UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

**mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos
empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de talara, piura**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR(ES)

Bravo Barrionuevo, Brandon Enrique (0000-0001-5216-1701)

Lopez Jara, Heiner Arturo (0000-0002-3806-0610)

ASESOR

Fernández Díaz, Carlos Mario (0000-0001-6774-8839)

Lunes, 11 de enero del 2021

DEDICATORIA

Dedicamos la presente tesis a Dios, a nuestros padres por su esfuerzo y apoyo para poder realizarnos como personas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque cuida nuestros pasos, nos cuida y nos guía en la vida.

A nuestro asesor Ing. Carlos Fernández Días, por ser nuestro guía para el desarrollo de la presente tesis.

RESUMEN

Los suelos arcillosos tienen la característica de hincharse cuando son expuestos a la humedad y de contraerse cuando existe sequedad, esto representa un problema especialmente en las cimentaciones que se construyen sobre este tipo de suelo. Por ello, la presente investigación tiene como finalidad evaluar el efecto en las propiedades mecánicas al adicionar vidrio y valvas de molusco triturados a este suelo problemático. La presente tesis tuvo un enfoque cuantitativo, ya que el estudio del suelo arcilloso se realizó mediante la medición de indicadores tales como Corte directo, Proctor Modificado, Límites de Atterberg y Granulometría.

Además, el uso del vidrio y valvas de molusco disminuirá los costos de mejoramiento del suelo arcilloso, ya que son materiales que se encuentran por abundancia en la zona de estudio. Y los costos para adquirir estos productos son mínimos. Con esta clase de mejora presentada en la investigación, el suelo arcilloso mejora notablemente, ya que este aumenta su capacidad de soporte.

Los resultados muestran que el uso de las valvas de molusco y polvo de vidrio brindan un aumento de la resistencia del suelo arcilloso, además muestra una disminución de las deformaciones transversales que están presentes por la aplicación de cargas sobre el terreno arcilloso. Finalmente, se observó que, al combinar el suelo arcilloso con el polvo de valvas de molusco y polvo de vidrio, esta mezcla disminuye la absorción de agua, convirtiendo de esta manera más estable al terreno arcilloso.

PALABRAS CLAVE: Suelo Arcilloso; Vidrio; Valvas de Molusco

Improvement of the mechanical properties of clay soils using mollusk shell and Glass powder in the city of Talara, Piura.

ABSTRACT

Clayey soils have the characteristic of swelling when exposed to moisture and shrinking when there is dryness, this represents a problem especially in foundations that are built on this type of soil. Therefore, the purpose of this research is to evaluate the effect on mechanical properties by adding glass powder and mollusk shell powder to this problem soil. The present thesis had a quantitative focus, since the study of clay soil was carried out by measuring indicators such as Direct Cut, Modified Proctor, Atterberg Limits and Granulometry.

In addition, the use of glass powder and mollusk shells will decrease the costs of clay soil improvement, since they are materials found in abundance in the study area. And the costs to purchase these products are minimal. With this kind of improvement presented in research, clayey soil improves markedly as it increases its bearing capacity.

The results show that the use of mollusk shells and glass powder provide an increase in the resistance of the clay soil, in addition it shows a decrease in the transverse deformations that are present by the application of loads on the clay soil. Finally, it was observed that, when combining clay soil with shellfish powder and glass powder, this mixture decreases the absorption of water, thus making clay soil more stable.

KEY WORDS: Clay soil; mollusk shell; Glass; Stabilization

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	6
REALIDAD PROBLEMÁTICA	7
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
JUSTIFICACIÓN	14
HIPÓTESIS	15
OBJETIVO	15
□ OBJETIVO GENERAL	15
□ OBJETIVO ESPECÍFICOS	15
LIMITACIONES	16
DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	17
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	18
1.1. EL SUELO.....	18
1.2. SUELO ARCILLOSO.....	20
1.3. TIPOS DE SUELOS ARCILLOSOS.	21
1.4. VALVAS DE MOLUSCO.	23
1.4.1. ORIGEN Y MORFOLOGÍA	23
1.4.2. COMPOSICIÓN DE LAS CONCHAS DE ABANICO	24
1.5. VIDRIO RECICLADO.....	25
1.5.1. ORIGEN	25
1.5.2. COMPONENTES DEL VIDRIO	25
1.6. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.	26
1.6.1. TIPOS DE ESTABILIZACIONES	26
1.7. ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS.....	28
1.7.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM-D422)	28
1.7.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN.....	29
1.7.3. LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM-D4318):	31
1.7.4. PROCTOR MODIFICADO (ASTM-D696)	34
1.7.5. CORTE DIRECTO (ASTM-D3080).....	36
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA	38
TIPO DE INVESTIGACIÓN	38
NIVEL DE INVESTIGACIÓN	38

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	38
VARIABLES:	39
2.1. RECOLECCIÓN DE ELEMENTOS.	39
2.1.1. RECOLECCIÓN DEL SUELO ARCILLOSO	39
2.1.2. RECOLECCIÓN DE LAS VALVAS DE MOLUSCO (VM).	40
2.1.3. RECOLECCIÓN DEL VIDRIO (VR)	41
2.1.4. OBTENCIÓN DEL POLVO DE VIDRIO Y VALVAS DE MOLUSCO....	42
2.2. MEZCLA DE SUELO ARCILLOSO Y POLVO DE VALVAS DE MOLUSCO.	44
2.3. PROCESO DE EXPERIMENTACIÓN.	45
CAPITULO 3: RESULTADOS.....	46
3.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICA: ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LA CLASIFICACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO NATURAL.....	46
3.1.1. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LA CLASIFICACIÓN FÍSICA DEL SUELO NATURAL (ANEXO 3).....	46
3.1.1.1. ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) .	46
3.1.1.2. GRANULOMETRÍA POR SEDIMENTACIÓN (ASTM D422).....	47
3.1.1.3. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-4318 AASHTO T-89).....	49
3.1.1.4. CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN SUCS	50
3.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICA - MECÁNICA DEL SUELO ARCILLOSO Y SUS MEZCLAS.	50
3.2.1. ENSAYO FÍSICO: LÍMITES DE CONSISTENCIA AL SUELO CON LAS MEZCLAS	50
3.2.1.1. ANÁLISIS DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA:.....	52
3.2.2. ENSAYO MECÁNICO: PROCTOR MODIFICADO AL SUELO NATURAL Y CON LAS MEZCLAS	53
3.2.2.1. ANÁLISIS DEL PROCTOR MODIFICADO:.....	55
3.2.3. ENSAYO MECÁNICO: CORTE DIRECTO AL SUELO NATURAL Y CON LAS MEZCLAS	55
3.2.3.1. ANÁLISIS DEL CORTE DIRECTO CONSOLIDAD DRENADO:....	60
3.3. DEFINICIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA	61
CAPITULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
4.1. CONCLUSIONES	62
4.2. RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	65
ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Componentes minerales de la concha de abanico (Macroelemento)	25
Tabla 2: Porcentajes de composición del vidrio	26
Tabla 3: Relación entre el grado de expansión y el límite líquido.	34
Tabla 4: Relación entre el potencial de hinchamiento y el índice de plasticidad.	34
Tabla 5 Cuadro de Resumen.....	35
Tabla 6: Proporción de Mezcla y Símbolos Referentes a cada Material.	44
Tabla 7: Tabla para hallar la ACTIVIDAD del suelo arcilloso.....	48
Tabla 8: Clasificación SUCS de la muestra	50
Tabla 9:Máximos Esfuerzos de Corte	58
Tabla 10: Comparación de Resultados de Corte Directo Consolidado Drenado	60
Tabla 11: Resumen de resultados de ensayos.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Mapa de geodinámica interna Talara – Piura.	8
FIGURA 2: Esquema de una muestra de suelo y el modelo de sus 3 fases.	18
FIGURA 3: Etapas y procesos en la formación del suelo.	19
FIGURA 4: Tres unidades estructurales básicas y radios iónicos.	21
FIGURA 5: Estructura de la caolinita.	22
FIGURA 6: Estructura de la Illita.	22
FIGURA 7: Estructura de la Montmorillonita.	23
FIGURA 8: Morfología interna de la concha de abanico:	24
FIGURA 9: Comparación de un suelo sin compactar y compactado.	27
FIGURA 10: Tamaño de tamices	28
FIGURA 11: Equipo para el ensayo.	30
FIGURA 12: Aparato manual para Límite Líquido (Cuchara Casagrande).	31
FIGURA 13: Lugar de extracción de la muestra de suelo.	40
FIGURA 14: Ubicación de las valvas de Molusco.	40
FIGURA 15: Valvas de Molusco	41
FIGURA 16: Botellas de Vidrio	41
FIGURA 17: Botellas de Cerveza	42
FIGURA 18: Limpieza de Botellas.	42
FIGURA 19: Limpieza de Conchas de Abanico	43
FIGURA 20: Curva granulométrica del suelo arcilloso	46
FIGURA 21: Curva granulométrica por sedimentación.	47
FIGURA 22: Clasificación de cambio de potencial de volumen	48
FIGURA 23: Diagrama de fluidez.	49
FIGURA 24: Proceso del Ensayo de Límites de Consistencia.	51
FIGURA 25: límite líquido (LL), límite plástico (LP) y el índice de plasticidad (IP) al suelo natural y mezclas.	52
FIGURA 26: Proceso del ensayo de Proctor Modificado	53
FIGURA 27: Curvas de compactación del suelo natural y las mezclas	54
FIGURA 28: Resumen de resultados de ensayos de Proctor modificado	54
FIGURA 29: Proceso del ensayo de Corte Directo Consolidado Drenado.	56
FIGURA 30: Deformación Tangencial (%) vs Esfuerzo de Corte (kg/cm ²) de todas las mezclas	58
FIGURA 31: Envolvente de falla (Mohr) de todas las muestras.	59

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: ESTUDIO DE PARA COMPROBAR LA CANTIDAD DE CARBONATO QUE TIENE LA CONCHA DE ABANICO.....	69
ANEXO 2: PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA MUESTRA QUE SE ESTA INVESTIGANDO	70
ANEXO 3: RESULTADOS DE LABORATORIO	71

INTRODUCCIÓN

El suelo es considerado uno de los recursos naturales más importantes en la Tierra, de ahí nace la necesidad de mantener un equilibrio entre las actividades que se desarrollan en ella siendo una de ellas la construcción. Los suelos tienen diferentes estructuras de acuerdo con el lugar, esto debido a razones climáticas. Estas variaciones son lentas excepto las que se originan por desastres naturales. Ante esto, los principales componentes que forman el suelo son: rocas, arena, arcilla o materias orgánicas en descomposición, minerales y otros elementos en diferentes proporciones.

De las múltiples propiedades que nos brinda el suelo, la de mayor relevancia en el ámbito constructivo es la plasticidad, ya que puede generar efectos negativos en las estructuras de una obra. Entre los suelos que generan mayor problema en el sector construcción, son los suelos arcillosos, ya que tienen la característica de hincharse cuando son expuestos a la humedad y de contraerse cuando existe sequedad, esto representa un problema especialmente en las cimentaciones que se construyen sobre este tipo de suelo, ya que este buscará separarse de la estructura al expandirse. Este fenómeno es conocido como “arcillas expansivas”. Este fenómeno de expansividad está asociado con algunos tipos de arcillas, especialmente las lutitas que pertenecen al grupo de montmorillonitas, que modifican su estructura de absorción de agua. Del mismo modo, también se genera la retracción del suelo expansivo al liberarse el agua contenida. Por ello, construir sobre estos suelos arcillosos que por su naturaleza tienen una baja capacidad portante, genera que no se cumplan los requerimientos necesarios para realizar proyectos de obras civiles. Esto implica un incremento en los costos para tratar de estabilizar estos suelos problemáticos con diferentes alternativas.

El Perú es un territorio que contiene una composición de suelo muy variada, uno de los componentes es la arcilla. Ante esto, en un estudio realizado por Jorge Alva Hurtado se explica en qué lugares se puede encontrar suelos expansivos:

En las costas, específicamente Tumbes, Piura y Chiclayo se encuentran debido a las características geológicas y climáticas. En la parte de la Sierra, debido a las condiciones de la zona se puede encontrar en Jaén y Chamaya. Por otro lado, la selva es uno de los lugares con mayor presencia de suelos expansivo (limolitas y lutitas) debido a sus condiciones climáticas. Sin embargo, las condiciones climáticas hacen que los suelos

tengan un elevado contenido de humedad y no generen expansión de suelos (Foinquinos & Hurtado, 2011).

REALIDAD PROBLEMÁTICA

En el Perú, el 80% de las viviendas son de construcciones informales y pocos realizaron un estudio de suelos. Además, en una entrevista de Espinoza (2017), se indica que en uno de los edificios de la Universidad de Cesar Vallejo de Lima existe una estructura que falló por asentamiento, esto evidencio que no se realizó un adecuado estudio de suelos para el suelo arcilloso.

En el distrito de Puente Piedra, según un informe técnico realizado por INDECI (2011), se observó que 1370 viviendas esta construidas sobre suelo arcilloso, generando problemas de asentamiento y daños de agrietamiento a las viviendas. Además, se evidencia que las construcciones son muy precarias debido a la informalidad y desconocimiento de los problemas que puede generar un suelo arcilloso en las construcciones.

Un estudio de desastres naturales realizado en Talara evidencia que los suelos expansivos han ocasionado daños en edificaciones cuyas cimentaciones han sido humedecidas por las lluvias del Fenómeno de El Niño, o por roturas de tuberías de agua en el sismo de 1970 (INADUR, 1999, pág. 59).

Se han detectado estos problemas en la Urb. Puente Arena y en algunas viviendas cercanas a los taludes de los cerros ubicados al sur. Además, en la urbanización Sudamérica, Los vencedores y en el cementerio del A.H. Las Mercedes se han encontrado suelos expansivos donde existen rellenos superficiales de arcilla y lutita meteorizada, con capas de arena limosa suelta, con lentes de arcilla de alta plasticidad (CH).

Por otro lado, según el informe técnico geológico ambiental de la región de Piura, existen problemas de asentamientos diferenciales que afectan las viviendas de la Urbanización Sudamericana de Talara, debido a la presencia de arcilla expansiva generando agrietamientos en las paredes de las viviendas (Vilchez, Luque, & Rosado, 2009). Cabe

mencionar, que en Punta Arena-Talara el porcentaje de lulita presente en el suelo es de 75% (Castro Valencia, 1992).

Las cimentaciones de las edificaciones presentan grandes daños que ocasionan el colapso y la inutilidad debido a este tipo de suelo, ya que poseen la característica de expandirse hasta el 40% de su volumen. En esta parte del sector el nivel freático se halla a poca profundidad, aproximadamente a 3.90 m.; la capacidad portante del suelo es muy baja llegando tan solo a 0.90 Kg/cm². En esta área del sector los daños causados a las edificaciones se han debido a los suelos expansivos debido al intenso drenaje pluvial (INADUR, 1999, pág. 63).

Figura 1: Mapa de geodinámica interna Talara – Piura.

Fuente: (INADUR, 1999, pág. 63)

En la figura 1, se muestra el distrito de Talara con el tipo de suelo que se encuentra en la zona. Además, se menciona las características de la Urbanización los Vencedores – Sudamérica. Con los problemas ya mencionados, se puede concluir que debido a

problemas ocasionados por la lluvia, rotura de tuberías de agua o desagüe el suelo daña la estructura de la edificación que han sido construidas sobre este tipo de suelo problemático provocando así asentamientos, rajaduras u otro problema. Por ello, los suelos arcillosos siempre serán un reto para la construcción.

En consecuencia, esta investigación de tesis se realizó en uno de los distritos que presenta mayor problema con los suelos arcillosos, el cual es la Urbanización Vencedores Sudamericana, Talara- Piura. Se eligió esta zona debido a que está en pleno crecimiento poblacional y es necesario tener nuevas alternativas para mejorar un suelo arcilloso. Por esa razón, se debe innovar en tecnologías y métodos que no sean costosos y que no empleen numeroso tiempo en la ejecución con el fin de contrarrestar el problema de estos suelos expansivos, brindando como solución la aplicación de polvo de valvas de molusco y polvo de vidrio, que obtendrán el mejoramiento adecuado en las propiedades mecánicas de este suelo.

Teniendo en cuenta que estos materiales fueron escogidos debido a la problemática que enfrenta actualmente el medio ambiente. Esta tesis busca utilizar los desperdicios de las valvas de molusco y vidrio como agentes estabilizantes en suelos arcillosos para la estabilización mecánica por cambio de granulometría y estabilización química a fin de mejorar las propiedades mecánicas y físicas de un suelo arcillo para que sean aptos en la construcción.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El autor en su investigación “Un estudio de laboratorio sobre el desempeño del subgrado de suelo expansivo arcilloso tratado con polvo de concha de mar y cloruro férrico” (Koteswara Rao & Vineela, 2018) tuvo como principal objetivo determinar las propiedades del suelo expansivo y como estas se ven alteradas al momento de combinarlas con polvo de concha de mar y cloruro férrico. En este estudio se determinaron las propiedades geotécnicas del suelo secado al aire, el límite líquido, el límite plástico, la gravedad específica, el oleaje libre diferencial, la compactación y el CBR. Las conchas marinas fueron recolectadas del vendedor local de mariscos en Visakhapatnam. Estas se limpiaron, secaron, se trituraron en trozos pequeños con ayuda

de la máquina de Los Ángeles, luego se siguió triturando con ayuda de una licuadora y se tamizaron con un tamiz de 150 micras para producir polvo de concha marina. La cantidad varió de 0% a 15% en peso seco del suelo arcilloso. Por otro lado, la cantidad de cloruro férrico utilizada fue entre 0.5 a 2.5% por peso seco del suelo. Se observó a partir de los resultados de las pruebas de laboratorio que el límite líquido del suelo mejoró en un 47.3% con la adición de 10% de polvo de concha de mar y luego de agregar 1.5% de FeCl_3 , el límite líquido aumentó por 41.59%. El índice de plasticidad mejoró en un 67.39% al agregar 10% de polvo de concha de mar y mejoró en un 26.35% al agregar 1.5% de FeCl_3 . El contenido máximo de humedad mejoró en un 13.06% al agregar 10% de polvo de concha de mar y mejoró en 3.904% al agregar 1.5% de FeCl_3 . La máxima densidad seca aumentó en un 15.86% al agregar 10% de polvo de concha de mar y aumentó aún más en un 5.95% al agregar 1.5% de FeCl_3 . El valor de CBR aumentó en un 50% con 10% de polvo de concha de mar. Se pudo observar que al adicionar un 10 % de polvo de concha marina y 1.5 % de cloruro férrico mejoró las propiedades del suelo. Esto evidencia con base en los resultados obtenidos en el laboratorio que al adicionar polvo de concha de mar las propiedades del suelo tienden a mejorar.

(Maheshwari & Ravikumar, 2015). Los autores presentan una investigación denominado “Estudio sobre la estabilización del suelo arcilloso con conchas de mar y emulsión de betún”, donde evalúan el efecto de las conchas y las emulsiones de betún como un aglutinante entre las partículas del suelo arcilloso evitando la entrada de agua. Estos suelos experimentan cambios volumétricos con el aumento del contenido de humedad. Esto se debe a la presencia del mineral montmorillonita. Los tipos de estructuras que pueden dañarse son los cimientos, los muros de contención, los pavimentos, la pista del aeropuerto, la acera, los lechos de los canales y los revestimientos. Es un gran desafío para los ingenieros civiles utilizar este suelo para la construcción de estructuras de edificios y carreteras. En esta investigación se utilizaron pruebas de compresión no confinada (UCS) y CBR. Se observó a partir de los resultados de las pruebas de laboratorio que la resistencia a la compresión no confinada del suelo arcilloso aumentó mediante la adición de aditivos como la emulsión de betún y el polvo de concha marina. El valor óptimo de Resistencia a compresión uniaxial (UCS) obtenido es 500.31 KN/m^2 para 22% de adición de emulsión bituminosa y 441.45 KN/m^2 para 16% de adición de polvo de concha marina. La adición de 16% de polvo de concha marina da los valores de

CBR como 5.28%. Se concluye que la adición de polvo de concha de mar con un suelo arcilloso reduce significativamente sus índices de plasticidad. Los valores de CBR de las muestras aumentaron considerablemente con la adición de polvo de concha marina. La resistencia a la compresión no confinada del suelo arcilloso aumenta con la emulsión de betún y polvo de concha marina. Esto evidencia con base en los resultados obtenidos en el laboratorio que al adicionar polvo de concha de mar las propiedades del suelo arcilloso mejoran.

(George & Esenwa, 2014). Los autores presentan un estudio denominado “Estabilización mecánica de suelos arcillosos deltaico utilizando conchas de mar de residuos”, donde evalúan el efecto de adicionar polvo de concha de mar a un suelo arcilloso deltaico. Las conchas se recolectaron de Illoabuchi en Diobu, Port Harcourt, Nigeria. El análisis de distribución del tamaño de partícula reveló que el 96% pasó a través del tamiz de 600 μm y aproximadamente el 17% pasó a través del tamiz de 75 μm . No hay cambio significativo en el CBR con un aumento en el contenido de concha de mar hasta aproximadamente 48%. A partir de entonces, el CBR aumentó linealmente con las conchas de mar. Por lo tanto, se requiere una mayor proporción de contenido de concha de mar para obtener los beneficios de su uso como agente estabilizador. Hay una reducción significativa del límite de líquido, índice de plasticidad e hinchazón con la adición de las conchas de mar. Los resultados de las pruebas de compactación demuestran que estos cambios mejoran ligeramente las propiedades físicas con respecto a la resistencia, como lo indican los resultados de la prueba de CBR. Sin embargo, se requiere una mayor proporción de las conchas de mar, más del 48% para lograr mayores aumentos en los valores de carga.

(Olufowobi, Ogundaju, Michael, & Aderinlewo, 2014). Los autores presentan un estudio, donde evalúan el efecto estabilizador del polvo de vidrio sobre el suelo arcilloso. El vidrio usado fueron los reciclados y se molieron en forma de polvo para adicionar al suelo arcilloso en proporciones variables de: 1%, 2%, 5%, 10% y 15%. Se realizaron ensayos de contenido de humedad, gravedad específica, granulometría, CBR y las pruebas de límite de Atterberg en la que se usó el sistema de clasificación ASSHTO, en el que se obtuvo un suelo del Grupo A-6 identificado como un suelo regular pobre. Los materiales utilizados para llevar a cabo este proyecto son vidrio en polvo, cemento, tierra arcillosa y agua. El vidrio es un material amorfo no cristalino que es típicamente frágil y ópticamente

transparente. El tipo familiar de materiales de vidrio de desecho que se encuentran alrededor son vasos para beber y ventanas, la mayoría de los materiales de vidrio de desecho disponibles son vidrio de soda-cal, compuesto de aproximadamente 75% de sílice (SiO_2) más Na_2O , CaO y varios aditivos. Este material se agrega al suelo arcilloso en forma de polvo para estabilizar el suelo. Además, las botellas de vidrio utilizadas para este estudio se obtuvieron del depósito de embotellado de Coca-Cola, Oba-Ile, Akure, Ondo State (Nigeria). Se lavaron, secaron, se dividieron manualmente en tamaños más pequeños con el uso de un martillo y se pasaron a través del tamiz número 400 para producir el vidrio en forma de polvo. Sin embargo, el suelo arcilloso se recolectó del banco del arroyo ubicado en Baydock también en Akure, después de quitar el suelo superior y excavar a una profundidad de aproximadamente 0,7 m, tanto para muestras perturbadas como no perturbadas. Los resultados obtenidos fueron favorables, ya que se demostró que se mejoró las propiedades de los suelos arcillosos con la incorporación del polvo de vidrio. Además, la cantidad porcentual de polvo de vidrio requerido para lograr mejores resultados fueron 10% para prueba de resistencia al corte, mientras que con 5% para las pruebas de compactación y CBR, cabe mencionar que los valores del CBR fueron de 14.9% y 112.91%. Esto evidencia con base en los resultados obtenidos que el vidrio en polvo se puede usar efectivamente como un estabilizador de suelo, ya que fue capaz de producir mejoras considerables en las propiedades.

(Mahdi & Alhassnawi, 2018). En esta investigación los autores realizaron un estudio con la intención de mejorar la plasticidad, el soporte, la consolidación y la resistencia al corte de la arcilla al interactuar con vidrio. El vidrio residual fue usado como material aditivo que pasa por el tamiz #200 en porcentajes de 3, 5, 7 y 9%. La clasificación de suelo era una arcilla A-7-5 según AASHTO. Se realizaron ensayos de límites de consistencia, compresión no confinada, CBR. Se descubrió que el aditivo tenía un impacto positivo en el suelo y había mejorado las propiedades del suelo, el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad disminuyeron con el aumento del polvo de vidrio. La compresión no confinada y la resistencia al cizallamiento se comportan como una curva que aumenta con el aumento de polvo de vidrio al 7% agregado, luego comenzó a disminuir, haciendo que el porcentaje óptimo de aditivo al 7%, que era el porcentaje adecuado desde el punto de vista de la resistencia a la compresión no confinada. En los resultados de CBR se refieren a una mejora significativa que ocurre en el suelo al aumentar el polvo de vidrio, lo que significa elevar el coeficiente de capa (a) utilizado en el diseño de capas de

pavimento conduce a minimizar el espesor y el costo inicial. Por último, se recomendó que el porcentaje de polvo de vidrio utilizado sea limitado, el alto porcentaje hace que el suelo sea similar a la arena; la reducción de la cohesión del suelo con el aumento del ángulo de fricción ocurrirá y fallará en el corte, mientras que el bajo porcentaje puede afectar notablemente la mejora.

(Canakcia, AL-Kakia, & Celika, 2016). En esta investigación los autores realizaron este estudio con la intención de observar mejoras del suelo arcilloso debido a la adición de residuos polvo de vidrio de soda y cal (WSLGP). Los vidrios de cal sodada se trituraron y se tamizaron a través de un tamiz # 200 (75 μ m) y se mezclaron con arcilla en 3, 6, 9 y 12% en peso seco de la arcilla. La prueba de resistencia y consistencia se llevó a cabo de muestras mixtas después del curado. Los resultados de la prueba indicaron que la adición de WSLGP a la arcilla tiene un efecto significativo en las propiedades de resistencia y consistencia de la arcilla. La muestra de suelo se proporcionó en el distrito de Bazian en la ciudad de Sulaymaneyah, en el norte de Irak. Para este estudio se utilizaron botellas de agua de vidrio y metal con un color verde disponible en la mayoría de los mercados en Irak. Los residuos de vidrio se pasaron a través del tamiz para obtener polvo de vidrio. Primero se lavó, luego se secó, y se rompió y se trituró manualmente en forma de polvo utilizando martillo y mortero. Estos materiales contienen 10.5% de lima, que proporciona fuerza adicional al suelo tratado si está hidratado. Según los resultados de la prueba, las conclusiones que se extrajeron del estudio fueron que el polvo de vidrio de cal sodada tiene la capacidad de mejorar las propiedades de ingeniería del suelo arcilloso, y también tiene un efecto positivo en los límites de MDD, OMC y atterberg. La relación de soporte de California del suelo arcilloso aumentó cuando el polvo de vidrio de soda aumentado. Los resultados muestran que la adición de polvo de vidrio de soda al suelo arcilloso se puede usar de manera eficiente para reducir el potencial de hinchamiento del suelo. Se observó una mejora en el potencial de hinchamiento del suelo con respecto a la adición de 12% de polvo de vidrio de cal sodada a la arcilla. El valor de hinchamiento de la arcilla disminuyó de 5.5% a 1.65% incorporando con 12% de polvo de vidrio de cal sodada. Con el aumento del tiempo de curado de 3 a 28 días, el proceso de hidratación aumenta entre las partículas de arcilla del suelo y el polvo de vidrio, lo que lleva a aumentar los valores de resistencia a la compresión no confinada de la arcilla.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En cuánto mejora las propiedades mecánicas de compactación y resistencia al corte del suelo arcilloso utilizando valvas de molusco y vidrio en el distrito Talara- Piura?

JUSTIFICACIÓN

Se requiere plantear nuevas propuestas de solución que permitan que el suelo arcilloso de la ciudad de Talara – Piura sea empleado en la construcción debido a que se presentan muchos problemas que tienen que ver con las propiedades mecánicas del suelo. Las construcciones como viviendas unifamiliares que se realizan en este lugar están propensos a problemas que se presentan debido a la reducida calidad de soporte, ya que nos encontramos frente a un terreno de tipo arcilloso, asimismo, la sensibilidad del suelo a la humedad provoca variaciones volumétricas. Los cambios de volumen en un suelo arcilloso, como el que se presenta en nuestro lugar de estudio, pueden provocar graves daños a las estructuras que se apoyan sobre éste, como las rajaduras en las paredes o muros, hundimientos, rajadura de bermas o levantamiento de las capas de carretera y entre otros.

Con el propósito de solucionar este problema se propone como alternativa para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, la estabilización agregando porcentajes de elementos externos como son las valvas de molusco (conchas de abanico) y polvo de vidrio a la masa del suelo. La importancia de esta investigación es brindar una alternativa de solución ante uno de los suelos problemáticos (suelos arcillosos expansivos); el cual es inestable, ya que es importante que el terreno en donde se va a asentar la estructura de una edificación cumpla las características específicas para ofrecer estabilidad a las estructuras durante su vida útil, por lo que al estabilizar estos suelos significa que habrá un beneficio para la población que hace uso de estas tierras para la construcción de sus viviendas, reduciendo los costos de mantenimiento de carreteras y de reparaciones por fallas presentadas en sus edificaciones.

Además, esta investigación contribuye con la información del aporte del estado de arte de los artículos científicos encontrados durante el proceso de estudio, esto ayudará a futuras investigaciones sobre esta área de estudio.

HIPÓTESIS

La aplicación de valvas de molusco y vidrio como agentes estabilizantes mejorará las propiedades mecánicas de suelos arcillosos para que sean empleados en construcciones de vivienda unifamiliares en el distrito de Talara, Piura.

OBJETIVO

- Objetivo General

Adicionar valvas de molusco y vidrio para mejorar las propiedades mecánicas de suelos arcillosos para que sean empleados en construcciones de vivienda unifamiliares en la ciudad de Talara, Piura.

- Objetivo Específicos

1. Caracterizar físicamente el suelo arcilloso en su estado natural (análisis granulométrico por tamizado y sedimentación, límites de consistencia y clasificación SUCS).
2. Determinar los límites de consistencia para cada mezcla.
3. Obtener las curvas de compactación con el Ensayo de Proctor Estándar del suelo natural y mezclas diseñadas (TABLA 6).
4. Determinar los parámetros de resistencia de cohesión y ángulo de fricción del suelo arcilloso, mezclas con polvo de vidrio y polvo de concha de abanico (TABLA 6) mediante el ensayo de Corte Directo Consolidado Drenado.
5. Definir la mezcla optima que mejora las propiedades mecánicas del suelo arcilloso.

LIMITACIONES

- El análisis granulométrico no provee información de la estructura de la partícula del suelo. Además, se miden partículas irregulares en mallas de forma regular.
- El ensayo de corte directo induce el plano de falla a comparación de un ensayo Triaxial que presenta el plano de falla real. Además, no se mide la presión de poros.
- Se trabajó con muestras remodeladas.
- No se analizó a detalle la estabilización por reacciones químicas.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

En la primera parte se habla de la Introducción, del tema innovador, de la estabilización de los suelos arcillosos con polvo de conchas de abanico y polvo de vidrio, así como Realidad Problemática, Estado del Arte, Formulación del problema, Justificación, Hipótesis, Objetivos y Limitaciones. Para un mejor entendimiento se procedió a dividir la investigación en los siguientes capítulos:

CAPITULO 1: Desarrollo del Marco Teórico, que contiene definiciones del suelo en general, así como las definiciones de arcilla y sus tipos. Además, se define el origen y composición física y química de las conchas de abanico y vidrio. También se detalla los tipos de estabilización de suelos que se usan en Perú. Por último, se mencionan los conceptos de los ensayos que se realizaron en esta investigación.

CAPITULO 2: Desarrollo de la Metodología, que contiene el tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de la investigación y variables. Además, se detalla el proceso de obtención del material para el estudio. Por otro lado, se menciona la secuencia de los ensayos a realizar.

CAPITULO 3: En este capítulo se muestran las Pruebas y resultados de los ensayos realizados los cuales son: Granulometría por tamizado y sedimentación, límites de consistencia, Proctor estándar y corte directo consolidado drenado.

CAPITULO 4: Conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1. El Suelo.

El suelo se precisa como un cuerpo natural que está compuesto por la combinación variable de minerales meteorizados y de materia orgánica en descomposición, que cubren la tierra en una fina capa. Proviene del latín Solum que significa piso o superficie de la tierra.

Un suelo está conformado por tres fases constituyentes: la fase sólida, está formada principalmente de partículas mineralógicas del suelo; la fase líquida que está formada generalmente por agua; la fase gaseosa comprende generalmente lo relacionado al aire, aunque podrían presenciarse otros tipos de gases. En el suelo, la fase líquida y gaseosa suele entenderse en el volumen de vacíos (V_v), por otro lado, la fase sólida constituye el volumen de sólidos (V_s). Como se puede apreciar en la FIGURA 2, donde se muestra el esquema de un suelo y sus fases (Duque & Escobar, 2002, pág. 8).

Figura 2: Esquema de una muestra de suelo y el modelo de sus 3 fases.

Fuente: Mecánica de los suelos,
Duque y Escobar, 2002.

El suelo es un organismo dinámico, ya que se elevan de una manera gradual por la formación de montañas y la actividad volcánica, esto se debe primero a un proceso interno de liberación de energía. Mientras que, el segundo es un proceso externo que consta

continuamente rompiendo las rocas y trasladando los derrubios a zonas de menor altura, estos procesos son:

- Meteorización: Fragmentación física (desintegración) y alteración química (descomposición) de las rocas de la superficie terrestre.
- Procesos gravitacionales: Transferencia de roca y suelo pendiente abajo influencia de la gravedad.
- Erosión: Eliminación física de material por agentes dinámicos como el agua, el viento o el hielo

Figura 3: Etapas y procesos en la formación del suelo.

*Fuente: Mecánica de los suelos,
Duque y Escobar, 2002.*

En la figura 3, se puede apreciar las etapas y proceso de la formación del suelo, debido a que es un elemento dinámico y pasa por un proceso para su conformación.

1.1.1. Elementos del Suelo:

A.- Gravas.

Es la acumulación de fragmentos sueltos de diferentes rocas de la corteza terrestre, ya sea en forma natural o artificial. En este último caso interviene la mano del hombre utilizando plantas industriales para el proceso de chancado o triturado, extrayendo el material normalmente de los ríos o canteras. Por otro lado, según las normas AASHTO son consideradas gravas las partículas retenidas hasta el tamiz N°10 y según el sistema SUCS hasta el tamiz N°4 (Braja, 2012).

B.- Arenas.

Es el material de grano fino que proviene de la roca arenisca o de la trituración artificial, normalmente se encuentra en las costas del mar y en las zonas arias donde existen las acumulaciones de depósitos eólicos. Por otro lado, según las normas AASHTO son consideradas arenas las partículas retenidas entre el tamiz N°10 y N°200 y según el sistema SUCS entre el tamiz N°4 y N°200 (Braja, 2012).

C.- Limos.

Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pueden encontrarse en canteras (limo inorgánico) y en ríos (limo orgánico). La permeabilidad de los limos es muy baja y su compresión muy alta en estado denso. Además, son suelos inadecuados para soportar cimentaciones, ya que generalmente se encuentra sueltos y saturados. Según las normas AASHTO son consideradas limos las partículas de diámetros entre 0.05 mm y 0.002 mm y según el sistema SUCS diámetros menores a 0.075 mm (Braja, 2012).

D.- Arcillas.

Es el nombre que se le da a las partículas sólidas provenientes de la descomposición de las rocas sedimentarias, que están principalmente constituidas por agregados. Se pueden encontrar en zonas costeras en forma de diques y mayormente en combinación con diversos agregados. Tiene la característica de volverse plástica al mezclarse con agua. Por otro lado, según la norma AASHTO son consideradas arcillas las partículas con diámetro menor a 0.002 mm (Braja, 2012).

1.2. Suelo Arcilloso.

El término arcilla se utiliza para describir la variedad de minerales complejos que contienen una estructura laminar. La arcilla está conformada por minerales de grano muy fino y sólo puede estudiarse con microscopio. La meteorización química de silicatos es quien genera la mayoría de los minerales arcillosos. Es por ello, que estos minerales constituyen un gran porcentaje del suelo (TARBUCK, 2010, pág. 98).

La arcilla se divide en tres grupos de minerales, las cuales son: la caolinita, illita y la montmorillonita. Estos minerales tienen estructuras octaédricas y tetraédricas, como se

puede apreciar en la figura 4. Las arcillas, según su mineralogía son cristales microscópicos cuyos átomos están agrupados en planos paralelos y con una simetría hexagonal.

La estructura cristalina es compuesta en su interior de una trama de átomos de oxígeno, cuyas esferas iónicas son voluminosas, se localizan cationes de sílice (Si) y aluminio (Al). Además, se pueden encontrar cationes de hierro (Fe), calcio (Ca), potasio (K) o magnesio (Mg) que sustituyen al aluminio (Al) y la sílice (Si). Las arcillas tienen una cualidad de interacción iónica grande. Otros iones diferentes a los enunciados pueden completar las capas y unir las, y también, las cargas eléctricas libres pueden ser equilibradas por iones intercambiables (Duque Escobar & Escobar Potes, 2002, pág. 10).

Figura 4: Tres unidades estructurales básicas y radios iónicos.

*Fuente: Mecánica de los suelos,
Duque y Escobar, 2002.*

1.3. Tipos de suelos arcillosos.

A.- Caolinitas.

Este es el primer grupo de minerales de arcilla, también el principal grupo que tiene una baja capacidad de intercambio 10 – 12 me (miliequivalentes) cada 100 gr. Además, tiene dos capas de cationes, la cual tiene un nombre de arcillas 1:1 (capa tetraédrica más capa octaédrica de alúmina hidratada), como se aprecia en la figura 5. La caolinita es un mineral que tiene una carga eléctrica neutra, esto genera que su estructura no se expanda, ya que no permite que el agua pase por sus retículas. Se considera a la arcilla caolinita como una arcilla moderada plasticidad, permeabilidad alta y fricción interna alta (Duque Escobar & Escobar Potes, 2002, pág. 7).

Figura 5: Estructura de la caolinita.

*Fuente: Mecánica de los suelos,
Duque y Escobar, 2002.*

B.- Illita.

Este es el segundo grupo de minerales de la arcilla, son conocidas como arcillas 2:1 (Las arcillas 2:1 son 2 tetraedros de silicio y en medio de ellos un octaedro G o B); como se aprecia en la figura 6. Tienen una expansividad media, ya que posee una capacidad de intercambio de 40 me/100gr. Además, tienen una mediana estabilidad, ya que los iones de potasio estabilizan las láminas de alúmina que están entre las dos láminas de SiO₄. Por otro lado, la actividad que tiene la illita es 0,9, de la caolinita es de 0,38. El coeficiente de fricción interno y la permeabilidad son menores que en la caolinita y mayores que en la montmorillonita (Duque Escobar & Escobar Potes, 2002, pág. 10).

Figura 6: Estructura de la Illita.

*Fuente: Fuente: Mecánica de los suelos,
Duque y Escobar, 2002*

C.- Montmorillonita.

Estas son el último grupo de los minerales de la arcilla. Tienen una expansividad alta, ya que poseen una capacidad de intercambio de 120me/100gr. Son conocidas como Arcillas 2:1, debido a que tienen dos láminas de sílice y en su interior una brucita o gibsita, siendo una cadena indefinida, como se aprecia en la figura 7. Al tener una unión débil, genera que el agua pueda ingresar con mayor facilidad, ya que se introducen n cantidades de moléculas produciendo el hinchamiento del suelo y contraerse al secarse. Además, es muy usada en la construcción como impermeabilizante, ya que no deja salir fácilmente las moléculas de agua de su interior (Duque Escobar & Escobar Potes, 2002, pág. 11).

Figura 7: Estructura de la Montmorillonita.

*Fuente: Mecánica de los suelos,
Duque y Escobar, 2002*

1.4. Valvas de Molusco.

1.4.1. Origen y Morfología

La concha de abanico es una clase de molusco con una capacidad de filtrar y compuesta por 2 valvas que habitan en zonas costeras. También se encuentran en fondos de arena fina, arena gruesa y conchuela en profundidades de 2 a 20 metros. Igualmente en aguas bien oxigenadas y de una temperatura que va de los 13 a 28 °C.

Morfología

Las conchas de abanico es un caparazón protector que tiene tal dureza, que es difícil romper con una simple manipulación, posee una textura estriada y áspera en un exterior. En la parte interior se encuentra los órganos como: músculo aductor (tallo de color blanco), las gónadas (color rojo), el manto, las branquias y otros órganos; su concha es bivalva (hermafrodita) (FONDEPES, 2018). Como se observa en la figura 8, la valva de la concha de abanico se identifica por su contorno en forma de abanico y por su tono rosado con pigmentaciones de color morado.

Figura 8: Morfología interna de la concha de abanico:

t=testículo, o=ovario, ma=musculo aductor, b=branquias (debajo de la gónada),
m=manto

Fuente: (FONDEPES, 2018)

1.4.2. Composición de las conchas de abanico

La composición de las conchas de abanico es diversa, pero la que predomina más es el carbonato de calcio (CaCO_3); según una prueba de laboratorio (anexo 1); que son los mismos minerales que contiene la Cal; el estabilizador de suelos más usado. En la formulación 1 se puede ver como se obtiene la cal.

Tabla 1

Componentes minerales de la concha de abanico (Macroelemento)

MACROELEMENTO	PROMEDIO (%)
Sodio	10
(mg/100g)	1.7
Potasio	26
(mg/100g)	9.4
Calcio	11
(mg/100g)	7
Magnesio	33
(mg/100)	9

Fuente: (IPP, 1996, pág. 120)

1.5. Vidrio Reciclado.

1.5.1. Origen

El vidrio es un elemento que se encuentra en la naturaleza y también es producido por el humado, es un material amorfo, frágil, transparente e inorgánico. Su producción se realiza mediante el calentamiento de arena sílica (óxido de sílice-SiO₂), carbonato de sodio (Na₂CO₃) y piedra caliza (carbonato de calcio-CaCO₃) a unas temperaturas de 1500 °C (Saint-Gobain, 2019).

1.5.2. Componentes del vidrio

La composición química del vidrio puede ser varias, pero las que tienen un mayor porcentaje es el SiO₂ y CaO. Los componentes químicos que conforman el vidrio suelen representarse en forma de porcentajes de pesos de los óxidos más estables a temperatura ambiente, como se detalla en la tabla 6.

Tabla 2

Porcentajes de composición del vidrio

INTERVALOS DE COMPOSICION FRECUENTES EN LOS VIDRIOS COMUNES		
COMPONENTE	DESDE %	HASTA %
SiO ₂	68.0	74.5
Al ₂ O ₃	0.0	4.0
Fe ₂ O ₃	0.0	0.5
CaO	9.0	14.0
MgO	0.0	4.0
Na ₂ O	10.0	16.0
K ₂ O	0.0	4.0
SO ₃	0.0	0.3

Fuente: (esacademic.com, 2010)

1.6. Estabilización de suelos arcillosos.

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos (MTC, 2016)

La estabilización del suelo tiene como objetivo mejorar sus propiedades mecánicas, es decir, que las partículas trabajen de forma efectiva a un rango de humedad óptimo, generando una estabilidad adecuada ante cargas y variaciones volumétricas.

1.6.1. Tipos de estabilizaciones

A.- Método físico

Este método se utiliza para generar cambios físicos en el suelo, mezclando el material existente con uno de préstamo. Para hacer esta combinación se necesita evaluar las características de los suelos a combinar, por ello se realizan diversos ensayos. En la obra de depósitos de gran profundidad, este método no resulta ser práctico, ya que se necesita una gran extracción de material del suelo para lograr mejorarlo mecánicamente.

B.- Método mecánico

La estabilización mecánica del suelo es el método más utilizado en el ámbito ingenieril, ya que se mejora el suelo existente, sin modificar su estructura ni su composición básica. Para lograr la estabilización, se necesita reducir el volumen de vacíos con herramientas de compactación, ya sea manual o industrial. Esto generará un incremento en la densidad del suelo debido al acomodo de las partículas, reducción del volumen del aire y agua.

Figura 9: Comparación de un suelo sin compactar y compactado

Fuente: Elaboración propia

C.- Método químico

Esta estabilización consiste en la aplicación de productos químicos, con el fin de modificar las propiedades del suelo, esta mezcla debe ser homogénea, considerando las especificaciones técnicas propias del producto. El objetivo de la estabilización química es proporcionar al suelo tratado mejores propiedades de comportamiento en el periodo de construcción y/o servicio.

Las principales sustancias químicas usadas como agentes estabilizadores son:

- Cemento Portland.
- Cloruro de sodio
- Escorias de fundición.
- Polímeros.
- Productos asfálticos.
- Cloruro de calcio.
- Cal

1.7. Ensayos de laboratorio de suelos.

1.7.1. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM-D422)

Según Pontificia Universidad Católica del Perú (2012), el análisis granulométrico consiste en la separación de las partículas de suelo por tamaños, haciendo uso de tamices. Mediante el agitado se lleva a cabo la segregación de las partículas, las cuales se pesan expresando el retenido como porcentajes. La prueba de granulometría permite agruparlas por rangos de tamaño. Universalmente se ha establecido la malla No. 200 (0,075mm) como medida divisoria en la clasificación de suelos; finos y gruesos, como se aprecia en la FIGURA 10. Finalmente, los resultados se expresan en una gráfica a través de una curva de distribución, donde el eje de la abscisa corresponde al diámetro de las partículas y el eje de las coordenadas corresponde al porcentaje retenido.

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Figura 10: Tamaño de tamices

Fuente: MTC, 2016

Según el Manual de Ensayo de Materiales MTC 2016. Los materiales y procedimientos son:

Materiales empleados:

- Balanza electrónica con una sensibilidad de 0.1 g.
- Horno eléctrico
- Brocha (Para la limpieza de los tamices).
- Tamices de tamaño: 3", 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", ¼", N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N140, N°200 y fondo.
- Recipientes y envases.

Procedimiento:

- Se recibe la muestra y posteriormente se procede con el cuarteo.
- Se realiza el secado al horno de la muestra.
- Se procede con el lavado de muestra por la malla número 200
- Se seca la muestra lavada para luego ser tamizada
- Se pesa el material retenido por cada tamiz.

1.7.2. Análisis Granulométrico por sedimentación

Según la Universidad Nacional de Ingeniería (2006). El análisis granulométrico de sedimentación se basa en la ley de Stokes. Puede ser ejecutada a una masa de terreno dispersado, con partículas de variadas formas y tamaños. Para determinar el porcentaje de las partículas de suelo dispersados que permanecen en suspensión en un determinado tiempo se utiliza el hidrómetro. El análisis con este instrumento se aplica a partículas de suelos que pasan el tamiz N°200. En la figura 11, se observa los materiales necesarios para el ensayo.

Figura 11: Equipo para el ensayo.

Fuente: Laboratorio UNI, 2004.

Materiales Empleados:

- Un tamiz número 100 y 200.
- Una balanza con una sensibilidad de 0.1 gramos.
- Un instrumento Agitador.
- Un hidrómetro de 152H
- Un cilindro de Sedimentación de capacidad 1000 cm³
- Un termómetro.
- Muestras de suelo.

Procedimiento:

- Preparar las muestras que se ensayaran.
- Mezclar la solución de la muestra con el agua más flocculante. Dejar reposar.
- Agitar la mezcla y colocar en el cilindro de sedimentación para iniciar la toma de datos.
- Se debe calcular la gravedad específica de la muestra de suelo.
- Se debe tomar una lectura de hidrómetro con agua más deflocculante.
- Se debe realizar una lectura de hidrómetro en agua.
- Se debe desarrollar correcciones y cálculos con los resultados obtenidos.

1.7.3. Límites de Atterberg (ASTM-D4318):

a) Límite Líquido

Según la Universidad Nacional de Ingeniería (2006). El límite líquido se refiere al contenido de humedad por debajo del cual el suelo tiende a comportarse como un material plástico. El Límite Líquido se puede utilizar para clasificar el suelo. Así como también para estimar posibles asentamientos en problemas de consolidación. Se emplea el ensayo de Casagrande.

Cómo se puede observar en la figura 12, el instrumento para desarrollar en ensayo Casagrande está compuesto por un hule duro con base y una copa compuesta de bronce. Es necesario que las dos mitades de la pasta de suelo fluyan y sean de 10 mm de espesor y se unan en una longitud de 12 mm debido a que el Límite Líquido se definido arbitrariamente.

Figura 12: Aparato manual para Límite Líquido (Cuchara Casagrande)

Fuente: MTC, 2016

Materiales Empleados:

- Recipiente de almacenaje.
- Rasurador.
- Espátula.
- Aparato de límite líquido o de Casagrande.
- Horno.
- Balanza.

Procedimiento:

1. La muestra pasante por el tamiz numero 40 debe ser colocado en un recipiente de evaporación y se debe añadir una cantidad de agua. Una vez que la mezcla esta humedecida se debe proceder a mezclar utilizando una espátula hasta obtener un color uniforme, conseguir una mezcla homogénea y contar con una consistencia pegajosa.
2. Se debe colocar una mínima cantidad de suelo húmedo en la parte central de la copa y se nivela la superficie.
3. Para cortar en dos partes iguales la pasta del suelo, se debe pasar el ranurador por el centro de la copa.
4. Para conseguir una ranura de forma homogénea, la superficie de la copa debe estar perpendicular con el instrumento de Casagrande.
5. Colocar en movimiento la cazuela utilizando la manivela y suministrar algunos golpes necesarios para lograr que la ranura pueda cerrarse.
6. Para determinar el contenido de humedad se debe registrar el número de golpes y tomar una muestra de la parte central cuando la ranura de la muestra se cierre en ½”.
7. Este procedimiento se debe repetir con tres o más muestras para conseguir cuatro indicadores con diferente contenido de humedad. Para las siguientes muestras se recomienda un rango de golpes de 30 golpes, 25 a 30 golpes, 20 a 25 golpes y 20 a 15 golpes.
8. Dividimos la muestra en 3 para luego retirar 1/3 de la muestra y llevarla al Horno

b) Límite Plástico

Según la Universidad Nacional de Ingeniería (2006), se considera limite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que se puede formar barritas de suelo de 3.2 mm (1/8”) de diámetro. Estas barritas se deben formar utilizando ambas manos y una superficie lisa como un vidrio esmerilado. Teniendo en cuenta que dichas barritas no se desmoronen. Para el cálculo del Limite Plástico se usará la formula número 2.

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

Índice de Plasticidad (IP): Es el rango de humedades en el que el suelo tiene un comportamiento plástico. También, se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su Límite Líquido y Límite Plástico. Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico

Materiales Empleados:

- Espátula, de hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"-4") de longitud y 20 mm (3/4") de ancho aproximadamente.
- Tamiz N°40
- Recipientes para almacenaje.
- Agua destilada
- Vidrio grueso esmerilado como superficie de rodadura.
- Balanza, con aproximación a 0,1g.

Procedimiento:

1. Se emplea aproximadamente 20 gr del material preparado para el límite líquido
2. Se debe amasar el suelo y dejar que este pierda humedad hasta conseguir una consistencia en la cual pueda enrollarse sin que se pegue en las manos. Deben ser esparcidas y mezcladas continuamente sobre la placa de vidrio.
3. Hasta que su diámetro sea de 3.2 mm (1/8 pulg.) el rollito debe ser adelgazado en cada movimiento
4. La prueba debe continuar hasta que el rollito empieza a rajarse y tiende a desmoronarse.
5. Producido el LP se coloca el rollito en un recipiente con peso conocido y se pesa para determinar el contenido de humedad.
6. Se debe repetir esta operación utilizando otra muestra de suelo.
7. El límite plástico es el promedio de ambas determinaciones.

En la Tabla 3 y 4 nos servirá para determinar el grado de expansión son suelo según el LL y el potencial de hinchamiento según el IP.

Tabla 3

Relación entre el grado de expansión y el límite líquido.

Límite Líquido (%)	Grado de Expansión
0 - 20	No hay hinchamiento
20 - 35	Bajo hinchamiento
35 - 50	Hinchamiento medio
50 - 70	Alto hinchamiento
70 - 90	Hinchamiento muy alto
Mayor que 90	Hinchamiento extra alto

Fuente: (Raman, 1973)

Tabla 4

Relación entre el potencial de hinchamiento y el índice de plasticidad.

Índice Plástico	Potencial de hinchamiento
0 - 15	Bajo
10 - 35	Medio
20 - 55	Alto
35 o más	Muy alto

Fuente: (H.B. Seed, 1962)

1.7.4. Proctor Modificado (ASTM-D696)

El ensayo de Proctor Modificado es uno de los más empleados para el análisis de compactación de suelos en la construcción. Además, se utiliza para determinar las relaciones entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde con un diámetro de 152.4 mm (6 000 pie-lbf/pie³).

Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.

Tabla 5
Cuadro de Resumen

TIPO DE ENSAYO	ESTÁNDAR	MODIFICADO	
PESO DEL MARTILLO	5.5 lbf (2.49 kg)	10 lbf (4.54 kg)	
ALTURA DE CAÍDA	12" (305 mm)	18" (457 mm)	
NÚMERO DE CAPAS	3 capas	5 capas	
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	A	B	C
MATERIAL EMPLEADO	< #4	< 3/8"	< 3/4"
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	4"	6"
NÚMERO DE GOLPES	25	25	56
GRADACIÓN	Hasta 20% > #4	Más de 20% > #4 y hasta 20% > 3/8"	Más de 20% > 3/8" y menos de 30% > 3/4"

Fuente: Pontificia Universidad Católica del Perú (2012). Guía de Laboratorio de Mecánica de Suelos.

Materiales Utilizados:

- Un molde en forma de cilindro.
- Una probeta con capacidad de 500 cm³.
- Un pisón de 10 lb. de peso con 18 pulgadas de caída libre.
- Una balanza con una precisión de 0.1 gr.
- Un horno para el secado.
- Una regla de metal de 10 pulgadas.
- Tamices 2", 3/4", 3/8", y N°4.
- Herramientas diversas.

Procedimiento:

1. El Material debe estar seco para iniciar con el ensayo.
2. Se debe tamizar utilizando las mallas 3/4", 3/8" y N4 para elegir el método de prueba.

3. Se recomienda contar con 4 o 5 muestras de 6 kg para el método C y 3 kg para el método A o B.
4. Se debe incrementar la humedad en cada prueba adicionando agua.
5. Se debe aplicar 25 o 56 golpes a la primera capa según el método elegido.
6. Repetir hasta completar las 5 capas.
7. Enrasar el molde con una regla metálica quitando previamente el collarín.
8. Se debe retirar la base del cilindro y registrar el peso del suelo más molde.
9. Luego tomar una muestra de la parte central del molde para el contenido de humedad, como mínimo 500 gramos.
10. Repetir el proceso para un mínimo de 4 puntos compactados a diferentes contenidos de humedad.

1.7.5. Corte Directo (ASTM-D3080)

El ensayo de corte directo incita la ocurrencia de una falla a través de un plano de localización predeterminado. Sobre este plano actúan dos fuerzas (o esfuerzos) – un esfuerzo cortante debido a la aplicación de una carga horizontal P_h y un esfuerzo normal debido a una carga vertical P_v aplicada externamente. Estos esfuerzos se calculan como indica la ecuación número 3 y 4.

$$\sigma_n = \frac{P_v}{A} \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$T = \frac{P_h}{A} \quad \dots \dots \dots (4)$$

Donde el área nominal de la muestra (o de la caja de corte) está representado por A y generalmente no se corrige para tener el cambio de área por desplazamiento lateral de la muestra. Estos esfuerzos deberían satisfacer la ecuación de Coulomb:

$$T = C + \sigma_n \tan \phi \quad \dots \dots \dots (5)$$

En la ecuación se presentan dos variables no conocidas c y ϕ . Por ello, se necesita encontrar estos dos valores, como mínimo, de esfuerzo normal y esfuerzo cortante con el fin de llegar a una solución. Además, empleando los valores de esfuerzo normal y

esfuerzo cortante τ obtenidos podemos ilustrar el círculo de Mohr para cada ensayo y así poder trazar la envolvente de falla con lo que se consigue en forma gráfica los valores de c y para los materiales no cohesivos se debería cumplir que $c=0$.

Materiales Empleados:

- Equipo de corte directo residual.
- Molde de corte.
- Metal poroso.
- Papel filtro.
- Balanza electrónica.

Procedimiento:

1. Se talla la muestra según las medidas del molde.
2. Pesar la muestra conforme con el peso específico y contenido de humedad.
3. Compactar en tres capas cuidando que el material ocupe todo el molde.
4. Conservar el molde en un contenedor que mantenga su humedad hasta el instante del ensayo.
5. Ensamblar la muestra en el equipo de corte directo.

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

Tipo de Investigación

Según la metodología explicada en la Hipótesis, la presente investigación es de tipo Aplicada, puesto que se propone la práctica de nuevas técnicas de innovación para la estabilización de suelos arcillosos. Además se determina como una investigación de planteamiento Cuantitativo debido a que los resultados logrados en el laboratorio son valores numéricos medibles, los cuales pueden ser revisados a detalle, demostrando así el eficiente uso de las valvas de molusco y polvo de vidrio como agentes estabilizadores.

Nivel de Investigación

El nivel de investigación de la presente tesis desarrollada es de carácter Descriptivo, ya que se detallan los procedimientos de cada ensayo realizado en el laboratorio y a su vez de como la valva de molusco y polvo de vidrio inciden en la mejora de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso.

Diseño de Investigación

El diseño de investigación es experimental, dado que se realizó una variedad de combinaciones de muestras de arcilla con polvo de valvas de molusco y polvo de vidrio en los ensayos especificados de la tesis, con la finalidad de lograr diversos resultados y dar a conocer un resultado detallado de cómo inciden el polvo de las valvas de molusco y polvo de vidrio en el suelo arcilloso.

Variables:

Variable independiente

La variable independiente es aquella que no depende de otro factor para estar presente en esa realidad de estudio. Para la presente tesis, la variable independiente es:

- Porcentaje de adición en peso del polvo de Valva de Molusco y Polvo de Vidrio.

Variable dependiente

La variable dependiente es la que sufre cambios como resultado de la ejecución de la variable independiente por parte del experimentador. La variable dependiente es la que se mide. Para la presente tesis, la variable dependiente es:

- El suelo arcilloso y sus propiedades.

2.1. Recolección de Elementos.

2.1.1. Recolección del suelo arcilloso

Es necesario recolectar toda la información posible acerca del proyecto de mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso. La ciudad de Talara se encuentra localizada en el departamento de Piura, provincia de Talara, Distrito de Pariñas. Se ubica entre las latitudes 4° 30' y 4° 37' Sur y las longitudes 81° 15' y 81° 20' Oeste. El distrito de Pariñas limita al Norte con los distritos de El Alto y Lobitos, al Sur con el distrito de la Brea, al Este con el distrito de Marcavelica (Provincia de Sullana) y al Oeste con el Océano Pacífico.

La muestra del suelo arcilloso se adquirió del talud de la urbanización Sudamérica, ubicada en la Provincia de Talara, Departamento de Piura, ver figura 13. Se escogió esta zona, ya que existen antecedentes de problemas de arcillas expansivas. Para la extracción

del suelo, se realizaron calicatas y se obtuvo aproximadamente 200 kg de suelo (10 sacos de 25 kg c/u). Anexo 2

Figura 13: Lugar de extracción de la muestra de suelo.

Fuente: Elaboración propia

2.1.2. Recolección de las valvas de molusco (VM).

Las valvas de molusco fueron obtenidas de los botaderos que se localizan en las afueras de la provincia de Sechura, departamento de Piura. Ver figura 14.

Se escogió esta opción, puesto que el medio de adquisición era sencillo. Además los residuos de las valvas de molusco se encuentran a disposición para que cualquier persona los pueda recoger o utilizarlas sin costo alguno.

Figura 14: Ubicación de las valvas de Molusco

Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Valvas de Molusco

Fuente: ICMAN, 2006

2.1.3. Recolección del Vidrio (VR)

Este elemento fue obtenido de botellas de vidrio recicladas. Se escogió esta opción debido a que el medio de adquisición es sencillo, pues los residuos están a disposición para que cualquier persona los pueda recoger o utilizarlos sin costo alguno. Ver figura 16.

Figura 16: Botellas de Vidrio

Fuente: Quiminet 2011

2.1.4. Obtención del polvo de vidrio y valvas de molusco

2.1.4.1. Limpieza de las botellas de vidrio

En un inicio se recolectaron botellas de cerveza para esta investigación. Ver figura 17.

Figura 17: Botellas de Cerveza

Fuente: Elaboración propia

Luego se procedió con el lavado y limpieza de estas botellas. Ver figura 18.

Figura 18: Limpieza de Botellas.

Fuente: Propia

2.1.4.2. Limpieza de las valvas de molusco

Se procedió de recolectar las conchas de abanico en sacos de 20 kg y se procedió a lavarlas para después poder triturarlas. Ver Figura 19.

Figura 19: Limpieza de Conchas de Abanico

Fuente: Elaboración propia

2.1.4.3. Proceso de trituración de elementos

Las valvas de molusco y vidrio obtenido se procedieron a triturar con ayuda de una herramienta de laboratorio de suelos conocida como ensayo Proctor, ver figura 20. Dando como resultado el Polvo de Vidrio y Polvo de Valvas de molusco. Ver figura 21.

Figura 20: Herramientas del Proctor modificado.

Fuente: (Cotecno, 2019)

Figura 21: Polvo de Vidrio y Valva de Molusco.

Fuente: Elaboración propia

2.2. Mezcla de suelo arcilloso y polvo de valvas de molusco.

El suelo arcilloso y las valvas de molusco se acumularon en bolsas plásticas. Las mezclas de suelo, polvo de valvas de molusco y polvo de vidrio se midieron en peso respectivamente de acuerdo a las proporciones indicadas en la Tabla 6.

Tabla 6

Proporción de Mezcla y Símbolos Referentes a cada Material.

Material / Mezcla	% de Suelo arcilloso	% de polvo de Valvas de Molusco	% de Polvo de Vidrio
Valvas de Molusco	0	100	0
Polvo de Vidrio	0	0	100
Mezcla NS	100	0	0
Mezcla 1	90	3	7
Mezcla 2	87	6	7
Mezcla 3	83	10	7
Mezcla 4	81	12	7
Mezcla 5	78	15	7

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Proceso de Experimentación.

En la primera parte de esta experimentación, se realizaron ensayos de laboratorio a la muestra obtenida en campo para su respectiva caracterización física y mecánica, las cuales fueron:

Características Físicas:

- Análisis Granulométrico por Tamizado (MTC E 107-ASTM D422)
- Análisis granulometría por sedimentación (ASTM D 422)
- Humedad Natural (MTC E 108-ASTM D2216)
- Límites de Atterberg - Límite Líquido (MTC E 110–ASTM D4318) - Límite Plástico (MTC E 111-ASTM D4318) - Índice de Plasticidad (MTC E 111-ASTM D4318)
- Clasificación de Suelos método SUCS (ASTM D2487)

Características Mecánicas:

- Proctor Modificado (ASTM D-1557)
- Corte Directo Consolidado Drenado (ASTM D-3080)

En la segunda parte, se aplicaron polvo de valvas de molusco y polvo de vidrio (partículas que pasan el tamiz N°100) al suelo según las mezclas de la tabla 6; para analizar su comportamiento mecánico, los ensayos a realizar son:

- Límites de Atterberg - Límite Líquido (MTC E 110–ASTM D4318) - Límite Plástico (MTC E 111-ASTM D4318) - Índice de Plasticidad (MTC E 111-ASTM D4318)
- Proctor Modificado (ASTM D-1557)
- Corte Directo Consolidado Drenado (ASTM D-3080)

CAPITULO 3: RESULTADOS

3.1. Caracterización física: Ensayos de laboratorio para la clasificación del suelo arcilloso natural.

3.1.1. Ensayos de laboratorio para la clasificación física del suelo natural (anexo 3)

3.1.1.1. Ensayo granulométrico por tamizado (ASTM D422)

Se realizó el ensayo de tamizado para la muestra extraída de la Calicata realizada en Talara, Piura según la norma ASTM. El análisis granulométrico nos permitió determinar la distribución de tamaños de partículas que contiene el suelo.

Figura 20: Curva granulométrica del suelo arcilloso

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 20 se tiene la curva granulométrica correspondiente a la arcilla conforme a la norma de ensayo ASTM D422. Según el ensayo realizado se pudo identificar que el porcentaje de Grava (retenidos N°4) es de 0.0%, para la arena fue de 1.9% y para los finos (pasante N°200) fue de 98.1%.

3.1.1.2. Granulometría por Sedimentación (ASTM D422)

Este ensayo nos permitió mostrar la distribución de fracción de finos pasante por la malla N°200 que se realizó al suelo arcilloso. Este ensayo consiste en deflocular la porción más fina del suelo, y calcular la concentración de estas partículas utilizando un hidrómetro estandarizado.

Figura 21: Curva granulométrica por sedimentación

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 21 se tiene la curva granulométrica por sedimentación correspondiente al suelo que pasó el tamiz N°200 conforme a la norma de ensayo ASTM D422. Este ensayo nos permitirá evaluar el potencial de expansión del suelo cohesivo en función del porcentaje de partículas menores a 2 micras, del índice de plasticidad y la actividad (A) de la arcilla, ver fórmula 6. Según la norma E.050 (Artículo 37: suelos expansivos), ver figura 22.

Figura 22: Clasificación de cambio de potencial de volumen

Fuente: Norma E.050

$$ACTIVIDAD (A) = \frac{IP}{\%<2mm} \dots\dots\dots (6)$$

Tabla 7

Tabla para hallar la ACTIVIDAD del suelo arcilloso

ANÁLISIS POR HIDRÓMETRO			
ABERTURA (mm)		PASA (%)	
0.0351		90	
0.0249		82.5	
0.0184		75.1	
0.0137		67.6	
0.0106		60.1	
0.008		46.6	
0.006		37.7	
0.0044		30.2	
0.0032		22.7	
0.0022		15.3	
0.0015		10.8	
0.0008		7.8	
A =	IP	24.27	1.73
	%<2 um	14.01	

Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico que nos proporciona la norma E.050, la relación arrojo como resultado un potencial de volumen: Mediana.

3.1.1.3. Límites de Consistencia (ASTM D-4318 AASHTO T-89)

Los ensayos para determinar el Límite Líquido (LL) y el Límite Plástico (LP), fueron realizados acorde a Norma ASTM D4318. Estos ensayos son imprescindibles para poder clasificar nuestra muestra de suelo.

Figura 23: Diagrama de fluidez

Fuente: Elaboración propia

En la figura 23 se tiene el resultado del límite líquido, se realizaron 4 muestras con golpes de 16, 23, 31, 35 y mediante la ayuda del Excel se pudo obtener la humedad (LL) exacta para 25 golpes; el cual fue de $LL = 47\%$.

Para el límite plástico se hicieron 2 ensayos y mediante un promedio de contenido de humedad se obtuvo el LP; el cual fue de $LP = 23\%$.

Para el Índice de Plasticidad (IP), se procedió de restar el $LL - LP$; el resultado fue de $IP = 24\%$.

3.1.1.4. Clasificación del suelo según SUCS

Para la clasificación SUCS se consideró la granulometría de nuestro suelo y sus características plásticas. Usando el Ábaco de Casagrande SUCS el material estudiado es un CL, se trata de un suelo tipo “Arcilla arenosa de baja plasticidad”. Apremiar la tabla 8.

Tabla 8
Clasificación SUCS de la muestra

CALICATA	C-1
PROFUNDIDAD	0.8 m
% PASA N°200	98.1
% ARENA (%N°4 - %N°200)	1.9
% GRAVA (%3"-%N°4)	0
LL	47.26 %
LP	23.00 %
IP	24.27 %
CLASIFICACIÓN SUCS	CL
DENOMINACIÓN	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

Fuente: Elaboración propia

3.2. Caracterización física - mecánica del suelo arcilloso y sus mezclas.

3.2.1. Ensayo físico: límites de consistencia al suelo con las mezclas

Este ensayo, como ya se mencionó en el capítulo 1, nos permite determinar dependiendo del contenido de humedad, los diferentes estados del suelo, las cuales son: Límite líquido (LL), Límite plástico (LP) y el índice de plasticidad (IP). Con las mezclas ya definidas en la tabla 6, se procedió a realizar los ensayos según la ASTM D4318. Ver figura 24.

(1) Preparación mezclas

(2) Toma de pesos

(3) Límite Plástico

(4) Límite Líquido

Figura 24: Proceso del Ensayo de Limites de Consistencia.

Fuente: propia

Realizado el procedimiento. Se consiguió los siguientes resultados en donde se aprecia que la arcilla natural presenta un mayor índice de plasticidad y tiende a disminuir al agregarles los porcentajes ya definidos en la tabla 6. Esto se debe al material usado en las mezclas es tipo arena (pasante del tamiz #100), generando que la arcilla pierda cohesión y por ende una disminución en la plasticidad.

Figura 25: límite líquido (LL), límite plástico (LP) y el índice de plasticidad (IP) al suelo natural y mezclas

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.1. Análisis de los límites de consistencia:

Obtenidos los resultados de límites de consistencia en la figura 25, se observa que el suelo natural presenta un índice de plasticidad de 24 %, mientras que las mezclas M1, M2, M3, M4 y M5 presentan un índice de plasticidad menor al suelo natural en 6.69%, 8.23%, 7.29%, 7.85% y 10.24% respectivamente. Por otro lado, el límite líquido del suelo natural es de 47%, y disminuyen en las mezclas en 11.68%, 12.89%, 12.12%, 13.87% y 13.21% respectivamente. Por último, el límite plástico disminuye con respecto al suelo natural en 4.89%, 4.66%, 4.84%, 6.02% y 2.98%.

Se puede apreciar también en la figura 25, la mezcla M4 (7% PV-12%PCA) es la que presenta una mayor disminución, en el caso del límite líquido se tiene un valor de 33.13% y el límite plástico un valor de 16.98%. Mientras que para el índice de plasticidad se observar que la mezcla M5 (7% PV-15%PCA) es la que presenta una mayor disminución con un valor de 13.76%.

Se puede mencionar que se logró disminuir los límites de consistencia usando los elementos estabilizantes desarrollados en esta investigación. Por último, según las tablas 3 y 4 se logra disminuir el grado de expansión y potencial de hinchamiento, ya que los límites líquidos e índice de plasticidad tienden a disminuir al agregarle más porcentaje de concha de abanico.

3.2.2. Ensayo Mecánico: proctor modificado al suelo natural y con las mezclas

El ensayo ya mencionado en el capítulo 1, tiene como objetivo conseguir la máxima densidad seca para una humedad óptima con el fin de mejorar el suelo, al ser un proceso repetitivo de compactación se busca reducir el volumen de vacíos generando un aumento en la densidad. Con las mezclas ya definidas en la tabla 6, se procedió a realizar los ensayos según la ASTM D-1557. Ver Figura 26.

(1) Compactación por capas

(2) Finalización de la compactación

(3) Toma de pesos

Figura 26: Proceso del ensayo de Proctor Modificado

Fuente: Elaboración propia

Realizado el ensayo se obtiene las curvas de compactación, el cual nos proporciona datos de la máxima densidad seca y el porcentaje de contenido de humedad optima de las mezclas planteadas. Ver figura 27.

Figura 27: Curvas de compactación del suelo natural y las mezclas

Fuente: Elaboración propia

En la figura 28, se observa que la máxima densidad seca aumenta en comparación de la arcilla natural. La arcilla natural tiene una máxima densidad seca (MDS) de 1.784 kg/cm2 y un máximo contenido de humedad (OCH) de 9.4%. Cuando se aumenta el porcentaje a 6%PCA-7%PV (M2) hay un incremento pico de la MDS de 1.847 kg/cm2 y un OCH de 12.1%. Pero cuando se le agrega la 10%PCA-7%PV (M3) comienza a tener una tendencia de disminución del MDS Y OCH.

Figura 28: Resumen de resultados de ensayos de Proctor modificado

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.1. Análisis del proctor modificado:

Obtenidos los resultados del proctor modificado en la figura 28, se observa que los óptimos contenidos de humedad de las mezclas M1, M2, M3, M4 y M5 son mayores en 1.3%, 2.7%, 2.2%, 2.1% y 2.3% respectivamente respecto al OCH del suelo natural. Mientras que, las máximas densidades secas aumentan en 0.022, 0.063, 0.02, 0.014 y 0.012 g/cm³ respectivamente respecto a la MDS del suelo natural.

Se evidencia también que, el mayor OCH corresponde a la mezcla M2 con un valor de 12.1%, y el menor OCH pertenece al suelo natural con un valor de 9.4%. Además, se aprecia que el OCH y MDS aumentan progresivamente con la adición de conchas de abanico y vidrio hasta el porcentaje de la mezcla 2 (7%PV-6%PCA), adiciones mayores generan un decrecimiento.

Con estos resultados se puede evidenciar que se logra aumentar los valores de la máxima densidad seca del suelo y el óptimo contenido de humedad con respecto al suelo natural.

3.2.3. Ensayo Mecánico: corte directo al suelo natural y con las mezclas

Esta prueba determina la resistencia al esfuerzo cortante del suelo en estudio y determina los parámetros de resistencia como la cohesión y ángulo de fricción. Se realizó el ensayo aplicando una fuerza normal al suelo de 0.5 kg/cm², 1 kg/cm² y 2 kg/cm². El movimiento vertical se lee colocando un deformímetro en la parte superior. La velocidad de deformación aplicada fue de 0.125 mm/min, ya que debe ser lenta para garantizar las condiciones de drenaje equivalente a presión cero. La compactación se realizó con las condiciones de humedad y peso unitario obtenidas de la prueba de control, considerando la humedad óptima como la humedad para cada muestra, respectivamente. Se procedió a realizar los ensayos según la ASTM D-3080. Ver figura 29.

(1) Preparación y colocación de la muestra

(2) Colocación de Pesos normales

(3) Inicio del Ensayo a una velocidad de 0.125 mm/min

Figura 29: Proceso del ensayo de Corte Directo Consolidado Drenado

Fuente: Propia

Realizado el proceso del ensayo. Se obtuvieron los gráficos de deformación tangencial vs esfuerzo de corte (figura 30). Esto nos permitirá identificar los esfuerzos de corte máximo (tabla 9) y hallar los parámetros de ángulo de fricción y cohesión.

NS

M1

M2

M3

M4

M5

Figura 30: Deformación Tangencial (%) vs Esfuerzo de Corte (kg/cm²) de todas las mezclas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9
Máximos Esfuerzos de Corte

Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	Máximo Esfuerzo Cortante (kg/cm ²)					
	NS	M1	M2	M3	M4	M5
0	0.05	0.07	0.1	0.08	0.08	0.06
0.5	0.32	0.4	0.41	0.4	0.37	0.35
1	0.61	0.67	0.78	0.7	0.67	0.64
2	1.16	1.27	1.35	1.24	1.21	1.17

Fuente: Elaboración propia

Con los esfuerzos cortantes máximos identificados se procedió a realizar la envolvente de falla para hallar los parámetros de ángulo de fricción y cohesión para cada mezcla. Ver Figura 31.

Figura 31: Envolvente de falla (Mohr) de todas las muestras

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10, se comparan los resultados obtenidos. Se evidencia que hay una tendencia de aumento en los parámetros de resistencia en las mezclas de diseño. Debido a que, el suelo arcilloso tiene un ángulo de fricción de 28.9° y cohesión de 0.05 kg/cm^2 , y la mezcla M2 tiene un aumento del ángulo de fricción a 32° y una cohesión 0.1 kg/cm^2 . Pero en la mezcla M3 su ángulo de fricción se reduce a 29.8° y la cohesión a 0.08 kg/cm^2 , se mantiene esa tendencia de disminución para las demás mezclas.

Tabla 10

Comparación de resultados de corte directo consolidado drenado

	NS	M1	M2	M3	M4	M5
ϕ	28.9	30.5	32	29.8	28.6	28.3
Cohesión	0.05	0.07	0.1	0.08	0.08	0.06

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.1. Análisis del corte directo consolidado drenado:

Obtenidos los ensayos del corte directo consolidado drenado, se analizó y procesó los resultados para hallar los parámetros de resistencia de corte del suelo. En la tabla 10, se observa que el suelo natural tiene un ángulo de fricción de 28.9° y aumenta en las mezclas M1, M2 y M3, en 1.6°, 3.1° y 0.9° respectivamente, pero en las mezclas M4 y M5 disminuyen en 0.3° y 0.6°. Por otro lado, la cohesión del suelo natural es de 0.05 kg/cm² y aumentan en las mezclas M1, M2, M3, M4 y M5 en 0.02, 0.05, 0.03, 0.03, 0.01 kg/cm² respectivamente.

Se aprecia también que, el mayor valor del ángulo de fricción corresponde a la mezcla M2 (7%PV-6%PCA) y el menor valor pertenece a la mezcla M5 (7%PV-15%PCA). Además, se evidencia que hay un aumento progresivo al agregarle la concha de abanico y el vidrio hasta un valor máximo de 32°, pasado ese porcentaje tiende a disminuir hasta llegar a los 28.03°. De la misma manera se comporta la cohesión, donde tiene un aumento máximo de 0.05 kg/cm², pasado ese porcentaje tiende a disminuir los valores.

Analizando estos resultados, se puede decir que se logró aumentar los valores de la resistencia al corte del suelo, tanto en el ángulo de fricción como la cohesión con respecto a los valores del suelo natural.

3.3. Definición de la mezcla óptima

Para definir la mezcla óptima se tiene que hacer una comparación de todos los resultados obtenidos de los ensayos (tabla 6). Como primera verificación, se busca disminuir el valor del LL e IP, ya que se trata de reducir el grado de expansión (tabla 3) y el potencial de hinchamiento (tabla 4), factores referenciales para medir la expansión y el hinchamiento de las arcillas. Como segunda verificación, se busca aumentar la máxima densidad seca, reduciendo los vacíos, además esto aumenta la resistencia del suelo. Como ultima verificación, se busca aumentar los resultados de cohesión y ángulo de fricción, ya que a mayor Angulo de fricción aumenta los parámetros de resistencia del suelo. En la tabla 11 se muestra el resumen de todos los resultados obtenidos.

Tabla 11
Resumen de resultados de ensayos

RESUMEN DE ENSAYOS							
MEZCLAS	LIMITES DE CONSISTENCIA			PROCTOR MODIFICADO		CORDE DIRECTO CD	
	LL	LP	IP	OCH (%)	MDS (g/cm ³)	Ø	Cohesión
SN	47.00	23.00	24.00	9.40%	1.784	28.90	0.05
M1	35.32	18.02	17.31	10.70%	1.806	30.50	0.07
M2	34.11	18.34	15.77	12.10%	1.847	32.00	0.10
M3	34.88	18.16	16.71	11.60%	1.804	29.80	0.08
M4	33.13	16.98	16.15	11.50%	1.798	28.60	0.08
M5	33.79	20.02	13.76	11.70%	1.796	28.30	0.06

Fuente: Elaboración propia

Realizado en su totalidad los ensayos planteados para esta investigación, se aprecia que los resultados en todos los ensayos varían significativamente al aumentar los porcentajes. También se evidencio una tendencia del comportamiento de las mezclas diseñadas. Esta tendencia es hasta la mezcla denominada M2, donde hay un aumento progresivo, pero a partir de la mezcla M3 comienzan a disminuir los resultados. Esto significa que, para nuestra propuesta de mejora de la arcilla, la mezcla M2 (7% PV – 6% PCA) es la mezcla optima donde ve mayores mejoras en comparación de las demás mezclas.

CAPITULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Objetivo 1
 - ✓ Se halló la caracterización del suelo arcilloso. Se obtuvo según el ensayo de granulometría por tamizado que el 98.1% del suelo era finos (pasantes de la malla N°200), el 1.9% por arenas (retenidos en la malla N°100) y un 0% de gravas.
 - ✓ En el ensayo de granulometría por sedimentación se procedió a medir la distribución de las partículas de los finos que pasaron el tamiz N°200. Además, este ensayo nos permitió evaluar el potencial de expansión del suelo según la norma E.050, dándonos un potencial de volumen mediana.
 - ✓ Para la clasificación del suelo natural según SUCS fue una arcilla de baja plasticidad (CL), ya que su límite líquido es 47%, el límite plástico es 23% y su índice de plasticidad es 24%.
- Objetivo 2:
 - ✓ Los elementos utilizados para la mejora de la arcilla tuvieron un tamaño de partícula de 0.149 mm (retenidos en el tamiz N°100). Este factor es importante para esta investigación, ya que existirá una mejor interacción con las partículas del suelo.
 - ✓ Se determinó el Límite de consistencia para poder analizar el LL, LP y IP, y así estudiar el comportamiento que tiene la arcilla con los materiales agregados.
 - ✓ Se realizaron los ensayos con las mezclas definidas. Se evidenció que hay una disminución progresiva al aumentar los porcentajes de conchas de abanico. Estos son resultados favorables, ya que nos ayudará a disminuir el hinchamiento de la arcilla debido a que presenta valores menores. Esto se evidenció en el grado de expansión (tabla 3) y el potencial de hinchamiento (tabla 4), logrando disminuirlas significativamente.

- Objetivo 3

- ✓ Los resultados que nos proporcionó el ensayo de Proctor modificado nos permitieron analizar en cuál de las mezclas tenía un mejor comportamiento en relación al suelo natural.
- ✓ Se observó que hay un aumento progresivo hasta la mezcla 2 y luego tiende a disminuir de la misma forma.
- ✓ De las 5 mezclas planteadas se evidenció que la mezcla 2 (7%PV-6%PCA) es la que tiene mejores resultados, ya que aumenta su densidad seca de 1.784 g/cm³ a 1.847 g/cm³ y su contenido de humedad de 9.4% a 12.1%.
- ✓ Se concluye que se logra aumentar los valores de densidad y contenido de humedad al añadir las conchas de abanico y vidrio.

- Objetivo 4

- ✓ El ensayo de corte directo drenado consolidado nos brindó información sobre la envolvente de falla, donde los resultados obtenidos fueron la cohesión y ángulo de fricción
- ✓ De las 5 muestras estudiadas, la mezcla M2 es la que tiene mejores resultados, con una mejora del ángulo de fricción de 28.9° a 32°.
- ✓ La Cohesión de la Mezcla M2 mejoró de 0.05 kg/cm² a 0.1kg/cm² respecto al suelo en estado natural.
- ✓ Los resultados de los ensayos de Corte Directo Consolidado Drenado nos evidencian que hay una mejora en las propiedades de cortante en la arcilla al agregarle las mezclas definidas.

- Objetivo 5

- ✓ Realizado todos los ensayos para esta investigación se hizo un análisis según los criterios y verificaciones en la que se busca un porcentaje óptimo según nuestras mezclas definidas que logren mejorar las propiedades mecánicas del suelo arcillo en estudio.

- ✓ Según los ensayos realizados se puede afirmar que la mezcla óptima que mejora las propiedades mecánicas del suelo arcilloso con las mezclas diseñadas es la M2 (7% PV – 6% PCA). Esto se evidencia en el capítulo 3.3 donde se hace un análisis de lo que se necesita para definir la mezcla óptima.
- ✓ Para futuras investigaciones, se debe empezar en el rango de (6% a 8%) de PCA para que exista mejores resultados. Por otro lado, se puede alternar los porcentajes de vidrio y conchas de abanico para tener mayores datos y apreciar mejor el comportamiento de la arcilla con las mezclas.

4.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Revisar teorías de clasificación de suelos según el tipo de suelo con el que se trabajará para obtener mejores resultados.
- ✓ Revisar referencias de diferentes investigaciones para definir los porcentajes y tamaño de partículas de las mezclas con los que se trabajará, y así tener una aproximación del total de ensayos que se realizarán.
- ✓ Se recomienda utilizar el ensayo de Proctor modificado, ya que tiene resultados más cercanos a la realidad que un ensayo de Proctor normal.
- ✓ Se recomienda analizar el tipo de corte directo que se utilizará. Así como, el tipo de densidad seca que se empleará, ya que esto puede darnos mejores resultados.
- ✓ Profundizar el análisis sobre el empleo de valvas de molusco y vidrio.

Referencia Bibliográfica

- Pontificia Universidad Católica del Perú. (2012). *Guía de laboratorio de Mecánica de Suelos*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Arias, A. (s.f.). Colección Biológica del ICMAN. *BASE DE DATOS TERMINOLÓGICOS Y DE IDENTIFICACIÓN*. ICMAN.
- Braja, M. D. (2012). *Fundamentos de Ingeniería en Cimentaciones*. (Septima Edición ed.). México: CENGAGE Learning. Obtenido de https://issuu.com/gustavochonlongalcivar/docs/fundamentos_de_ingenieria_de_ciment
- Canakcia, H., AL-Kakia, A., & Celika, F. (2016). Stabilization of Clay with Waste Soda Lime Glass Powder. *Elsevier Ltd.*, 161, 600-605. doi:10.1016/j.proeng.2016.08.705
- Carnero López; Matías , Fernández Rodríguez M. Elena , Carreira Pérez, Xoan Carlos , Méndez Lodos. (2009). MEZCLAS DE ZAHORRAS NATURALES Y CONCHA DE MEJILLÓN. *XIII CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA DE PROYECTOS (Badajoz)*.
- Castro Valencia, M. C. (1992). *Suelos Expansivos en Talara*. (F. d. Civil, Ed.) Piura: Tesis Grado.
- Cotecno. (2019). Máquina de abrasión Los Ángeles. *Máquina de abrasión Los Ángeles*.
- Datea.es. (25 de Enero de 2018). *Datea*. Obtenido de Datea: <https://www.datea.es/tipologia-de-los-suelos-en-la-construccion/>
- De paz, J. R. (2010). *Estabilización de suelos con cloruro de sodio (nacl) para bases y sub bases*. Guatemala: Universidad de san carlos de guatemala.
- Dominicana, E. p. (2017). *Educando*. Obtenido de <http://www.educando.edu.do/portal/el-suelo-sus-capas-otras-caracteristicas/>
- Dr. Hassan H. Jony, Mays F. Al-Rubaie & Israa Y. Jahad. (2011). The Effect of Using Glass Powder Filler on Hot Asphalt. *Eng. & Tech. Journal*.
- Duque Escobar, G., & Escobar Potes, C. E. (2002). *MECANICA DE LOS SUELOS*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Duque, E. G., & Escobar, P. C. (2002). *Texto para la asignatura mecánica de mecanica de suelos I*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional Sede Manizales.
- esacademic.com. (08 de noviembre de 2010). *esacademic.com*. Recuperado el 10 de 03 de 2020, de <https://esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1204643>
- Espinoza, H. (31 de 07 de 2017). Toda construcción debe tener un previo estudio de suelos. (UNI, Entrevistador) UNI. Recuperado el 15 de septiembre de 2019, de <http://www.lms.uni.edu.pe/EXPOSICIONES/entrevista-HEC.pdf>
- Foinquinos, J., & Hurtado, J. (2011). *Arcillas y lutitas expansivas en el norte y nororiente Peruano*. Universidad Nacional de Ingeniería Civil. Obtenido de http://www.jorgealvahurtado.com/files/labgeo04_a.pdf
- FONDEPES. (2018). *Manual de conchas de Abanico*. Lima: Ministerio de la Producción.

- Gaby Ruiz , Pierre Farfán. (2016). Use of crushed seashell by-products for sandy. *University of Piura*.
- George, R. O., & Esenwa, I. C. (2014). Mechanical stabilization of a deltaic clayey soil using crushed waste periwinkle shells. *International Journal of Engineering and Technology Research*, 2, 1-7. doi:10.13140/2.1.1354.6242
- H.B. Seed, J. W. (1962). Prediction of Swelling Potential for Compacted Clays. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, 53 - 87.
- IBERICA. (2018). *Vidrio granular y polvo de vidrio*. Obtenido de Silmin Iberica: <http://www.silminiberica.com/vidrio-granular-y-polvo-de-vidrio.html>
- ICMAN. (2006). *Base de datos terminologicos y de identificacion de especies pesqueras de las costas de Andalucia*. Recuperado el 2021 de 10 de 29, de ICMAN: http://www.ictieterm.es/nombre_cientifico.php?nc=201
- INADUR. (1999). *Mapa de peligros, plan de usos del suelo y plan de mitigacion de los efectos producidos por los desastres naturales en la ciudad de talara*. Talara: Instituto nacional de desarrollo urbano.
- INDECI. (2011). *Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la probable ocurrencia de un gran sismo de magnitud: distrito de puente piedra*. INDECI. Obtenido de http://bvpad.indeci.gob.pe/html/es/coleccion_preencion_estudios_tecnicos.htm
- IPP. (1996). Concha de Abanico. En I. P. Instituto del Mar del Perú, *Compendio Bilogico Tecnológico de las principales especies hidrobiologicas comerciales del Perú* (págs. 120-121). Lima: Editorial Stella.
- Juárez Badillo & Rico Rodríguez. (2007). *Fundamentos de la mecánica de suelos - Mecánica de suelos I, II*. Limusa, S.A.
- Koteswara Rao, D., & Vineela, S. (2018). A laboratory study on the performance of expansive soil subgrade treated with seashell powder and ferric chloride. *International Journal of Technical Innovation in Modern Engineering & Science (IJTIMES)*, 4, 1040-1045. Obtenido de http://ijtimes.com/papers/finished_papers/IJTIMESV04I08150828071812M.pdf
- Mahdi, Z., & Alhassnawi, N. (2018). Assessment of subgrade soil improvement by waste glass powder. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9, 12-21. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/329758872_ASSESSMENT_OF_SUBGRADE_SOIL_IMPROVEMENT_BY_WASTE_GLASS_POWDER
- Maheshwari, B., & Ravikumar, B. (2015). Study on Stabilization of Soil Using Sea Shell and Bitumen Emulsion. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 4, 5875-5882. doi:10.15680/IJIRSET.2015.0407065
- MTC. (2016). *MANUAL DE CARRETERAS*. En M. d. comunicaciones.. LIMA.
- Olufowobi, J., Ogundoku, A., Michael, B., & Aderinlewo, O. (2014). Clay soil stabilisation using powdered glass. *Journal of Engineering Science and Technology*, 9, 541-558. doi:18234690

- Perú, P. U. (2012). *Guía de Laboratorio de Mecánica de Suelos*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/314758517/MECANICA-DE-SUELOSPUCP->
- Perú, P. U. (2012). *Pontificia Universidad Católica del Perú*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/314758517/MECANICA-DE-SUELOSPUCP->
- Peruconstruye. (16 de 11 de 2018). *Peruconstruye.net*. Obtenido de <https://peruconstruye.net/?s=REGION+ORIENTE>
- PHOTO, C. S. (s.f.). Cerveza Verde, Botellas, Vidrio. *botellas, vidrio, cerveza, fondo verde, blanco*.
- Raman, V. D. (1973). A simple method of identifying an expansive oil. *Soils and foundations*, 13 - 97.
- Ríos, M. (28 de Mayo de 2019). ¿Cuáles serían los distritos más vulnerables de darse un sismo de alta intensidad en Lima? *Gestión*.
- Saint-Gobain. (Lunes de Noviembre de 2019). *saint-gobain-sekurit*. Obtenido de <https://www.saint-gobain-sekurit.com/es/glosario/propiedades-del-vidrio>
- TARBUCK, E. J. (2010). *Ciencias de la Tierra. Una Introducción a la Geología Física*. España: Pearson.
- Universidad Nacional de Ingeniería. (2006). *Taller Básico de Mecánica de Suelos*. Obtenido de <http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/publicaciones.html>
- VALLE AREAS, W. A. (2010). *La estabilización del suelo también es la corrección de una deficiencia para darle*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Vilchez, M., Luque, G., & Rosado, M. (2009). *Zonas críticas por peligros geológicos en la región Piura*. Piura: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
doi:10.1017/CBO9781107415324.004

ANEXOS

ANEXO 1: ESTUDIO DE PARA COMPROBAR LA CANTIDAD DE CARBONATO
QUE TIENE LA CONCHA DE ABANICO.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante: JUAN COLCAS OCAMPO
Obra: TRABAJO DEL CURSO DE PROYECTOS: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA CONCHA DE ABANICO PARA LA OBTENCIÓN DE CAL.
Tipo de ensayo: Determinación de carbonatos en 01 (una) muestra de concha de abanico.
Fecha: 29/08/2014

RESULTADOS

Código	Descripción de la muestra	Carbonatos (CaCO ₃ %)
Q-346/14	Molido de Concha de abanico 28/08/14	99,14

Método: Volumetría

Descripción de la muestra: la muestra fue alcanzada por el solicitante con la descripción arriba indicada.

Fabiola Villalón
Dr. Ing. José Luis Barranzuela Q.

ANEXO 2: PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA MUESTRA QUE SE ESTA INVESTIGANDO

Fuente: Propia

ANEXO 3: RESULTADOS DE LABORATORIO

OBJETIVO 1: CLASIFICACIÓN DEL SUELO

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE :	Quino Seguil Alvaro Esteban - Trejo Cachá Roger Steven	EXPEDIENTE N° :	0044-2019/LAB_CINUSCO SAC
DIRECCIÓN :	Telere - Piura	FECHA RECEPCIÓN :	Lima, 02 de Noviembre del 2019
PROYECTO :	Uso de Poliestireno Expandido Combinado con Cepes de Suelo de Fundación Como Metodode Relleno en la Construcción de Terreples para Reducir el Riesgo por Inestabilidad		
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION :	C-1M-1	PRESENTACION :	01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN :	-	CANTIDAD :	10 kg aprox.
ASTM D 422 MTC E 107		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				CARACTERÍSTICAS GENERALES
MALLAS	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	
INCH AMERICANA				
ABERTURA (mm)				
3"	76.200			
2 1/2"	63.500		100.0	
2"	50.800	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100	0.0	100.0	
1"	25.400	0.0	100.0	
3/4"	19.050	0.0	100.0	
1/2"	12.700	0.0	100.0	
3/8"	9.525	0.0	100.0	
1/4"	6.350	0.0	100.0	
N° 4	4.750	0.0	100.0	
N° 6	3.360	0.0	100.0	
N° 8	2.360	0.0	100.0	
N° 10	2.000	0.0	100.0	
N° 16	1.180	0.0	100.0	
N° 20	0.850	0.1	99.9	
N° 30	0.600	0.0	99.9	
N° 40	0.425	0.2	99.7	
N° 50	0.300	0.3	99.7	
N° 80	0.180	0.3	99.4	
N° 100	0.150	1.0	98.4	
N° 200	0.075	0.3	98.1	
<N° 200	ASTM D 1140-00	98.1	100.0	

ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos" Grava (Ret. N°4) : 0.0 % Arena (Ret. N°200) : 1.9 % Fino (Pas. N°200) : 98.1 % ASTM D 4318-(05) "Límites de Atterberg" Límite Líquido (L.L.) : 47 % Límite Plástico (L.P.) : 23 % Índice Plástico (I.P.) : 24 % ASTM D 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO) A-7-6(26) ASTM D 2487, "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS) CL ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD ASTM D 2216, "Contenido de humedad" Cont. de humedad : 0.8 % OBSERVACIONES: - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
--

Fecha de emisión : Lima, 08 de Noviembre del 2019

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

AMÉRICO TOMÁS GUERRERO CARDEÑAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143476

Téc: T.G.A.
Rev: A.G.D.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Quino Seguí Álvaro Esteban - Tejo Cachá Roger Steven	EXPEDIENTE	: 0044-2019/LAB_PEINBAC
DIRECCIÓN	: Talara - Piura	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Noviembre del 2019
PROYECTO	: Uso de Poliestireno Expandido Combinado con Capas de Suelo de Fundación Como Método de Relleno en la Construcción de Terrepíenes para Reducir el Riesgo por Inestabilidad		

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: C-1M-1	PRESENTACIÓN	: 01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: -	CANTIDAD	: 10 kg aprox.

ASTM D 2216 MTC E 108	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
--------------------------	---

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	E - 1	E - 2
Cápsula N°	218.0	19.0
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	373.0	386.8
Peso cápsula + suelo seco (g)	371.1	384.5
Peso del Agua (g)	1.9	2.3
Peso de la cápsula (g)	133.3	99.8
Peso del suelo seco (g)	237.8	284.7
Contenido de Humedad (%)	0.8	0.8
Contenido de Humedad (RESULTADO) (%)	0.8	

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Fecha de emisión : Lima, 08 de Noviembre del 2019

Tec.: T.O.A.

Rev.: A.O.C.

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

AMÉRICO TOMÁS
GUERRERO CÁRDENAS
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 143475

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Quino Seguí Alvaro Esteban - Trejo Caché Roger Silven	EXPEDIENTE N°	: 0044-2019/LAB_PENBAC
DIRECCIÓN	: Talara - Piura	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Noviembre del 2019
PROYECTO	: Uso de Poliestireno Expandido Combinado con Capas de Suelo de Fundación Como Método de Relleno en la Construcción de Terraplenes para Reducir el Riesgo por Inestabilidad		

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: C-1M-1	PRESENTACIÓN	: 01 Costal de poliestireno
DESCRIPCIÓN	: "	CANTIDAD	: 10 kg aprox.

ASTM D 6913 MTC E 109	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR HIDROMETRO
--------------------------	---

ANÁLISIS POR TAMIZADO			ANÁLISIS POR HIDROMETRO		CARACTERÍSTICAS GENERALES
MALLAS		PASA (%)	ABERTURA (mm)	PASA (%)	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200	100.0	0.0351	90.0	ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos" Grava (Ret. N°4) : 0.0 % Arena : 1.9 % Fino (Pas. N°200) : 98.1 % ASTM D 4318-05 "Límites de Atterberg" Límite Líquido (LL) : 47 % Límite Plástico (L.P) : 23 % Índice Plástico (I.P) : 24 % ASTM D 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO) A-7-6(26) ASTM D 2487, "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS) CL ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD ASTM D 2216, "Contenido de humedad" Cont. de humedad : 0.8 % OBSERVACIONES: - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
2 1/2"	63.500	100.0	0.0249	82.5	
2"	50.800	100.0	0.0184	75.1	
1 1/2"	38.100	100.0	0.0137	67.6	
1"	25.400	100.0	0.0106	60.1	
3/4"	19.050	100.0	0.0080	46.6	
1/2"	12.700	100.0	0.0060	37.7	
3/8"	9.525	100.0	0.0044	30.2	
1/4"	6.350	100.0	0.0032	22.7	
N° 4	4.750	100.0	0.0022	15.3	
N° 6	3.360	100.0	0.0015	10.8	
N° 8	2.360	100.0	0.0008	7.8	
N° 10	2.000	100.0			
N° 16	1.180	100.0	Diámetro	Material	
N° 20	0.850	99.9	0.005 ≤ 0.074	Limos	
N° 30	0.600	99.9	0.001 ≤ 0.005	Arcillas	
N° 40	0.425	99.7	< 0.001	Coloides	
N° 50	0.300	99.7			
N° 80	0.180	99.4			
N° 100	0.150	98.4			
N° 200	0.075	98.1			
-N° 200	ASTM D 1140-00

Fecha de emisión : Lima, 08 de Noviembre del 2019

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

AMÉRICO TÓVALS
GUERRERO CARDENAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 163470

Tec.: T.G.A.
Rev.: A.G.C.

OBJETIVO 2: LIMITES DE CONSISTENCIA

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Quino Seguil Alvaro Esteban - Trejo Cacha Roger Stiven	EXPEDIENTE	: 0044-2019/LAB_PEINSAC
DIRECCIÓN	: Talara - Piura	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 02 de Noviembre del 2019
PROYECTO	Uso de Poliestireno Expandido Combinado con Capas de Suelo de Fundación Como Método de Relleno en la Construcción de Terraplenes para Reducir el Riesgo por Inestabilidad		

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	: C-1M-1	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: -	CANTIDAD	: 10 kg aprox.

ASTM D 4318
MTC E 110, MTC E 111

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

DESCRIPCIÓN	ENSAYO N°	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	4	1	2
Cápsula N°		62	113	155	279	23	59
Peso cápsula + suelo húmedo (g)		36.27	35.72	35.59	36.43	32.72	28.23
Peso cápsula + suelo seco (g)		30.17	29.22	30.11	30.94	29.85	25.79
Peso del Agua (g)		6.1	6.5	5.48	5.49	2.87	2.44
Peso de la cápsula (g)		17.86	15.52	18.15	18.76	17.52	15.05
Peso del suelo seco (g)		12.31	13.7	11.96	12.18	12.33	10.74
Contenido de humedad (%)		49.6	47.4	45.8	45.1	23.3	22.7
Número de golpes		16	23	31	35	0	0

RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO (%)	47.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	23.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	24.0

COMENTARIOS:

- Ensayo realizado al material pasante la malla N°40.
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

OBSERVACION:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Bravo Barrionuevo brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERÍA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA RECEPCIÓN	: 5 de Mayo del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	: 90% Suelo Natural + 3% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Material Estabilizado	CANTIDAD	: 5 kg aprox.

ASTM D 4318 NTP 339.129	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (TAMIZ N°40)
------------------------------------	---

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Ensayo N°	1	2	3	4	1	2
Tara N°	65	307	287	134	132	278
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	33.25	29.82	36.18	30.88	33.27	30.61
Peso cápsula + suelo seco (g)	29.02	25.74	31.02	27.2	30.95	28.76
Peso del Agua (g)	4.23	4.08	5.16	3.68	2.32	1.85
Peso de la cápsula (g)	17.95	14.3	15.85	16.09	18.37	18.3
Peso del suelo seco (g)	11.07	11.44	15.17	11.11	12.58	10.46
Contenido de humedad (%)	38.2	35.7	34.0	33.1	18.4	17.7
Número de golpes	13	23	34	42

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	35.32
LÍMITE PLÁSTICO (%)	18.02
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.31
COMENTARIOS: - Ensayo realizado al material pasante la malla N°40. - Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".	
OBSERVACION: - Muestra tomada e identificada por el solicitante.	

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Bravo Barrionuevo brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERÍA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA RECEPCIÓN	: 5 de Mayo del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	: 87% Suelo Natural + 6% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Material Estabilizado	CANTIDAD	: 5 kg aprox.

ASTM D 4318 NTP 339.129

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (TAMIZ N°40)

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Ensayo N°	1	2	3	4	1	2
Tara N°	39	1	176	118	1	170
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	31.13	35.36	35.93	35.68	30.25	28.48
Peso cápsula + suelo seco (g)	27.38	30.3	31.36	31.33	27.95	26.88
Peso del Agua (g)	3.75	5.06	4.57	4.35	2.3	1.6
Peso de la cápsula (g)	17.12	15.69	17.47	17.78	15.69	17.95
Peso del suelo seco (g)	10.26	14.61	13.89	13.55	12.26	8.93
Contenido de humedad (%)	36.5	34.6	32.9	32.1	18.8	17.9
Número de golpes	14	22	34	41

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	34.11
LÍMITE PLÁSTICO (%)	18.34
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	15.77
COMENTARIOS: - Ensayo realizado al material pasante la malla N°40. - Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".	
OBSERVACION: - Muestra tomada e identificada por el solicitante.	

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Bravo Barrionuevo Brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERÍA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA RECEPCIÓN	: 5 de Mayo del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	: 83% Suelo Natural + 10% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Material Estabilizado	CANTIDAD	: 5 kg aprox.

ASTM D 4318 NTP 339.129

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (TAMIZ N°40)

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Ensayo N°	1	2	3	4	1	2
Tara N°	117	139	230	267	282	144
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	36.68	32.94	32.95	32.78	28.49	28.62
Peso cápsula + suelo seco (g)	31.41	28.22	28.49	28.2	26.31	26.85
Peso del Agua (g)	5.27	4.72	4.46	4.58	2.18	1.77
Peso de la cápsula (g)	17.46	14.98	15.3	14.22	14.54	16.85
Peso del suelo seco (g)	13.95	13.24	13.19	13.98	11.77	10
Contenido de humedad (%)	37.8	35.6	33.8	32.8	18.5	17.7
Número de golpes	13	21	32	42

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	34.88
LÍMITE PLÁSTICO (%)	18.16
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.71
COMENTARIOS:	
- Ensayo realizado al material pasante la malla N°40.	
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".	
OBSERVACION:	
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.	

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Bravo Barrionuevo Brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA RECEPCIÓN	: 5 de Mayo del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: 81% Suelo Natural + 12% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Material Estabilizado	CANTIDAD	: 5 kg aprox.

ASTM D 4318 NTP 339.129	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (TAMIZ N° 40)
----------------------------	--

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°						
Tara N°	286	13	89	6	294	291
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	38.44	34.03	36.64	31.74	26.77	28.56
Peso cápsula + suelo seco (g)	32.83	29.4	31.99	27.58	25.06	27.03
Peso del Agua (g)	5.61	4.63	4.65	4.16	1.71	1.53
Peso de la cápsula (g)	17.05	15.57	17.59	14.14	15.18	17.89
Peso del suelo seco (g)	15.78	13.83	14.4	13.44	9.88	9.14
Contenido de humedad (%)	35.6	33.5	32.3	31.0	17.3	16.7
Número de golpes	14	23	31	44	0	0

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	33.13
LÍMITE PLÁSTICO (%)	16.98
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.15
COMENTARIOS:	
- Ensayo realizado al material pasante la malla N°40.	
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".	
OBSERVACION:	
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.	

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Bravo Barrionuevo Brandon Enrique - Lopez Jara Heiner Arturo	EXPEDIENTE	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERÍA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA RECEPCIÓN	: 5 de Mayo del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	: 78% Suelo Natural + 15% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Material Estabilizado	CANTIDAD	: 5 kg aprox.

ASTM D 4318
NTP 339.129

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (TAMIZ N°40)

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Ensayo N°	1	2	3	4	1	2
Tara N°	296	266	10	227	258	100
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	39.03	33.09	37.83	31.68	26.57	31.33
Peso cápsula + suelo seco (g)	33.33	28.94	32.85	28.44	24.5	29.16
Peso del Agua (g)	5.7	4.15	4.98	3.24	2.07	2.17
Peso de la cápsula (g)	17.75	16.71	17.6	18.25	14.15	18.31
Peso del suelo seco (g)	15.58	12.23	15.25	10.19	10.35	10.85
Contenido de humedad (%)	36.6	33.9	32.7	31.8	20.0	20.0
Número de golpes	13	24	33	41

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	33.79
LÍMITE PLÁSTICO (%)	20.02
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	13.76
COMENTARIOS:	
- Ensayo realizado al material pasante la malla N°40.	
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".	
OBSERVACION:	
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.	

OBJETIVO 3: PROCTOR MODIFICADOS

Consultoría en Geotecnia, Geología,
Geofísica, Topografía, Pavimentos
y Servicio de Laboratorio de Suelos,
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Bravo Barionuevo Brandon Enrique - Lopez Jara Heiner Arturo	EXPEDIENTE	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA RECEPCIÓN	: 5 de Mayo del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura
REFERENCIAS DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: 100% de Suelo Arcilloso	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Material natural	CANTIDAD	: 50 Kg. Aprox
ASTM D 1557 NTP 339.141		PROCTOR MODIFICADO	

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Humedo + Molde	gr	3839.0		3966.0		4043.0		3981.0	
2	Peso del Molde	gr	2094.0		2094.0		2094.0		2094.0	
3	Peso Suelo Humedo	gr	1745.0		1892.0		1949.0		1887.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	997.5		997.5		997.5		997.5	
5	Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	1.749		1.897		1.954		1.892	
6	Tarro N°	-	3	454	591	493	325	452	569	472
7	Peso Suelo Humedo + Tarro	gr	462.5	473.7	478.8	563.3	499.9	528.3	569.0	581.4
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	438.6	450.9	450.0	528.1	459.9	492.8	518.4	526.4
9	Peso del Tarro	gr	51.7	68.3	83.1	90.6	52.5	136.3	89.3	65.9
10	Peso del Agua	gr	23.9	22.8	28.8	35.2	40.0	35.5	50.6	55.0
11	Peso Suelo Seco	gr	386.9	382.6	366.9	437.5	407.4	356.5	429.1	460.5
12	Contenido de Humedad	%	6.2	6.0	7.8	8.0	9.8	10.0	11.8	11.9
13	Promedio de Humedad	%	6.1		7.9		9.9		11.9	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.648		1.758		1.778		1.691	

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Altura de caída del pistón :	45.7 cm
Peso del Pistón	4.5 Kg
Volumen del Molde	997.46 gr/cm ³
Nº de Capas	5
Energía de Compactación Modificada	27.4 kg-cm/cm ³
Número de Golpes / Capa	25

GRADACION DE MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
3"	0.0	100.0
2"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
Nº4	0.0	100.0
<Nº4	100.0	0.0

RESULTADO	
SUCS	CL/Arcilla de baja plasticidad
MÉTODO	A
MDS	1.784 g/cm ³
OCH	9.4 %

DATO:

- M.D.S. =Maxima Densidad Seca; O.C.H. = Optimo Contenido de Humedad.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Bravo Barrionuevo Ibrán Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA RECEPCIÓN	: 5 de Mayo del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	: 90% Suelo Natural + 3% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Material Estabilizado	CANTIDAD	: 50 Kg. Aprox

ASTM D 1557 NTP 339.141	PROCTOR MODIFICADO
--	---------------------------

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Humedo + Molde	gr	3885.0		4041.0		4090.0		4025.0	
2	Peso del Molde	gr	2094.0		2094.0		2094.0		2094.0	
3	Peso Suelo Humedo	gr	1791.0		1947.0		1996.0		1931.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	997.5		997.5		997.5		997.5	
5	Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	1.796		1.952		2.001		1.936	
6	Tarro N°	-	549	262	140	494	375	126	292	323
7	Peso Suelo Humedo + Tarro	gr	567.0	559.9	569.3	545.6	453.8	589.8	516.2	598.9
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	537.2	525.8	526.9	506.0	414.2	537.7	464.4	538.4
9	Peso del Tarro	gr	130.7	62.1	61.5	83.1	61.1	64.7	68.7	81.5
10	Peso del Agua	gr	29.8	34.1	42.4	39.6	39.6	52.1	51.8	60.5
11	Peso Suelo Seco	gr	406.5	463.7	465.4	422.9	353.1	473.0	395.7	456.9
12	Contenido de Humedad	%	7.3	7.4	9.1	9.4	11.2	11.0	13.1	13.2
13	Promedio de Humedad	%	7.4		9.3		11.1		13.2	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.672		1.786		1.801		1.710	

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Altura de caída del pistón :	45.7 cm
Peso del Pistón	4.5 Kg
Volumen del Molde	997.46 gr/cm ³
N° de Capas	5
Energía de Compactación Modificada	27.4 kg-cm/cm ³
Número de Golpes / Capa	25

GRADACION DE MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
3"	0.0	100.0
2"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
N°4	0.0	100.0
<N°4	100.0	0.0

RESULTADO	
SUCS	CL/Arola de baja plasticidad
MÉTODO	A
MDS	1.806 g/cm ³
OCH	10.7 %

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Bravo Barrionuevo Brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA RECEPCIÓN	: 5 de Mayo del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	: 87% Suelo Natural + 6% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Material Estabilizado	CANTIDAD	: 50 Kg. Aprox

ASTM D 1557
NTP 339.141

PROCTOR MODIFICADO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Humedo + Molde	gr	3935.0		4107.0		4162.0		4080.0	
2	Peso del Molde	gr	2094.0		2094.0		2094.0		2094.0	
3	Peso Suelo Humedo	gr	1841.0		2013.0		2068.0		1986.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	997.5		997.5		997.5		997.5	
5	Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	1.846		2.018		2.073		1.991	
6	Tarro N°	-	242		147		22		429	
7	Peso Suelo Humedo + Tarro	gr	510.5		655.0		613.4		422.4	
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	476.0		611.1		566.3		386.9	
9	Peso del Tarro	gr	81.7		106.4		135.6		50.1	
10	Peso del Agua	gr	34.5		43.9		47.1		35.5	
11	Peso Suelo Seco	gr	394.3		504.7		430.7		336.8	
12	Contenido de Humedad	%	8.7		8.7		10.9		10.5	
13	Promedio de Humedad	%	8.7		10.7		12.6		14.6	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.698		1.823		1.841		1.737	

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO

Altura de caída del pistón :	45.7 cm
Peso del Pistón	4.5 Kg
Volumen del Molde	997.46 gr/cm ³
N° de Capas	5
Energía de Compactación Modificada	27.4 kg-cm/cm ²
Número de Golpes / Capa	25

GRADACION DE MUESTRA

Serie Americana	Ret. Paro (%)	Pasa (%)
3"	0.0	100.0
2"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
N°4	0.0	100.0
<N°4	100.0	0.0

RESULTADO

SUCS	CU/Arcilla de baja plasticidad
MÉTODO	A
MDS	1.847 g/cm ³
OCH	12.1 %

PROCTOR MODIFICADO

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Bravo Barionuevo Brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA RECEPCIÓN	: 5 de Mayo del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	: 81% Suelo Natural + 12% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Material Estabilizado	CANTIDAD	: 50 Kg. Aprox

ASTM D 1557
NTP 339.141

PROCTOR MODIFICADO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Humedo + Molde	gr	3892.0		4048.0		4093.0		3998.0	
2	Peso del Molde	gr	2094.0		2094.0		2094.0		2094.0	
3	Peso Suelo Humedo	gr	1798.0		1954.0		1999.0		1904.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	997.5		997.5		997.5		997.5	
5	Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	1.803		1.959		2.004		1.909	
6	Tarro N°	-	40	360	179	19	590	110	230	354
7	Peso Suelo Humedo + Tarro	gr	490.1	521.7	440.5	545.3	579.2	640.7	681.9	615.5
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	463.4	487.3	408.3	501.3	525.1	581.9	613.9	553.4
9	Peso del Tarro	gr	132.5	71.0	85.8	76.1	88.2	87.2	136.3	103.2
10	Peso del Agua	gr	26.7	34.4	32.2	44.0	54.1	58.8	68.0	62.1
11	Peso Suelo Seco	gr	330.9	416.3	322.5	425.2	436.9	494.7	477.6	450.2
12	Contenido de Humedad	%	8.1	8.3	10.0	10.3	12.4	11.9	14.2	13.8
13	Promedio de Humedad	%	8.2		10.2		12.2		14.0	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.666		1.778		1.786		1.675	

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO

Altura de caída del pistón :	45.7 cm
Peso del Pistón	4.5 Kg
Volumen del Molde	997.46 gr/cm ³
N° de Capas	5
Energía de Compactación Modificada	27.4 kg-cm/cm ³
Número de Golpes / Capa	25

GRADACION DE MUESTRA

Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
3"	0.0	100.0
2"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
N°4	0.0	100.0
<N°4	100.0	0.0

RESULTADO

SUCS	CL/Arilla de baja plasticidad
MÉTODO	A
MDS	1.798 g/cm ³
OCH	11.5 %

PROCTOR MODIFICADO

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Bravo Barrionuevo Brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA RECEPCIÓN	: 5 de Mayo del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	: 78% Suelo Natural + 15% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	PRESENTACION	: 01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Material Estabilizado	CANTIDAD	: 50 Kg. Aprox

ASTM D 1557
NTP 339.141

PROCTOR MODIFICADO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Humedo + Molde	gr	3871.0		4052.0		4099.0		4001.0	
2	Peso del Molde	gr	2094.0		2094.0		2094.0		2094.0	
3	Peso Suelo Humedo	gr	1777.0		1958.0		2005.0		1907.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	997.5		997.5		997.5		997.5	
5	Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	1.782		1.963		2.010		1.912	
6	Tarro N°	-	27	295	225	571	313	250	545	452
7	Peso Suelo Humedo + Tarro	gr	433.6	566.7	577.0	536.5	473.3	508.8	495.1	526.1
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	403.7	534.0	529.0	495.3	432.4	459.6	440.7	471.3
9	Peso del Tarro	gr	52.5	141.2	64.2	106.8	95.3	66.4	69.1	86.9
10	Peso del Agua	gr	29.9	32.7	48.0	41.2	40.9	49.2	54.4	54.8
11	Peso Suelo Seco	gr	351.2	392.8	464.8	388.5	337.1	393.2	371.6	384.4
12	Contenido de Humedad	%	8.5	8.3	10.3	10.6	12.1	12.5	14.6	14.3
13	Promedio de Humedad	%	8.4		10.5		12.3		14.5	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.644		1.776		1.790		1.670	

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Altura de caída del pistón :	45.7 cm
Peso del Pistón	4.5 Kg
Volumen del Molde	997.46 gr/cm ³
N° de Capas	5
Energía de Compactación Modificada	27.4 kg-cm/cm ³
Número de Golpes / Capa	25

GRADACION DE MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
3"	0.0	100.0
2"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
N°4	0.0	100.0
<N°4	100.0	0.0

RESULTADO	
SUCS	CU/Arcilla de baja plasticidad
MÉTODO	A
MDS	1.796 g/cm ³
OCH	11.7 %

OBJETIVO 4: CORTES DIRECTOS C.D.

Consultoría en Geotecnia, Geología,
Geofísica, Topografía, Pavimentos
y Servicio de Laboratorio de Suelos,
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO								
SOLICITANTE	Bravo Barrionuevo brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo			EXPEDIENTE N°: 25-2020/LAB GECAT INGENIERÍA SAC				
PROYECTO	Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura			FECHA DE RECEPCIÓN: 5 de Mayo del 2020				
				UBICACIÓN: Talara-Piura				
REFERENCIA DE LA MUESTRA								
IDENTIFICACIÓN		: 100% de Suelo Arcilloso			Estado		Remoldeado	
PROFUNDIDAD (m)		: Material natural			Veloc. de Ensayo (mm/min)		0.125	
CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)		: CL			Presentación		02 Costal de polietileno	
CONDICIONES		: Humedecido			Cantidad		5 kg aprox	
NTP 339.171 ASTM - D3080			CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS					
DATOS DEL ESPECIMEN			ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)		(cm)	2.00	1.99	2.00	1.97	2.00	1.94
Diámetro (f)		(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Densidad Seca (g _s)		(g/cm ³)	1.60	1.61	1.60	1.63	1.60	1.65
Humedad (w)		(%)	38.78	38.78	37.53	37.53	41.58	41.58
Esfuerzo Normal		(Kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00	
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.06	0.13	0.05	0.09	0.09	0.05	0.12	0.06
0.10	0.08	0.17	0.10	0.11	0.11	0.10	0.18	0.09
0.20	0.11	0.23	0.20	0.15	0.15	0.20	0.27	0.13
0.35	0.15	0.29	0.35	0.19	0.19	0.35	0.34	0.17
0.50	0.16	0.31	0.50	0.22	0.22	0.50	0.39	0.20
0.75	0.18	0.36	0.75	0.26	0.26	0.75	0.48	0.24
1.00	0.19	0.39	1.00	0.29	0.29	1.00	0.56	0.28
1.25	0.21	0.41	1.25	0.34	0.34	1.25	0.63	0.31
1.50	0.22	0.44	1.50	0.39	0.39	1.50	0.69	0.34
1.75	0.23	0.47	1.75	0.41	0.41	1.75	0.73	0.37
2.00	0.24	0.48	2.00	0.42	0.42	2.00	0.78	0.39
2.50	0.26	0.51	2.50	0.47	0.47	2.50	0.85	0.43
3.00	0.27	0.54	3.00	0.50	0.50	3.00	0.92	0.46
3.50	0.28	0.56	3.50	0.52	0.52	3.50	0.98	0.49
4.00	0.29	0.58	4.00	0.55	0.55	4.00	1.01	0.50
4.50	0.29	0.59	4.50	0.56	0.56	4.50	1.05	0.52
5.00	0.30	0.60	5.00	0.57	0.57	5.00	1.08	0.54
6.00	0.31	0.62	6.00	0.59	0.59	6.00	1.12	0.56
7.00	0.32	0.63	7.00	0.60	0.60	7.00	1.14	0.57
8.00	0.32	0.64	8.00	0.61	0.61	8.00	1.16	0.58
9.00	0.32	0.64	9.00	0.61	0.61	9.00	1.16	0.58
10.00	0.32	0.64	10.00	0.61	0.61	10.00	1.16	0.58
11.00	0.32	0.64	11.00	0.61	0.61	11.00	1.15	0.58
12.00	0.32	0.64	12.00	0.61	0.61	12.00	1.15	0.58

OBSERVACIONES:

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Bravo Barrionuevo Brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE N°	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA DE RECEPCIÓN	: 5 de Mayo del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: 100% de Suelo Arcilloso	Estado	: Remoldeado
PROFUNDIDAD	: Material natural	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0.125
CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)	: CL	Presentación	: 02 Costal de polietileno
CONDICIONES	: Humedecido	Cantidad	: 5 kg aprox
NTP 339.171 ASTM D3080		CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

OBSERVACIONES: Muestra tomada e identificada por personal técnico de laboratorio.

Fecha de emisión : 12 de Mayo del 2020

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

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	Bravo Barrionuevo brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE N°:	25-2020/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA DE RECEPCIÓN:	01 de Junio del 2020
		UBICACIÓN:	Talara-Piura

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	90% Suelo Natural + 3% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	Estado	Remoldeado
PROFUNDIDAD (m)	Material Estabilizado	Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.125
CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)	CL	Presentación	02 Costal de polietileno
CONDICIONES	Humedecido	Cantidad	5 kg aprox

NTP 339.171 ASTM - D3080	CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
-----------------------------	---

DATOS DEL ESPECIMEN			ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	(cm)		2.00	1.98	2.00	1.97	2.00	1.97
Diámetro (f)	(cm)		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Densidad Seca (g _s)	(g/cm ³)		1.806	1.823	1.806	1.834	1.806	1.838
Humedad (w)	(%)		10.70	25.96	10.70	27.78	10.70	29.47
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)		0.50		1.00		2.00	
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.07	0.14	0.05	0.11	0.11	0.05	0.19	0.10
0.10	0.11	0.21	0.10	0.15	0.15	0.10	0.26	0.13
0.20	0.15	0.31	0.20	0.20	0.20	0.20	0.32	0.16
0.35	0.20	0.40	0.35	0.24	0.24	0.35	0.38	0.19
0.50	0.23	0.46	0.50	0.30	0.30	0.50	0.50	0.25
0.75	0.27	0.53	0.75	0.38	0.38	0.75	0.65	0.33
1.00	0.28	0.56	1.00	0.40	0.40	1.00	0.70	0.35
1.25	0.30	0.59	1.25	0.44	0.44	1.25	0.77	0.38
1.50	0.32	0.63	1.50	0.47	0.47	1.50	0.83	0.42
1.75	0.33	0.66	1.75	0.50	0.50	1.75	0.88	0.44
2.00	0.34	0.69	2.00	0.52	0.52	2.00	0.91	0.46
2.50	0.37	0.73	2.50	0.56	0.56	2.50	1.00	0.50
3.00	0.37	0.75	3.00	0.59	0.59	3.00	1.05	0.53
3.50	0.39	0.77	3.50	0.61	0.61	3.50	1.11	0.55
4.00	0.39	0.78	4.00	0.63	0.63	4.00	1.14	0.57
4.50	0.40	0.79	4.50	0.64	0.64	4.50	1.17	0.59
5.00	0.40	0.79	5.00	0.65	0.65	5.00	1.19	0.60
6.00	0.39	0.78	6.00	0.66	0.66	6.00	1.23	0.61
7.00	0.39	0.78	7.00	0.67	0.67	7.00	1.25	0.62
8.00	0.38	0.76	8.00	0.67	0.67	8.00	1.26	0.63
9.00	0.37	0.74	9.00	0.67	0.67	9.00	1.27	0.63
10.00	0.36	0.72	10.00	0.66	0.66	10.00	1.25	0.62
11.00	0.36	0.71	11.00	0.65	0.65	11.00	1.24	0.62
12.00	0.36	0.71	12.00	0.65	0.65	12.00	1.24	0.62

OBSERVACIONES:

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Bravo Barrionuevo brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE N°	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERÍA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA DE RECEPCIÓN	: 01 de Junio del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: 90% Suelo Natural + 3% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	Estado	: Remoldeado
PROFUNDIDAD	: Material Estabilizado	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0.125
CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)	: CL	Presentación	: 02 Costal de polietileno
CONDICIONES	: Humedecido	Cantidad	: 5 kg aprox
NTP 339.171 ASTM D3080		CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

OBSERVACIONES: Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.

Tec: T.G.A.
Rev: C.G.C.

Fecha de emisión : 05 de Junio del 2020

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

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	Bravo Barrionuevo Brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE N°:	25-2020/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA DE RECEPCIÓN:	5 de Mayo del 2020
		UBICACIÓN:	Talara-Piura

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	87% Suelo Natural + 6% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	Estado	Remoldeado
PROFUNDIDAD (m)	Material Estabilizado	Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.125
CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)	CL	Presentación	02 Costal de polietileno
CONDICIONES	Humedecido	Cantidad	5 kg aprox

NTP 339.171 ASTM - D3080	CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
-------------------------------------	---

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	2.00	1.99	2.00	1.98	2.00	1.97	
Diámetro (f)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Densidad Seca (g _s)	(g/cm ³)	1.847	1.858	1.847	1.868	1.847	1.875	
Humedad (W)	(%)	12.10	25.50	12.10	26.20	12.10	28.84	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00		
ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03			
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.09	0.18	0.05	0.15	0.15	0.05	0.17	0.08
0.10	0.10	0.19	0.10	0.20	0.20	0.10	0.23	0.11
0.20	0.12	0.24	0.20	0.22	0.22	0.20	0.25	0.13
0.35	0.13	0.25	0.35	0.25	0.25	0.35	0.26	0.13
0.50	0.14	0.27	0.50	0.27	0.27	0.50	0.32	0.16
0.75	0.18	0.36	0.75	0.36	0.36	0.75	0.47	0.23
1.00	0.21	0.43	1.00	0.43	0.43	1.00	0.57	0.29
1.25	0.25	0.50	1.25	0.48	0.48	1.25	0.66	0.33
1.50	0.27	0.54	1.50	0.52	0.52	1.50	0.75	0.37
1.75	0.28	0.57	1.75	0.54	0.54	1.75	0.81	0.41
2.00	0.29	0.59	2.00	0.56	0.56	2.00	0.85	0.43
2.50	0.32	0.64	2.50	0.61	0.61	2.50	0.94	0.47
3.00	0.34	0.69	3.00	0.66	0.66	3.00	1.04	0.52
3.50	0.36	0.72	3.50	0.67	0.67	3.50	1.09	0.55
4.00	0.38	0.76	4.00	0.71	0.71	4.00	1.12	0.56
4.50	0.39	0.78	4.50	0.72	0.72	4.50	1.16	0.58
5.00	0.39	0.78	5.00	0.73	0.73	5.00	1.20	0.60
6.00	0.40	0.79	6.00	0.74	0.74	6.00	1.25	0.62
7.00	0.41	0.81	7.00	0.76	0.76	7.00	1.30	0.65
8.00	0.41	0.83	8.00	0.78	0.78	8.00	1.33	0.66
9.00	0.41	0.83	9.00	0.77	0.77	9.00	1.34	0.67
10.00	0.41	0.82	10.00	0.76	0.76	10.00	1.35	0.68
11.00	0.40	0.80	11.00	0.75	0.75	11.00	1.35	0.67
12.00	0.39	0.78	12.00	0.75	0.75	12.00	1.35	0.67

OBSERVACIONES:

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Bravo Barrionuevo Brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE N°	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA DE RECEPCIÓN	: 5 de Mayo del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: 87% Suelo Natural + 6% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	Estado	: Remoldeado
PROFUNDIDAD	: Material Estabilizado	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0.125
CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)	: CL	Presentación	: 02 Costal de polietileno
CONDICIONES	: Humedecido	Cantidad	: 5 kg aprox
NTP 339.171 ASTM D3080		CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

OBSERVACIONES: Muestra tomada e identificada por personal técnico de laboratorio.

Fecha de emisión : 12 de Mayo del 2020

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

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,
Celular : 949704705, 987524080

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO								
SOLICITANTE	Bravo Barrionuevo brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo			EXPEDIENTE N°:	25-2020/LAB GECAT INGENIERÍA SAC			
PROYECTO	Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura			FECHA DE RECEPCIÓN:	01 de Junio del 2020			
				UBICACIÓN:	Talara-Piura			
REFERENCIA DE LA MUESTRA								
IDENTIFICACIÓN	83% Suelo Natural + 10% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio			Estado	Remoldeado			
PROFUNDIDAD (m)	: Material Estabilizado			Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.125			
CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)	: CL			Presentación	02 Costal de polietileno			
CONDICIONES	: Humedecido			Cantidad	5 kg aprox			
NTP 339.171 ASTM - D3080		CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS						
DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	2.00	1.98	2.00	1.97	2.00	1.96	
Diámetro (f)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Densidad Seca (g _s)	(g/cm ³)	1.804	1.823	1.804	1.834	1.804	1.840	
Humedad (w)	(%)	11.60	24.45	11.60	25.60	11.60	27.30	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00		
ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03			
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.10	0.20	0.05	0.11	0.11	0.05	0.19	0.10
0.10	0.11	0.22	0.10	0.16	0.16	0.10	0.26	0.13
0.20	0.16	0.31	0.20	0.21	0.21	0.20	0.32	0.16
0.35	0.20	0.41	0.35	0.25	0.25	0.35	0.37	0.19
0.50	0.23	0.47	0.50	0.31	0.31	0.50	0.49	0.24
0.75	0.27	0.54	0.75	0.39	0.39	0.75	0.64	0.32
1.00	0.29	0.57	1.00	0.42	0.42	1.00	0.69	0.35
1.25	0.30	0.60	1.25	0.46	0.46	1.25	0.75	0.38
1.50	0.32	0.64	1.50	0.49	0.49	1.50	0.82	0.41
1.75	0.34	0.67	1.75	0.52	0.52	1.75	0.87	0.43
2.00	0.35	0.70	2.00	0.54	0.54	2.00	0.90	0.45
2.50	0.37	0.74	2.50	0.59	0.59	2.50	0.98	0.49
3.00	0.38	0.76	3.00	0.61	0.61	3.00	1.04	0.52
3.50	0.39	0.78	3.50	0.64	0.64	3.50	1.09	0.54
4.00	0.40	0.79	4.00	0.66	0.66	4.00	1.13	0.56
4.50	0.40	0.80	4.50	0.67	0.67	4.50	1.15	0.58
5.00	0.40	0.80	5.00	0.68	0.68	5.00	1.17	0.59
6.00	0.40	0.79	6.00	0.69	0.69	6.00	1.21	0.60
7.00	0.40	0.79	7.00	0.70	0.70	7.00	1.23	0.61
8.00	0.39	0.77	8.00	0.70	0.70	8.00	1.24	0.62
9.00	0.38	0.76	9.00	0.70	0.70	9.00	1.24	0.62
10.00	0.37	0.73	10.00	0.69	0.69	10.00	1.23	0.61
11.00	0.36	0.73	11.00	0.69	0.69	11.00	1.22	0.61
12.00	0.36	0.73	12.00	0.69	0.69	12.00	1.22	0.61

OBSERVACIONES:

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Bravo Barrionuevo Brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE N°	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA DE RECEPCIÓN	: 01 de Junio del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: 83% Suelo Natural + 10% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	Estado	: Remoldeado
PROFUNDIDAD	: Material Estabilizado	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0.125
CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)	: CL	Presentación	: 02 Costal de polietileno
CONDICIONES	: Humedecido	Cantidad	: 5 kg aprox
NTP 339.171 ASTM D3080		CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

OBSERVACIONES: Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.

Fecha de emisión : 08 de Junio del 2020

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

Tec: T.G.A.
Rev: C.G.C.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO								
SOLICITANTE	Bravo Barrionuevo Brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo			EXPEDIENTE N°:	25-2020/LAB GECAT INGENIERÍA SAC			
PROYECTO	Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura			FECHA DE RECEPCIÓN:	01 de Junio del 2020			
				UBICACIÓN:	Talara-Piura			
REFERENCIA DE LA MUESTRA								
IDENTIFICACIÓN	81% Suelo Natural + 12% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio			Estado	Remoldeado			
PROFUNDIDAD (m)	: Material Estabilizado			Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.125			
CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)	: CL			Presentación	02 Costal de polietileno			
CONDICIONES	: Humedecido			Cantidad	5 kg aprox			
NTP 339.171 ASTM - D3080		CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS						
DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	2.00	1.97	2.00	1.97	2.00	1.96	
Diámetro (f)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Densidad Seca (g _s)	(g/cm ³)	1.798	1.822	1.798	1.829	1.798	1.838	
Humedad (w)	(%)	11.50	23.46	11.50	25.50	11.50	26.34	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00		
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.07	0.15	0.05	0.10	0.10	0.05	0.21	0.10
0.10	0.10	0.19	0.10	0.12	0.12	0.10	0.24	0.12
0.20	0.13	0.26	0.20	0.19	0.19	0.20	0.26	0.13
0.35	0.17	0.35	0.35	0.21	0.21	0.35	0.32	0.16
0.50	0.20	0.40	0.50	0.24	0.24	0.50	0.38	0.19
0.75	0.25	0.50	0.75	0.31	0.31	0.75	0.43	0.22
1.00	0.28	0.55	1.00	0.34	0.34	1.00	0.51	0.25
1.25	0.30	0.60	1.25	0.39	0.39	1.25	0.61	0.31
1.50	0.32	0.63	1.50	0.43	0.43	1.50	0.69	0.34
1.75	0.32	0.64	1.75	0.46	0.46	1.75	0.75	0.38
2.00	0.33	0.66	2.00	0.49	0.49	2.00	0.80	0.40
2.50	0.33	0.66	2.50	0.52	0.52	2.50	0.89	0.44
3.00	0.35	0.70	3.00	0.57	0.57	3.00	0.98	0.49
3.50	0.36	0.72	3.50	0.60	0.60	3.50	1.03	0.51
4.00	0.36	0.73	4.00	0.62	0.62	4.00	1.08	0.54
4.50	0.37	0.74	4.50	0.64	0.64	4.50	1.12	0.56
5.00	0.37	0.73	5.00	0.65	0.65	5.00	1.15	0.58
6.00	0.37	0.74	6.00	0.67	0.67	6.00	1.19	0.59
7.00	0.37	0.73	7.00	0.67	0.67	7.00	1.21	0.60
8.00	0.36	0.72	8.00	0.67	0.67	8.00	1.20	0.60
9.00	0.35	0.71	9.00	0.66	0.66	9.00	1.19	0.59
10.00	0.35	0.69	10.00	0.65	0.65	10.00	1.17	0.58
11.00	0.34	0.69	11.00	0.65	0.65	11.00	1.17	0.58
12.00	0.34	0.69	12.00	0.65	0.65	12.00	1.17	0.58

OBSERVACIONES:

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Bravo Barrionuevo brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE N°	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERÍA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA DE RECEPCIÓN	: 01 de Junio del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: 81% Suelo Natural + 12% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	Estado	: Remoldeado
PROFUNDIDAD	: Material Estabilizado	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0.125
CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)	: CL	Presentación	: 02 Costal de polietileno
CONDICIONES	: Humedecido	Cantidad	: 5 kg aprox

NTP 339.171
ASTM D3080

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

OBSERVACIONES: Muestra tomada e identificada por personal técnico de laboratorio.

Fecha de emisión : 05 de Junio del 2020

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

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO								
SOLICITANTE	Bravo Barrionuevo brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo		EXPEDIENTE N°:	25-2020/LAB GECAT INGENIERÍA SAC				
PROYECTO	Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura		FECHA DE RECEPCIÓN:	01 de Junio del 2020				
			UBICACIÓN:	Talara-Piura				
REFERENCIA DE LA MUESTRA								
IDENTIFICACIÓN	78% Suelo Natural + 15% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio		Estado	Remoldeado				
PROFUNDIDAD (m)	: Material Estabilizado		Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.125				
CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)	: CL		Presentación	02 Costal de polietileno				
CONDICIONES	: Humedecido		Cantidad	5 kg aprox				
NTP 339.171 ASTM - D3080		CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS						
DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	2.00	1.97	2.00	1.96	2.00	1.95	
Diámetro (f)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Densidad Seca (g _s)	(g/cm ³)	1.796	1.820	1.796	1.833	1.796	1.841	
Humedad (w)	(%)	11.70	24.48	11.70	24.45	11.70	27.71	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00		
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.07	0.14	0.05	0.09	0.09	0.05	0.18	0.09
0.10	0.09	0.19	0.10	0.13	0.13	0.10	0.21	0.11
0.20	0.13	0.25	0.20	0.18	0.18	0.20	0.25	0.13
0.35	0.17	0.33	0.35	0.20	0.20	0.35	0.31	0.16
0.50	0.19	0.38	0.50	0.24	0.24	0.50	0.39	0.20
0.75	0.24	0.48	0.75	0.29	0.29	0.75	0.46	0.23
1.00	0.27	0.53	1.00	0.32	0.32	1.00	0.54	0.27
1.25	0.29	0.58	1.25	0.37	0.37	1.25	0.59	0.30
1.50	0.30	0.61	1.50	0.41	0.41	1.50	0.67	0.33
1.75	0.31	0.62	1.75	0.44	0.44	1.75	0.73	0.36
2.00	0.32	0.63	2.00	0.46	0.46	2.00	0.78	0.39
2.50	0.33	0.66	2.50	0.50	0.50	2.50	0.86	0.43
3.00	0.34	0.67	3.00	0.54	0.54	3.00	0.95	0.48
3.50	0.35	0.69	3.50	0.57	0.57	3.50	1.00	0.50
4.00	0.35	0.70	4.00	0.59	0.59	4.00	1.05	0.53
4.50	0.35	0.71	4.50	0.61	0.61	4.50	1.09	0.55
5.00	0.35	0.70	5.00	0.62	0.62	5.00	1.12	0.56
6.00	0.35	0.71	6.00	0.63	0.63	6.00	1.15	0.58
7.00	0.35	0.70	7.00	0.64	0.64	7.00	1.17	0.59
8.00	0.35	0.69	8.00	0.63	0.63	8.00	1.16	0.58
9.00	0.34	0.68	9.00	0.63	0.63	9.00	1.15	0.58
10.00	0.33	0.67	10.00	0.62	0.62	10.00	1.13	0.57
11.00	0.33	0.66	11.00	0.62	0.62	11.00	1.13	0.57
12.00	0.34	0.67	12.00	0.62	0.62	12.00	1.13	0.57

OBSERVACIONES:

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Bravo Barrionuevo brandon Enrique - Lopez Jara heiner Arturo	EXPEDIENTE N°	: 25-2020/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura	FECHA DE RECEPCIÓN	: 01 de Junio del 2020
		UBICACIÓN	: Talara-Piura

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: 78% Suelo Natural + 15% Polvo de Valvas de Molusco + 7% de Polvo de Vidrio	Estado	: Remoldeado
PROFUNDIDAD	: Material Estabilizado	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0.125
CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)	: CL	Presentación	: 02 Costal de polietileno
CONDICIONES	: Humedecido	Cantidad	: 5 kg aprox

NTP 339.171
ASTM D3080

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

OBSERVACIONES: Muestra tomada e identificada por personal técnico de laboratorio.

Fecha de emisión : 05 de Junio del 2020

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