los valores promedio se sitúan entre 20 y 95%

La relación de vacios se puede determinar con la porosidad con la fórmula siguiente:

$$e = n / (1 - n)$$

Donde:

e = relación de vacios

n = porosidad

El grado de saturación (S)

Viene a estar definida por la relación existente entre el volumen del agua y el volumen de los vacios:

$$S = 0\% \text{ suelo seco}$$

$$S = 100\% \text{ suelo saturado}$$

$$S(\%) = (V_w/V_v) \times 100$$

Donde:

V_w = volumen de agua

V_v = volumen de vacios

El peso unitario (γ)

Viene a estar definida por la relación existente entre el peso total de masa de suelo y volumen total de la masa del suelo

$$\gamma = W_t/V_t$$

Donde:

W_t = Peso total de masa

V_t = Volumen total de masa

El volumen de solidos (V_s)

Viene a estar definida por la relacion existente entre el peso solido del suelo y el producto de la gravedad especifica del solido con el peso unitario del agua

$$V_s = W_s / (G_s \times \gamma_w)$$

Donde:

W_s = Peso solido de suelo

G_s = Gravedad especifica solido de suelo

γ_w = peso unitario de agua

El volumen de agua (V_w)

Viene a estar definida por la relacion existente entre el peso total de masa de suelo y volumen total de la masa del suelo

$$V_w = W_w / (G_w \times \gamma_w) = W_w$$

Donde:

W_w = Peso de agua

G_w = Gravedad especifica de agua

γ_w = peso unitario de agua

El contenido de humedad (W)

Viene a estar definida por la relacion existente entre el peso del agua que tiene la muestra del suelo y el peso seco de solidos, su valor se proporciona en porcentaje.

$$W(\%) = W_w / W_s * (100)$$

Donde:

W_w = Peso de agua

W_s = peso seco de los solidos

1.4.8. Ensayos y pruebas en laboratorio

Es importante caracterizar y clasificar los suelos y para ello es fundamental efectuar los ensayos y pruebas en laboratorio de acuerdo a estándares ya normados. Todo ello con la finalidad de garantizar que los resultados en las diversas pruebas y estudios de los suelos tengan mínima variabilidad posible entre uno y otro laboratorio, en el Perú como en el mundo se han constituido normas estándar para realizar estas pruebas y ensayos.

Análisis de muestras: aspectos relevantes a considerar

Es posible tener un alto grado o porcentaje de error en el desarrollo de las pruebas y ensayos de laboratorio ya sea en la etapa de campo o recolección de muestra o elaboración de muestras, así como en gabinetes: ambientes de laboratorio o en el transporte, y manipulación de las muestras o materiales de los ensayos de laboratorio, por ejemplo; debido a que la cantidad de suelo que llega al laboratorio debe ser en cantidad suficiente para realizar algunos ensayos extras o de verificación, siempre que los resultados que se obtuvieron en el primer ensayo sean muy distintos de la realidad y que por la experiencia, el conocimiento y sobre todo el criterio del ingeniero responsable a cargo del laboratorio que considere no reales.

Es necesario que en laboratorio se almacenen parte de las muestras por un periodo de tiempo adecuado que considere el responsable, posteriormente de realizado los ensayos correspondientes, cumpliendo así con los estándares de cada uno de los ensayos solicitados.

El almacenamiento contará con las condiciones de humedad específicas, de tal forma que no se altere o modifique las condiciones y propiedades de la muestra almacenada.

El análisis de la granulometría.

Con esta prueba se consigue la clasificación de los diversos tamaños de

partículas de los agregados que están conformando suelo. La Sociedad Americana de Ensayo de Materiales (ASTM) clasifica a los suelos según los tamaños, en base de los cuales se fundamenta este ensayo, estos tamaños se muestran en la siguiente tabla: (ASTM).

Tabla 5. Clasificación de partículas de un suelo según su tamaño

Límites de los tamaños de los componentes del suelos	
Bloques	mayor a 300 mm
Bolones	de 80 a 300 mm
Grava	de 5 a 80 mm
Arenas	de 0,08 a 5 mm
Limos	de 0,005 a 0,08 mm
Arcillas	menores a 0,005 mm

Fuente: Ravines Merino, 2005.

La separación de las partículas en sus distintas dimensiones se utilizan los tamices o mallas, la abertura que es más fina es la que mide 0,08 mm (malla N° 200), el ensayo de análisis granulométrico se restringe para los tamaños de partículas de suelos con partículas mayores a ésta dimensión. Se debe homogeneizar las muestras que han sido tomadas para el ensayo, logrando así, que se asegure que la totalidad de la muestra tenga las mismas propiedades, luego de ello se debe disminuir la muestra en estado seco por el proceso del cuarteo.

Tabla 6. Juego de tamices para el ensayo de granulometria

Tamices ASTM	
Abertura (mm)	Designación
63,5 mm	2 ½"
38,1 mm	1 ½"
25,4 mm	1"
19,00 mm	¾"
9,5 mm	3/8"
4,75 mm	Nº 4
2,36 mm	Nº 8
1,18 mm	Nº 16
600 µm	Nº 30
300 µm	Nº 50
150 µm	Nº 100
75 µm	Nº 200

Fuente: Ravines Merino, 2005.

1.4.9. Límites de consistencia o límites de Atterberg.

Los suelos que tengan presencia de material fino: minerales de arcillas, es necesario estudiar la facilidad que tiene el suelo para poder ser deformado; para el caso de los suelos finos, la consistencia depende de los distintos porcentajes que posee de agua, ya que al tener un alto contenido de agua el suelo fluiría como si fuera un líquido y por el contrario cuando el contenido de agua es bajo el suelo tiende a comportarse como un sólido frágil. Los suelos se presentan en diferentes clases de comportamiento según el factor agua que contenga o no, y podemos definir cuatro estados:

- Estado solido
- Estado plastico
- Estado semisolidoi
- Estado liquido

Entre ellos existe transiciones de un estado a otro:

- De sólido - semisólido
- De semisólido – plástico

- De plástico a líquido

Estas transiciones se realizan cuando existe un contenido de agua determinado, y a éste contenido de agua que se expresa en porcentaje en el cual las distintas transiciones tienen lugar (viene a ser el punto límite de la transición) se les denomina Límites consistencia. Por tanto, se resume que los límites son utilizados para la caracterización del comportamiento de suelos finos, los cuales tienen diferentes contenidos de agua en su interior.

Los ensayos de granulometría se realizan sobre el suelo que pasa la malla ASTM N° 40, y son determinados realizando pruebas simples en laboratorio las que entregan la información necesaria acerca del origen de los suelos cohesivos, también éstos resultados nos sirven para correlacionar los parámetros físicos de este suelo.

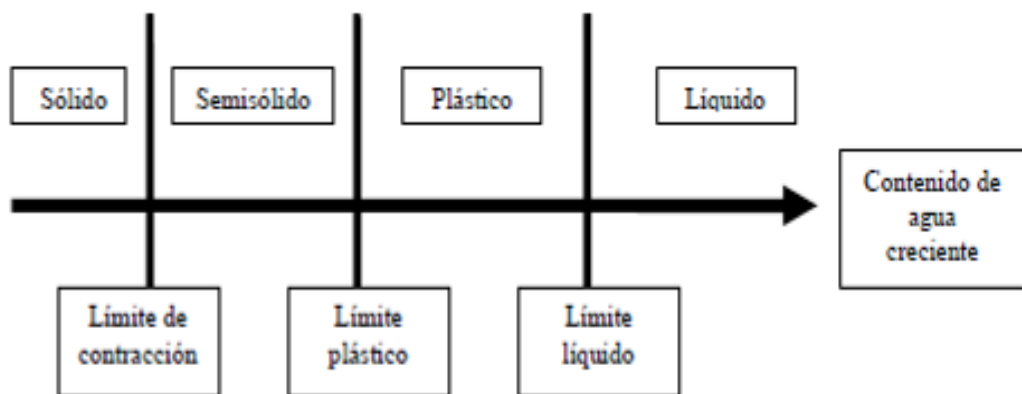


Fig.4. Los Límites de Atterberg

- **Límite líquido**

Se define como el contenido de agua en porcentaje con el que un suelo se encuentra en la frontera o límite entre el estado líquido y el estado plástico o también se puede decir que viene a ser el porcentaje máximo de humedad con el cual el suelo no fluya y además sea trabajable.

Este ensayo tiene como objetivo encontrar el más bajo contenido de humedad que necesita el suelo para que dos mitades de pasta del suelo de 1 cm de espesor fluyan y se unan en una longitud de 12 mm en el fondo del corte que dividen ambas partes(mitades) cuando la cápsula que lo contiene golpea 25 veces desde una altura de 1 cm y a una velocidad de 2 golpes/segundo. Este equipo tiene el nombre de “el Aparato de casagrande” o la “Copa de Casagrande”



Fig.5 Aparato Casa Grande

- **Límite plástico**

Es el contenido de agua en porcentaje para el cual el suelo se encuentra en el límite entre el estado semisólido y el estado plástico o se expresa como el mínimo porcentaje de agua para que el suelo no se resquebraje y sea trabajable. En el laboratorio se define como el más bajo contenido de humedad con el que al ser moldeado en barritas cilíndricas de un menos diámetro cada vez, comienza a agrietarse cuando las barritas alcanzan a tener un diámetro de 3mm.

- **Límite de contracción:**

Es el contenido de agua en porcentaje para el cual el **suelo** se encuentra en el límite entre el estado sólido y el estado semisólido o expresado de otra forma, es la humedad para la cual el suelo no se contrae cuando la humedad baja ese límite, y se expande cuando la humedad aumenta sobre ese límite.

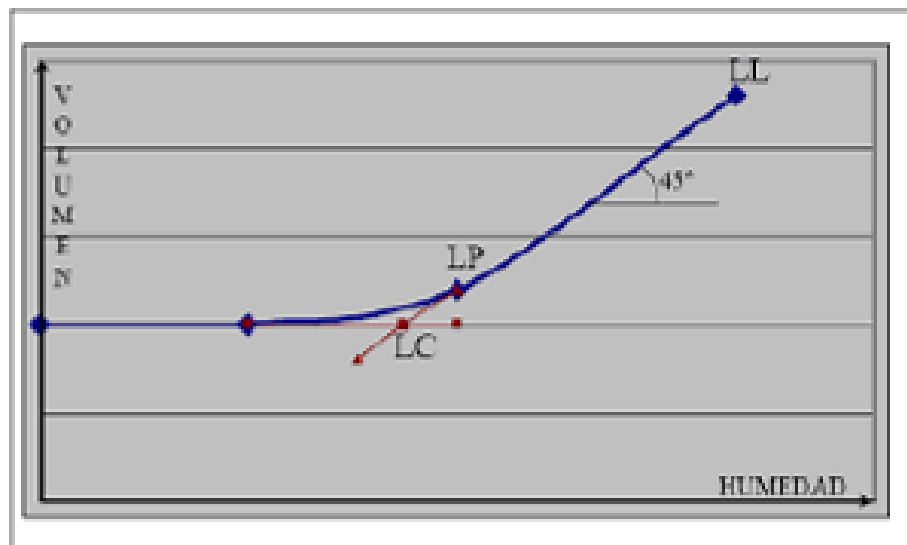


Figura 6. Representación gráfica de los límites de Atterberg.

1.4.10. Ensayos de CBR.

La abreviación “CBR” corresponde al California Bearing Ratio, método de análisis de materiales desarrollado en el año de 1929 por la División de Carreteras de California, con el fin de darle una clasificación a la capacidad del suelo para ser utilizado como material de base o subbase. También denominado ensayo de relación de soporte, es el procedimiento por medio del cual mediante pruebas de laboratorio y bajo condiciones de humedad y densidad controlada se puede medir la resistencia al corte de un suelo en el estado en que este se encuentre en ese momento.

El método de CBR es normalmente utilizado para analizar materiales cuyo diámetro máximo de partículas es de $\frac{3}{4}$ ", existiendo metodologías adicionales para los casos en los cuales no se cumpla con este tipo de granulometría, pero debido a que dichos métodos no forman parte del alcance de este manual, no se detallara sobre los mismos.

En el diseño de pavimentos flexibles utilizados en las diferentes obras de infraestructura vial, el método del CBR se convierte en pieza clave en la búsqueda de evaluar la resistencia potencial de los materiales utilizados en la base y subbase de las estructuras y además de esto, brindando información sobre la expansión esperada en el suelo bajo la estructura de pavimento cuando el suelo se satura e indicando la pérdida de resistencia debida a la saturación en el campo. A continuación, se presenta una tabla donde con base a los valores de CBR se establece una clasificación general para el suelo.

Tabla 8. Clasificación de suelos según CBR

Valor CBR	Clasificación General	Usos
0-3	Muy Pobre	Subrasante
3-7	Pobre a Regular	Subrasante
7-20	Regular	Sub-base
20-50	Bueno	Base, Subbase
>50	Excelente	Base

Fuente: Manual de laboratorio de Suelos. Joseph Bowles.

Este valor se obtiene mediante la relación de la carga unitaria aplicada durante el ensayo y necesaria para lograr un valor de penetración del pistón de penetración y la densidad dada con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener una profundidad igual de penetración en una muestra estándar de material en condiciones de trituración.

1.4.11. Conchas de abanico como estabilizador.

1.4.11.1. Concha de abanico.

A. Descripción taxonómica

- Phylum: Mollusca.
- Clase: Pelecipoda.
- Orden: Pterioidea.
- Familia: Pectinidae.
- Género: *Argopecten*
- Especie: *Argopecten purpuratus*

B. Características generales.

Molusco bivalvo que se caracteriza por presentar una concha orbícular, con valvas desiguales, siendo la valva izquierda más convexa que la derecha, asimismo presentan costillas radiales en número variable de 23 a 26 por valva. Cada valva posee prolongaciones, llamadas orejas desiguales, siendo la anterior de mayor tamaño. La coloración externa del rosado a púrpura oscuro, incluyendo el color anaranjado.



Fig.7. Conchas de abanico. *Argopecten purpuratus*

En Perú, actualmente, no se aprovechan los desechos calcáreos de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), por lo que se considera un problema tanto ambiental como de desperdicio del recurso. Blas Ramos nos dice que el objetivo consistió en plantear alternativas de aprovechamiento de los desechos calcáreos mencionados, obteniendo, a partir de ellos, insumos de aplicación comercial diversa y, a la vez también la descontaminación ambiental de la Bahía de Paracas.

Las conchas de abanico constituyen un residuo del sector productivo causante de problemas ambientales severos en la zona de Sechura. La producción local representa el 80% de la producción nacional, con cerca de 15 plantas de procesamiento. En Sechura se acumulan alrededor de 25 000 toneladas métricas de residuos de concha de abanico por año. La posibilidad de usar los residuos de estos crustáceos en otras aplicaciones podrían reducir el impacto ambiental y ayudar a reducir la explotación de canteras naturales para agregados en concretos, tanto hidráulicos como asfálticos. Siendo residuos, el costo de adquisición de la concha es significativamente más bajo que los agregados convencionales y podrían ofrecer una posibilidad de concretos para aplicaciones de interés social, con costos más bajos que los convencionales.

Características de los residuos de la concha de abanico:

Según Normas AASTHO o ASTM:

- **Granulometría.**

No se sabe con certeza si la concha de abanico tendrá una granulometría, pues el material se triturará mecánicamente, luego se definirá la cantidad de material que será retenido en cada tamiz. El producto adquirirá la granulometría que más se ajuste de acuerdo a las características requeridas para el suelo que se quiere

mejorar.

- **Capacidad portante**

Es el parámetro que más varía en la estructura interna del pavimento. La capacidad portante del suelo depende de varios factores:

- **Granulometría:**

Una buena granulometría ocasionara que las partículas se acomoden de tal manera que los espacios entre las partículas gruesas sean rellenas por las pequeñas, esto al ser compactadas ocasiona un CBR alto. El tamaño de la concha de abanico en su estado natural es retenido en el tamiz 1 ½”y 2”, por lo que se triturara el material para obtener partículas que pasen por el Tamiz #200.

- **La competencia entre los granos:**

Esto se refiere a la dureza de la concha. En los agregados pétreos tiene que ver con su origen geológico. Se puede medir con una prueba de desgaste.

- **Forma de las partículas:**

Al generar las partículas por un método de trituración mecánica se intuye que las partículas serán de forma angulosa. Se ha comprobado que esta forma produce mayor resistencia por la trabazón mecánica que se genera entre ellas. Sin embargo, en el caso de la concha triturada, su forma laminar condiciona que las partículas sean chatas si se usan tamaños de trituración muy grande.

- **Abrasión**

Se sospecha que las conchas de abanico son un material que posee menos resistencia que los agregados convencionales, pero se tiene

que ensayar para poder comprobar. Este parámetro es un buen índice para ver la degradación durante la compactación y colocación en obra, y sobre todo durante la vida de servicio del pavimento.

- **Partículas chatas y alargadas**

Por el espesor que tienen las conchas se intuye que las partículas pueden en su mayoría ser chatas. El porcentaje de partículas que presenten estas características debe ser bajo, pues se ha comprobado en diversos estudios que una cantidad elevada de partículas chatas y alargadas ocasiona un cambio en las propiedades mecánicas del pavimento.

- **Partículas con caras fracturadas.**

Todas las partículas serán generadas por la trituración mecánica. A priori se intuye que la mayoría tendrán un elevado porcentaje de caras fracturadas.

Cuanto más partículas con caras fracturadas haya se mejorará la trabazón entre ellas, generando una mejor adherencia al ser compactadas.

1.4.11.2. Estabilizador:

La concha de abanico se utilizó en este proyecto de investigación después de haber pasado un proceso de activación mecánica y de selección granulométrico hasta obtener partículas que pasen por el tamiz N°200.

Conclusión:

Se puede considerar que la concha triturada podría actuar como agregado grueso, mejorando la estabilidad del suelo, aunque no

aportaría mucho a la cohesión.

Esto, si bien tiene un efecto limitado en la mejora de la respuesta del suelo limo-arcilloso, la capacidad de soporte podría mejorar significativamente en aplicaciones donde las capas del pavimento estén confinadas por otros mecanismos como ocurre en los pavimentos urbanos, donde las capas de pavimento están confinadas por sardineles.

1.4.12. Operacionalización de variable:

Variable Dependiente:

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Estabilización de suelo	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	CBR y el Próctor modificado	- Plasticidad - Capacidad portante

Variable Independiente:

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Residuos calcáreos concha de abanico.	Es la adición de conchas de abanico triturada en 5 y 8% al material de la subrasante.	Porcentaje 5 y 8 %

1.5. Hipótesis

La Carretera Vecinal Las Golondrinas, Monterón, Tangarara del distrito de Marcavelica, Sullana, Piura mejoraría la estabilización si se le adiciona 5 y 8% de conchas de abanico triturada activada mecánicamente.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Estabilizar la subrasante del suelo de la Carretera Vecinal Las Golondrinas, Monterón, Tangará del distrito de Marcavelica, Sullana, Piura adicionando un 5% y 8% de concha de abanico triturada.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Activar mecánicamente y seleccionar granulométricamente la concha de abanico.
- Determinar la composición química de la muestra bajo el ensayo de Espectrometría por Rayos X.
- Determinar el CBR del suelo natural
- Determinar el CBR de la mezcla Suelo Natural adicionando 5 y 8% de la concha de abanico triturada.
- Analizar y comparar resultados a través de los CBR obtenidos.

II. MATERIAL Y METODOS

2.1. Tipo y Diseño de Investigación




2.1.1. Tipo De Investigación

Es una investigación explicativa porque se trata de explicar el nivel de estabilización que se puede generar a consecuencia de adicionar el 5 y 8 % de concha de abanico triturada.

2.1.2. Diseño de Investigación

- **Experimental**

Diseño Simple al azar con tres repeticiones

Estabilización de suelos		
Suelo natural (sin adición de concha de abanico triturado)	Suelo con adición de 5% de concha de abanico triturado	Suelo con adición de 8% de concha de abanico triturado
		

Enfoque de la Investigación: CUANTITATIVA.

Es aquella que puede ser ordenada con respecto a magnitud. Se refieren siempre a atributos de objetos o cosas que incorporan la magnitud como una característica esencial. (Introducción a la Psicología – Tema 6)

La investigación tiene un enfoque Cuantitativo, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando, empleando métodos de recolección de datos a través de observaciones (Guía de observación).

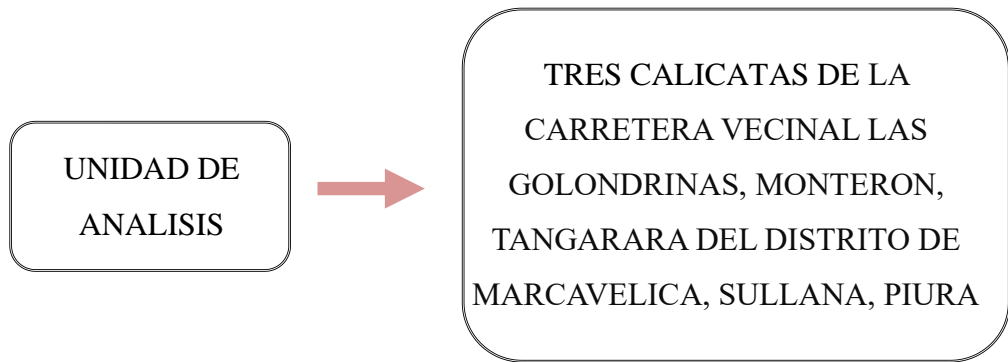
2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población

La población está constituida por tres calicatas realizadas cada 650 metros, el suelo recolectado será llevado en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro. La primera calicata tiene las siguientes coordenadas UTM, Longitud: 523686.32178232045 y Latitud: 9463664.876123816. La segunda calicata tiene las siguientes coordenadas UTM, Longitud: 523266.4942041319 y Latitud: 9463543.967438122. La tercera calicata tiene las siguientes coordenadas UTM, Longitud: 522890.4767737894 y Latitud: 9463460.515739417.

“La mayor parte de las ciudades de Sullana y Bellavista (Cerca del 70% del área total) se encuentran emplazadas sobre suelos cuya capacidad portante para una profundidad de cimentación igual a 1.20 m. está comprendida entre 0.75 Kg/cm² a 1.00 Kg/cm². Estos suelos son predominantemente arenas mal graduadas con algo de limo (SP, SP-SM, SM) y que corresponden al Perfil de Suelos N° 01 (PERFIL N° 01: Suelos de origen cuaternario reciente del tipo eólico).”

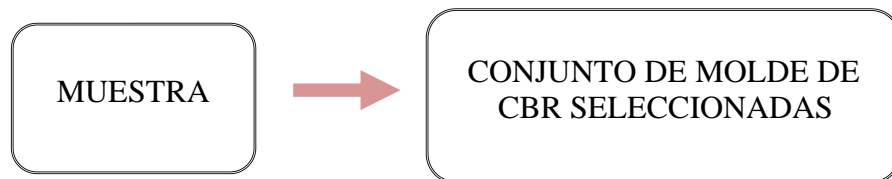
(Estudio Mapa de Peligros, Plan de Usos del Suelo ante Desastres y Medidas de Mitigación de la ciudad de Sullana. Pag.131)



2.2.2. Muestra

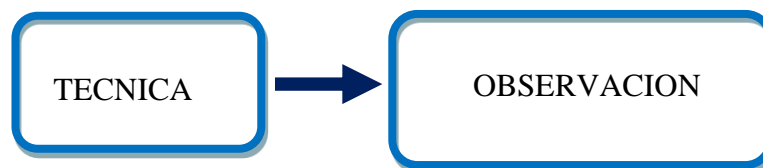
El tipo de muestra de este trabajo de investigación es: MUESTREO ALEATORIO SIMPLE.

Es un procedimiento práctico porque se ha escogido una población limitada y se puede determinar las unidades de muestreo.



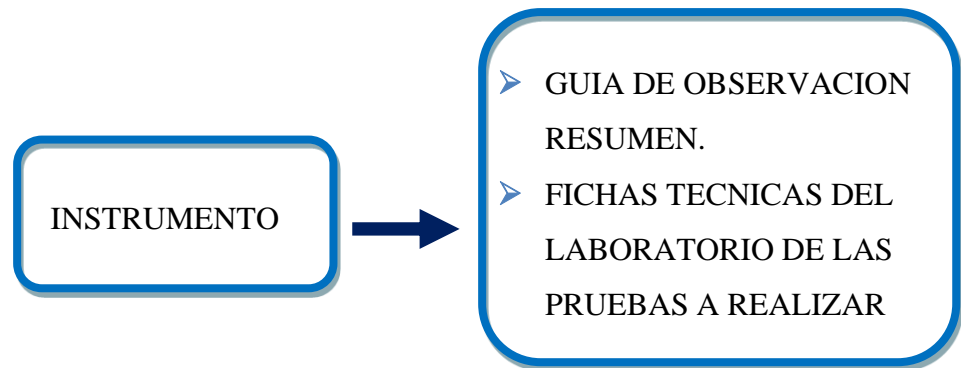
2.3. Técnicas e Instrumentos de Investigación.

2.3.1. Técnicas De Investigación



Se aplicó como técnica la observación ya que la percepción del material fue registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se puso de manera inmediata en los instrumentos de recolección de información, y fue realizado lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el instante.

2.3.2. Instrumentos de Investigación



Como Instrumentos utilizaremos:

- Guía de observación resumen, porque nos permitió elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos.
- Fichas Técnicas de Laboratorio en donde se ha plasmado los resultados de los ensayos arealizados.

Técnica de Recolección	Instrumento	Nivel de Investigación	Forma de Investigación
Observación Científica	- Guía de observación - Fichas Técnicas de laboratorio	Experimental Simple Completo al Azar	Prospectiva

2.4. Procesamiento y Análisis de la Información.

Se aplicaron los métodos estadísticos, tanto descriptivos como inferenciales

Métodos Descriptivos.

Después de realizar los ensayos de granulometría, Próctor modificado y los CBR; realizamos el Procesamiento de Datos apoyado en el programa Microsoft Excel del cual se ha utilizado en sus respectivas hojas de cálculo.

En dicho procesamiento se realizó:

- Tablas de distribución de frecuencia.
- Graficas Estadísticas, por cada indicador ensayado:
 - Polígono de frecuencias
 - Histograma de frecuencia
 - Gráfico de barras
 - Gráfico de sectores circulares.
 - Grafico curva de eficacia.
 - Graficas de dispersión
- Medidas Estadísticas por cada indicador ensayado de granulometría, Próctor modificado, CBR.:
 - Media aritmética.
 - Mediana.
 - Moda
 - Varianza.
 - Desviación estándar.
 - Coeficiente de variación

Métodos Inferenciales.

Comprobación o Verificación de la Hipótesis por: “Prueba de Diferencia de Medias poblacional”.

Método de Estimación de Parámetros.

Como en nuestra investigación solo utilizamos nuestra muestra por conveniencia; para proyectar los resultados de la muestra de población se aplicó el método de estimación de parámetros de la estabilización del suelo en un suelo natural y un suelo con adición de conchas de abanico triturada.

El método que ha usado ya que las variables de dicho proyecto son cuantitativas.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados del Ensayo de Espectrometría por Rayos X de la muestra de concha de abanico.

Cuadro N°1. Composición química expresada como óxidos.

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADO (%)	METODO UTILIZADO
Oxido de Calcio, CaO	92.198	ESPECTROMETRIA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
Trióxido de Aluminio, Al ₂ O ₃	2.705	
Oxido de Silicio, SiO ₂	2.053	
Oxido de Potasio, K ₂ O	1.309	
Trióxido de Hierro, Fe ₂ O ₃	1.178	
Oxido de Estroncio, SrO	0.416	
Trióxido de Azufre, SO ₃	0.112	
Pentóxido de Fosforo, P ₂ O ₅	0.029	

Fuente: Lab. De Química de la Universidad Nacional de Ingeniería.

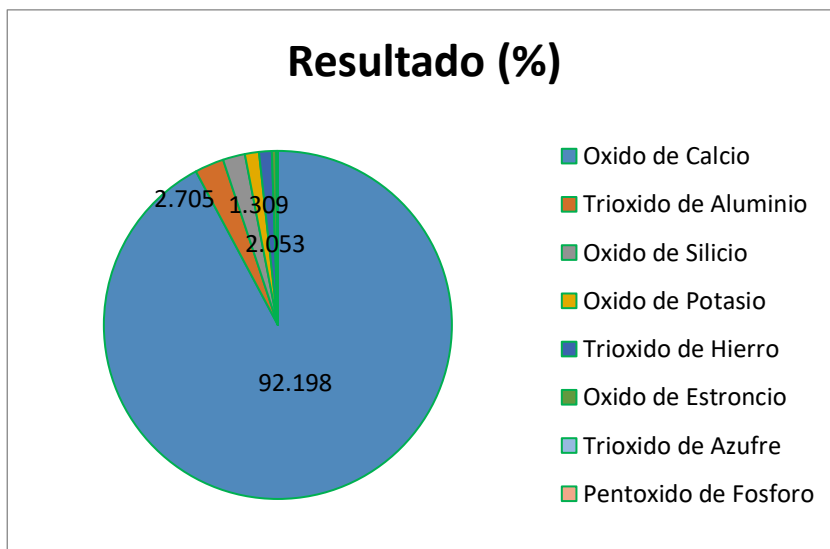


Grafico 1. Composición química expresada como óxidos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Análisis de Fluorescencia de Rayos X la concha de abanico es un material calcáreo, teniendo en su composición química el 92.198% de Oxido de Calcio (CaO), en comparación al Trióxido de Aluminio (Al_2O_3), Oxido de Silicio (SiO_2), Trióxido de Hierro (Fe_2O_3) que sumados nos dan un resultado de apenas 5.939%.

3.2. Resultados de los ensayos CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)

3.2.1. Resultado del CBR del suelo natural

De acuerdo a las características de los agregados se efectuó la toma selectiva de muestras para la realización de los ensayos de CBR según la norma ASTM D – 1883 con la finalidad de establecer su capacidad relativa de soporte, obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro N°2. Relación de soporte CBR del suelo natural

RELACION DE SOPORTE CBR	
100% MDS	95% MDS
8.2	5.4

Fuente: Lab. Mecánica de Suelos Universidad San Pedro

Se puede observar que el valor del CBR es 8.2% al 100% de la MDS. Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte se puede clasificar la sub rasante como Regular ya se encuentra entre 6% y 10%

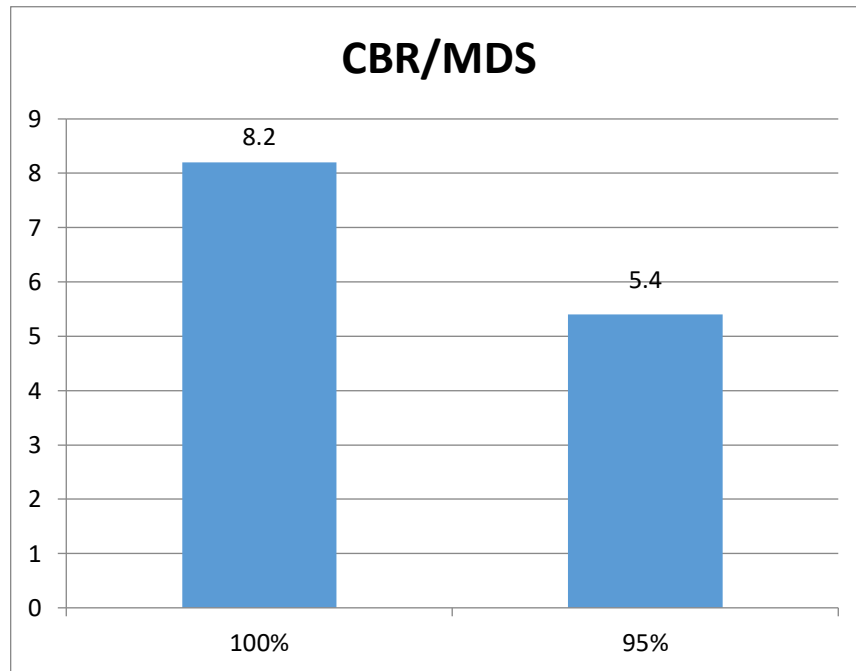


Gráfico 2. Relación CBR/MDS del suelo natural.

Cuadro N°3. Suelo patrón.

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	DENSIDAD (GR/ CM3)	EXPANSION (%)
15.2	1.767	12.9

Fuente: Lab. Mecánica de Suelos Universidad San Pedro

La Humedad Optima obtenida es de un 15.2% con una densidad 1.767 gr/cm³.

Estos resultados obtenidos serán nuestro patrón para poder hacer nuestra comparación con los que se obtendrán al adicionar el 5% y 8% de Concha de Abanico.

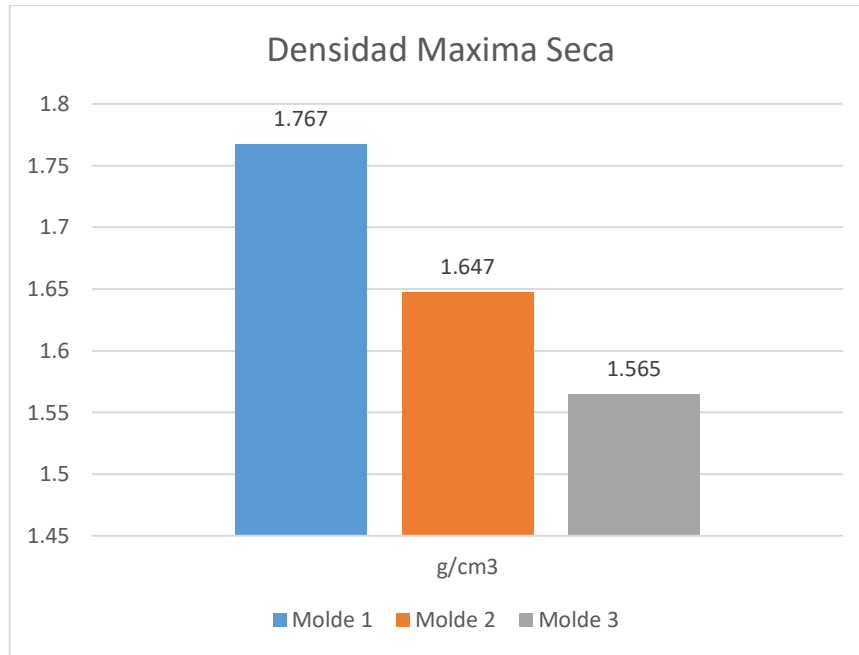


Gráfico 3. Densidad del suelo seco (g/cm³) del suelo patrón.

3.2.2. Resultados del CBR con adición de 5% de concha de abanico.

De acuerdo a las características de los agregados se efectuó la toma selectiva de muestras para la realización de los ensayos de CBR según la norma ASTM D – 1883 con la finalidad de establecer su capacidad relativa de soporte, obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro N°4. Relación de soporte CBR con adición de 5% CA

RELACION DE SOPORTE CBR	
100% MDS	95% MDS
13.1	6.8

Fuente: Lab. Mecánica de Suelos Universidad San Pedro.

Se puede observar que el valor del CBR es 13.1% al 100% de la MDS. Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte se puede clasificar la subrasante como Buena ya que se encuentra entre 10% y 20%.

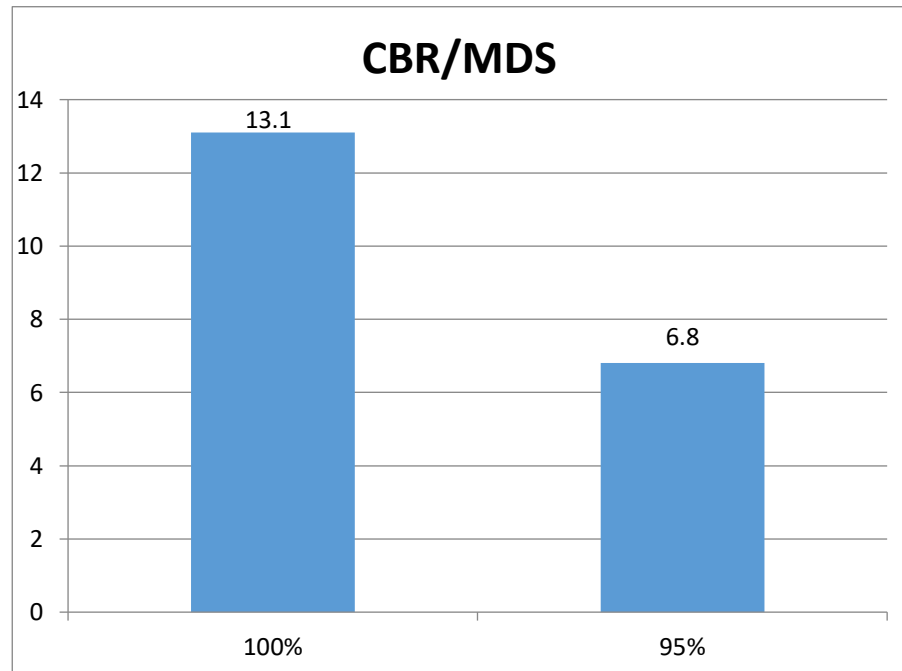


Grafico 4. Relación CBR/MDS con adición de 5%CA

Cuadro N°5. Suelo con adición de 5% de CA.

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	DENSIDAD (GR/ CM3)	EXPANSION (%)
16.9	1.783	15.3

Fuente: Lab. Mecánica de Suelos Universidad San Pedro

Según la norma ASTM D 1557 realizamos el ensayo de Proctor Modificado para poder hallar la Humedad Óptima la cual añadiendo 5% de Concha de abanico nos da un resultado de 16.9% con una Densidad de 1.783 gr/cm³.

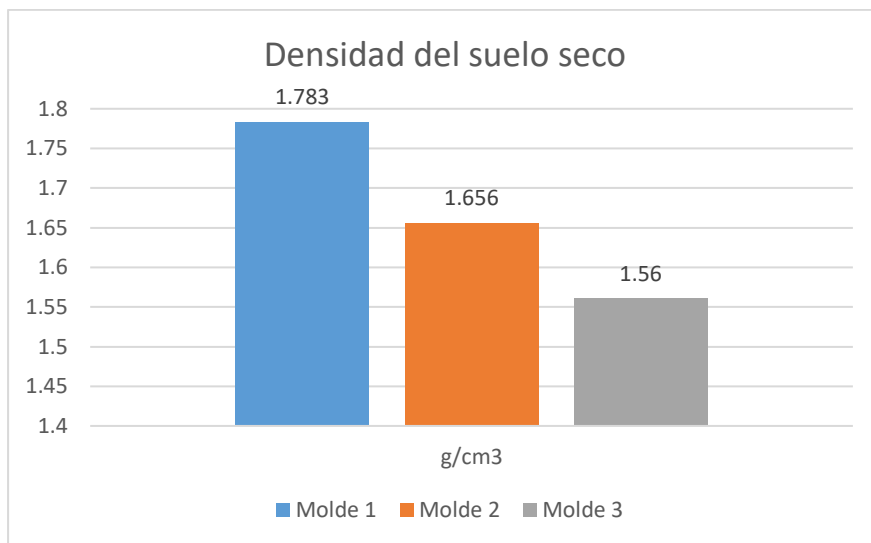


Gráfico 5. Densidad del suelo seco (g/cm³) con adicción de 5% de CA.

3.2.3. Resultados del CBR con adición de 8% de concha de abanico.

De acuerdo a las características de los agregados se efectuó la toma selectiva de muestras para la realización de los ensayos de CBR según la norma ASTM D – 1883 con la finalidad de establecer su capacidad relativa de soporte, obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro N°6. Relación de soporte CBR con adición de 8% CA

RELACION DE SOPORTE CBR	
100% MDS	95% MDS
19.8	10.0

Fuente: Lab. Mecánica de Suelos Universidad San Pedro

Se puede observar que el valor del CBR es 19.8% al 100% de la MDS. Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte se puede clasificar la subrasante como Buena ya que se encuentra entre 10% y 20%.

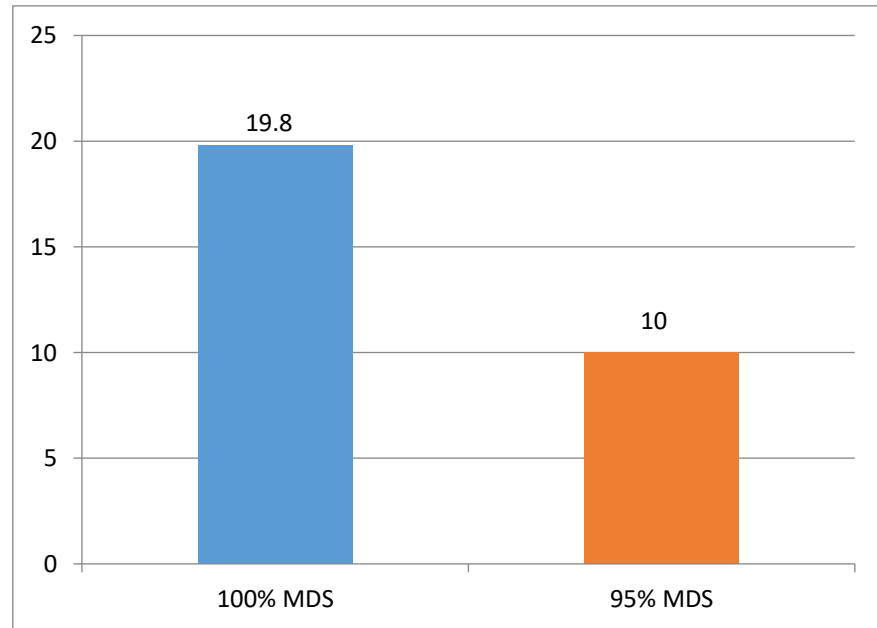


Gráfico 6. Relación CBR/MDS con adición de 8% CA

Cuadro N°7. Suelo con adicción de 8% de CA.

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	DENSIDAD (GR/ CM3)	EXPANSION (%)
18.1	1.738	16.4

Fuente: Lab. Mecánica de Suelos Universidad San Pedro

Según la norma ASTM D 1557 realizamos el ensayo de Proctor Modificado para poder hallar la Humedad Optima la cual añadiendo 5% de Concha de abanico nos da un resultado de 16.9% con una Densidad de 1.783 gr/cm³.

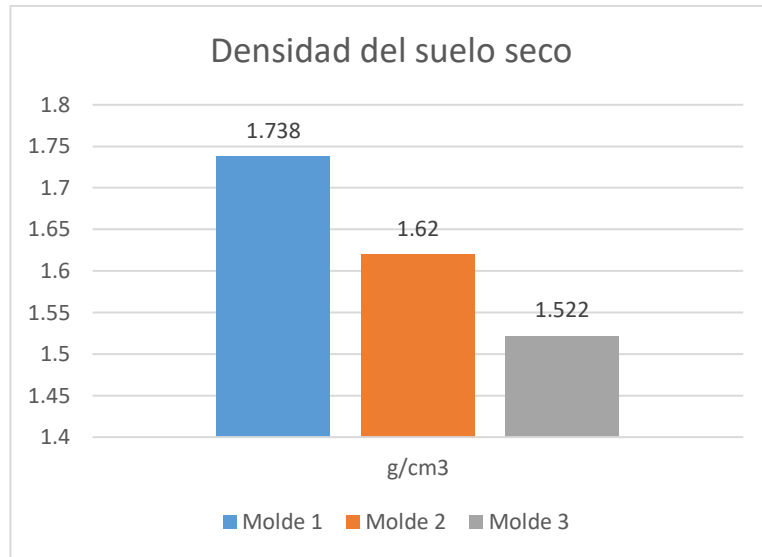


Grafico 7. Densidad del suelo seco (g/cm³) con adicción de 8% de CA.

RESUMEN

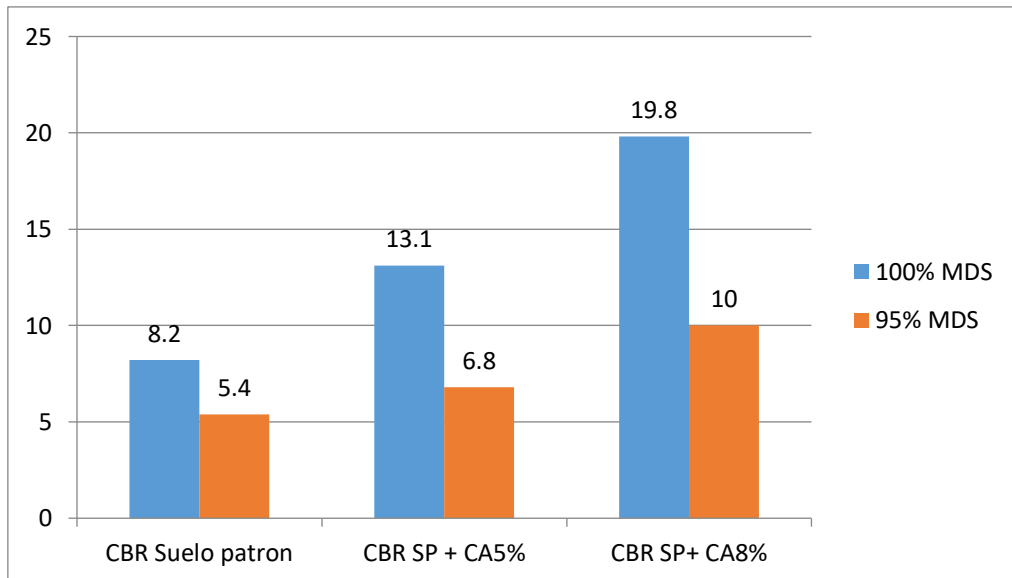


Grafico 8. Resumen: Relación CBR/MDS.

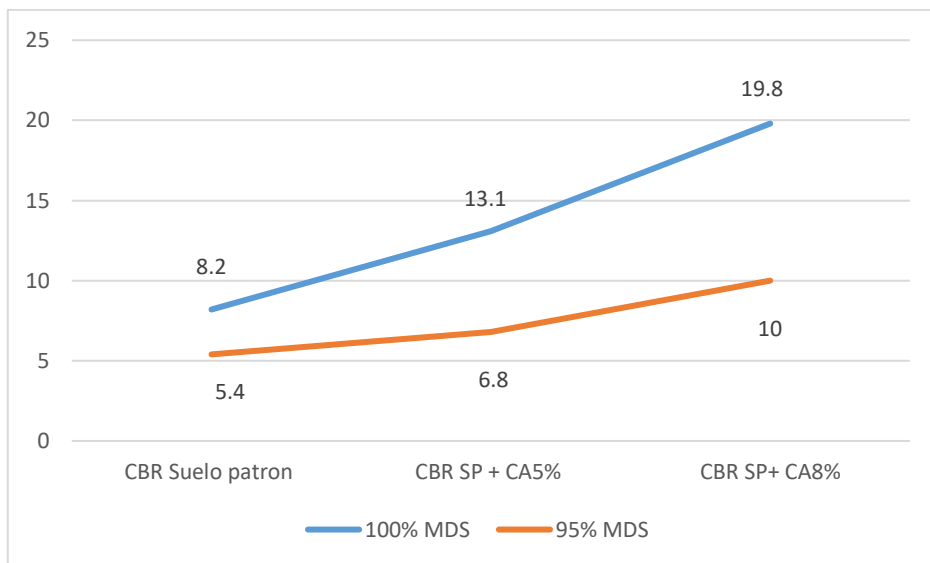


Grafico 9. Resumen: Curvas CBR/MDS

Cuadro N°8. Resumen Leyenda: MDS/Humedad Óptima

Muestra	Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	Humedad Óptima (%)
Suelo Patrón	1.767	15.2
SP + 5%CA	1.783	13.1
SP + 8%CA	1.738	18.1

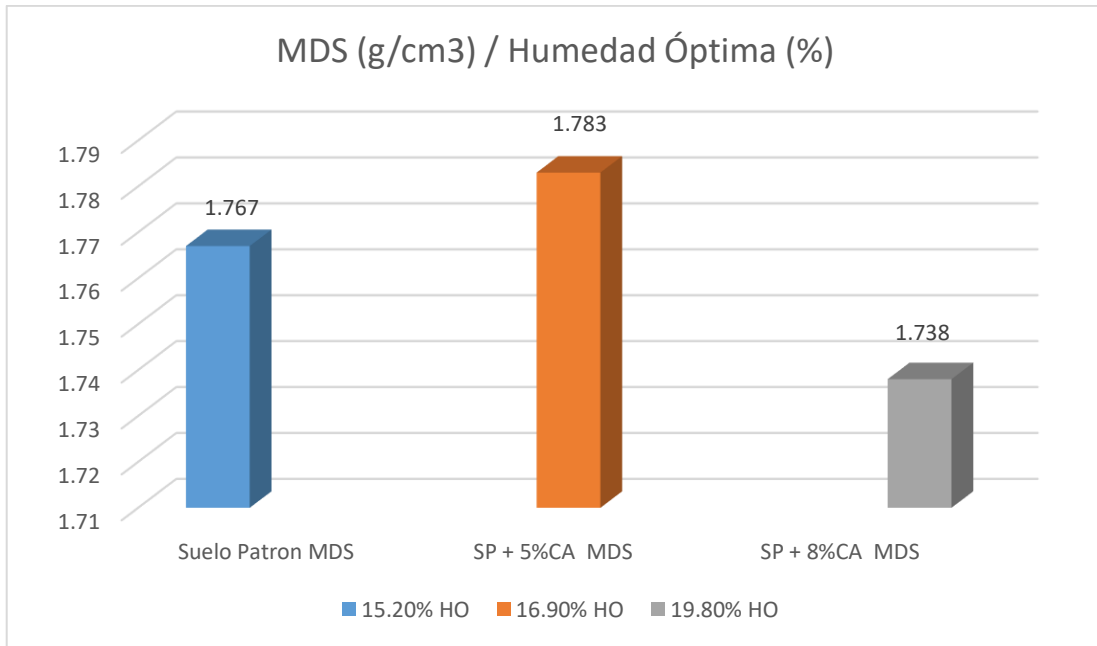


Grafico 10. Resumen: MDS/Humedad Óptima

IV. ANALISIS Y DISCUSION.

- Al analizar la Concha de abanico mediante el análisis de Fluorescencia podemos afirmar que es un elemento calcáreo, ya que nos arroja más de 92% de Oxido de Calcio (CaO) por lo tanto la estabilización del Suelo la estudiaremos como Estabilización con Cal y seguiremos las normas dadas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú a través de sus diferentes Manuales.

Según el reporte de Blas et al (2002) la concha de abanico era portador de CaO en un 62%, y en un nuestro análisis de Fluorescencia nos arroja más 92%.

Así mismo Julián, Manrique et al (2010) puntualizaron que en el Perú no se aprovecha adecuadamente y con visión los residuos calcáreos de las conchas de abanico; porque no se respeta ni aprovechan y aumenta la contaminación en los lugares donde estos se depositan. Tampoco se aprovechan los altos contenidos de Carbonato de calcio que estos contienen.

- El resultado de los ensayos de granulometría (ASTM D422) nos da una clasificación de suelos que coincide con el tipo de suelo de la zona de Marcavelica. Según la clasificación AAHSTO es un suelo arcilloso A-7-5, material limoso – arenoso. Según la clasificación SUCS, limo de alta plasticidad, MH. Según lo establecido en la Sección 301.B de las Especificaciones Técnicas Generales para construcción de Carreteras del MTC (vigente) no dice que la granulometría del material a estabilizar puede corresponder a los siguientes tipos de suelos A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7, siendo nuestro tipo de suelo apto para este tipo de estabilización.
- Según los resultados de los ensayos de Limite Líquido y Limite Plástico (MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 Y MTC E-110, AASHTO T89, T90), el Índice de Plasticidad es 26.82%. Según lo establecido en la Sección 301.B de las Especificaciones Técnicas Generales para construcción de Carreteras del

MTC (vigente) nos dice que para un suelo poder ser estabilizado con Cal (Oxido de Calcio), principal componente químico de la Concha de Abanico, debe presentar un Índice de Plasticidad entre 10% y 50%, siendo así nuestro IP está dentro del rango establecido.

- Según los resultados de los ensayos de Limite Liquido y Limite Plástico comparamos los resultados en la Tabla de Holtz & Kovacs, la ubicamos como una arcilla Caolinita.

- Después de haber realizado los ensayos de CBR (ensayo MTC EM 132) los valores obtenidos también nos ayudan a clasificar la Categoría de Subrasante; de acuerdo al Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú podemos decir:
 - Suelo Natural nos da un valor de 8.2% de CBR el cual coloca en Subrasante Regular ya que sus valor esta entre 6 y 10%.
 - Suelo con adicción de 5% de concha de abanico nos da un valor de 13.1% el cual coloca en una Subrasante Buena ya que sus valores oscilan entre 10 y 20%
 - Suelo con adicción de 8% de concha de abanico nos da un valor de 19.8% el cual coloca en una Subrasante Buena ya que sus valores oscilan entre 10 y 20%.

De acuerdo a la clasificación del Manual de Carreteras, “La Carretera Vecinal Las Golondrinas, Monterón, Tangarara”, lugar donde hemos recogido el material es una Carretera de Tercera Clase; para lo cual el resultado de nuestra Subrasante nos es suficiente para lo requerido según las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-Vigente) el CBR mínimo es de 40%

- De la revisión de los antecedentes confrontamos resultados y encontramos que Farfán et al (2005), reporta que la concha de abanico tiene una dureza similar a los agregados pétreos y que su uso mejora el CBR del suelo registrándose un valor máximo de CBR 121% con 45% de Concha de abanico y en nuestra investigación en relación con nuestra muestra del suelo patrón el CBR aumenta en un 59% con 5% de adición de concha de abanico y 141% con 8% de adicción de concha de abanico. Aunque el aumento del CBR es significativo no es suficiente para lo requerido según el Manual de Carreteras (vigente)

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES

- Se concluye por el ensayo de Espectrometría por Rayos X que se realizó a la muestra de Concha de Abanico activada mecánicamente y que además paso por la malla N°200 es un material calcáreo.
- La granulometría de las mezclas de suelo con concha activada mecánicamente no cambia significativamente al aplicar la energía de compactación; esto podría ser el resultado de una suficiente dureza de las partículas de concha triturada, que no se rompen con el esfuerzo de compactación aplicado.
- Se concluye que el Suelo Natural nos da un valor de 8.2% de CBR, el Suelo con adicción de 5% de concha de abanico nos da un valor de 13.1% y el Suelo con adicción de 8% de concha de abanico nos da un valor de 19.8%.
- El porcentaje de conchas de abanico activada mecánicamente, que mejoro los valores del ensayo de CBR fue la adición 8%CA. Aunque aumentó en relación al patrón en un 141%, los resultados no son óptimos para una subrasante de Carretera de Tercera Clase que es del 40% según las normas del MTC (vigente) que le corresponde a la “La Carretera Vecinal Las Golondrinas, Monterón, Tangará.”

5.2. RECOMENDACIONES.

- Utilizar otro elemento de origen orgánico que contenga silicio que en forma conjunta con la concha de abanico activada mecánicamente puede mejorar el CBR de la Subrasante de la Carretera Vecinal Las Golondrinas, Monterón, Tangarara, Distrito De Marcavelica, Sullana, Piura.
- Se recomienda utilizar los porcentajes de adicción de 6 y 7% de concha de abanico activada mecánicamente para comparar los resultados y poder elegir el óptimo de acuerdo a nuestros requerimientos
- En base a los resultados obtenidos en este trabajo, realizar a nivel de estudio de campo, la aplicación de concha de abanico activada mecánicamente y que pase por la malla N°400, ya que al generar mayor área de superficie trabaja mejor el elemento.
- Generar líneas de investigación descentralizadas en las diversas universidades y/o institutos de investigaciones nacionales en el área de estabilización de suelos, sobre todo en suelos arcillosos, evaluando la composición química y mineralógica de la concha de abanico activada mecánicamente con el fin de explicar con mayor certeza los fenómenos que están ocurriendo al interactuar estos materiales.
- Se recomienda complementar esta investigación como son; la realización de pruebas de campo y sus efectos a largo plazo y la estimación de costos que pueden servir de referencia para ver las ventajas de estabilizar el terreno natural mediante la adición de Concha de abanico.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Blas Ramos, W., Avendaño Fernández, S., Prieto Coto, M. (2002). Aprovechamiento de residuos en el procesamiento de la concha de abanico (*Argopecten Purpuratus*) en la Bahía de Paracas. Primer Congreso Nacional de Acuicultura.
- Canero, M., Fernández, M., y Carreira, X. (2009). Mezclas de zahorras naturales y concha de mejillón para firmes de vías forestales. XIII congreso internacional de ingeniería de proyectos, Badajoz. Recuperado de http://www.aepro.com/files/congresos/2009badajoz/ciip09_1015_1023.2532.pdf
- Farfán-Raymundo, P. (2015). Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasantes arenosas. Tesis para título de Ingeniero civil, Universidad de Piura, Piura. Recuperado de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2333/ICI_218.pdf?sequence=1
- Florida department of transportation. (2015). Standard specifications for road and bridge construction: Section 913,913A. Recuperado de <http://www.fdot.gov/programmanagement/Implemented/SpecBooks/2015/Files/913-115.pdf>
- Florida department of transportation. (2015). Standard specifications for road and bridge construction: Section 914. Recuperado de <http://www.fdot.gov/programmanagement/Implemented/SpecBooks/January2017/Files/914-117.pdf>

- Juárez B, E., Rico R. A.(1999) Mecánica de suelos. Tomo I. 3ª Edición. Editorial Limusa. México.

- Julián Benites, C, Manrique Cornelio, C., Lizarzaburu Montero L., Hermoza Conde, M., Campos Staub, L., Zegarra Iglesias, L.(2010).Sustitución del cemento por residuos calcáreos de conchas de abanico en mezclas de concreto. Chimbote: Universidad San Pedro. Trabajo de Investigación.

- Manual De Procedimientos Técnicos, Laboratorio de suelos y pavimentos. Universidad San Pedro

- Orange County Utilities. (2013). Technical specifications: Section 02570 Stabilized subgrade. Florida. Recuperado de https://apps.ocfl.net/orangebids/Bid_Plans.asp?PrinterFriendly=1&FN=Y12-7022Specifications.pdf&OID=115402&ID=6081&Visitor=Guest&OrangeBids=&Plans=1&ViewOnly=1

- Ravines, M. (2010). Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelos para carreteras. Tesis para título de Ingeniero civil, Universidad de Piura, Piura. Recuperado de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1354/ICI_185.pdf?sequence=1

DEDICATORIA

A DIOS

Este trabajo de investigación está dedicado a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A MIS TRES MADRES: FANNY, RUTH Y OTILIA.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A MI ESPOSO OSCAR OLAYA

A mi amado esposo, por su apoyo y ánimo que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

A MI HIJA

A mi preciosa Ivanna por alegrarme la vida en los momentos difíciles y ser mi motivación constante.

A MI SOBRINA SAMANTHA

Quien me apoyo en el cuidado de mi hija mientras yo estudiaba, por su paciencia y sus ánimos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, el Ing. Jorge Montañez por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador. Por su apoyo durante el tiempo que duro el realizar los diferentes ensayos de laboratorio para la culminación de mi proyecto. A todos sus colaboradores quienes vieron en este proyecto de investigación una oportunidad de brindarnos sus conocimientos e impulsarnos a seguir capacitándonos.

Agradezco de manera especial a los Ingenieros y Doctores que impartieron el curso de Titulación, quienes nos enseñaron que para aprender hay esforzarse y buscar soluciones, para obtener un mayor conocimiento.

ANEXOS

A. ANEXO 1
UBICACIÓN Y
LOCALIZACION.

CARRETERA VECINAL LAS GOLONDRINAS, MONTERON,
TANGARARA

- Distrito: Marcavelica
- Provincia: Sullana
- Departamento: Piura
- Centro Poblado: Las Golondrinas.
- Coordenadas UTM: Latitud: 9463659.78 N
 Longitud: 523717.36 E



Figura N°8. Muestra en Google Earth de la Carretera Vecinal Las Golondrinas Tangarara
Monterón, Marcavelica, Sullana, Piura.



Foto N°1. Inicio de la Carretera Vecinal Las Golondrinas,
Monterón, Tangarara.



Foto N°2. Ubicación de poste de luz y letrero de señalización
de nombre para referencia.



Foto N°3. Carretera Vecinal Las Golondrinas, Monteron, Tangarara. Dsitrito de Marcavelica, Sullana, Piura.



Foto N°4. Carretera Vecinal Las Golondrinas, Monteron, Tangarara. Dsitrito de Marcavelica, Sullana, Piura.

B. ANEXO 2
ENSAYOS DE
LABORATORIO.

ENSAYO DE ESPECTOMETRIA DE
FLUORESCENCIA POR RAYOS X



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (Laboratorio N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 1778 – 16 – LAB. 12

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : FANNY MARIELLA MAURICIO ZAPATA
 - 1.2 D.N.I : 46192500
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 14/11/2016
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 14/11/2016
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 14/11/2016
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA**
 - 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA PULVERIZADA DE CONCHAS DE ABANICO "ARGOPECTEN PURPURATUS"
 - 4.2 TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ADICIONANDO 5% Y 8% CONCHA DE ABANICO "ARGOPECTEN PURPURATUS" TRITURADA EN LA CARRETERA VECINAL LAS GOLONDRINAS, MORTERON, TANGARA, DISTRITO DE MARCAVELICA, SULLANA, PIURA"
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO N°12 - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 21.1 °C; Humedad relativa: 63%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X. SHIMADZU, EDX 800-HS.
8. **RESULTADOS**

8.1 **COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA COMO ÓXIDOS**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Calcio, CaO	92.198	ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
Trióxido de Aluminio, Al ₂ O ₃	2.705	
Óxido de Silicio, SiO ₂	2.053	
Óxido de Potasio, K ₂ O	1.309	
Trióxido de Hierro, Fe ₂ O ₃	1.178	
Óxido de Estroncio, SrO	0.416	
Trióxido de Azufre, SO ₃	0.112	
Pentóxido de Fósforo, P ₂ O ₅	0.029	

*El porcentaje de error del equipo es de $\pm 0.02\%$

8.2 **COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA COMO ELEMENTOS**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio, Ca	95.905	ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
Silicio, Si	1.255	
Aluminio, Al	0.912	
Hierro, Fe	0.685	
Estroncio, Sr	0.523	
Azufre, S	0.462	
Potasio, K	0.248	
Fósforo, P	0.010	

*El porcentaje de error del equipo es de $\pm 0.02\%$

9. **VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO**

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

Quim. Natalia K. Chávez Ll.
Analista Químico
LABICER – UNI

M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Jefa de Laboratorio
Responsable del análisis
CQP 202

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

INFORME TÉCNICO N° 1778-16- LAB. 12

Página 1 de 2

ANEXO



Figura 1. Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X



Figura 2. Fotografía de la Muestra pulverizada de concha de abanico



Figura 3. Muestra colocada en el Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X



Figura 4. Muestra observada desde la cámara interna del Equipo de Fluorescencia de Rayos X



ENSAYO DE GRANULOMETRIA



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : FANNY MARIELLA MAURICIO ZAPATA
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ADICIONANDO 5% Y 8% DE CONCHA DE ABANICO *ARGOPECTEN PURPURA TRITURADA EN LA CARRETERA VECINAL LAS GOLONDRINAS, MONTERON, TANGARARA, DISTRITO DE MARCAVELICA SULLANA, PIURA.
 CURSO : TITULACION
 FECHA : 29/11/2016

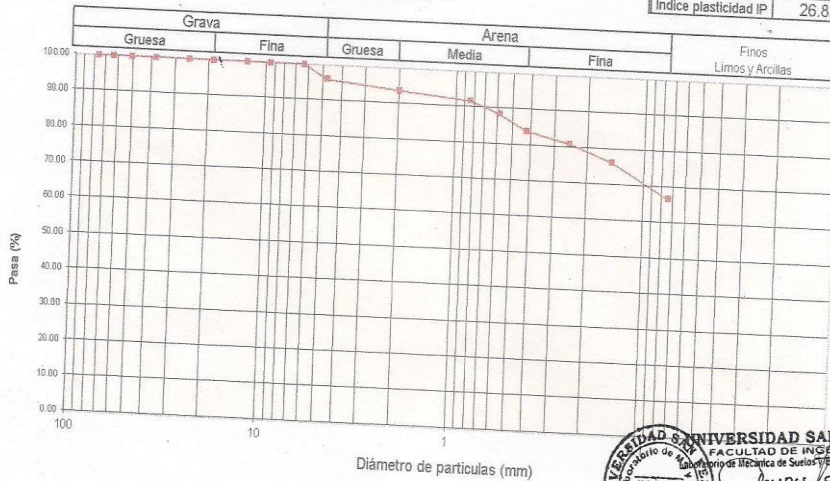
Peso Seco Inicial	700	gr.
Peso Seco Lavado	232.4	gr.
Peso perdido por lavado	467.6	gr.

MUESTRA : M - 1

Tamiz (Abertura)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO	
Nº 2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-7-5 Suelo arcilloso	
2"	50.80	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0		
1"	22.50	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0		
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0		
Nº 4	4.75	27.0	3.9	100.0		Valor del índice de grupo (IG): 19
Nº 10	2.00	16.5	2.4	96.1		Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas finas
Nº 20	0.850	13.4	1.9	93.8	Limosa alta plasticidad arenosa (Mh)	
Nº 30	0.600	22.6	3.2	91.9	Pasa tamiz Nº 4 (%) : 96.1	
Nº 40	0.425	32.1	4.6	88.6	Pasa tamiz Nº 200 (%) : 66.8	
Nº 60	0.250	21.8	3.1	84.1	D60 (mm) :	
Nº 100	0.150	32.0	4.6	80.9	D30 (mm) :	
Nº 200	0.075	67.0	9.6	76.4	D10 (mm) :	
< 200	467.6	66.8	33.2	66.8	Cu	
Total	700.0	66.8	100.0	100.0	Cc	

Límite líquido LL	61.67
Límite plástico LP	34.85
Índice plasticidad IP	26.82

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 JEFATURA
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 323505 - 326150 - 329486 Anexo 208
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLASTICO



USP

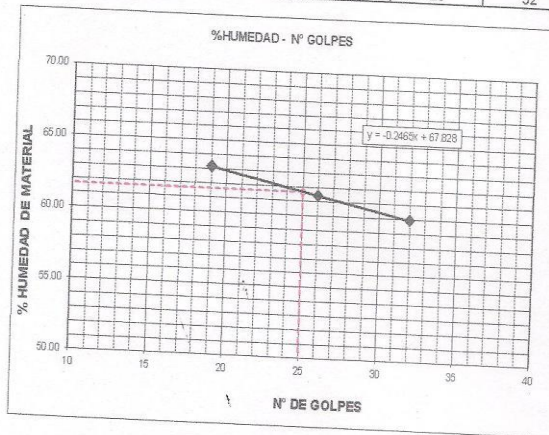
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

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

SOLICITA : FANNY MARIELLA MAURICIO ZAPATA
 TESIS : ESTABILIZACION DE SUB RASANTE ADICIONANDO 5% Y 8% DE CONCHA DE ABANICO "ARGOPECTEN PURPURATUS"
 TRITURADA EN LA CARRETERA VECINAL LAS GOLONDRINAS, MONTERON, TANGARARA, DISTRITO DE MARCAVELICA SULLANA, PIURA.
 FECHA : 29/11/2016

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	37.09	36.40	35.81	18.14	21.46	24.63
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	29.91	28.38	29.33	17.12	20.65	23.70
PESO DE LA TARA (gr.)	18.54	15.32	18.52	14.17	18.30	21.08
PESO DEL AGUA (gr.)	7.18	8.02	6.48	1.02	0.87	0.83
PESO SUELO SECO (gr.)	11.37	13.06	10.81	2.95	2.35	2.62
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	63.15	61.41	59.94	34.58	34.47	35.50
Nro. DE GOLPES	19	26	32	34.85		



LIMITE LIQUIDO
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)
LL : % 61.67

LIMITE PLASTICO
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)
LP : % 34.85

INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM D-438
IP : % 26.82



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

ENSAYO DE PROCTOR Y CBR
PATRON



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

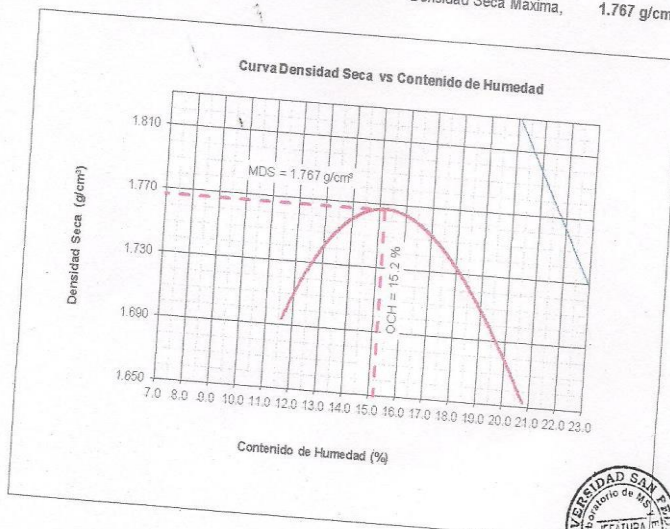
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA FANNY MARIELLA MAURICIO ZAPATA
TESIS ESTABILIZACION DE SUB RASANTE ADICIONANDO 5% Y 8% DE CONCHA DE ABANICO "ARGOPECTEN PURPURATUS" TRITURADA, EN LA CARRETERA VECINAL LAS GOLONDRINAS MONTERON, TANGARARA, DISTRITO DE MARCAVELICA, SULLANA , PIURA
MATERIAL TERRENO NATURAL (PATRON)
FECHA 29/11/2016

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3761	3887	3918	3866
02 - Peso del Molde (g)	1891.5	1891.5	1891.5	1891.5
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1869.5	1995.5	2026.5	1974.5
04 - Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.890	2.018	2.049	1.996
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	655.7	845.1	814.3	878.3
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	604.8	765.0	717.5	755.3
09 - Peso del agua (g)	50.9	80.1	96.8	123.0
10 - Peso del tarro (g)	167.0	209.3	171.6	164.7
11 - Peso suelo seco (g)	437.8	555.7	545.9	590.6
12 - Contenido de Humedad (%)	11.6	14.4	17.7	20.8
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.694	1.764	1.741	1.653

Contenido Optimo Humedad 15.2 % Densidad Seca Maxima, 1.767 g/cm³



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

Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 323505 - 326150 - 329486 Anexo 208
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D-1883

SOLICITA FANNY MARIELLA MAURICIO ZAPATA
TESIS ESTABILIZACION DE SUB RASANTE ADICIONANDO 5% Y 8% DE CONCHA DE ABANICO "ARGOPECTEN PURPURATUS" TRITURADA, EN LA CARRETERA VECINAL LAS GOLONDRINAS MONTERON, TANGARARA, DISTRITO DE MARCAVELICA, SULLANA, PIURA
MATERIAL TERRENO NATURAL (PATRON)
FECHA 29/11/2016

Características		1	2	3
Numero de Molde		1	2	3
Numero de Capas		5	5	5
Numero de Golpes		56	25	12
Energía Compactación [kg-cm/cm ²]		27.7	12.2	6.1
Densidad Seca [CBR]				
01 - Peso suelo humedo + molde (g)		8,616.0	8,755.0	8,503.0
02 - Peso del molde (g)		4,116.0	4,694.0	4,875.0
03 - Peso suelo humedo (g)		4,500.0	4,061.0	3,628.0
04 - Volumen de molde, cm ³		2,210.000	2,141.000	2,012.000
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)		2.036	1.897	1.803
06 - Tarro N°		0.0	0.0	0.0
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)		612.0	644.7	621.7
08 - Peso suelo seco + tarro (g)		553.0	581.9	560.5
09 - Peso del agua (g)		59.0	62.8	61.2
10 - Peso del tarro (g)		165.0	169.1	158.7
11 - Peso suelo seco (g)		388.0	413.8	401.8
12 - Contenido de humedad (%)		15.2	15.2	15.2
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)		1.767	1.647	1.565
Saturación				
Embebido				
Dia 01	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial
Dia 02	17-oct-16	5.00PM	0.05	0.10
Dia 03	18-oct-16	5.00PM	0.17	0.15
Dia 04	19-oct-16	5.00PM	0.32	0.28
Expansión, %	20-oct-16	5.00PM	0.59	0.62
Absorción			12.9	11.4
Numero de molde		1	2	3
01 - Peso suelo humedo antes (g)		4,500.0	4,061.0	3,628.0
02 - Peso suelo embebido + molde (g)		8,850.4	8,994.8	8,751.7
03 - Peso del molde (g)		4,116.0	4,694.0	4,875.0
04 - Peso suelo embebido (g)		4,734.4	4,300.8	3,876.7
05 - Peso del agua absorvida (g)		234.4	239.8	248.7
06 - Peso del suelo seco (g)		3,906.0	3,525.9	3,148.4
07 - Absorción de agua (%)		6.0	6.8	7.9
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.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	5.0	49.2	3.0	40.7
1.3	8.0	61.9	5.0	49.2
1.9	12.0	78.9	8.0	61.9
2.5	18.0	104.40	11.0	74.66
3.2	24.0	129.9	15.0	91.7
3.8	31.0	159.6	19.0	108.7
5.08	37.0	185.1	23.0	125.7
7.6	56.0	265.9	35.0	178.6
10.16	64.0	299.9	43.0	210.6
12.7	68.0	308.4	50.0	240.4
Carga [%]	104.4 kgf. [7.7%]	74.66 kgf. [5.5%]	53.41 kgf. [3.9%]	155.4



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - U.D. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 323505 - 326150 - 329486 Anexo 208
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

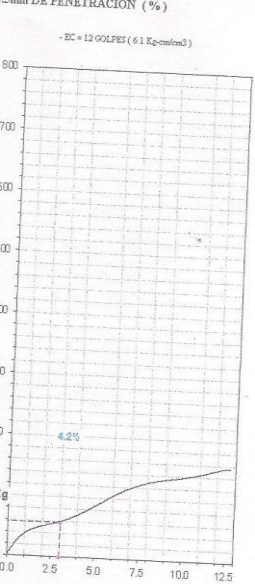
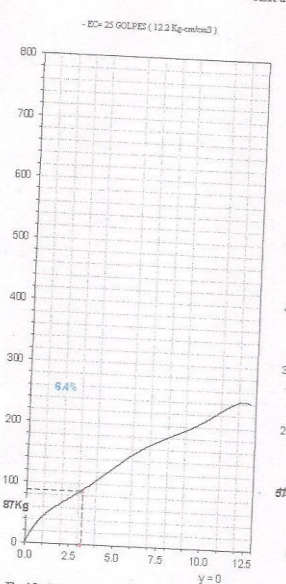
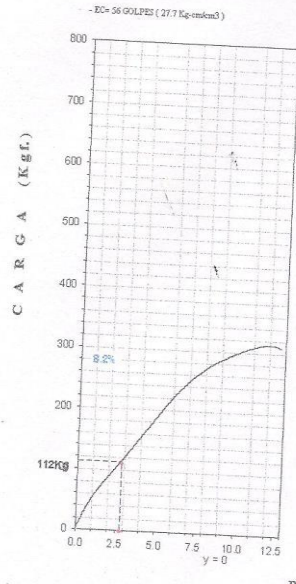
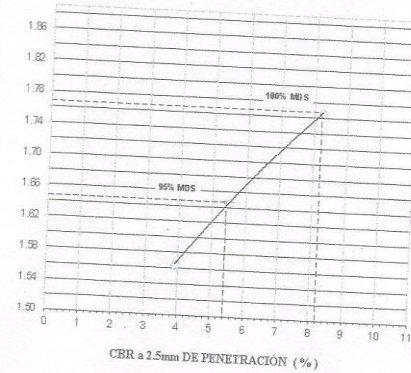
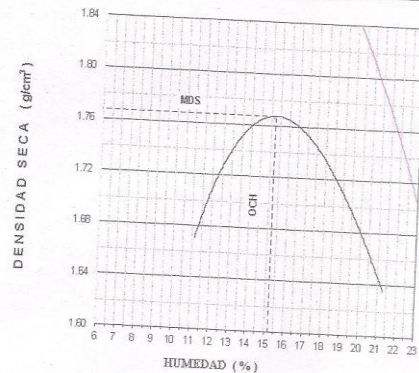


USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

SOLICITA	FANNY MARELLA MAUROO ZAPATA	
TESIS	ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ADICIONANDO 5% Y 8% DE CONCHA DE ABANICO AROOPECTEN PURPURATUS TRITURADA EN LA CARRETERA VECINAL LAS GOLONDRINAS MONTERON, TANGAPARA, DISTRITO DE MARCAVELICA, SULLANA, PIURA	
MATERIAL	TERRENO NATURAL (PATRON)	
	FECHA	29-nov-2016
MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.767	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.2	
CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	8.2	
CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	5.4	
ABSORCIÓN :	EMBEBIDO : 4 DIAS	EXPANSIÓN :
6.0 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN :	12.9 %
		21.2 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 323505 - 326150 - 329486 Anexo 208
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

ENSAYO DE PROCTOR Y CBR
CON ADICION DE 5% DE CONCHA DE
ABANICO ACTIVADA
MECANICAMENTE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

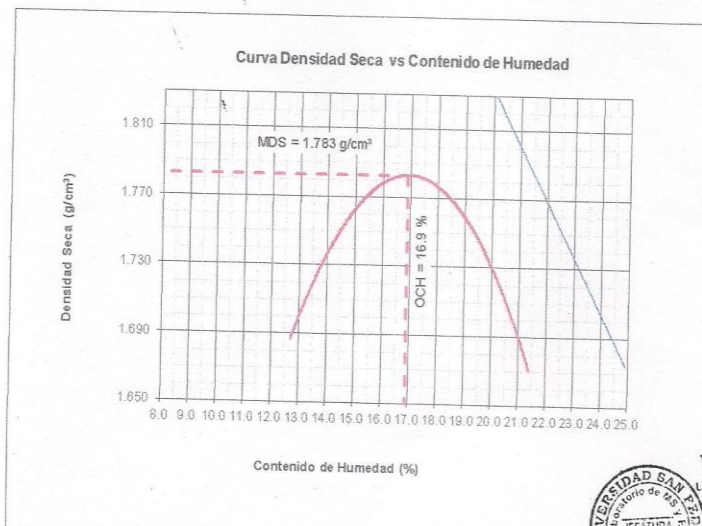
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA FANNY MARIELLA MAURICIO ZAPATA
 TESIS ESTABILIZACION DE SUB RASANTE ADICIONANDO 5% Y 8% DE CONCHA DE ABANICO "ARGOPECTEN PURPURATUS" TRITURADA, EN LA CARRETERA VECINAL LAS GOLONDRINAS MONTERON, TANGARARA, DISTRITO DE MARCAVELICA, SULLANA, PIURA
 MATERIAL TERRENO NATURAL (5% ADICION)
 FECHA 29/11/2016

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3732	3883	3925	3858
02 - Peso del Molde (g)	1851.5	1851.5	1851.5	1851.5
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1880.5	2031.5	2073.5	2006.5
04 - Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.901	2.054	2.097	2.029
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	587.4	626.8	690.0	733.8
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	540.0	570.0	611.0	633.3
09 - Peso del agua (g)	47.4	56.8	79.0	100.5
10 - Peso del tarro (g)	167.0	209.3	171.6	164.7
11 - Peso suelo seco (g)	373.0	360.7	439.4	468.6
12 - Contenido de Humedad (%)	12.7	15.7	18.0	21.4
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.687	1.775	1.777	1.671

Contenido Optimo Humedad **16.9 %** Densidad Seca Maxima, **1.783 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz /B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 323505 - 326150 - 329486 Anexo 208
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR

NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA FANNY MARIELLA MAURICIO ZAPATA
 TESIS ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ADICIONANDO 5% Y 8% DE CONCHA DE ABANICO
 "ARGOPECTEN PURPURATUS" TRITURADA, EN LA CARRETERA VECINAL LAS GOLONDRINAS
 MONTERON, TANGARARA, DISTRITO DE MARCAVELICA, SULLANA, PIURA
 MATERIAL TERRENO NATURAL (5% ADICION)
 FECHA 29/11/2016

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)	8,723.0	8,840.0	8,544.0			
02 - Peso del molde (g)	4,116.0	4,694.0	4,875.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,607.0	4,146.0	3,669.0			
04 - Volumen de molde, cm³	2,210.000	2,141.000	2,012.000			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm³)	2.085	1.936	1.824			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	556.0	578.2	587.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	499.4	518.9	525.0			
09 - Peso del agua (g)	56.6	59.3	62.0			
10 - Peso del tarro (g)	165.0	168.1	158.7			
11 - Peso suelo seco (g)	334.4	350.8	366.3			
12 - Contenido de humedad (%)	16.9	16.9	16.9			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.783	1.656	1.560			
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial			
Día 01	17-oct-16	5.00PM	0.05			
Día 02	18-oct-16	5.00PM	0.17			
Día 03	19-oct-16	5.00PM	0.42			
Día 04	20-oct-16	5.00PM	0.70			
Expansión, %			15.3			
Absorción			14.7			
Numero de molde						
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,607.0	4,146.0	3,669.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,987.0	9,106.0	8,791.9			
03 - Peso del molde (g)	4,116.0	4,694.0	4,875.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,871.0	4,412.0	3,916.9			
05 - Peso del agua absorvida (g)	264.0	266.0	247.9			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,940.1	3,546.5	3,137.9			
07 - Absorción de agua (%)	6.7	7.5	7.9			
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	7.0	57.7	5.0	49.2	3.0	40.7
1.3	11.0	74.7	7.0	57.7	5.0	49.2
1.9	20.0	112.9	11.0	74.7	7.0	57.7
2.5	35.0	176.64	16.0	95.91	9.0	66.16
3.2	40.0	197.9	22.0	121.4	11.0	74.7
3.8	50.0	240.4	34.0	172.4	14.0	87.4
5.08	60.0	282.9	34.0	172.4	18.0	104.4
7.6	79.0	363.6	54.0	257.4	29.0	151.1
10.16	87.0	397.6	60.0	282.9	34.0	172.4
12.7	90.0	410.3	64.0	289.9	43.0	210.6
Carga [%]	176.64 kgf. [13%]		95.91 kgf. [7%]		66.16 kgf. [4.8%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 326508 - 326150 - 329486 Anexo 208
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



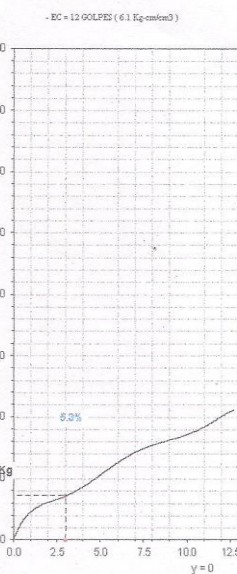
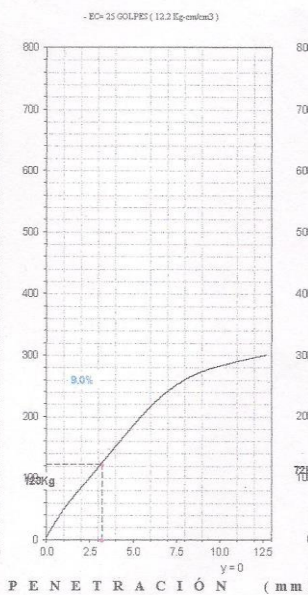
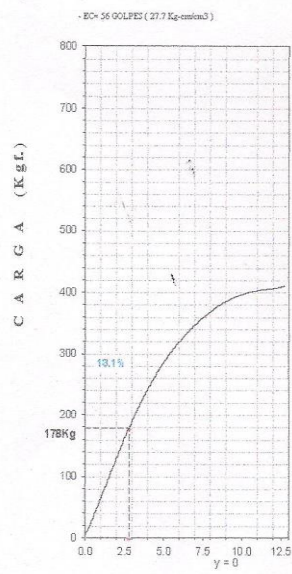
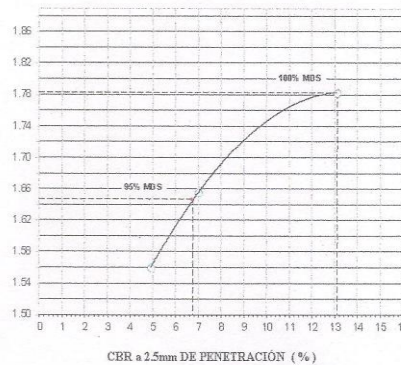
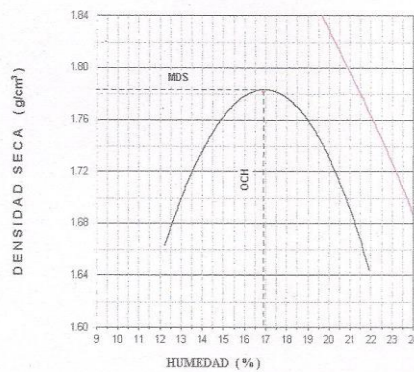
USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

SOLICITA	FANNY MARELLA MAURICIO ZAPATA	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE ADICIONANDO 5% Y 6% DE CONCHA DE ABANICO AROGPECTEN PURPURATUS TRITURADA EN LA CARRETERA VECINAL LAS COLONDIAS MONTERON, TANGARARA, DISTRITO DE MARCAVELICA, SULLANA, PIURA	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.783
MATERIAL	TERRENO NATURAL (5% ADICION)	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.9
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	13.1
		CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	6.8
	FECHA: 29-nov-2016	EMBEBIDO: 4 DIAS	EXPANSIÓN: 15.3 %
		ABSORCIÓN: 6.7 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 23.6 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 323505 - 326150 - 329486 Anexo 208
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

ENSAYO DE PROCTOR Y CBR
CON ADICION DE 8% DE CONCHA DE
ABANICO ACTIVADA MECANICAMENTE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

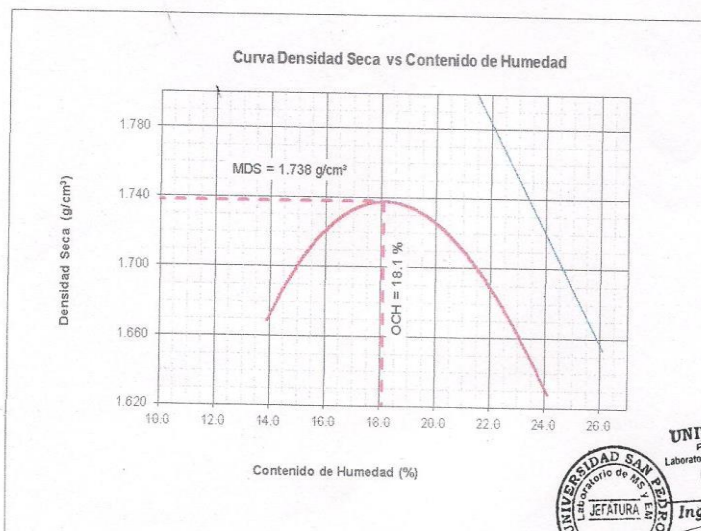
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA FANNY MARIELLA MAURICIO ZAPATA
TESIS ESTABILIZACION DE SUB RASANTE ADICIONANDO 5% Y 8% DE CONCHA DE ABANICO "ARGOPECTEN PURPURATUS" TRITURADA, EN LA CARRETERA VECINAL LAS GOLONDRINAS MONTERON, TANGARARA, DISTRITO DE MARCAVELICA, SULLANA, PIURA
MATERIAL TERRENO NATURAL (8% ADICION)
FECHA 29/11/2016

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3732	3860	3900	3850
02 - Peso del Molde (g)	1851.5	1851.5	1851.5	1851.5
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1880.5	2008.5	2048.5	1998.5
04 - Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.901	2.031	2.071	2.021
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	609.0	634.0	673.7	733.8
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	555.0	572.0	590.0	623.3
09 - Peso del agua (g)	54.0	62.0	83.7	110.5
10 - Peso del tarro (g)	167.0	209.3	171.6	164.7
11 - Peso suelo seco (g)	388.0	362.7	418.4	458.6
12 - Contenido de Humedad (%)	13.9	17.1	20.0	24.1
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.669	1.734	1.726	1.628

Contenido Optimo Humedad 18.1 % Densidad Seca Maxima, 1.738 g/cm³



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Brd. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 323505 - 326150 - 329486 Anexo 208
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR

NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA FANNY MARIELLA MAURICIO ZAPATA
 TESIS ESTABILIZACION DE SUB RASANTE ADICIONANDO 5% Y 8% DE CONCHA DE ABANICO "ARGOPECTEN PURPURATUS" TRITURADA, EN LA CARRETERA VECINAL LAS GOLONDRINAS MONTERON, TANGARARA, DISTRITO DE MARCAVELICA, SULLANA, PIURA
 MATERIAL TERRENO NATURAL (8% ADICION)
 FECHA 29/11/2016

Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energía Compactación [kg-cm/cm ²]	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,652.0		8,790.0		8,490.0	
02 - Peso del molde (g)	4,116.0		4,694.0		4,875.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	4,536.0		4,096.0		3,615.0	
04 - Volumen de molde, cm ³	2,210.000		2,141.000		2,012.000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	2.052		1.913		1.797	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	670.0		583.3		609.7	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	592.6		519.6		540.7	
09 - Peso del agua (g)	77.4		63.7		69.0	
10 - Peso del tarro (g)	165.0		168.1		158.7	
11 - Peso suelo seco (g)	427.6		351.5		382.0	
12 - Contenido de humedad (%)	18.1		18.1		18.1	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.738		1.620		1.522	
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	17-oct-16	5.00PM	0.05	0.10	0.04	
Dia 02	18-oct-16	5.00PM	0.17	0.15	0.05	
Dia 03	19-oct-16	5.00PM	0.42	0.28	0.26	
Dia 04	20-oct-16	5.00PM	0.75	0.69	0.73	
Expansión, %			16.4	15.1	16.0	
Absorción						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,536.0		4,096.0		3,615.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,105.2		9,171.4		8,823.8	
03 - Peso del molde (g)	4,116.0		4,694.0		4,875.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	4,989.2		4,477.4		3,948.8	
05 - Peso del agua absorvida (g)	453.2		381.4		333.8	
06 - Peso del suelo seco (g)	3,840.8		3,467.6		3,061.9	
07 - Absorción de agua (%)	11.8		11.0		10.9	
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	6.0	53.4	4.0	44.9	4.0	44.9
1.3	14.0	87.4	8.0	61.9	6.0	53.4
1.9	27.0	142.6	13.0	83.2	11.0	74.7
2.5	55.0	261.62	22.0	121.40	12.0	78.91
3.2	69.0	321.1	27.0	142.6	15.0	91.7
3.8	78.0	359.4	37.0	185.1	18.0	104.4
5.08	88.0	401.8	48.0	231.9	21.0	117.2
7.6	115.0	516.6	70.0	325.4	30.0	155.4
10.16	145.0	644.0	79.0	363.6	33.0	168.1
12.7	160.0	707.8	88.0	401.8	37.0	185.1
Carga [%]	261.62 kgf. [19.2%]		121.4 kgf. [8.9%]		78.91 kgf. [5.8%]	

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chiclaya
 Telf. (043) 323505 - 326150 - 329488 Anexo 208
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



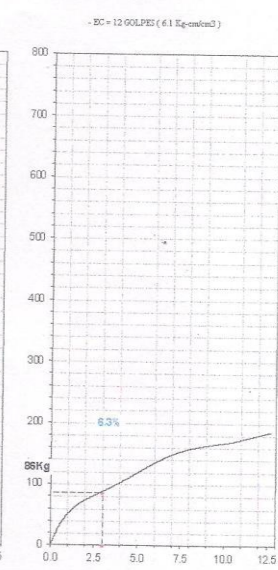
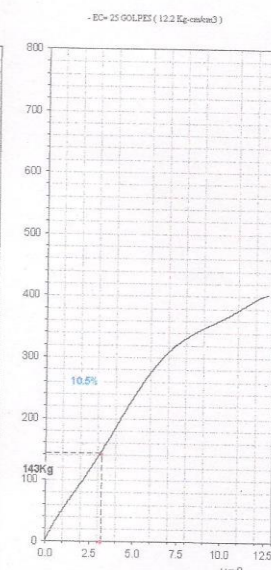
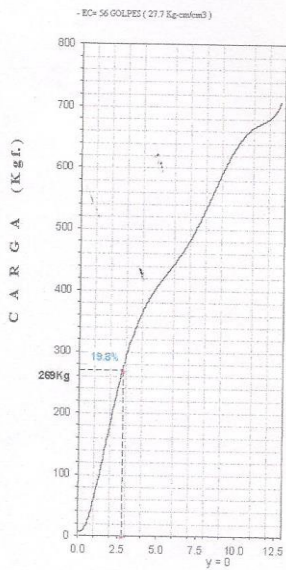
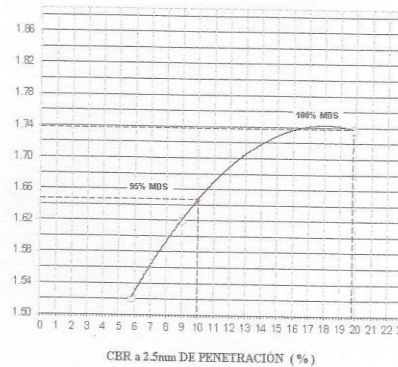
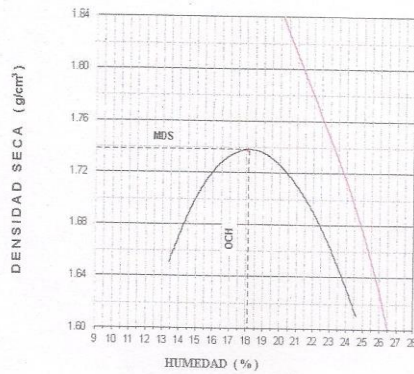


USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

SOLICITA	FANNY MARELLA MAURICIO ZAPATA	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ADICIONANDO 8% Y 8% DE CONCHA DE ABANICO ARROPECTEN PURPURATUS* TRITURADA EN LA CARRETERA VECINAL LAS GOLONDRINAS MONTERON, TANGARARA, DISTRITO DE MARCAVELICA, SULLANA, PLURA	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.738
		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.1
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	19.8
		CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	10.0
MATERIAL	TERRENO NATURAL (8% ADICION)	EMBEBIDO	4 DIAS
	FECHA: 29-nov-2016	EXPANSIÓN	16.4 %
		ABSORCIÓN	11.8 %
		HUMEDAD DE PENETRACIÓN	29.9 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 323505 - 326150 - 329486 Anexo 208
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

C. ANEXO 3
PANEL
FOTOGRAFICO.



Foto N°1. Inicio de la Carretera Vecinal Las Golondrinas,
Morterón, Tangará.



Foto N°2. Ubicación de poste de luz y letrero de señalización de nombre para referencia.



Foto N°3. Carretera Vecinal Las Golondrinas, Monteron, Tangarara. Dsitrito de Marcavelica, Sullana, Piura.



Foto N°4. Carretera Vecinal Las Golondrinas, Monteron, Tangarara. Dsitrito de Marcavelica, Sullana, Piura.

CALICATAS



Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro:

Johan Villegas y Bach. Fanny Mauricio Z.



Foto N°6. Excavación de la calicata.



Foto N°7. Calicata terminada.

ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO.



Foto. N°8. Balanza utilizada para realizar los ensayos de Límite Líquido y Limite Plástico.



Foto N°9. Instrumento de Casa Grande que se utilizaron en los ensayos de LL- LP.



Foto N°10. Tamiz #40 y material in situ.



Foto N°11. Tamizando el material para realizar los ensayo de LL-LP.



Foto N°12. Echamos la mezcla de agua con material tamizado en la copa de Casagrande.

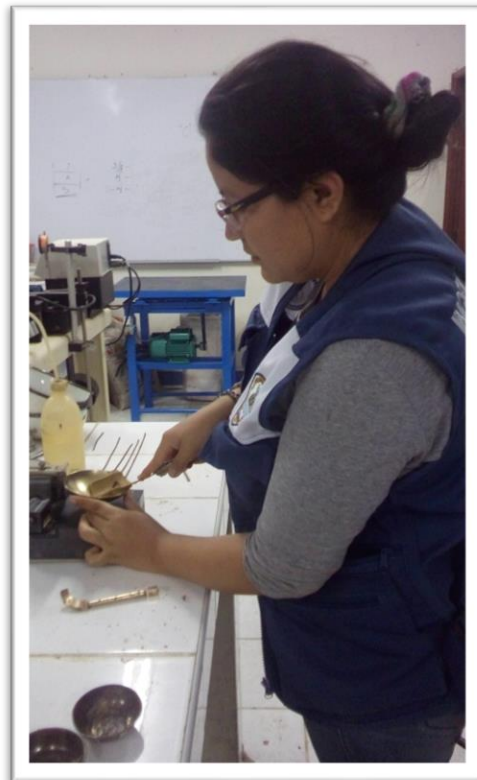


Foto N°13. Echamos la mezcla de agua con material tamizado en la Copa de Casagrande.



Foto N°14. Muestra ranurada para los respectivos golpes.



Foto N°15. Realizando los golpes para el ensayo de LL.

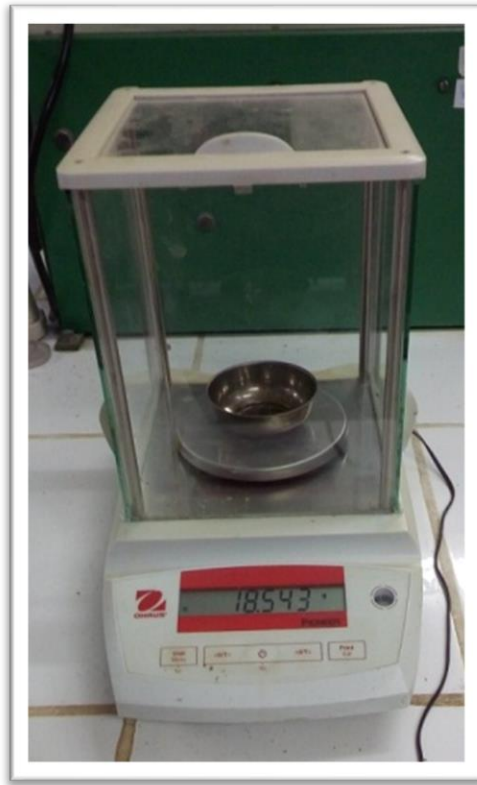


Foto N°16. Pesando el material en la balanza analítica del laboratorio de USP.



Foto N°17. Hornado de material.



Foto N°18. Material después del hornado.

ENSAYO DE LIMITE PLASTICO



Foto N°19. Realizando ensayo de LP.



Foto N°20. Muestra enrollada del suelo en estudio.



Foto N°21. Muestra del suelo enrollado.

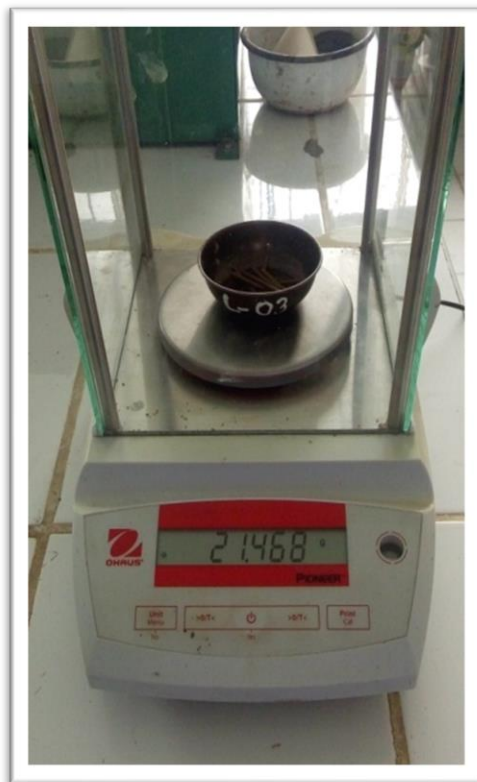


Foto N°22. Pesando el material antes de entrar al horno.



Foto N°23. Hornado de material.



Foto N°24. Taras después del hornado.

ENSAYO DE GRANULOMETRIA.



Foto N°25. Preparando el material para ensayo de Granulometría.



Foto N°26. Tamizando el material.



Foto N°27. Material listo para colocar dentro del horno.



Foto N°28. Material en el horno.

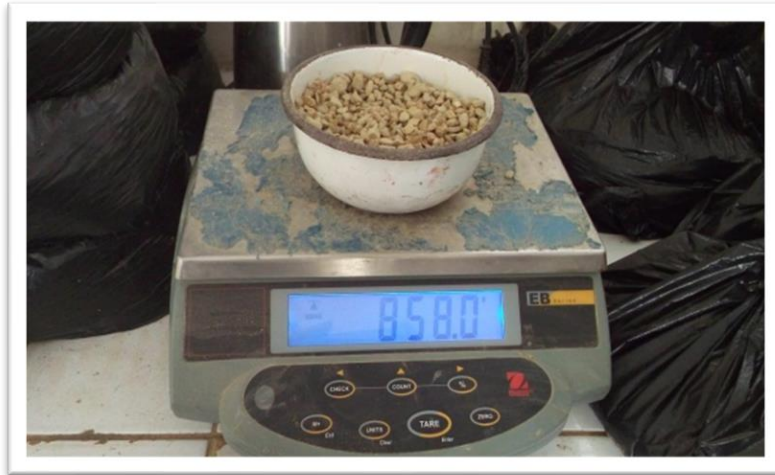


Foto N°29. Pensando el material después del hornado.

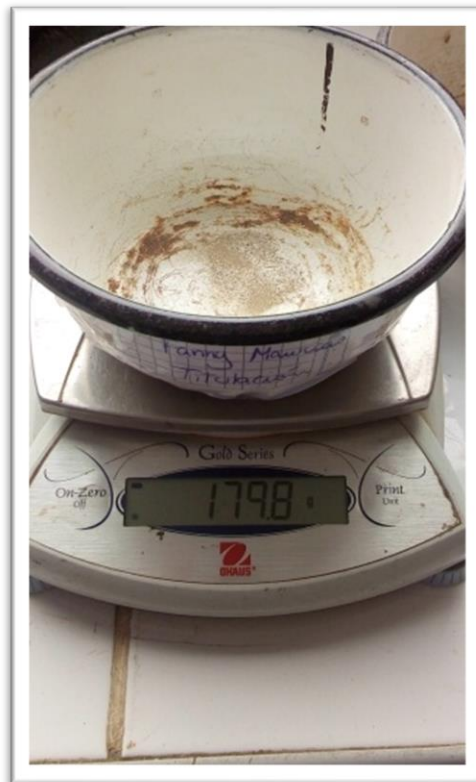


Foto N°30. Pesando la tara.



Foto N°31. Tamizando el material.



Foto.N°32. Material retenido por tamiz.

ENSAYOS DE CBR – PROCTOR

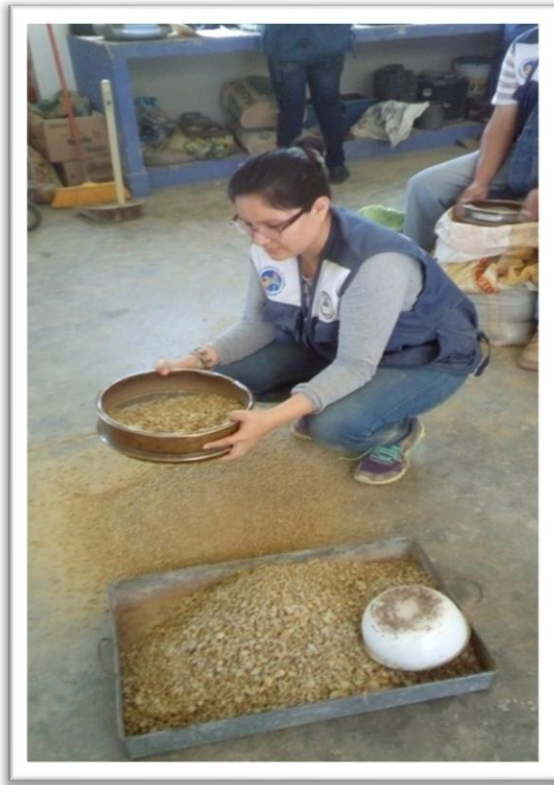


Foto N°33. Tamizando el material por la malla #40 para realizar los ensayos de Próctor y CBR.

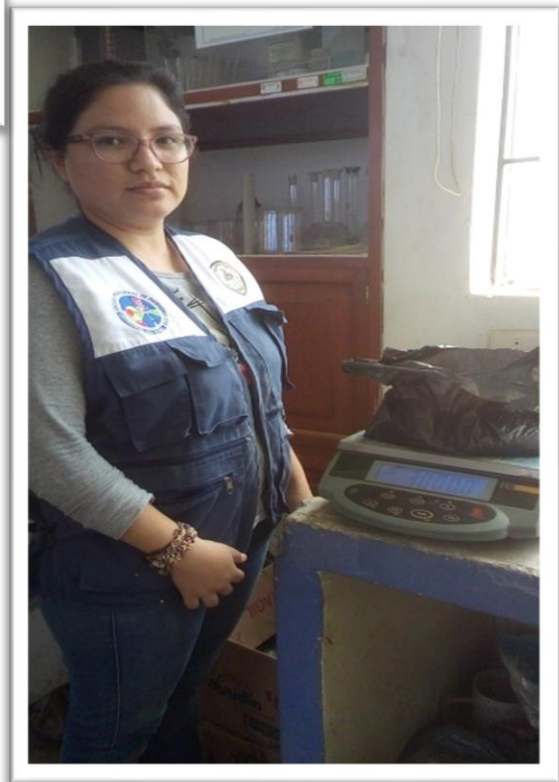


Foto N° 34. Pesando el material para los respectivos ensayos de Proctor y CBR.



Foto N°35. Muestra de 3kg para ensayo De Proctor.



Foto N°36. Muestra de 6kg para ensayo
de CBR.



Foto N°37. Material clasificado de 3kg y 6kg para los ensayos Correspondientes.

PROCTOR



Foto N°38. Mezcla de material con agua en la proporción indicada según cálculos.



Foto N°39. Realizando los golpes con el pisón.



Foto N°40. Retirando el material excedente del molde



Foto N°41. Visita de supervisión del Director de Escuela de Ingeniería, el ing. Miguel Solar Jara.



Foto N°42. Visita de supervisión del Director de Escuela de Ingeniería, el ing. Miguel Solar Jara y el Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, el ing. Montañez.



Foto N°43. Pesamos los moldes con el material para nuestro respectivo trabajo de gabinete.



Foto N°44. Taras con el material con sus respectivos pesos listas para colocarlas dentro del horno.

CBR



Foto N°45. Molde utilizado para el ensayo de CBR



Foto N°46. Pisón para CBR.



Foto N°47. Material Suelo más adicción de Concha de abanico.



Foto N°48. Compactación del material.

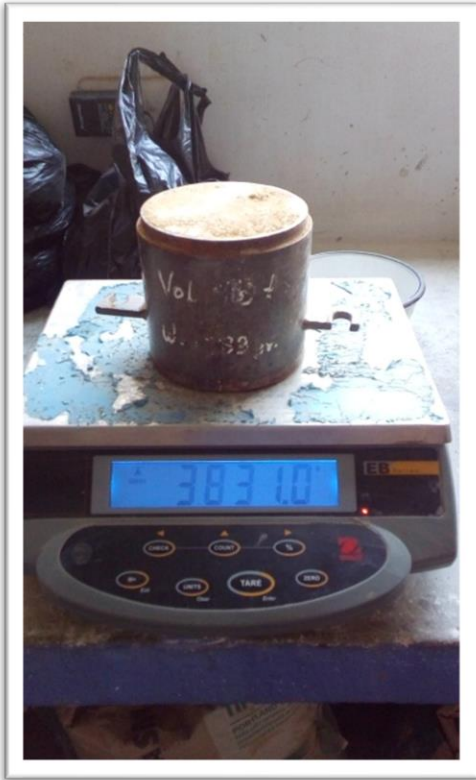


Foto N° 49. Pesando el molde con el material para el ensayo de CBR



Foto N° 50. Prensa mecánica para ensayo a compresión tipo CBR



Foto N°51. Vista de supervisión del Ing. Rogelio Castañeda, asesor del proyecto de Investigación.