



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

TESIS

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL
RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autor:

Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu

<https://orcid.org/0000-0002-3454-6568>

Asesor:

Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro

<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2022

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA
CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO
DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020**

Aprobación de tesis:

Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro
Asesor

Mg. Idrogo Pérez César Antonio
Presidente

Mg. Villegas Granados Luis Mariano
Secretario

Mg. Marín Bardales Noe Humberto
Vocal

DEDICATORIA

Dedico la presente investigación a mis padres Orfelinda Pretel Jauregui y Andrés Salazar Cabanillas por ser mi principal apoyo moral y económico en este camino hasta llegar a convertirme en una profesional.

A mis hermanos y demás familiares por el apoyo brindado día a día en el transcurso de cada año de carrera universitaria.

Salazar Pretel Tatiana Marilú

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la fortaleza espiritual y cuidar de mí y mi familia en todos estos años de estudio universitario.

A mis padres y hermanos por siempre estar pendientes de mí, dándome ánimos y consejos para seguir siempre creciendo.

A Marlon Yacila por apoyarme incondicionalmente en todo el desarrollo del proyecto.

A mis maestros, mis compañeros y a la universidad en general por brindarme todos sus conocimientos y experiencias.

Salazar Pretel Tatiana Marilú

RESUMEN

Para alcanzar un nivel satisfactorio de seguridad y estabilidad en la construcción de estructuras en suelos con propiedades mecánicas débiles, una de las mejores soluciones puede ser el mejoramiento del suelo. Por otro lado, el reciclaje y la reutilización de materiales de construcción y demolición da como resultado la preservación de los recursos naturales y la reducción de la contaminación ambiental que generan los botaderos informales. Por lo que, en la presente investigación se planteó como objetivo evaluar las propiedades mecánicas del suelo para cimentaciones superficiales incorporando material reciclado de demolición. Para llevar a cabo el desarrollo del presente estudio, se analizó el comportamiento mecánico de un suelo con propiedades arcillosas mejorado con concreto reciclado de demolición CRD mediante una serie de pruebas de compactación, 135 probetas para pruebas de compresión no confinada de suelo USC y 45 especímenes para ensayos de corte directo en mezclas en proporción del 10%, 15%, 20% y 25% de CRD al peso; todas estas muestras fueron remoldeadas y compactadas simulando la energía de compactación del ensayo de Proctor Modificado. Como resultado del estudio se obtuvo que, el CRD incrementa las propiedades de compresión axial, ángulo de fricción y cohesión del suelo. De esta manera se puede demostrar que, el CRD influye positivamente en las propiedades mecánicas de un suelo con características arcillosas.

Palabras clave: Propiedades mecánicas, cimentaciones superficiales, concreto reciclado de demolición, mejoramiento del suelo.

ABSTRACT

To achieve a satisfactory level of safety and stability in the construction of structures on soils with weak mechanical properties, one of the best solutions may be soil improvement. On the other hand, the recycling and reuse of construction and demolition materials results in the preservation of natural resources and the reduction of environmental pollution generated by informal dumps. Therefore, in the present investigation, it was proposed to evaluate the mechanical properties of the soil for superficial foundations incorporating recycled demolition material. To carry out the development of this study, the mechanical behavior of a soil with clay properties improved with recycled demolition concrete CRD was analyzed through a series of compaction tests, 135 specimens for unconfined soil compression tests USC and 45 specimens for direct shear tests in mixtures in proportions of 10%, 15%, 20% and 25% of CRD by weight; all these samples were reshaped and compacted simulating the compaction energy of the Modified Proctor test. As a result of the study, it was obtained that the CRD increases the properties of axial compression, friction angle and cohesion of the soil. In this way it can be shown that the CRD positively influences the mechanical properties of a soil with clay characteristics.

Keyword: Mechanical properties, shallow foundations, recycled demolition material, soil improvement.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Realidad problemática.....	15
1.1.1. A nivel internacional.....	15
1.1.2. A nivel nacional.....	17
1.1.3. A nivel local	18
1.2. Antecedentes de estudio.....	18
1.2.1. A nivel internacional.....	18
1.2.2. A nivel nacional.....	22
1.2.3. A nivel local	25
1.3. Teorías relacionadas al tema	25
1.3.1. Variable independiente	25
1.3.2. Variable dependiente	26
1.3.3. Impacto ambiental	40
1.3.4. Seguridad y salud ocupacional.....	42
1.3.5. Gestión de riesgos y prevención de desastres	43
1.3.6. Estimación de costos.....	44
1.3.7. Normativa	44
1.3.8. Estado del arte.....	45
1.3.9. Definición de términos	46
1.4. Formulación del problema.....	47
1.5. Justificación e importancia del estudio	47
1.6. Hipótesis	48
1.7. Objetivos	48
II. MATERIAL Y MÉTODO.....	49
2.1. Tipo y diseño de investigación	49

2.1.1.	Tipo de investigación	49
2.1.2.	Diseño de investigación	49
2.2.	Población y muestra.....	50
2.2.1.	Población.....	50
2.2.2.	Muestra.....	50
2.3.	Variables	50
2.3.1.	Variable independiente	50
2.3.2.	Variable dependiente.....	50
2.4.	Operacionalización.....	50
2.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	53
2.5.1.	Técnicas de recolección de datos.....	53
2.5.2.	Instrumentos	53
2.6.	Procedimiento para la recolección de datos.....	53
2.6.1.	Diagrama de flujo de procesos	53
2.6.2.	Descripción de procesos	55
2.7.	Aspectos éticos	67
2.8.	Criterios de rigor científico.....	67
III.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	68
3.1.	Resultados objetivo 1	68
3.2.	Resultados objetivo 2	73
3.3.	Resultados objetivo 3.....	77
3.4.	Resultados objetivo 4	87
3.5.	Discusión de resultados	92
3.5.1.	Discusión 1	92
3.5.2.	Discusión 2	93
3.5.3.	Discusión 3	93

3.5.4. Discusión 4.....	95
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
4.1. Conclusiones.....	97
4.2. Recomendaciones.....	98
V. REFERENCIAS.....	99
VI. ANEXOS	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tamices reglamentarios	28
Tabla 2. Peso de la muestra requerida por ensayo	28
Tabla 3. Simbología – Sistema Unificado.....	32
Tabla 4. Sistema Unificado de clasificación de suelos (según la ASTM D 2487).32	
Tabla 5. Normativa empleada para el desarrollo de la investigación	44
Tabla 6. Variable dependiente.....	50
Tabla 7. Variable independiente.....	52
Tabla 8. Número de puntos de investigación según E 050	55
Tabla 9. Coordenadas UTM WGS 84 - Calicatas.....	57
Tabla 10. Ensayos de caracterización física del suelo	61
Tabla 11. Ensayos de caracterización mecánica del suelo	61
Tabla 12. Energía de compactación – Proctor Modificado	63
Tabla 13. Cantidad de ensayos.....	67
Tabla 14. Granulometría del suelo natural	69
Tabla 15. Contenido de humedad natural	70
Tabla 16 Límites de Atterberg	71
Tabla 17. Clasificación SUCS	71
Tabla 18. Análisis granulométrico por tamizado y humedad - CRD	72
Tabla 19. Clasificación SUCS del suelo – CRD	73
Tabla 20. Resultados de Proctor Modificado para suelo natural	74
Tabla 21. Proctor Modificado para suelo - CRD	75
Tabla 22 Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 1..77	
Tabla 23. Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 1....78	
Tabla 24 Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 2..78	
Tabla 25 Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 2.....79	
Tabla 26 Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 3..79	
Tabla 27 Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 3.....80	
Tabla 28 Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 4..80	
Tabla 29 Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 4.....81	
Tabla 30 Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 5..81	
Tabla 31 Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 5.....82	

Tabla 32	Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 6..	82
Tabla 33	Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 6.....	83
Tabla 34	Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 7..	83
Tabla 35	Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 7.....	84
Tabla 36	Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 8..	84
Tabla 37	Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 8.....	85
Tabla 38	Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 9..	85
Tabla 39	Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 9.....	86
Tabla 40.	Resistencia al corte – Suelo SC-SM.....	88
Tabla 41.	Resistencia al corte – Suelo SC	89
Tabla 42.	Resistencia al corte - Calicata CL.....	89
Tabla 43.	Resistencia al corte - Calicata CH.....	90
Tabla 44.	Matriz de consistencia.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica de plasticidad.....	32
Figura 2. Diagrama de un arreglo de prueba de corte directo	38
Figura 3. Resultados de la prueba de corte directo.....	40
Figura 4. Diagrama de flujo de procesos.....	54
Figura 5. Ejecución de calicatas en Lotización Santa Fe.	59
Figura 6. Molienda de CRD en Máquina de Abrasión Los Ángeles.....	60
Figura 7. CRD triturado y tamizado por la malla N°10.....	60
Figura 8. Ensayo de Proctor Modificado ASTM D 1557	62
Figura 9. Mazo para la compactación de las muestras de suelo.....	64
Figura 10. Ensayo de Corte Directo ASTM D 3080.....	65
Figura 11. Ensayo Compresión no confinada de probetas ASTM D 2166	65
Figura 12. Granulometría del material analizado.....	70
Figura 13. Curva granulométrica – CRD.	73
Figura 14. Máxima densidad seca.....	76
Figura 15. Óptimo contenido de humedad.	76
Figura 16. UCS suelo natural vs adición de CRD.....	87
Figura 17. Cohesión - suelo natural vs adición de CRD.....	91
Figura 18. Ángulo de fricción - suelo natural vs adición de CRD.....	92
Figura 19. Toma de muestras de suelo (calicatas).....	201
Figura 20. Material de concreto reciclado de demolición proveniente de columnas.	201
Figura 21. Triturado previo a la molienda en máquina de Abrasión de materiales de CRD.	202
Figura 22. Lavado de suelo para ensayo de clasificación granulométrica.	202
Figura 23. Ensayo de granulometría de suelo.....	203
Figura 24. Preparación de muestra de suelo para el desarrollo de ensayo de Límites de Atterberg.....	203
Figura 25. Ensayo de Límite Líquido	204
Figura 26. Ensayo de Límite Plástico	204
Figura 27. Ensayo de Proctor Modificado	205

Figura 28. Preparación de probetas para el ensayo UCS.	205
Figura 29. Curado de probetas para el ensayo UCS.....	206
Figura 30. Ensayo UCS.....	206
Figura 31. Probetas para ensayar (UCS).	207
Figura 32. Elaboración de especímenes para ensayo de corte directo.	207
Figura 33. Colocación de muestra en caja de corte para ensayo de corte directo	208
Figura 34. Ensayo de corte directo.....	208

ÍNDICE DE ECUACIONES

(1)	Porcentaje retenido de suelo en ensayo granulométrico	29
(2)	Coefficiente de uniformidad del suelo.....	29
(3)	Coefficiente de curvatura del suelo	29
(4)	Densidad húmeda de espécimen compactado – Proctor Modificado	35
(5)	Densidad seca de espécimen compactado – Proctor Modificado	36
(6)	Esfuerzo de corte del suelo	38
(7)	Esfuerzo normal del suelo	38
(8)	Esfuerzo de corte en el plano de falla del suelo	39
(9)	Energía de compactación del proctor modificado	62

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

1.1.1. A nivel internacional

Los suelos de cimentación son los más afectados por diferentes problemas cuando se trata de suelos sueltos con baja resistencia al corte y capacidad de carga. La falla del suelo debido al asentamiento surge cuando los esfuerzos por cizallamiento exceden el límite (Khan et al., 2018) y encontrar los materiales idóneos para tratar las capas de refuerzo para zapatas y subcapas para vías en suelos con capacidad portante desfavorable son algunos de los propósitos de la ingeniería geotécnica, esto llevó al hecho del desarrollo de alternativas de reutilización de desechos de construcción y demolición como: reutilización de asfalto reciclado y ladrillos triturados (Consoli et al., 2019).

Para realizar diferentes trabajos de construcción, el suelo es uno de los componentes más importantes, pero éste puede ser o no adecuado, principalmente debido a la baja capacidad de carga y al tipo de suelo laterítico presente (Bhat et al., 2019). La carga impuesta por las estructuras se transfiere al suelo circundante por los cimientos, la profundidad del suelo afectada por una carga de construcción es de aproximadamente de dos a tres veces el ancho de la base por lo que el asentamiento por compresión del suelo se produjo dentro de esta profundidad y la aparición de compresión conduce a una reducción en el volumen del suelo y causa daños graves en la estructura Murthy citado en (Neami et al., 2016).

Debido a la abundancia de construcciones y renovaciones de edificios urbanos en los países en desarrollo y desarrollados, hay un aumento continuo en la cantidad de desechos de construcción y demolición (Kianimehr et al., 2019), sumado que, el espacio de los vertederos para residuos municipales está disminuyendo, el acceso a las nuevas canteras de agregados se están volviendo más difíciles de identificar y están cada vez más lejos de la concentración de las construcciones (Malasavage et al., 2007), entonces, por ejemplo que en un país como Nigeria se debe desarrollar la implementación de la utilización de los

desechos en la construcción civil para evitar problemas medioambientales producto de la mala gestión y la baja capacidad de administración de sus autoridades (Olufowobi et al., 2014).

Además, los tipos de suelo que no poseen las características para un uso estructural no tienen porque ser reemplazados por materias primas de alta calidad ya que se pueden utilizar diferentes tratamientos del suelo contribuyendo también en la mitigación de la contaminación del medio ambiente y el cuidado de las materias primas primarias (Henzinger & Schömig , 2020).

Los suelos marginales, que incluyen arenas sueltas, arcillas suaves y orgánicos, no son materiales adecuados para proyectos de construcción debido a que no poseen propiedades físicas valiosas para su aplicación (Fauzi et al., 2013) (Neami et al., 2016). Así mismo, la condición heterogénea de estos suelos en la base de una construcción y su compresión desigual debido a la compactación deficiente resultan en un asentamiento variable de los cimientos y su posterior destrucción (Mikolainis et al., 2016), por lo que, la restauración de la eficiencia del suelo subterráneo, asegurando la confiabilidad de los edificios y construcciones es importante, pero esta debe estar relacionada con los altos gastos que generan los materiales, siendo un reto para la ingeniería la utilización de materiales domésticos de bajo costo y la introducción de tecnologías avanzadas y nuevas herramientas de mecanización (Zhilkina et al., 2018).

Los suelos arcillosos exhiben generalmente propiedades de ingeniería inestables, estos suelos tienden a tener una baja resistencia al corte que se reduce aún más al mojarse (Gowtham et al., 2018) (Asadollahi & Dabiri, 2017) contrayéndose significativamente si se seca y expandiéndose si absorbe humedad lo que ejerce mucha presión sobre la subestructura (Nuruzzaman & Hossain, 2014).

Un tipo de suelo arcilloso es la Marga, es un suelo calcáreo compuesto principalmente de calcitas y arcillas, y se puede encontrar en áreas mediterráneas,

secas y desérticas; se considera un suelo problemático sensible a los cambios de agua que a menudo requiere una estabilización previa a la construcción de infraestructuras civiles, de lo contrario se pueden producir daños en las estructuras debido a que ésta presenta frecuentes pérdidas de sus propiedades (Bahadori et al., 2019).

Ciudades Latinoamericanas importantes como Curitiba, situada al sur de Brasil que conecta a Sao Paulo y Río de Janeiro, tiene como prioridad esencial el desarrollo de su infraestructura vial, pero los suelos de la región no cumplen con las propiedades ingenieriles requeridas. Las grietas por tracción son las primeras fallas en aparecer en cimientos poco profundos y capas de pavimento. La emisión de gases durante la elaboración y colocación de los típicos aglomerantes han llevado a los investigadores a buscar nuevos productos utilizando técnicas como la polimerización basados en desechos para reemplazar parcial o totalmente el cemento y la cal (Arrieta et al., 2020).

1.1.2. A nivel nacional

En el Perú, en el periodo 2001 – 2011, la construcción registró un importante crecimiento promedio anual de 8.3% (Medina & Vera, 2012, p. 02). Esto genera en la economía nacional un impacto positivo, sin embargo, significa también un crecimiento en la explotación y consumo de materias primas y la generación masiva de desechos de demolición y construcción. Esto se agrava aún más debido a que en el Perú no se fomenta ni practica una cultura de reciclaje de estos desechos de demolición, pese a formar parte del segundo grupo de mayor importancia de los residuos sólidos generados en el país con un 3.58% del total (Ministerio del Ambiente, 2012).

Investigadores de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas describen los suelos arcillosos de alta plasticidad como vulnerables a las variaciones de volumen, que producen asentamientos diferenciales y causan daños a las estructuras (Alvarez et al., 2019), por otro lado se estudió un suelo arcilloso con alto

contenido de oligoclasa y cuarzo, recolectado de la zona norte de Lima, describiéndolo como un suelo con alto grado de dificultad para la construcción civil debido a una baja resistencia al corte y un alto potencia expansivo (Ayala et al., 2019). Un estudio de un suelo arcilloso de la granja de Callampampa en la provincia de Chota, describe que este tipo de material no tiene la resistencia adecuada para su aplicación en proyectos de construcción civil, por lo que deben estabilizarse o mejorarse mediante métodos que sean económicos y que favorezcan el cuidado del medio ambiente (Ormeño et al., 2019).

1.1.3. A nivel local

Chiclayo se define por su gran progreso a nivel de infraestructura urbana, en donde se observa una inmutable evolución e innovación en edificaciones y áreas públicas, lo que conlleva inevitablemente hacia un incremento en la proliferación de residuos de demolición generando una fuerte problemática en la ciudad, debido a que este tipo de residuos no pasan por una correcta línea de recojo para un adecuado tratamiento (Carbonel, 2019).

(Instituto Nacional de Defensa Civil, 2003) cita la investigación realizada en el año 2001 por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, donde se zonifican los suelos más predominantes y su capacidad de carga en cuatro sectores de la ciudad de Chiclayo, verificándose la abundante presencia de suelos arcillosos y de baja capacidad portante en la gran parte del distrito de Chiclayo.

1.2. Antecedentes de estudio

1.2.1. A nivel internacional

(Hymavathi et al., 2018), en su investigación “Enhancing the strength characteristics of clayey soil by addition of fly ash and construction demolition waste”, tuvo como objetivo realizar un estudio experimental para verificar el efecto de la adición de cenizas volantes y desechos de demolición de construcción provenientes de concreto reciclado (CRD) a un suelo arcilloso. Se efectuaron pruebas en laboratorio de muestras con las siguientes combinaciones 90-10, 80-

20, 70-30 y 60-40 (Suelo-CRD). Teniendo como resultado que la adición de desechos de CRD resulta en un incremento de la resistencia a la compresión uniaxial (UCS), coeficiente de permeabilidad y CBR, reduciéndose a cero el oleaje libre del suelo con un proporción de 22% de CRD, además se tuvo una resistencia mayor en muestras de reiduos CRD que con las cenizas volantes. Por lo tanto, los desechos de CRD pueden considerarse como un mejor material estabilizador para la estabilización del suelo arcilloso.

(Karkush & Yassin, 2020), en su investigación "Using sustainable material in improvement the geotechnical properties of soft clayey soil", tuvo como objetivo estudiar el uso de concreto triturado reciclado en la mejora de las propiedades químicas y geotécnicas de suelos blandos con una resistencia al corte sin drenaje de 6,78 kPa, una densidad de campo de 1,71 g/cm³ y un contenido de agua natural de 16.5 %. Para el desarrollo de la investigación se realizaron muestras de suelo blando con 5, 10, 15, 20 y 30% de concreto triturado mediante los ensayos de resistencia al corte mediante ensayos triaxiales no drenados no consolidados, compresión no confinada (UCS) y consolidación. Como resultados se tienen que las pruebas mostraron un aumento en la resistencia al corte en un 40-145%, una reducción en la compresibilidad y consolidación del suelo en un 25-47 %, y un aumento del módulo de elasticidad restringido. Concluyendo que, el mejor porcentaje de mejora del suelo es el 30% de concreto reciclado de demolición.

(Sharma & Hymavathi, 2016), en su estudio "Effect of fly ash, construction demolition waste and lime on geotechnical characteristics of a clayey soil: a comparative study", tuvo como objetivo realizar un estudio comparativo entre la utilización de cenizas volantes, desechos de demolición de construcción (C&D) y cal para la estabilización de un suelo arcilloso. Se efectuaron pruebas en laboratorio de muestras de suelo natural y en proporciones del 10%, 20%, 30% y 40% (Suelo-C&D). Como resultado se demostró que, la utilización de un 12% de cenizas volantes, 22% de desperdicio de C&D y 4% de cal al suelo individualmente disminuye el oleaje libre diferencial de las arcillas a cero (hinchamiento), mientras

que la adición de más cenizas volantes y desechos de C&D no causa ningún cambio positivo en la muestra; el UCS a los 28 días de las cenizas volantes es más alto que el obtenido por los desechos de C&D y el CBR más alto es el obtenido por la utilización de cal en la muestra . Por lo que se concluyó que para el suelo en estudio, la cal es el mejor estabilizador para ser utilizado como subrasante, pero los desechos de C&D son más económicos cuando se requiere tener resistencias más tempranas.

(Hidalgo et al., 2019), en su investigación “Laboratory Evaluation of Finely Milled Brick Debris as a Soil Stabilizer” tuvo como objetivo analizar el comportamiento de dos tipos de suelos (arenoso y limoso) estabilizados con polvo de ladrillo de una partícula menor a 0.35mm activado con álcali. Se efectuaron pruebas en laboratorio de muestras de suelo natural y en proporciones del 7%, 14% y 21% (Suelo-estabilizador), investigandose en diferentes relaciones de temperatura, humedad, uso de diferentes tipos y concentraciones de activadores alcalinos. Teniendo como resultado que la adición de 14% de polvo de ladrillo aumenta la capacidad portante entre 1.7–2.3 veces con respecto al material no estabilizado. Concluyendo que, los materiales resultantes encontrarán aplicaciones prácticas en la construcción y la estabilización del suelo debido a la mejora de la resistencia y trabajabilidad.

(Kianimehr et al., 2019), en su investigación “Utilization of recycled concrete aggregates for light - stabilization of clay soils”, tuvo como objetivo evaluar la factibilidad de la utilización de agregados de concreto reciclado (CRD) para mejorar la resistencia al cizallamiento, compresión y deformación de las arcillas. Para el desarrollo de este análisis se hicieron un conjunto de pruebas en laboratorio con mezclas a diferentes proporciones de CRD y suelo arcilloso. Teniendo como resultado que la introducción de 15% de CRD en suelos arcillosos produce una menor densidad en seco y una mayor resistencia a la compresión uniaxial (UCS) que aumenta con el curado húmedo. Concluyendo que, agregando CRD se

obtienen suelos más fuertes, más rígidos y menos compresibles que son particularmente adecuados para fines de construcción.

(Varaprasad et al., 2019), en su investigación “Soil Improvement by Fine Fraction Residue from Recycling Construction and Demolition Waste”, tuvo como objetivo examinar el uso potencial de los residuos demolidos de construcción (C&D) conformados por ladrillos y concreto de pisos triturados y filtrados por el tamiz de 4.75mm en suelos expansivos. Para desarrollar este estudio se elaboraron mezclas de (C&D) con suelo al 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. Teniendo como resultado que las muestras presentan un gran incremento en el valor de la resistencia simple o uniaxial (UCS) y la resistencia al esfuerzo de corte del suelo (CBR) en 4 y 4.5 veces respectivamente en comparación con un suelo sin tratar mediante la adición de 20% de C&D, así como, la reducción en un 80% del hinchamiento y presión de hinchamiento del suelo estabilizado. Como conclusión la adición de C&D al suelo mejoran las características mecánicas.

(Cabalar et al., 2017), en su investigación “Utilisation of construction and demolition materials with clay for road pavement subgrade”, tuvo como objetivo realizar un estudio comparativo entre el uso de materiales de concreto reciclado de demolición (CRD), asfalto reciclado (AR) y agregado natural (AN) con arcilla para el mejoramiento del subsuelo de un pavimento. Se realizaron pruebas de CBR, compresión no confinada (UCS) y pruebas de hinchamiento con arcillas combinadas al (0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 100%) en peso seco. Teniendo como resultados del análisis que, el uso de arcilla en todos los agregados resultó en un fuerte aumento en los valores de UCS, el análisis de CBR presenta una disminución del 80%, 75% y 50% en el rendimiento de NA, RCA y DAP con 50% de arcilla, respectivamente, las pruebas también revelaron un ligero aumento en el porcentaje de hinchamiento de las mezclas por adiciones de arcilla. En conclusión, los materiales reciclados en la forma en que se usan aquí podrían mezclarse con arcilla en contenidos específicos para la subrasante del pavimento de carreteras a fin de reducir los problemas ambientales y económicos en todo el mundo.

(Jamaludin y otros, 2019), en su investigación “Potential and future: utilization of waste material on strength characteristics of marine clay”, tuvo como objetivo discutir los diferentes tipos de materiales de desecho que son material de demolición de baldosas (MDB), material de demolición de concreto (CRD) y desechos de cenizas de carbón (DCC) para mejorar las propiedades de la arcilla marina. Para el desarrollo de la investigación se han realizado estudios experimentales (ensayos de compresión no confinada UCS) con porcentajes variables de desechos que oscilan entre el 5% y el 15% con periodos de curado de 0, 7 y 28 días. Los resultados obtenidos fueron que tanto el (CRD) como (DCC) cuando se mezclan con arcilla aumentan su resistencia del suelo al aumentar el tiempo de curado; mientras que la resistencia del suelo con (MDB) disminuye, pero luego aumenta gradualmente. Por lo tanto, se concluye que, tanto el uso de residuos de demolición mejora las características del suelo a mediano o largo plazo por lo que el material debe ser escogido de acuerdo a los usos que se le va a dar al suelo.

1.2.2. A nivel nacional

Se tiene conocimiento de algunas investigaciones en nuestro país, pero debemos mencionar que la aplicación de materiales de demolición en la estabilización de suelos relacionado a la construcción de cimentaciones no es abordada con gran interés.

(Zavaleta Benites & Aponte Sánchez, 2019), en su investigación “Estabilización de suelos con residuos de la construcción y demolición al 75% con fines de cimentación en la urbanización Villa Las Praderas Nuevo Chimbote”, tuvo como objetivo determinar cómo influyen los residuos de la construcción y demolición en la estabilización de suelos de la urbanización en estudio. Para el desarrollo de la investigación se realizaron ensayos de caracterización física y mecánica del suelo natural y estabilizado al 75% mediante ensayos de Penetración Dinámica Ligera (DPL). Teniendo como resultado que las propiedades mecánicas del suelo mejoraron en un 124% con respecto a un suelo sin estabilizar. Por lo que

se concluyó que, mejorar el suelo con CRD genera suelos con resistencias ideales para cimentar.

(Abregú Sáenz & Mayon Mallco, 2021), en su investigación “Propuesta de mejoramiento de la densidad y resistencia a la compresión no confinada en un suelo cohesivo de alta plasticidad utilizando dos materiales de construcción reciclados en la urbanización Sudamérica ubicada en Talara-Piura”, tuvo como objetivo determinar la influencia de la adición de material reciclado de demolición en la densidad y la compresión no confinada (UCS) de un suelo arcilloso proveniente de la urbanización en estudio. Para el desarrollo de la investigación se analizó la muestra con porcentajes del 2.5%, 5% y 7.5% de YSR (yeso) y 5%, 10% y 15% de material reciclado con el propósito de analizar cuál fue la influencia de las adiciones en la densidad seca (MDS) y la resistencia (UCS). Teniendo como resultados un aumento del 7.5% de (MDS) y 13.5% del óptimo contenido de humedad (OCH) respecto al suelo natural; además, la resistencia (UCS) incrementó, de un valor promedio, de 6.3 kg/cm² a 28.8 kg/cm². Concluyendo que el mejoramiento con materiales de demolición son un método válido de implementación frente a fuerzas de compresión, ya que aumentan la capacidad resistente del suelo.

(Sagástegui Reátegui, 2020), en su investigación “Efectos de la adición de concreto reciclado en la capacidad de soporte de los suelos arcillosos de subrasante en el distrito de Carabaylo, calle 19 tramo: Km 0+000 - 0+720”, tuvo como objetivo evaluar la adición de concreto reciclado al suelo arcilloso de la subrasante con el fin de determinar su comportamiento y propiedades mecánicas. Para el desarrollo de la investigación se mezcló el suelo natural con el material reciclado en proporciones del 5%, 15%, 25% y 35% y se desarrollaron pruebas de CBR. Concluyendo que la adición de concreto reciclado a las muestra produce un incremento en las propiedades mecánicas del suelo.

(Del Río, 2017), en su investigación “Optimización de la estabilización de suelos arcillosos en el sector Curva del Sun – Campiña de Moche, con concreto reciclado para pavimentación, Trujillo - La Libertad” , tuvo como objetivo determinar

el mejoramiento producido en la arcilla al adicionar concreto reciclado de demolición (CRD) para la construcción del pavimento en el sector antes mencionado. Para el desarrollo de esta investigación se elaboraron muestras al 11%, 13% y 15% de CRD. Teniendo como resultado una mejora de la resistencia al esfuerzo de corte (CBR) de 9.52 para una arcilla sin mejoramiento a un 10.8, 12.2 y 13 para un 11% y 13% y 15% respectivamente de CRD. Por lo que se concluyó que, para un suelo arcilloso la adición de CRD genera mejoras en el CBR. Se recomienda a los futuros investigadores seguir indagando sobre el mejoramiento de la capacidad de soporte de suelos arcillosos a fin de cumplir con las exigencias mínimas de la norma de pavimentos flexibles.

(Muñiz, 2017), en su investigación “Estabilización de subrasante con material de demoliciones en avenida Malecón Checa, San Juan de Lurigancho en el 2017”, tuvo como objetivo calcular el óptimo porcentaje de material reciclado necesario para el mejoramiento del suelo en la avenida antes mencionada. Se realizaron ensayos de CBR aplicando agregado de asfalto reciclado (AR), concreto reciclado (CRD) y arcilla cocida reciclada (ACR) de 10%, 20% y 30% al material de suelo natural. Presentando mejoras del CBR con los tres materiales de prueba, pero una mejora más significativa con la adición de CRD al 30%. Concluyendo que, la utilización de estos materiales reciclados influyen significativamente en la estabilización de la subrasante de un pavimento.

(Borda Ingaluque, 2021) en su estudio “Estabilización de subrasantes modificados con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto-Coata, Puno 2021”, tuvo como objetivo determinar la estabilidad de la subrasante modificada con concreto reciclado (CRD) en la carretera en estudio. Para el desarrollo de la investigación se realizaron 03 calicatas, al material recogido se le adicionó 10%, 20% y 30% de CRD respecto al peso del suelo, realizando ensayos de caracterización física y mecánica como proctor modificado y CBR. Como resultado se tuvo que, el suelo patrón posee un valor de capacidad de soporte al 95% de la MDS de 4.3%, una densidad seca máxima de 1.617 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 20.467%; con la adición de 30% de concreto reciclado

se obtuvo una máxima densidad seca de 1.547 gr/cm³, una capacidad de soporte (CBR) al (95% de la MDS) de 10.333% y un módulo de resiliencia de 13686.31 PSI. Por lo que se concluyó que, la subrasante se estabiliza significativamente con la adición de 30% categorizada como una subrasante “buena”.

1.2.3. A nivel local

Una revisión a la literatura indicó que en la región se tiene un limitado conocimiento y aplicación de las técnicas de estabilización de suelos con material de demolición.

(Terrones Hernandez, 2019), en su investigación “Evaluación de agregados obtenidos de residuos de construcción y demolición estabilizados con aditivo terrasil para la utilización en base y subbase de pavimentos, Chiclayo 2019”, tuvo como objetivo evaluar la factibilidad técnica mediante ensayos de laboratorio de los agregados obtenidos de material reciclado de demolición (C&D) al estabilizarlos con aditivo Terrasil, para su utilización en bases y subbases de pavimentos. Se realizaron ensayos de CBR en muestras de C&D con y sin aditivo Terrasil. Los resultados muestran un incremento de la densidad seca y por ende valores más altos de CBR de hasta 106% con la adición de Terrasil en una dosificación de 0.75Kg/m³. Concluyendo que, existe una viabilidad técnica de la aplicación de los C&D para base y subbase de pavimentos, mientras que económicamente no resultaron ser viables.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Variable independiente

1.3.1.1. Material reciclado de demolición

1.3.1.1.1. Definición

Los desechos de demolición son los provenientes de la rehabilitación, construcción o demolición de todo tipo de obras civiles, sean públicas o privadas (Cabrera et al., 2017); (Deshmukh et al., 2019).

1.3.1.1.2. Clasificación

Los tres materiales principales de desechos de demolición son el ladrillo triturado, agregados de concreto reciclado y pavimento de asfalto recuperado (Arulrajah et al., 2017), Así mismo, (Pacheco et al., 2017) plantea una clasificación internacional de los Residuos de Material de construcción (C&D) según sea su procedencia:

Materiales provenientes de la excavación: grava, arena, rocas, tierra, etc.

Materiales provenientes del mantenimiento o construcción de obras civiles: materiales pétreos, asfalto, metales, etc.

Materiales provenientes de demolición: ladrillos de tierra, yeso, bloques de concreto, porcelana, yeso, cal.

Conforme con lo expuesto anteriormente, el Reglamento que gestiona el manejo de los residuos de demolición y construcción en el Perú justifica la reutilización de este tipo de materiales de desecho debido a que no se consideran peligrosos (Ministerio de Energía y Minas, 2013).

1.3.2. Variable dependiente

1.3.2.1. Suelo natural

1.3.2.1.1. Definición

El término ha sido definido durante toda la historia de diferentes maneras y enfocado en las distintas ramas de estudio. Una de sus definiciones es “material en su estado natural conformado tanto por partículas sólidas y gases o líquidos” (Sowers, 1972, p. 23). El suelo es útil en la construcción de varios tipos de proyectos ingenieriles, funciona como un soporte para la fundación de edificios influyendo en la estabilidad de los mismos (Kusumastuti & Sepriyanna, 2019).

1.3.2.1.2. Clasificación

Según la norma E050 y basado en la clasificación SUCS se clasifica al suelo en tres grupos:

Suelos granulares

Gravas

Suelos no cohesivos derivados de la descomposición de las rocas. Sus partículas varían desde 3" hasta 2.00mm, en estado suelto se encuentran principalmente en la margen y lecho de los ríos (Crespo, 2007).

Arenas

Material no cohesivo, producto de la desintegración de las rocas. Sus partículas varían desde 2.00mm. hasta 0.05mm. Presentan un origen parecido a las gravas. Es un material menos compresible que la arcilla, y debido a un cambio de humedad no se contraen, no son plásticas y al aplicarse una carga se comprimen al instante (Crespo, 2007).

Suelos finos

Limos

Presentan partículas finas con limitada plasticidad, un color que varía desde gris claro a oscuro, con un tamaño que va desde 0.05mm. hasta 0.005mm. Estos suelos en estado suelto, saturados y al no encontrarse en suelos densos son poco recomendados para soportar las cargas de una estructura recibidos a través de los cimientos (Crespo, 2007).

Arcillas

Presentan partículas sólidas con un tamaño menor a 0.05mm., que tienden a ser muy plásticas en contacto con el agua, expandiéndose al mojarse y contrayéndose al secarse. Según su humedad poseen una cohesión marcada, son compresibles y se comprimen lentamente cuando se aplica una carga (Crespo, 2007).

1.3.2.1.3. Propiedades físicas

Análisis Granulométrico por tamizado (ASTM D 422)

La gradación de un suelo es expresada en el tamaño de las partículas en términos de porcentaje de peso del suelo que pasa por cada tamiz (Olufowobi et al., 2014).

La normativa ASTM D 422 lo define como un procedimiento mecánico donde se disgregan las partículas del suelo analizado en diferentes tamaños utilizando tamices reglamentarios de una abertura ya especificada. Estos tamices, deben ser de tela de alambre tejido de malla cuadrada, un juego completo consiste en los siguiente:

Tabla 1.
Tamices reglamentarios

3" (75.00 mm)	No.10 (2.00 mm)
2" (50.00 mm)	No.20 (850 µm)
1 1/2" (37.50 mm)	No.40 (425 µm)
1" (25.00 mm)	No.60 (250 µm)
3/4" (19.00 mm)	No.140 (106 µm)
3/8" (9.50 mm)	No.200 (75 µm)
No.4 (4.75 mm)	

Fuente: ASTM D 422

Para la descripción de los procedimientos y materiales del ensayo se consideró lo estipulado en la norma ASTM D-422.

Procedimiento

Estructuración de la muestra

La muestra de suelo debe pasar primero por lavado en el tamiz #200 con el fin de separar las partículas finas adheridas, luego según la normativa se debe tamizar el material por el tamiz No. 4 con el fin de establecer dos muestras, una retenida y otra pasante, las cuales se analizan por separado.

La normativa establece la proporción mínima de muestra de material retenido para el ensayo en el tamiz No. 4 de acuerdo al tamaño máximo de partícula.

Tabla 2.
Peso de la muestra requerida por ensayo

Tamaño Máximo	Peso mínimo de la muestra (g)
3/8" (9.5 mm.)	500
3/4" (19 mm.)	1000
1" (24.5 mm.)	2000
1 1/2" (37.5 mm.)	3000
2" (50.8 mm.)	4000

Fuente: ASTM D 422

Expresión de resultados

Después de obtener los pesos retenidos en cada uno de los tamices, se procede al cálculo del porcentaje de material retenido en cada tamiz:

$$\% \text{ retenido} = \frac{W \text{ tamiz}}{W_1} * 100 \quad (1)$$

Donde:

$W \text{ tamiz}$: Peso retenido en cada tamiz

W_1 : Peso de la muestra total seca al horno

Los resultados se pueden expresar de manera tabulada, con la finalidad de que la información permita construir una gráfica del análisis granulométrico de la muestra, y determinar dos parámetros:

Coficiente de uniformidad (C_u):

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (2)$$

Coficiente de curvatura (C_c):

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})} \quad (3)$$

Donde:

D_{10} , D_{30} y D_{60} son los diámetros de las aberturas de cada tamiz correspondientes al porcentaje que pasa 10, 30 y 60%, respectivamente.

Los parámetros C_u y C_c son utilizados en la clasificación de suelos según el Sistema Unificado (SUCS), que se describe más adelante.

Límites de Atterberg (ASTM D 4318)

Para la descripción de los procedimientos y materiales requeridos para la realización de estos ensayos donde se determinará el límite plástico, límite líquido e índice de plasticidad se tomará en cuenta lo especificado en la norma ASTM D 4318.

Se define como Límite líquido (LL) a la cantidad de humedad que contiene un suelo cuando se encuentra entre la frontera del estado plástico y semilíquido (ASTM D 4318).

La ASTM D 4318, define el Límite plástico (LP) como la porción de humedad que tiene el suelo cuando este se encuentra entre el estado semi-sólido y el estado plástico.

Con la determinación de los mencionados parámetros se puede calcular el índice de plasticidad, siendo este la gama de contenido de humedad sobre la cual el suelo se comporta como un material plástico. El IP es la diferencia que existe entre el LL y el LP (ASTM D 4318).

Preparación de la muestra

Los procedimientos que se describen en este ensayo son ejecutados con un suelo pasante por el tamiz No. 40.

Procedimiento

Límite líquido (LL)

Una porción del espécimen es esparcida en la copa de Casagrande dividida en dos partes por el acanalador, luego es dejada fluir por los impactos que se causan al realizar caídas repetidas de la copa metálica, se requiere tres o más tanteos con distintos contenidos de humedad para la posterior elaboración de la gráfica semilogarítmica donde el límite líquido será el contenido de humedad a los 25 golpes (ASTM D 4318).

Límite plástico (LP)

Se determina presionando la masa del suelo y formando con ella (rodándola) un hilo de 3.2mm (1/8 de pulgada) de diámetro hasta que se reduzca el contenido de humedad a tal punto que el hilo se quiebre al manipularlo y ya no pueda ser

presionado. En este punto el contenido de humedad se reporta como el LP (ASTM D 4318).

Índice de plasticidad (IP)

El IP se calcula como la diferencia que existe entre el LL y el LP (ASTM D 4318).

Contenido de humedad del suelo (ASTM D 2216)

La norma lo define como el porcentaje de masa de agua de un suelo que está contenida en sus poros con respecto al total de masa del material en estado sólido. Para el cálculo se usa una temperatura estándar de $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Este parámetro es usado para denotar la relación de los vacíos de agua, aire y sólidos que se encuentran en el volumen de un suelo (ASTM D 2216).

Para la descripción de los procedimientos y materiales requeridos para la realización de este ensayo se tomará en cuenta lo especificado en la norma ASTM D 2216.

Procedimiento

La muestra de suelo es secada en un horno con una temperatura de $(110 \pm 5^\circ\text{C})$ hasta tener un peso constante. La pérdida de peso después del proceso de secado se considera agua, siendo éste el contenido de humedad del suelo.

Clasificación de suelos para fines de ingeniería – SUCS (ASTM D 2487)

La norma propone un procedimiento para poder clasificar el suelo y se basa en la determinación mediante pruebas de laboratorio como la gradación de sus partículas, y los límites de Atterberg.

Identificar y clasificar el tipo de suelo es de gran importancia cuando se requiere para trabajos ingenieriles El sistema SUCS divide al suelo en tres grandes grupos: suelos de grano grueso, de grano fino y orgánicos (ASTM D 2487). Para la identificación del suelo se utilizan los siguientes símbolos:

Tabla 3.
Simbología – Sistema Unificado

Símbolo	G	S	M	C	O	PT	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos orgánicos y arcilla	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Paja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado

Fuente: Das, B. (2012). Fundamentos de Ingeniería de cimentaciones. Séptima Edición

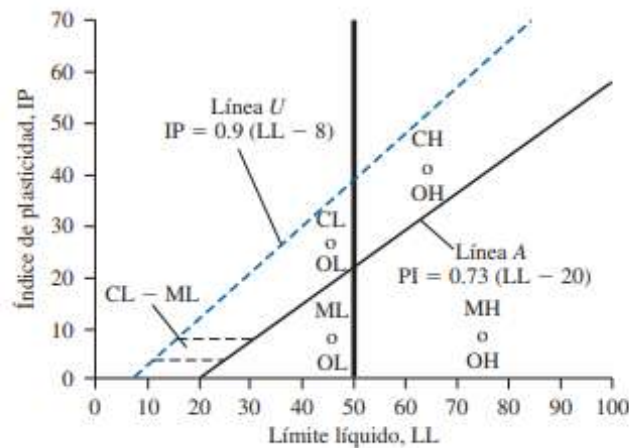


Figura 1. Gráfica de plasticidad. Fuente: Das, B. (2012). (Das, Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, 2012).

Tabla 4.
Sistema Unificado de clasificación de suelos (según la ASTM D 2487)

Criterios para asignar símbolos de grupo y nombres de grupo mediante prueba de laboratorio			Clasificación de suelos	
			Símbolo de grupo	Nombre de grupo
Suelo de grano grueso Más del 50% retenido en la Malla N°200	Gravas limpias Mas del 50% fracción gruesa retenido en Malla N° 4	Menos del 5% de finos	$Cu \geq 4$ $1 \leq Cc \leq 3$	GW Grava bien graduada
		Más del 5% de finos	$Cu < 4$ $1 > Cc > 3$	GP Grava mal graduada
	Gravas con finos Más del 12% de finos	Finos clasific. Como ML o MH	GM	Grava limosa
		Finos clasific. Como CL o CH	GC	Grava arcillosa

	Arenas 50% o más de gruesos pasa la Malla N° 4	Arenas limpias Menos del 5% de finos	$Cu \geq 6$ $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Grava bien graduada
			$Cu < 6$ $1 > Cc > 3$	SP	Grava mal graduada
		Arenas con finos Más del 12% de finos	Finos clasific. Como ML o MH	SM	Arena limosa
			Finos clasific. Como CL o CH	SC	Arena arcillosa
Suelo de grano fino 50% o más pasa la malla N°200	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	Inorgánicos	$IP > 7$ y se encuentra en o sobre la línea A	CL	Arcilla de baja plasticidad
			$IP < 4$ o se encuentra bajo la línea A	ML	Limo de baja plasticidad
		Orgánicos	LL secado al horno < 0.75	OL	Arcilla orgánica
			LL no secado	OL	Limo orgánico
	Limos y arcillas Límite líquido de 50 a más	Inorgánicos	IP se encuentra en o sobre la línea A	CH	Arcilla de alta plasticidad
			IP se encuentra bajo la línea A	MH	Limo de alta plasticidad
		Orgánico	LL secado al horno < 0.75	OH	Arcilla orgánica
			LL no secado	OH	Limo orgánico
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica, de color oscuro y olor orgánico.		PT	Turba	

Fuente: ASTM D 2487 – 2009

1.3.2.1.4. Propiedades mecánicas

Proctor modificado (ASTM D 1557)

Las curvas de compactación, es decir la relación densidad humedad tanto del suelo natural como del suelo mejorado, se determinarán mediante la norma ASTM D 1557. Este ensayo permite determinar la relación entre el contenido de humedad óptimo ($w_{OPT}\%$) y el peso seco máximo de los suelos ($\gamma_{D MAX}$) de una muestra de suelo compactada en un molde de 4" (10.16 cm) con un martillo de 44.48 N de peso que se deja caer desde una altura de 47.52 cm, produciendo una energía de compactación de 2700 kN-m/m³.

Cabe señalar que el método de prueba de ASTM D 558 se ha ofrecido exclusivamente para la determinación de especificaciones de compactación en mezclas suelo-cemento. Sin embargo, se decidió implementar ASTM D 1557, método donde sería posible una comparación unificada con las características de compactación del suelo y las propiedades de cementación de CRD ya que son mucho más débiles que el cemento.

El método de compactación utilizado fue el método A, el cual se describe a continuación:

- Diámetro del molde : 4" (10.16 cm)
- Material : Pasa por el tamiz N° 4 (abertura 4.75 mm)
- Número de capas : 5
- Número de golpes por capa : 25
- Uso : El 25% o menos del material es retenido en el tamiz N° 4.

Para la descripción de los procedimientos y materiales requeridos para la realización de este ensayo se tomará en cuenta lo especificado en la norma ASTM D 1557.

Procedimiento

Seleccionar el molde de compactación apropiado de acuerdo con el método a ser usado. Determinar y anotar su masa con aproximación a 1 gramo. Ensamblar

el molde, base y collar de extensión. Chequear el alineamiento de la pared interior del molde y collar de extensión del molde. Ajustar si fuera necesario.

Prepare mínimo cuatro especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo estimado. Un espécimen que tiene un contenido de humedad cercano al óptimo deberá ser preparado primero, añadiendo al cálculo agua y mezclar. Seleccionar los contenidos de agua para el resto de los especímenes de tal forma que resulten por lo menos dos especímenes húmedos y dos secos de acuerdo al contenido óptimo de agua, que varíen alrededor del 2%. Los incrementos de contenido de agua no deberán excederán de 4%.

Después del curado, se procede a compactar las muestras colocando el molde en un lugar fijo. Compactar el espécimen en cinco capas con 25 golpes cada una. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor.

Después de la compactación de la última capa, cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta a través de la parte superior del molde para formar una superficie plana. Determine y registre la masa del espécimen y molde con aproximación al gramo. Remueva el material del molde para obtener una masa representativa y calcular el contenido de humedad de la misma.

Expresión de resultados

- *Contenido de Agua, w*: Calcular de acuerdo con la norma ASTM D 2216.
- *Densidad húmeda, ρ_m* :

$$\rho_m = \frac{(M_t - M_{md})}{V} \quad (4)$$

Donde:

ρ_m = Densidad Húmeda del espécimen compactado (g/cm³)

M_t = Masa del espécimen húmedo y molde (g)

M_{md} = Masa del molde de compactación (g)

V = Volumen del molde de compactación (cm³)

- *Densidad seca*, ρ_d :

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \quad (5)$$

Donde:

ρ_d = Densidad seca del espécimen compactado (g/cm³)

w = contenido de agua (%)

Resistencia a la compresión no confinada (ASTM D 2166)

Esta normativa indica la forma de realizar la forma de realizar el ensayo para determinar la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos bajo condiciones inalteradas, remoldeadas o compactadas, aplicando carga axial, usando cualquiera de los métodos de resistencia controlada o deformación controlada. Sirve únicamente para suelos cohesivos.

El propósito principal de realizar la prueba de compresión no confinada es para rápida obtención de un valor aproximado de resistencia a la compresión de suelos que poseen suficiente cohesión para poder ser ensayados en el estado no confinado.

Para esta investigación, se aplicará el ensayo bajo condiciones compactadas debido a que se simularan las condiciones de óptimo contenido de humedad calculado previamente mediante la normativa ASTM D 1557.

Procedimiento

Probetas compactadas

Se compacta una muestra en un molde a una humedad y peso unitario prefijado. Después que la probeta se haya formado, se le cortan extremos perpendiculares al eje longitudinal, se extrae del molde y se determinan su peso y dimensiones.

Se miden la altura y el diámetro o lado de la probeta, con una precisión de 0,1 mm mediante un calibrador con nonio o un objeto análogo. Se pesa la muestra. Se coloca la probeta en la prensa de modo que quede perfectamente centrada. Se acciona el dispositivo de avance lo estrictamente necesario para que la probeta toque a la placa superior de la prensa. Se pone en cero el indicador de deformaciones.

Cuando se empleen esfuerzos controlados, se aplicará la carga para que produzca una deformación axial a una razón de $\frac{1}{2}$ % a 2 % por minuto y se registrarán los esfuerzos y las deformaciones cada 30 s. La velocidad de deformación se regulará en tal forma que la falla de probetas sin refrendar nunca sobrepase de 10 minutos. La carga deberá proseguirse hasta que decrezcan los valores de la carga con el aumento de sección que se produce en la probeta durante la rotura, lo cual se traduce en una disminución del esfuerzo aplicado.

Resistencia al corte - Ensayo de Corte Directo (ASTM D 3080)

En esta normativa se describe el cálculo de la resistencia al corte tal como la envolvente de Mohr de un suelo consolidado drenado mediante la aplicación del ensayo de corte directo. Este ensayo representa la forma más elemental para el cálculo de la cohesión y fricción de un suelo cohesivo y/o granular. Se lleva a cabo mediante la deformación de una muestra a una velocidad controlada o cercana al plano de corte (ASTM D 3080).

Procedimiento

Consiste en colocar un espécimen de suelo en el aparato de corte directo y proceder a consolidar la muestra mediante la aplicación de un esfuerzo normal y medir los desplazamientos verticales. Posteriormente retirar los seguros que sujetan la mitad superior con la mitad inferior de la caja, aplicar la carga tangencial y medir los desplazamientos horizontales de la muestra mientras es cortada. Este procedimiento se repite generalmente con tres muestras de ensayo (ASTM D 3080).

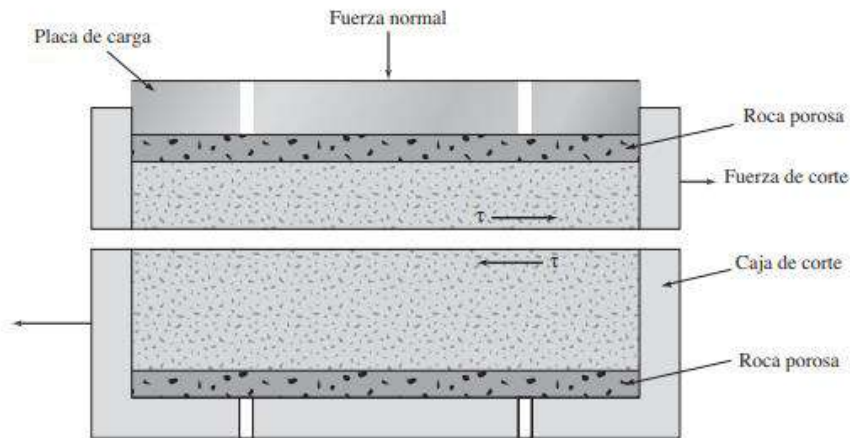


Figura 10.3 Diagrama de un arreglo de prueba de corte directo

Figura 2. Diagrama de un arreglo de prueba de corte directo. Fuente: (Das, *Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica*, 2015).

Cálculos

Esfuerzo de corte

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (6)$$

Donde:

τ : esfuerzo de corte (lib/pulg², kPa)

F = fuerza tangencial (libf, N)

A = área inicial de la muestra (pulg², mm²)

Esfuerzo normal

$$\sigma_n = \frac{N}{A} \quad (7)$$

Donde:

σ_n : esfuerzo normal (lib/pulg², kPa)

N = fuerza normal (libf, N)

1.3.2.2. Mejoramiento de suelo

1.3.2.2.1. Definición

La mejora de la capacidad de carga de los suelos se puede lograr mediante la estabilización, que implica mezclar materiales con los suelos para lograr una gradación deseada y hacerlos más estables (Ridwan et al., 2016); (Babu & Poulouse, 2018). La estabilización del suelo se logra a través de una variedad de métodos, siendo la más común y aplicada la estabilización física (Salamatpoor & Salamatpoor, 2017).

1.3.2.2.2. Importancia

El desempeño de un proyecto de construcción a largo plazo depende mucho de la resistencia del material de los suelos subyacentes que la soportan, es por eso que, las técnicas de estabilización del suelo son necesarias para garantizar una buena estabilidad y estos puedan sostener con éxito la carga de la superestructura, ahorrando tiempo y dinero en comparación con el método de cortar y reemplazar el suelo inestable. Singh como se citó en (Andavan & Pagadala, 2020).

1.3.2.3. Resistencia al corte del suelo

La resistencia al corte de un suelo, definida mediante sus esfuerzos efectivos es representada de acuerdo al criterio de Mohr-Coulomb: (Das, Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, 2012)

$$s=c+ \sigma \tan\emptyset \quad (8)$$

Donde:

s: esfuerzo de corte en el plano de falla

σ : esfuerzo normal en el plano de falla

c: cohesión

\emptyset : ángulo de fricción

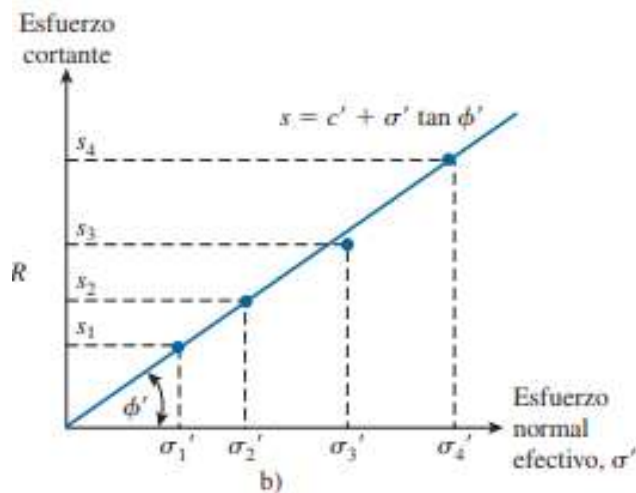


Figura 3. Resultados de la prueba de corte directo. Fuente: (Das, Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, 2012).

1.3.2.4. Cimentaciones superficiales

1.3.2.4.1. Definición

Son estructuras que tienen como fin proveer el medio para que una estructura transmita al terreno las cargas que se concentran en columnas o muros, estas producen un sistema de esfuerzos que deben ser resistidos generando asentamientos tolerables ya sean estos diferenciales o uniformes (Crespo, 2007).

Los cimientos poco profundos tienen una relación de profundidad y ancho inferior a cuatro (Chih et al., 2012), el Reglamento Nacional de Edificaciones en su norma E050 las define como aquellas donde la razón de profundidad y ancho ($\frac{Df}{B}$) es menor o igual a cinco, considerándose cimentaciones poco profundas a las zapatas aisladas, conectadas y combinadas, plateas de cimentación y cimientos corridos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

1.3.3. Impacto ambiental

La industria de la construcción es responsable de la producción de aproximadamente el 50% de los desechos en el mundo (Bahadir y otros, 2020). La reutilización de concreto reciclado de demolición en el mejoramiento de suelos conlleva consigo impactos positivos en el ambiente, uno de ellos es la reducción

del consumo y explotación de materias primas utilizadas en el campo de la construcción.

(Quevedo, 2018), sustenta que los problemas que acarreen la mala disposición de estos residuos se pueden resumir en:

- Impacto visual negativo – desorden.
- Espacios ocupados destinados inicialmente para otros usos, poniendo en riesgo la vida y salud de la población.
- Impacto en el tránsito (disminución de espacios y visibilidad).
- Contaminación del aire (polvo, fibras de asbesto, material particulado).
- Contaminación de suelos (degradación).
- Contaminación de los cauces de los ríos, contribuyendo a disminuir la eficiencia hidráulica natural.
- Contaminación de los cultivos.
- Atraen el vertimiento de más residuos en el mismo lugar, constituyéndose en botaderos informales.

En el desarrollo de la presente investigación, conforme a lo planteado en los objetivos, se ha tratado en la medida de lo posible reducir al mínimo un negativo impacto ambiental. El concreto reciclado de demolición fue recopilado de botaderos informales y grupos de desechos de obras que fueron depositados en la vía pública; todos estos fueron colocados en sacos para evitar que el material se esparciera y trasladados inmediatamente al laboratorio para realizar el estudio.

En la aplicación de este estudio en una construcción, se detallan las actividades que se recomiendan seguir:

- a. Aumento de emisión de material particulado:** Se deberá de disponer de una fuente de agua para reducir la emisión de material particulado generado en el triturado y colocación en obra del concreto reciclado de demolición, teniendo cuidado en contaminar o generar sólidos suspendidos en dichas fuentes de agua.
- b. Incremento de niveles sonoros:** En zonas puntuales donde se generen ruidos nocivos de mayor intensidad como los generados con la trituración

del CRD, los trabajadores estarán obligados a utilizar dispositivos de protección de los ruidos nocivos.

c. Riesgos de accidentes: El personal de obra deberá recibir charlas de prevención de accidentes de obra antes de realizar cualquier actividad que implique riesgos a la integridad física tanto de los trabajadores como de la población de alrededor; y usar los implementos de seguridad personal según la actividad que realicen.

d. Impactos ambientales negativos debido al transporte de materiales: Los vehículos que transportan material, asegurarán la carga a la capacidad establecida por cada vehículo, evitando sobrepasar el peso establecido. El material deberá ser recopilado y tapado con el fin de evitar la emisión de material particulado. Los vehículos seguirán estrictamente la ruta señalada para el transporte de material, evitando su descarga en sitios y/o lugares no planificados.

1.3.4. Seguridad y salud ocupacional

Los sistemas de vigilancia de seguridad y salud ocupacional en el trabajo (SST) rastrean las muertes, lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo, así como la presencia de riesgos y exposiciones en el lugar de trabajo para informar los esfuerzos de prevención. La evaluación periódica es fundamental para mejorar estos sistemas y satisfacer la demanda de procesamiento y análisis de datos más oportunos, completos, precisos y eficientes (Yang y otros, 2022).

Muchos riesgos para la SST pueden atribuirse a una serie de características bien conocidas del trabajo de construcción, como el carácter temporal de los lugares de trabajo, los múltiples empleadores y grupos profesionales que trabajan al mismo tiempo y en el mismo espacio, la presión del tiempo, la competencia, manipulación manual de objetos pesados, manipulación de objetos grandes y trabajo en diferentes niveles verticales (Ajslev y otros, 2022).

La Norma G050 tiene como objetivo:

- Garantizar condiciones seguras en el ambiente de trabajo, estableciendo medidas preventivas durante el desarrollo de los

procesos, controlando los riesgos durante el desarrollo de sus actividades con el fin de prevenir daños a los trabajadores.

- Generar confianza en nuestros clientes, el cumplimiento de nuestros compromisos en Seguridad y Salud en el trabajo.

Durante el desarrollo de la investigación, si bien es cierto, no se aplica como tal un plan de seguridad y salud en el trabajo, siempre se tiene que recordar que cualquier manipuleo o uso de algún material debe de ser realizado con los EPP's mínimos requeridos; esto con tal de desarrollar los trabajos de una manera segura y evitando así los riesgos laborales que puede traer consigo.

1.3.5. Gestión de riesgos y prevención de desastres

La gestión de riesgos se define como la aplicación de políticas y estrategias de reducción del riesgo de desastres para la prevención, reducción de los riesgos de desastres existentes y gestión de los riesgos residuales (Albris y otros, 2020)

Asi mismo, contempla la identificación de los peligros o amenazas, las vulnerabilidades, los niveles de riesgo al que se encuentra expuesta la zona geográfica y las recomendaciones de carácter estructural y no estructural que eviten la generación de riesgos en un contexto de Gestión del Desarrollo Sostenible, con fines de verificar que el área de construcción es zona segura y mitigar en la medida de lo posible los riesgos.

En el caso del presente estudio, una vulnerabilidad física que se presenta es la vulnerabilidad sísmica; ya que se estudian tipos de suelos con características físicas y mecánicas poco aptas para la construcción de obras civiles que ante un evento sísmico y con un mal tratamiento del suelo pueden causar daños a las estructuras. Estas fallas estructurales pueden generar asentamientos diferenciales en una edificación que van desde pequeñas grietas hasta sobre esfuerzos en los elementos estructurales que la conforman, que con el paso del tiempo se podría generar un colapso inminente de la estructura poniendo en riesgo la vida de los habitantes. Al plantear soluciones a este tipo de problemas, se está haciendo una gestión de los riesgos ocupacionales y previniendo algún tipo de desastre.

1.3.6. Estimación de costos

Los gastos relacionados en la realización del presente trabajo de investigación, recaen en costos de movilidad para el traslado de las muestras de suelo y concreto reciclado de demolición al laboratorio de estudio, uso de equipos de laboratorio, pago de horas hombre al personal de apoyo para el recojo de las muestras de suelo y el gasto que significa el valor de nuestro servicio en el desarrollo de la tesis. Todos estos gastos fueron financiados con recursos propios.

1.3.7. Normativa

Las normativas expuestas para esta investigación están presentadas en la siguiente tabla:

Tabla 5.

Normativa empleada para el desarrollo de la investigación

Normativa	Nombre de la norma	Descripción
ASTM D 422	Análisis granulométrico por tamizado	Para calcular la gradación del suelo expresada en el tamaño de las partículas en términos de porcentaje de peso del suelo que pasa por cada tamiz.
ASTM D 4318	Límites de Atterberg	Para calcular en índice de plasticidad del suelo, que se define como el contenido de humedad sobre la cual el suelo se comporta como un material plástico.
ASTM D 2216	Contenido de humedad del suelo	Calcular el porcentaje de masa de agua de un suelo que está contenida en sus poros con respecto al total de masa del material en estado sólido.

ASTM D 2487	Clasificación de suelos según SUCS	Para poder clasificar el suelo de acuerdo a la normativa SUCS.
ASTM D 1557	Proctor modificado	Para el cálculo de las curvas de compactación, es decir la relación densidad - humedad del suelo.
ASTM D 3080	Corte directo de suelo	Para el cálculo de la cohesión y ángulo de fricción de un suelo.
ASTM D 2166	Resistencia a la compresión no confinada	Para el cálculo de la compresión no confinada del suelo aplicando carga axial.

Fuente: elaboración propia.

1.3.8. Estado del arte

La mejora de las características del suelo se puede lograr de muchas maneras, entre las cuales la estabilización del suelo es una de las mejores técnicas; la estabilización con materiales de desecho es una opción viable que es ecológica y económica (Hymavathi et al., 2018).

Las capas de concreto triturado reciclado de antiguas estructuras demolidas tienen propiedades autocementantes que provocan un aumento de la rigidez (Karkush & Yassin, 2020).

La estabilización del suelo arcilloso se puede hacer utilizando diversos materiales para que se puedan mejorar las características de resistencia del suelo. La estabilización se puede lograr utilizando materiales puzolánicos o productos químicos, cada uno de ellos con sus propias ventajas y limitaciones. Las cenizas volantes, los desechos de demolición de la construcción, las cenizas de cáscara de arroz, las cenizas de bagazo, las cenizas de aserrín y la escoria granulada de alto horno son algunos de los materiales puzolánicos que se utilizan en la estabilización del suelo (Sharma & Hymavathi, 2016).

Existen varios enfoques de estabilización del suelo para contrarrestar los riesgos que presentan estos suelos, como la estabilización química, eléctrica, mecánica y térmica. La estabilización química es más popular, estabilizándose con

cemento, cal. El concreto reciclado, las cenizas volantes y otros materiales fueron estudiados por muchos investigadores, presentando sus propios beneficios y limitaciones (Varaprasad et al., 2019).

1.3.9. Definición de términos

- **Suelo:** Material en su estado natural conformado tanto por partículas sólidas y gases o líquidos (Sowers, 1972).

- **Arcilla:** Presentan partículas sólidas con un tamaño menor a 0.05mm., que tienden a ser muy plásticas en contacto con el agua, expandiéndose al mojarse y contrayéndose al secarse (Crespo, 2007).

- **Propiedades mecánicas del suelo:** Son propiedades del material relacionadas con su capacidad de transmitir y resistir fuerzas o deformaciones.

- **Cimentaciones superficiales:** Son aquellas donde la razón de profundidad y ancho ($\frac{Df}{B}$) es menor o igual a cinco, considerándose cimentaciones poco profundas a las zapatas aisladas, conectadas y combinadas, plateas de cimentación y cimientos corridos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

- **Material reciclado:** Los desechos de demolición son los provenientes de la rehabilitación, construcción o demolición de todo tipo de obras civiles, sean públicas o privadas (Cabrera et al., 2017).

- **Mejoramiento de suelos:** La mejora de la capacidad de carga de los suelos se puede lograr mediante la estabilización, que implica mezclar materiales con los suelos para lograr una gradación deseada y hacerlos más estables (Ridwan et al., 2016).

- **Resistencia a la compresión:** Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm².
- **Resistencia al corte:** La resistencia al corte de un suelo, definida mediante sus esfuerzos efectivos es representada de acuerdo al criterio de Mohr-Coulomb (Das, 2012).
- **Material particulado:** se define como el conjunto de partículas sólidas y/o líquidas (a excepción del agua pura) presentes en suspensión en la atmósfera (Arciniégas, 2012).
- **Calicatas:** Son excavaciones de formas diversas que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ que no requieran confinamiento (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

1.4. Formulación del problema

¿Cómo influye la incorporación de material reciclado de demolición en las propiedades mecánicas del suelo para la construcción de cimentaciones superficiales en Lambayeque?

1.5. Justificación e importancia del estudio

Justificación ambiental

Ante la propuesta de utilizar el concreto reciclado de demolición en el mejoramiento del suelo, se puede conseguir reducir los altos niveles de contaminación que se originan con la industria de la construcción y el mal manejo de los desechos en depósitos formales e informales.

Justificación técnica

El estudio busca ser una opción de consulta para los profesionales del ámbito de la ingeniería, en la mejora de la capacidad portante de un suelo con la aplicación de concreto reciclado de demolición en la construcción de cimentaciones superficiales con el fin de tener una referencia al momento de proyectar y/o diseñar una cimentación de estas características en suelos pobres como los que se encuentran en la ciudad de Chiclayo. Los materiales reflejarán una perspectiva local de la realidad de la región; la cual generará un potencial campo de aplicación.

Justificación social

El presente estudio, busca determinar el grado de impacto que tendrá la sociedad en el empleo del material reciclado de demolición como estabilizador de suelo; así como incrementar su reutilización formando a largo plazo una cultura de reciclaje.

Justificación económica

El presente estudio busca la reducción de costos en la estabilización de suelos mediante la aplicación de materiales de desecho, que se genera en gran volumen en la ciudad de Chiclayo.

1.6. Hipótesis

La incorporación de concreto reciclado de demolición en el suelo mejorará significativamente sus propiedades mecánicas para la construcción de cimentaciones superficiales en Lambayeque.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Evaluar las propiedades mecánicas del suelo mediante la incorporación de dosificaciones al 10%, 15%, 20% y 25% al peso de concreto reciclado de demolición CRD para la construcción de cimentaciones superficiales.

1.7.2. Objetivos específicos

Determinar la caracterización física del suelo natural de excavación y el concreto reciclado de demolición por medio de ensayos y estudios de laboratorio.

Determinar la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo del suelo natural y las diferentes mezclas de CRD al 10%, 15%, 20% y 25% mediante los ensayos de compactación Proctor modificado.

Determinar la resistencia a la compresión simple en probetas de suelo y suelo - CRD al 10%, 15%, 20% y 25% de CRD al peso mediante el ensayo de Compresión no Confinada de probetas de suelo.

Determinar los parámetros de cohesión y ángulo de fricción del suelo en estado natural, así como también de suelo- CRD al 10%, 15%, 20% y 25% de CRD al peso mediante el ensayo de corte directo.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

De acuerdo al tipo de investigación es explicativa o causal, ya que busca una explicación al fenómeno en cuestión, por lo que trata de establecer la naturaleza de la relación entre una o más variables dependientes y una o más variables independientes (Abreu, 2012).

Las variables consideradas como dependiente e independiente son las que dan fe a lo descrito anteriormente. La variable independiente: material reciclado de demolición y la dependiente: propiedades mecánicas del suelo.

2.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental, en el cual la variable independiente (concreto reciclado de demolición) será usada en el suelo para observar los cambios que se producen en las propiedades mecánicas (variable

dependiente); para ello se tendrá un grupo control que vienen a ser las muestras de suelo natural y el grupo experimental que son las muestras de suelo modificadas con CRD. Presenta un enfoque cuantitativo ya que aboga por métodos cuantitativos a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría contestar las preguntas de la investigación y probar la hipótesis basándose en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística (Cazau , 2006) .

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

La población para la presente investigación, es el total de probetas cilíndricas de suelo-CRD y suelo natural, ensayadas según ASTM D 2166 y el total de muestras de suelo-CRD y suelo natural, ensayadas según la ASTM D 3080.

2.2.2. Muestra

La muestra a estudiar está compuesta por un total de 135 probetas cilíndricas de suelo para el ensayo de compresión no confinada, de las cuales 108 se trabajarán con adiciones de los 4 porcentajes de concreto reciclado de demolición CRD al 10%, 15%, 20%, 25% con cada tipo de suelo, y 27 probetas de suelo natural.

Así mismo, 45 muestras compactadas para el ensayo de corte directo; de las cuales 36 se trabajarán con adiciones de los 4 porcentajes de CRD al 10%, 15%, 20%, 25% con cada tipo de suelo, y 09 probetas de suelo natural.

2.3. Variables

2.3.1. Variable independiente

Material reciclado de demolición.

2.3.2. Variable dependiente

Propiedades mecánicas del suelo.

2.4. Operacionalización

Tabla 6.
Variable dependiente

Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Subindicadores	Índice	Técnica o instrumento de recolección de datos
Propiedades mecánicas del suelo	Características físicas del suelo natural	Gradación del suelo	Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422)	%	Observación y análisis de documentos
		Límite líquido e índice de plasticidad	Límites de Atterberg (ASTM D 4318)	%	
		Contenido de humedad	Contenido de humedad del suelo (ASTM D 2216)	%	
		Clasificación del suelo	Clasificación de suelos según SUCS (ASTM D 2487)	-	
	Características mecánicas del suelo natural	Máxima densidad seca	Proctor modificado (ASTM D 1557)	Kg/m ³	Observación y análisis de documentos
		Óptimo contenido de humedad		%	
		Cohesión	Corte directo de suelo (ASTM D 3080)	Kg/cm ²	
		Ángulo de fricción		deg	
	Esfuerzo a la compresión simple	Resistencia a la compresión no confinada (ASTM D 2166)	Kg/cm ²		
	Características mecánicas del suelo mejorado	Máxima densidad seca	Proctor modificado (ASTM D 1557)	Kg/m ³	Observación y análisis de documentos
		Óptimo contenido de humedad		%	
		Cohesión	Corte directo de suelo (ASTM D 3080)	Kg/cm ²	
		Ángulo de fricción		deg	
	Esfuerzo a la compresión simple	Resistencia a la compresión no confinada (ASTM D 2166)	Kg/cm ²		

Fuente: elaboración propia

Tabla 7.
Variable independiente

Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Subindicadores	ítem	Técnica o instrumento de recolección de datos
Material reciclado de demolición	Características físicas de los materiales	Gradación del material de demolición	Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422)	%	Observación y análisis de documentos
		Clasificación del material	Clasificación de suelos según SUCS (ASTM D 2487)	-	
	Propiedades	Porcentaje representativo	Adición de porcentajes	%	Observación y análisis de documentos

Fuente: elaboración propia

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

2.5.1. Técnicas de recolección de datos

- *Observación:* Al reflexionar sobre los efectos negativos que causan los residuos de la construcción en el medio ambiente al ser depositados en botaderos, se estudiarán los efectos que genera la adición de concreto reciclado de demolición en el suelo, y se anotarán los resultados que se obtengan.
- *Análisis de documentos:* Se logró reunir una basta información bibliográfica de libros, tesis, revistas, normas internacionales y peruanas etc. relacionados al tema en investigación.

2.5.2. Instrumentos

El instrumento de recolección de datos, son los formatos y hojas de cálculo de los distintos ensayos hechos tanto al suelo natural como al suelo mejorado realizados en el Laboratorio LEMS W&C E.I.R.L. Estas guías están basadas tanto en la normativa internacional como peruana garantizando obtener resultados confiables e interpretables en términos de control, medición y análisis.

2.6. Procedimiento para la recolección de datos

2.6.1. Diagrama de flujo de procesos

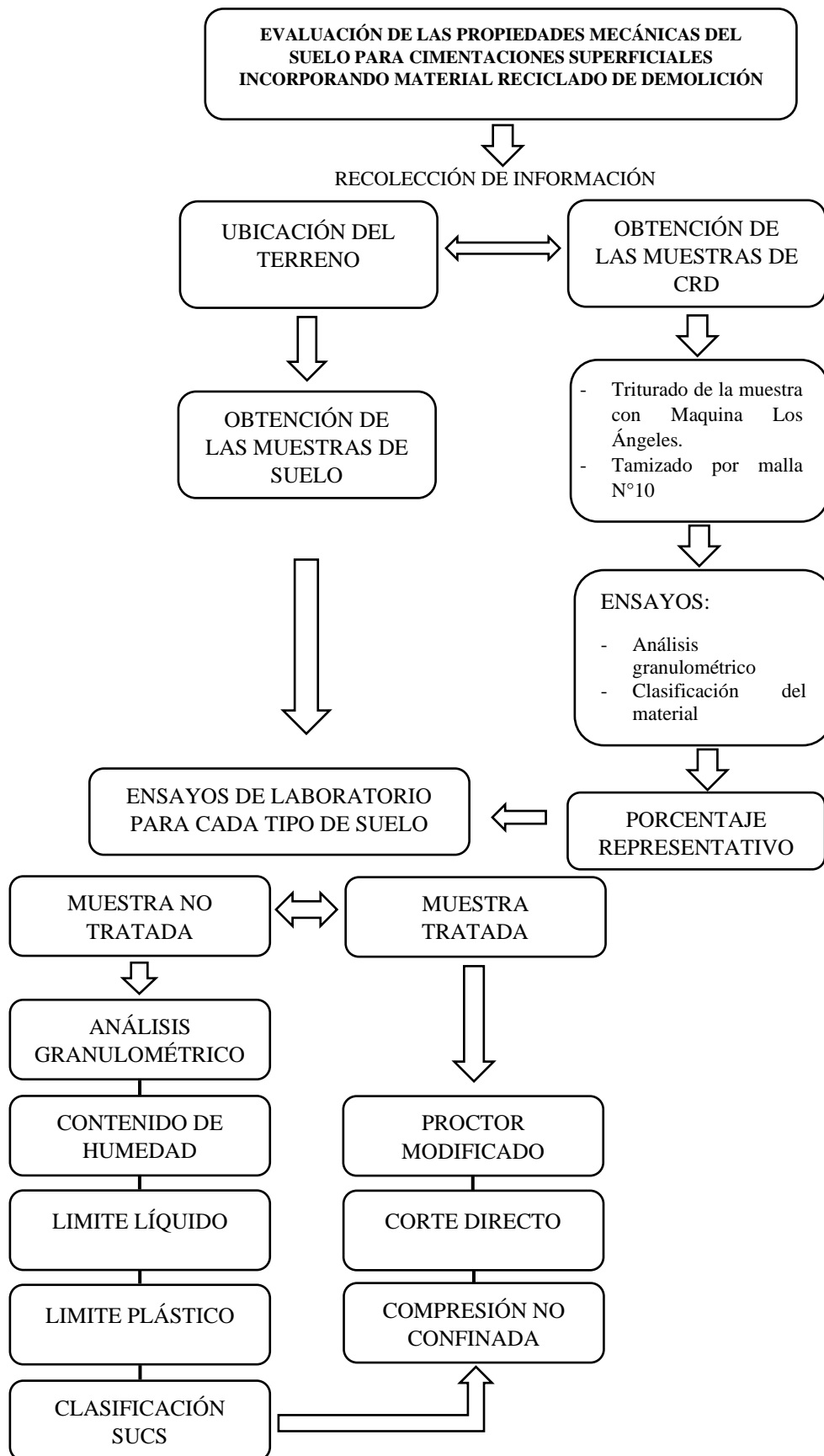


Figura 4. Diagrama de flujo de procesos. Fuente: Elaboración propia.

2.6.2. Descripción de procesos

2.6.2.1. Ubicación del terreno

El terreno de donde se recolectaron las muestras de suelo a analizar en esta investigación pertenece al área de la Lotización Santa Fe, ubicado en la carretera Chiclayo – Ferreñafe. Ver plano de ubicación.

La lotización cuenta con un área de 4.89 Ha y 918.47 ml de perímetro. Para esta investigación se ha considerado un área representativa de 3.0 Ha, y de acuerdo a la norma E 050 Suelos y cimentaciones en su artículo 11 especifica:

Número “n” de puntos de investigación

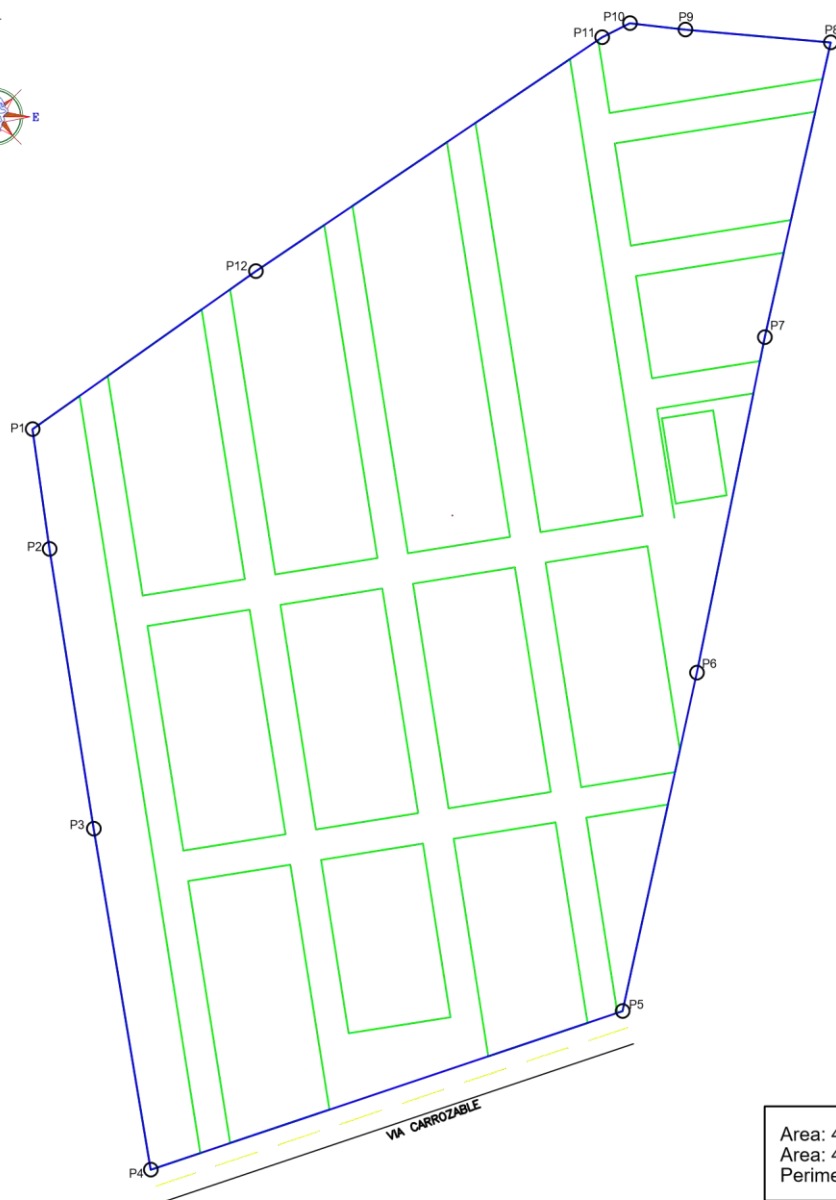
El número de puntos de investigación se determinará de acuerdo a la siguiente tabla y en función del tipo de edificación y el área de la superficie a ocupar por este.

Tabla 8.
Número de puntos de investigación según E 050

NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	
Tipo de edificación	Número de puntos de investigación (n)
A	1 cada 225 m ²
B	1 cada 450 m ²
C	1 cada 800 m ²
Urbanizaciones para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada Ha. De terreno habilitado

Fuente: Norma E 050 2018

Como se trata de una Urbanización destinada para zona residencial de viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos, se ha considerado 09 puntos de investigación mediante calicatas para facilitar el reconocimiento geotécnico de terreno.



PLANO DE UBICACION
ESC: 1/1000

Area: 48954.68 m²
Area: 4.89547 ha
Perimetro: 918.47 ml



ESQUEMA DE LOCALIZACION
ESC: 1/100000

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
PROVINCIA : FERREÑAFE
DISTRITO : CARRETERA CHICLAYO - FERREÑAFE KM

CUADRO DE COORDENAS UTM WGS 84					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	35.11	117°16'6"	635316.03	9260705.51
P2	P2 - P3	82.26	179°4'10"	635320.91	9260670.67
P3	P3 - P4	100.39	179°26'18"	635333.76	9260589.48
P4	P4 - P5	144.52	80°56'25"	635350.31	9260490.47
P5	P5 - P6	100.66	120°59'5"	635487.29	9260536.46
P6	P6 - P7	99.34	179°2'58"	635508.98	9260634.81
P7	P7 - P8	87.78	181°6'36"	635528.68	9260732.18
P8	P8 - P9	42.35	82°24'43"	635547.80	9260817.82
P9	P9 - P10	16.22	181°44'26"	635505.57	9260821.47
P10	P10 - P11	9.05	146°16'31"	635489.55	9260823.39
P11	P11 - P12	121.43	172°57'36"	635481.47	9260819.32
P12	P12 - P1	79.35	178°45'9"	635380.81	9260751.34

**UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



PROYECTO
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA
CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL
RECICLADO DE DEMOLICIÓN - LAMBAYEQUE 2020

TESISTA
SALAZAR PRETEL, TATIANA MARILÚ

LAMINA :

ESCALA
INDICADA

PLANO
UBICACIÓN - LOTIZACIÓN SANTA FE

CAD
TMSP

FECHA
2021

56
U-01

2.6.2.2. Obtención de las muestras de suelo

Las muestras fueron obtenidas mediante la ejecución de 09 calicatas en lugares específicos dentro de la Lotización Santa Fe a una profundidad de 1.50m para evitar también la recolección de vegetación y suelos sueltos. Se recogieron muestras representativas de los suelos para poder desarrollar luego los distintos ensayos en laboratorio. Estas muestras fueron recolectadas en sacos de 40 kg aproximadamente y en bolsas de polietileno con el fin de evitar cualquier variación en el contenido de humedad.

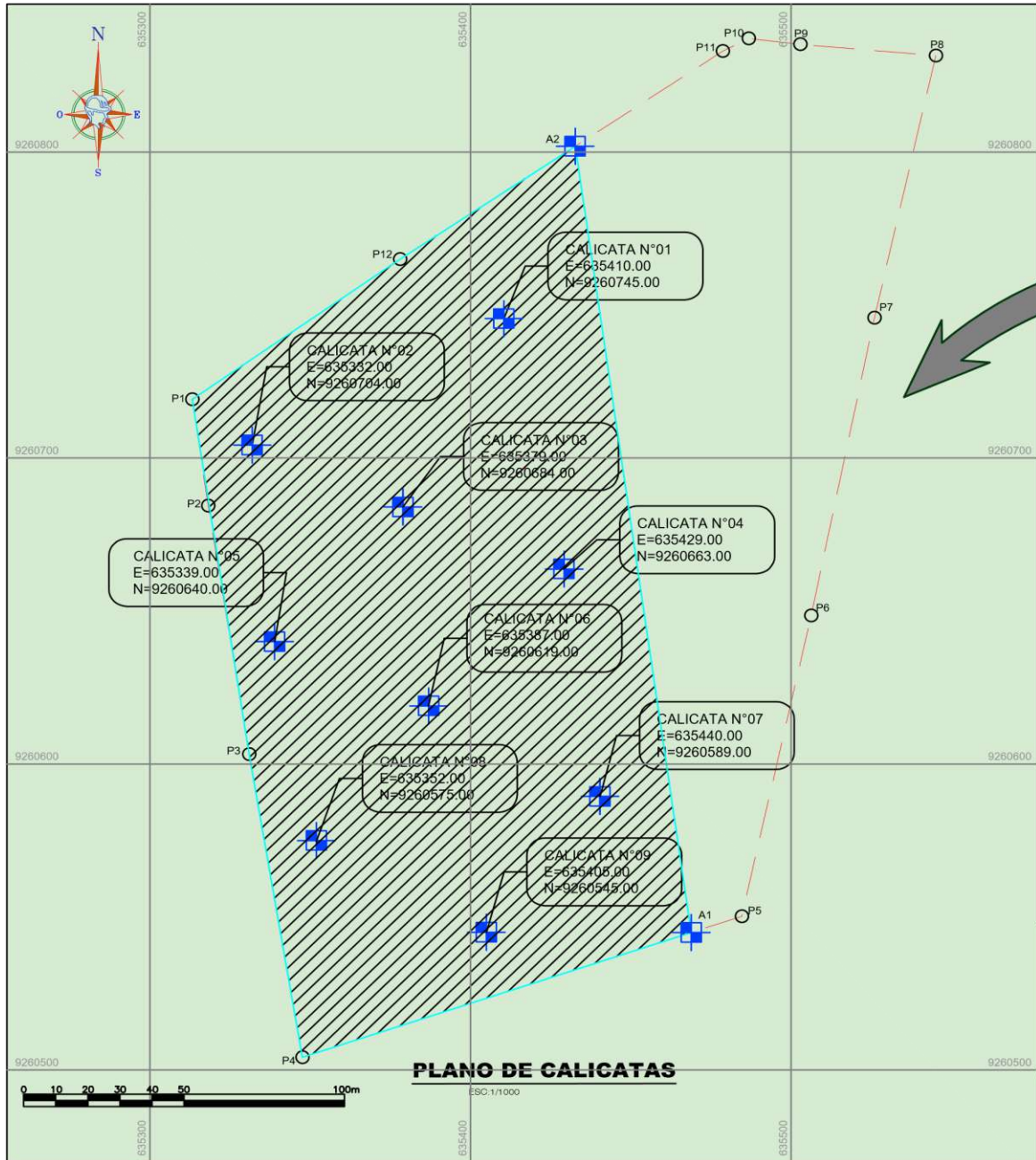
Las muestras fueron posteriormente almacenadas en el Laboratorio de suelos LEMS W&C E.I.R.L, a fin de evitar que pierdan humedad y se dañen, además se tenía su disponibilidad al momento de desarrollar los ensayos.

Se presenta un cuadro con las coordenadas de las calicatas, estas fueron tomadas con un GPS GARMIN 65S tipo manual con una precisión de $\pm 3m$ en altura, con el que se ubicaron los puntos de interés a fin de tener su ubicación aproximada en la lotización. Ver plano de ubicación de calicatas.

Tabla 9.
Coordenadas UTM WGS 84 - Calicatas

CALICATA	COORDENADAS	
	ESTE (m)	NORTE (m)
C-1	635410.00	9260745.00
C-2	635332.00	9260704.00
C-3	635379.00	9260684.00
C-4	635429.00	9260663.00
C-5	635339.00	9260640.00
C-6	635387.00	9260619.00
C-7	635440.00	9260589.00
C-8	635352.00	9260575.00
C-9	635405.00	9260545.00

Fuente: elaboración propia.



ESQUEMA DE LOCALIZACION
ESC: 1/10000

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
 PROVINCIA : FERREÑAFE
 DISTRITO : CARRETERA CHICLAYO - FERREÑAFE

CALICATA	COORDENADAS		PROFUNDIDAD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	
C-1	635410.00	9260745.00	1.50
C-2	635332.00	9260704.00	1.50
C-3	635379.00	9260684.00	1.50
C-4	635429.00	9260663.00	1.50
C-5	635339.00	9260640.00	1.50
C-6	635387.00	9260619.00	1.50
C-7	635440.00	9260589.00	1.50
C-8	635352.00	9260575.00	1.50
C-9	635405.00	9260545.00	1.50

LEYENDA		
	CALICATA	
	PERIMETRO TOTAL	
	PERIMETRO ESTUDIO	

PUNTOS	COORDENADAS	
	ESTE (m)	NORTE (m)
A-1	635468.00	9260544.00
A-2	635432.00	9260801.00

**UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

.descarga.png	PROYECTO EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN - LAMBAYEQUE 2020	
	TESISTA SALAZAR PRETEL, TATIANA MARILÚ	LAMINA :
ESCALA INDICADA	PLANO CALICATAS	C-01 58
	CAD TMSP	

De acuerdo a la cantidad de ensayos descrita en la presente metodología, se establece que es necesario una cantidad de material de suelo de 80 kg (2 sacos aproximadamente) para cada punto de muestra, lo cual nos indica una cantidad total de aproximadamente 720 kg.



Figura 5. Ejecución de calicatas en Lotización Santa Fe. Fuente: propia.

2.6.2.3. Obtención de muestras de CRD

Para esta investigación el material CRD consistió en escombros de concreto que se obtuvieron de actividades de demolición de veredas y columnas de una edificación en remodelación.

Debido al gran tamaño de estos bloques y que no pueden implementarse directamente en estudios experimentales por la pequeña / mediana escala de los equipos de laboratorio, los CRD escogidos se secaron, trituraron y filtraron a través del tamiz N° 10 de 2.00mm y se mantuvieron en bolsas de polietileno atadas al aire a una temperatura controlada. El proceso de trituración se llevó a cabo en la Maquina de abrasión Los Ángeles, en un lapso de 15 min por muestra. Para el desarrollo de todos los ensayos planteados se requirió un total de 70 kg de CRD

tamizado.

El material fue caracterizado de acuerdo al Análisis granulométrico ASTM D 422 y se clasificó de acuerdo al sistema SUCS.



Figura 6. Molienda de CRD en Máquina de Abrasión Los Ángeles. Fuente: propia.



Figura 7. CRD triturado y tamizado por la malla N°10. Fuente: propia.

2.6.2.4. Ensayos de laboratorio de muestras de suelo

Luego de la recolección de las muestras de suelo de las 09 calicatas antes mencionadas, en el laboratorio se procede a realizar la caracterización física del material sin tratar de acuerdo a los siguientes ensayos.

Tabla 10.

Ensayos de caracterización física del suelo

Ensayo	Normativa
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 422
Límites de Atterberg	ASTM D 4318
Contenido de humedad del suelo	ASTM D 2216
Clasificación de suelos según SUCS	ASTM D 2487

Fuente: elaboración propia.

Al haberse realizado los ensayos de caracterización física del suelo no tratado y teniendo el CRD triturado y tamizado en el laboratorio, se procederá con la adición de los porcentajes representativos de CRD (10%, 15%, 20% y 25%) a las muestras de suelo; estos porcentajes han sido planteados acorde con los resultados obtenidos en trabajos previos.

Se realizan los especímenes con la finalidad de realizar el ensayo de Proctor Modificado y calcular el Óptimo contenido de humedad (OCH) y la Máxima Densidad seca (MDS) tanto del suelo tratado y natural. Estos valores nos facilitarán la elaboración de las muestras alteradas compactadas de suelo para realizar los Ensayos de Corte Directo y Resistencia a la Compresión no Confinada de probetas.

Tabla 11.

Ensayos de caracterización mecánica del suelo

Ensayo	Normativa
Proctor modificado	ASTM D 1557
Corte directo de suelo	ASTM D 3080
Resistencia a la compresión no confinada	ASTM D 2166

Fuente: elaboración propia.



Figura 8. Ensayo de Proctor Modificado ASTM D 1557. Fuente: propia.

Cabe señalar que las muestras de suelo para la realización de los ensayos de Corte Directo y Resistencia a la Compresión no confinada de probetas de suelo han sido elaboradas y compactas de acuerdo a los cálculos obtenidos del ensayo de Proctor Modificado con el fin de simular las mejores condiciones de humedad y compactación del suelo. La energía utilizada para llegar al grado de compactación deseado, simulando la energía estandarizada en el ensayo de Proctor Modificado ha sido calculada en base a los siguientes parámetros.

Energía de compactación del Proctor Modificado

$$E = \frac{n * C * P * h}{V}$$

(9)

Donde:

E= Energía de compactación ($\frac{KN-m}{m^3}$)

n= Número de golpes del pisón

C= Número de capas de compactación

P= Peso del pisón (N)

h= Altura de caída libre del pisón (cm)

V= Volumen del molde (cm³)

Tabla 12.
Energía de compactación – Proctor Modificado

E	2700 ($\frac{KN-m}{m^3}$)
n	25
C	5
P	44.5 (N)
h	45.70 (cm)
V	941.50 (cm ³)

Fuente: ASTM D 1557.

Para la elaboración de las muestras de los ensayos de caracterización mecánica se calculó el nuevo número de golpes con la finalidad de simular la energía de compactación modificada.

El mazo se fabricó con un peso de 17.18 N y una altura libre de caída de 16 cm; las dimensiones de los moldes utilizados respetaron los parámetros especificados en la normativa correspondiente. De acuerdo a lo mencionado, el suelo se compactó con la siguiente cantidad de golpes.



Figura 9. Mazo para la compactación de las muestras de suelo. Fuente: propia.

Corte directo de suelo: 22 número de golpes por capa

E	2700 ($\frac{KN-m}{m^3}$)
C	3
P	17.18 (N)
h	16 (cm)
V	67.85 (cm ³)
n	22

Compresión no confinada de probetas de suelo: 19 número de golpes por capa

E	2700 ($\frac{KN-m}{m^3}$)
C	5
P	17.18 (N)
h	16 (cm)
V	99.99 (cm ³)
n	19

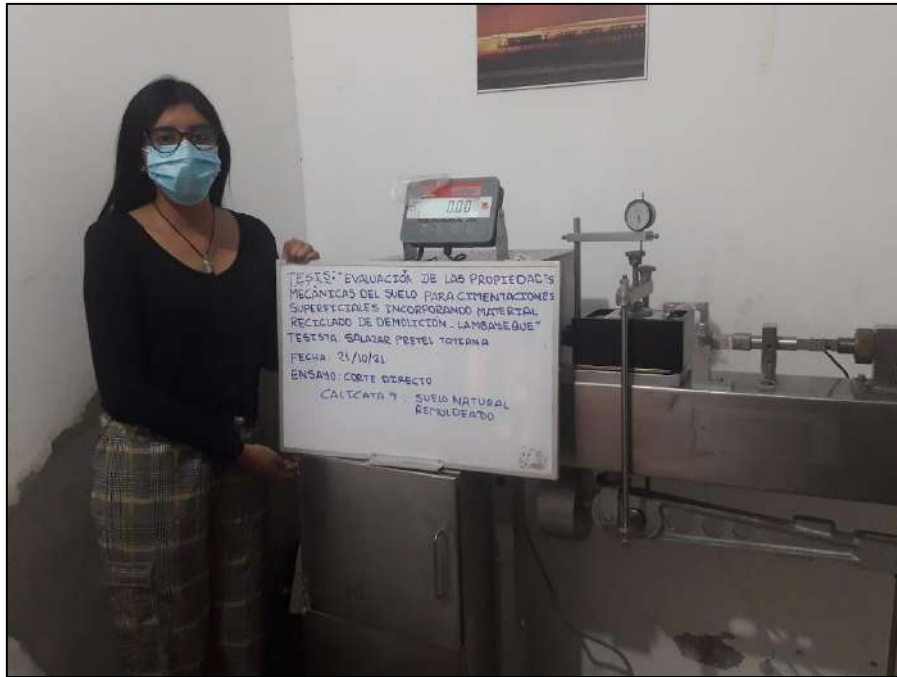


Figura 10. Ensayo de Corte Directo ASTM D 3080. Fuente: propia.

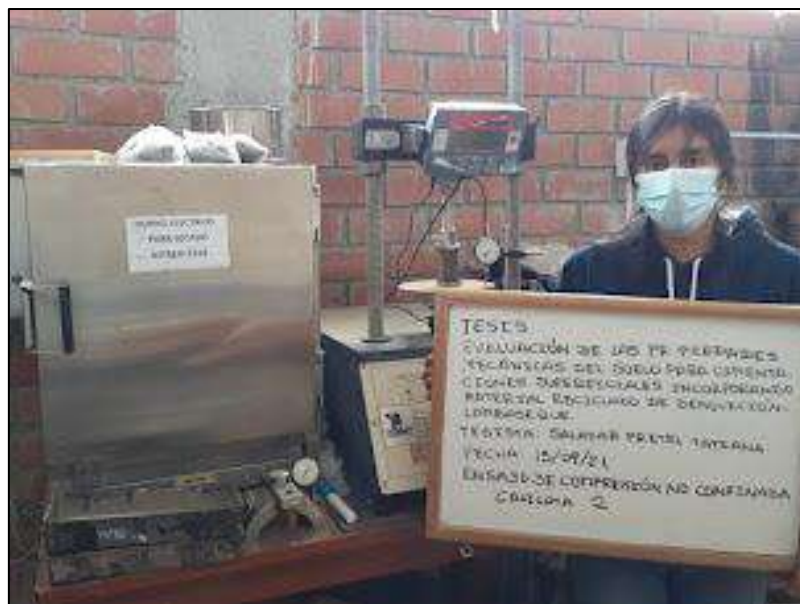


Figura 11. Ensayo Compresión no confinada de probetas ASTM D 2166. Fuente: propia.

Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión no confinada (ASTM D-2166) en muestras cilíndricas de 41 mm de diámetro y 88 mm de altura con un contenido de humedad óptimo compactado con la máxima densidad en seco. Las muestras se prepararon compactándolas simulando la energía de compactación dinámica del Proctor Modificado en cinco capas iguales en el molde estándar de 99.99 cm³ aplicando 19 golpes por capa utilizando un peso de apisonador de 17.18N que se deja caer desde una altura de 16.00 cm. Se realizaron 3 probetas por muestra y estas fueron curados manteniéndolos en bolsas de plástico para evitar la pérdida de humedad y ensayados a las 24 horas. El UCS se determinó como el promedio de valores. Las pruebas de UCS se realizaron en las muestras a una tasa de deformación de 1,68 mm/min. Se registraron los valores de tensión y deformación, y se trazó un gráfico entre esfuerzo como ordenada y la deformación como abscisa.

Las pruebas de resistencia al corte de las mezclas de arcilla - RCA se determinaron mediante el método de prueba de corte directo (ASTM D-3080). El aparato convencional de corte directo implementado, consistía en una caja de corte que acomoda una muestra de suelo de 60 mm de diámetro con 22 mm de profundidad. Durante las pruebas de tensión vertical (normal), se aplica mecánicamente usando pesos muertos y un brazo de palanca, mientras que la tensión de corte es ejercida por un motor de desplazamiento controlado. Los medidores de desplazamiento tienen una resolución de 0.01 mm y 0.001 mm respectivamente, mientras que las medidas de fuerza de corte son precisas a 0.05kg.

A continuación, se presenta el número de ensayos a realizar en la investigación:

Tabla 13.
Cantidad de ensayos

TIPO	ENSAYO	DESCRIPCIÓN	NUMERO DE ENSAYOS			TOTAL
			SUELO NATURAL	CRD	SUELO - CRD (10,15,20, 25%)	
Propiedades físicas	Granulometría	ASTM D 422	9.00	1.00	-	47.00
	Límite Líquido (Límites de Atterberg)	ASTM D 423-66	9.00	-	-	
	Límite Plástico (Límites de Atterberg)	ASTM D 424-59	9.00	-	-	
	Contenido de humedad natural	ASTM D 2216	9.00	-	-	
	Clasificación de suelos según SUCS	ASTM D 2487	9.00	1.00	-	
Propiedades mecánicas	Proctor modificado	ASTM D 1557	9.00	-	36.00	45.00
	Corte directo de suelos	ASTM D 3080	9.00	-	36.00	45.00
	Resistencia a la compresión simple	ASTM D 2166	27.00	-	108.00	135.00

Fuente: elaboración propia.

2.7. Aspectos éticos

Se siguió de manera óptima todos los procedimientos, uso de los equipos adecuados y se emplearon los formatos para el cálculo de las características físicas y mecánicas de los suelos de acuerdo a lo plasmado en la normativa internacional ASTM, teniendo una base teórica actualizada y confidencial. Se ha citado y referenciado todas las fuentes incluidas en la investigación.

Así mismo, la verificación de la hipótesis se hizo sin la alteración ni manipulación de datos, esto con la finalidad de tener resultados verídicos y aplicables por profesionales del rubro de la ingeniería.

2.8. Criterios de rigor científico

2.8.1. Validez de instrumentos

Las variables son relevantes y están relacionadas entre sí, lo que permite la consistencia de la investigación y la respuesta a la formulación del problema planteado. Además, los equipos e instrumentos usados para realizar los ensayos

se encuentran con altos estándares de calidad lo cual genera validez en todos los ensayos.

2.8.2. Fiabilidad

Todos los ensayos cuentan con el respaldo del laboratorio LEMS W&C E.I.R.L, el cual cumple con todos los estándares de calidad para la evaluación de las muestras, dando credibilidad a los resultados

2.8.3. Replicabilidad

La información obtenida en el desarrollo de este estudio quedará constante en el tiempo, para ser tomada como punto de partida o comparación con futuras investigaciones siempre y cuando sean desarrolladas cumpliendo los estándares de calidad y basados en las normativas vigentes.

III. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos en los ensayos realizados en las muestras de suelo natural, así como en las mezclas de suelo-CRD para cada una de las dosificaciones con CRD.

3.1. Resultados objetivo 1

Objetivo 1: Determinar la caracterización física del suelo natural de excavación y el concreto reciclado de demolición por medio de ensayos y estudios de laboratorio.

3.1.1. Suelo natural

Se recolectaron muestras de suelo tanto alterado como inalterado en 9 puntos a una profundidad de 1.5m en el predio de la Lotización Santa Fe, con el fin de satisfacer todos los ensayos planificados para la caracterización física del material en estudio y su clasificación de acuerdo al sistema SUCS, se realizaron ensayos de Granulometría, contenido de Humedad y Límites de Atterberg. Los resultados

detallados de los ensayos se muestran en los anexos; a continuación, se muestra un resumen de lo obtenido:

A. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo y Método de ensayo para el análisis granulométrico.

Tabla 14.
Granulometría del suelo natural

Tamiz No	% Pasa								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	100.0
10	99.5	99.5	99.2	98.7	99.0	99.2	98.4	98.5	99.6
40	86.4	93.8	96.7	94.0	96.6	95.0	94.2	92.8	94.2
200	17.8	22.7	35.1	66.2	51.7	53.1	60.0	62.4	74.4

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se muestra la distribución granulométrica de los suelos ensayados donde se observa que los suelos de las calicatas C1, C2 y C3 contienen finos en un porcentaje menor al 50% (pasante por el tamiz de abertura N° 200) y los suelos de las calicatas restantes presentan en gran parte material fino (más del 50% pasante por el tamiz de abertura N° 200). Punto clave para la posterior clasificación del suelo según SUCS.

Se realiza a continuación una comparación de las curvas granulométricas a fin de observar de mejor manera el comportamiento del material proveniente de los 9 puntos de prueba.

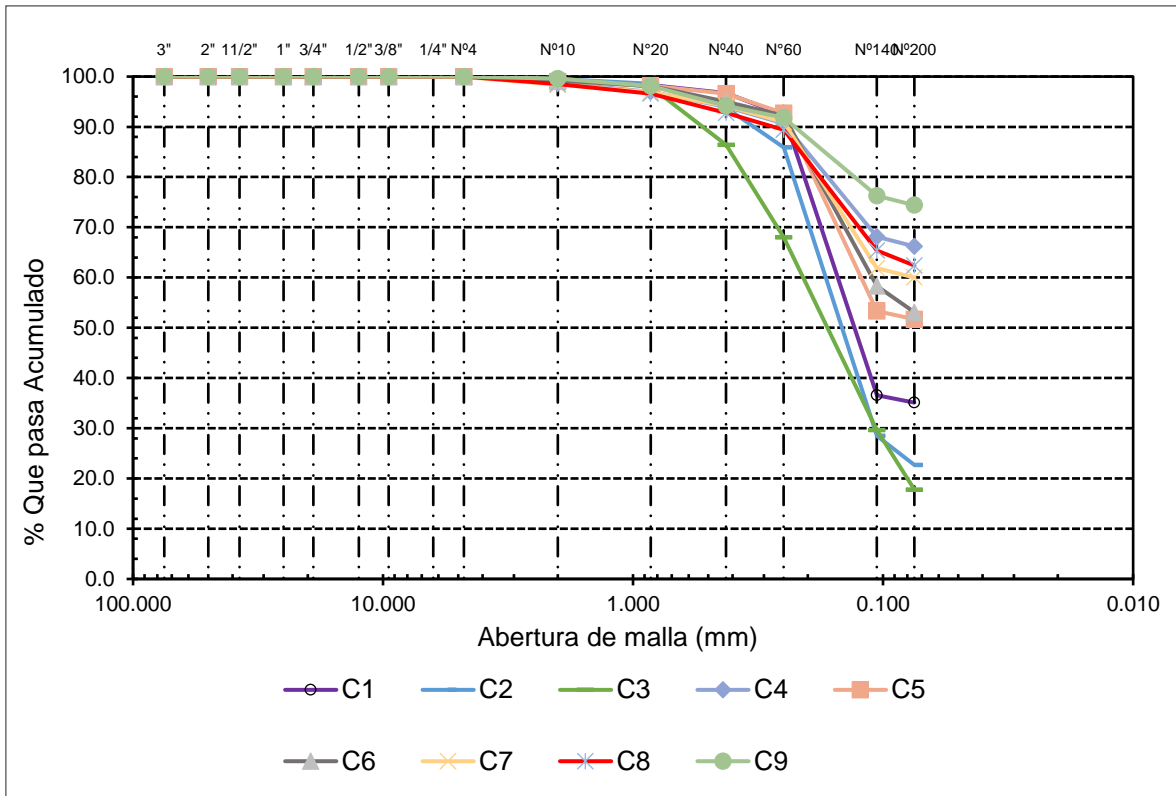


Figura 12. Granulometría del material analizado. Fuente: elaboración propia.

El contenido de humedad natural de todos los puntos en estudio se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 15.
Contenido de humedad natural

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		
PUNTO	PROFUNDIDAD	W (%)
C1	1.5 m	26.29
C2	1.5 m	15.09
C3	1.5 m	21.98
C4	1.5 m	21.83
C5	1.5 m	18.22
C6	1.5 m	15.11
C7	1.5 m	18.99
C8	1.5 m	21.57
C9	1.5 m	19.49

Fuente: elaboración propia.

B. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

El resumen de los resultados de los límites de consistencia de las 9 calicatas, se presentan en las siguientes tablas. Cabe recalcar que la profundidad a la cual se tomaron las muestras esta referida desde el nivel natural del terreno en cada uno de los puntos.

Tabla 16
Límites de Atterberg

LIMITES DE ATTERBERG (MÉTODO DE CASAGRANDE)				
PUNTO	PROFUNDIDAD	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C1	1.5 m	22.07	17.40	4.17
C2	1.5 m	22.16	16.94	5.22
C3	1.5 m	41.96	23.23	18.74
C4	1.5 m	29.98	16.43	13.56
C5	1.5 m	49.46	20.82	28.64
C6	1.5 m	38.64	17.11	21.53
C7	1.5 m	44.71	16.35	28.35
C8	1.5 m	44.16	15.90	28.26
C9	1.5 m	52.59	23.19	29.40

Fuente: elaboración propia.

C. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

Con los resultados de características físicas de las muestras de suelo, se procede a identificar el suelo mediante el Sistema de Clasificación SUCS, como se resume en la Tabla 16.

Tabla 17.
Clasificación SUCS

PUNTO	PROF.	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LIMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRÍA				CLASIF. SUCS
			LL (%)	LP (%)	IP (%)	% PASA N°4	% PASA N°10	% PASA N°40	% PASA N°200	
C1	1.5 m	26.29	22.07	17.40	4.17	100.0	99.5	86.4	17.8	SC-SM
C2	1.5 m	15.09	22.16	16.94	5.22	100.0	99.5	93.8	22.7	SC-SM
C3	1.5 m	21.98	41.96	23.23	18.74	100.0	99.2	96.7	35.1	SC
C4	1.5 m	21.83	29.98	16.43	13.56	100.0	98.7	94.0	66.2	CL
C5	1.5 m	18.22	49.46	20.82	28.64	100.0	99.0	96.6	51.7	CL

C6	1.5 m	15.11	38.64	17.11	21.53	100.0	99.2	95.0	53.1	CL
C7	1.5 m	18.99	44.71	16.35	28.35	99.9	98.4	94.2	60.0	CL
C8	1.5 m	21.57	44.16	15.90	28.26	100.0	98.5	92.8	62.4	CL
C9	1.5 m	19.49	52.59	23.19	29.40	100.0	99.6	94.2	74.4	CH

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Concreto reciclado de demolición

Se realizó la clasificación física del concreto reciclado de demolición a utilizar en esta investigación.

A. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo y Método de ensayo para el análisis granulométrico.

Tabla 18.

Análisis granulométrico por tamizado y humedad - CRD

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
N ^a 4	4.750	0.0	100.0
N ^a 10	2.000	0.0	100.0
N ^a 20	0.850	1.5	98.5
N ^o 40	0.425	4.5	95.5
N ^o 60	0.250	12.5	87.5
N ^a 140	0.106	40.1	59.9
N ^o 200	0.075	95.3	4.7
Distribución granulométrica			
% Grava	G.G%	0.0	
	G.F%	0.0	0.0
% Arena	A.G%	0.0	
	A.M%	4.5	
	A.F%	90.8	95.3
% Arcilla y Limo		4.7	4.7
Total		100.0	100.0

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se muestra los resultados obtenidos al pasar el material de CRD triturado por la serie de tamices; se ha obtenido 0.0 % de grava, 95.3 % de arena y 4.7 % de arcilla y limo.

En la siguiente figura se representa la curva granulométrica obtenida.

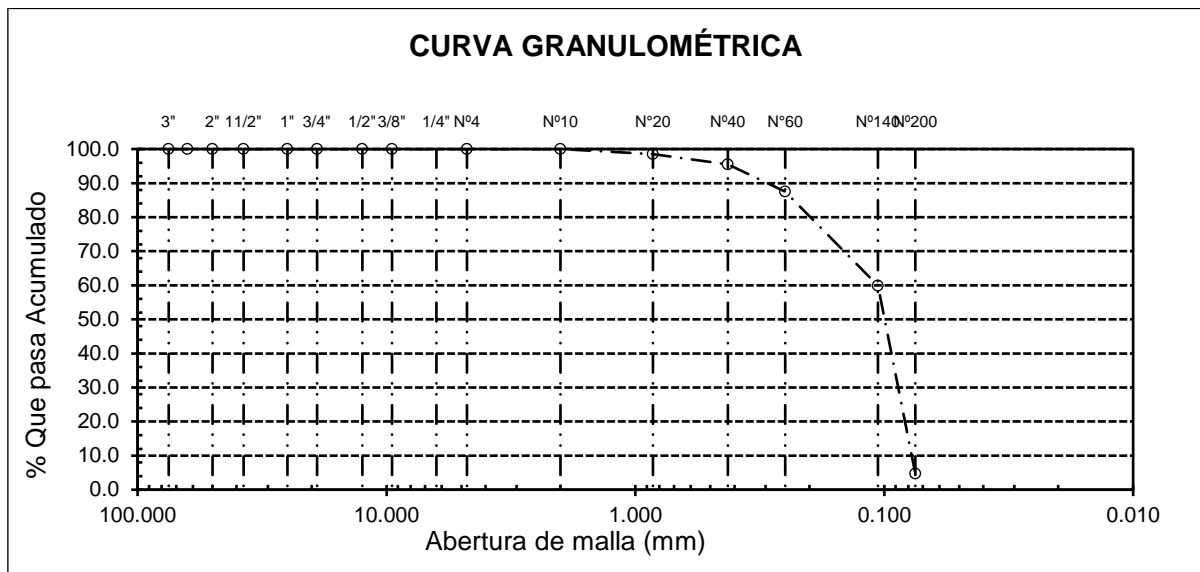


Figura 13. Curva granulométrica – CRD. Fuente: elaboración propia.

C. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

Tabla 19. Clasificación SUCS del suelo – CRD

Clasificación (S.U.C.S.)	SP
Descripción del suelo	
Arena pobremente graduada	

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla anterior, la clasificación de Sistema Unificado de clasificación de suelos (SUCS), indica que el CRD triturado y tamizado se puede caracterizar como una arena pobremente graduada (SP).

3.2. Resultados objetivo 2

Objetivo 2: Determinar la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo del suelo natural y las diferentes mezclas de CRD al 10%, 15%, 20% y 25% mediante los ensayos de compactación Proctor modificado.

D. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada.

Para determinar los parámetros de compactación de los suelos se utilizó el método del Proctor modificado método A (máximo porcentaje de material retenido en el tamiz N^o4 es 20%), tanto para suelo natural como para suelo adicionando los porcentajes de CRD al peso. Cabe recalcar que las tablas del cálculo de cada punto de ensayo se muestran en los anexos.

3.2.1. Suelo natural

Tabla 20.
Resultados de Proctor Modificado para suelo natural

RESULTADOS DE PROCTOR MODIFICADO PARA SUELO NATURAL			
CALICATA	PROFUNDIDAD	γ max	OCH
	m	g/cm³	%
C1	1.5	1.973	9.44
C2	1.5	1.978	9.08
C3	1.5	2.018	10.44
C4	1.5	1.930	13.06
C5	1.5	1.981	10.34
C6	1.5	1.968	10.71
C7	1.5	2.010	11.38
C8	1.5	2.016	11.40
C9	1.5	1.896	14.37

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior podemos apreciar las densidades secas máximas obtenidas de los puntos de suelo natural analizados con las humedades óptimas correspondientes, teniendo una densidad mínima de 1.896 gr/cm³ y máxima de 2.018 gr/cm³; así como un óptimo contenido de humedad mínimo de 9.08% y máximo de 14.37%.

3.2.2. Suelo mejorado

Tabla 21.
Proctor Modificado para suelo - CRD

RESULTADOS DE PROCTOR MODIFICADO PARA SUELO / CRD				
CALICATA	PROFUNDIDAD m	CRD %	γ max g/cm ³	OCH %
C1	1.5	10	1.964	9.00
		15	1.958	8.67
		20	1.944	8.01
		25	1.936	7.65
C2	1.5	10	1.970	8.49
		15	1.922	7.94
		20	1.835	6.61
		25	1.819	6.05
C3	1.5	10	1.946	10.10
		15	1.931	9.84
		20	1.925	9.19
		25	1.915	8.87
C4	1.5	10	1.924	12.24
		15	1.918	11.50
		20	1.910	11.00
		25	1.903	10.27
C5	1.5	10	1.974	9.88
		15	1.964	9.59
		20	1.957	9.19
		25	1.948	8.62
C6	1.5	10	1.957	10.10
		15	1.944	9.84
		20	1.937	9.19
		25	1.925	8.87
C7	1.5	10	1.995	10.80
		15	1.986	10.32
		20	1.975	9.92
		25	1.968	9.31
C8	1.5	10	2.004	11.18
		15	1.993	10.67
		20	1.986	10.03
		25	1.979	9.58
C9	1.5	10	1.883	13.93
		15	1.876	13.74
		20	1.871	13.45
		25	1.855	13.15

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior podemos apreciar las densidades secas máximas obtenidas de los puntos de suelo mejorado con CRD al 10, 15, 20 y 25% del peso analizados con las humedades óptimas correspondientes; verificando una disminución en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad a medida que se incrementan los porcentajes de CRD.

Se muestra a continuación la tendencia del OCH y la MDS de acuerdo al tipo de suelo encontrado en el área de investigación.

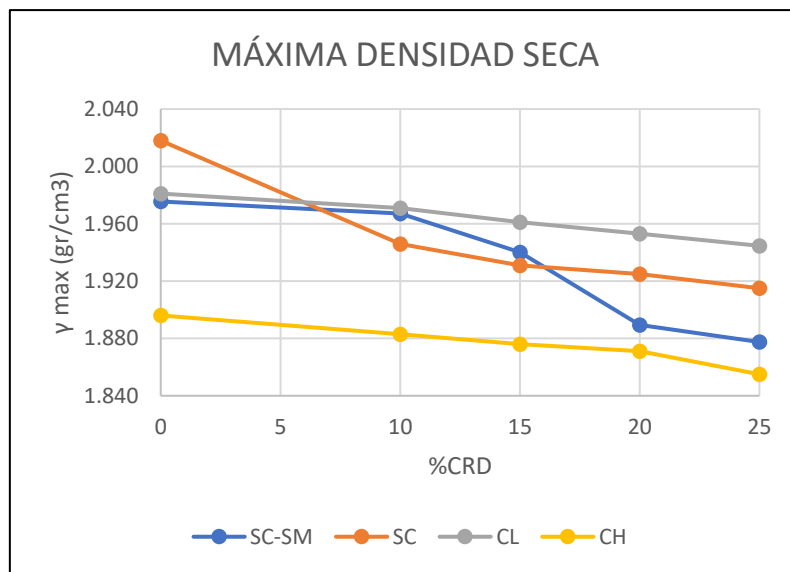


Figura 14. Máxima densidad seca. Fuente: elaboración propia.

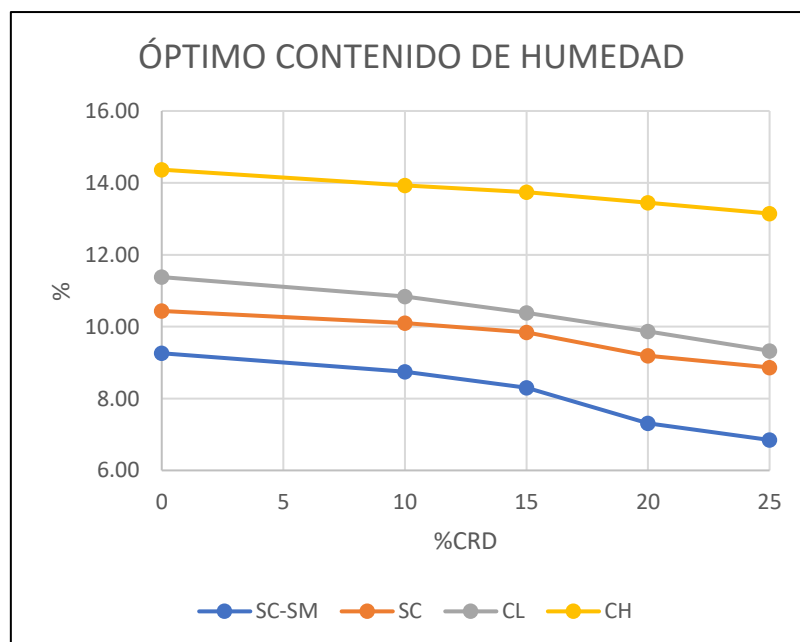


Figura 15. Óptimo contenido de humedad. Fuente: elaboración propia.

Según las figuras anteriormente mostradas, para todos los tipos de suelo en estudio y % de CRD agregado al suelo, el OCH y la MDS calculado en el ensayo de Proctor Modificado disminuyen progresivamente.

3.3. Resultados objetivo 3

Objetivo 3: Determinar la resistencia a la compresión simple en probetas de suelo y suelo - CRD al 10%, 15%, 20% y 25% de CRD al peso mediante el ensayo de Compresión no Confinada de probetas de suelo.

E. Compresión no confinada de probetas de suelo

Se presentan a continuación los resultados de las compresiones simples que se realizaron en 135 probetas de suelo y suelo – CRD con los porcentajes proyectados para esta investigación. Se prepararon las muestras en base a su OCH calculado previamente en el ensayo de Proctor Modificado.

Se prepararon 3 probetas por cada dosificación de CRD y suelo natural, estas probetas compactadas fueron almacenadas 24 horas en una cámara húmeda para proceder luego a realizar el ensayo.

Calicata 1

Tabla 22

Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 1

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)	—
C1 / M1	13.223	41.15	3.112		
C1 / M2	13.225	35.00	2.647	2.87	
C1 / M3	13.223	37.70	2.851		

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla se obtuvo una resistencia del suelo natural de 2.87 Kg/cm² con un curado de 24 horas en un ambiente controlado.

Tabla 23.

Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 1

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C1 / 10% CRD /M1	13.223	33.30	2.518	4.07
C1 / 10% CRD /M2	13.226	55.50	4.196	
C1 / 10% CRD /M3	13.229	52.20	3.946	
C1 / 15% CRD /M1	13.229	67.80	5.125	5.54
C1 / 15% CRD /M2	13.231	51.20	3.870	
C1 / 15% CRD /M3	13.228	78.85	5.961	
C1 / 20% CRD /M1	13.228	82.35	6.226	6.27
C1 / 20% CRD /M2	13.229	89.30	6.750	
C1 / 20% CRD /M3	13.226	77.00	5.822	
C1 / 25% CRD /M1	13.228	92.95	7.027	7.01
C1 / 25% CRD /M2	13.232	88.05	6.654	
C1 / 25% CRD /M3	13.229	97.15	7.344	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se muestran las diferentes resistencias de los ensayos realizados en laboratorio con el suelo natural agregándole proporciones del 10% al 25% de CRD en peso; teniendo para la calicata 1 como resultado que la resistencia promedio aumenta a partir del 10% hasta el 25% con la característica que al 10% de CRD la resistencia aumenta en un 42%, al 15% la resistencia aumenta en un 36% con respecto al porcentaje anterior, pero esta tendencia se ve reducida en un crecimiento aproximado del 12% a medida que aumenta el % de CRD en el suelo.

Calicata 2

Tabla 24

Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 2

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C2 / M1	13.228	38.00	2.873	3.39
C2 / M2	13.226	51.50	3.894	
C2 / M3	13.223	44.95	3.399	

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla se obtuvo una resistencia del suelo natural de 3.39 Kg/cm² con un curado de 24 horas en un ambiente controlado.

Tabla 25

Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 2

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C2 / 10% CRD /M1	13.226	53.25	4.026	4.50
C2 / 10% CRD /M2	13.232	66.05	4.992	
C2 / 10% CRD /M3	13.234	59.50	4.496	
C2 / 15% CRD /M1	13.223	49.00	3.706	6.05
C2 / 15% CRD /M2	13.236	77.45	5.852	
C2 / 15% CRD /M3	13.223	82.55	6.243	
C2 / 20% CRD /M1	13.236	86.60	6.543	6.93
C2 / 20% CRD /M2	13.232	96.80	7.315	
C2 / 20% CRD /M3	13.232	55.95	4.228	
C2 / 25% CRD /M1	13.237	104.85	7.921	7.61
C2 / 25% CRD /M2	13.232	96.55	7.296	
C2 / 25% CRD /M3	13.223	62.50	4.727	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se muestran las diferentes resistencias de los ensayos realizados en laboratorio con el suelo natural agregándole proporciones del 10% al 25% de CRD en peso; teniendo para la calicata 2 como resultado que la resistencia promedio aumenta a partir del 10% hasta el 25% con la característica que al 10% de CRD la resistencia aumenta en un 33%, al 15% la resistencia aumenta en un 34% con respecto al porcentaje anterior, pero esta tendencia se ve reducida en un crecimiento aproximado del 15% a medida que aumenta el % de CRD en el suelo.

Calicata 3

Tabla 26

Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 3

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C3 / M1	13.228	38.00	2.873	4.65

C3 / M2	13.226	65.15	4.926
C3 / M3	13.229	57.95	4.380

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla se obtuvo una resistencia del suelo natural de 4.65 Kg/cm² con un curado de 24 horas en un ambiente controlado.

Tabla 27

Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 3

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C3 / 10% CRD /M1	13.228	87.15	6.588	6.01
C3 / 10% CRD /M2	13.229	78.90	5.964	
C3 / 10% CRD /M3	13.225	72.50	5.482	
C3 / 15% CRD /M1	13.234	96.20	7.269	7.13
C3 / 15% CRD /M2	13.231	72.50	5.480	
C3 / 15% CRD /M3	13.237	92.50	6.988	
C3 / 20% CRD /M1	13.239	108.85	8.222	8.01
C3 / 20% CRD /M2	13.234	100.85	7.620	
C3 / 20% CRD /M3	13.240	108.45	8.191	
C3 / 25% CRD /M1	13.236	77.65	5.867	7.46
C3 / 25% CRD /M2	13.237	100.9	7.622	
C3 / 25% CRD /M3	13.240	96.6	7.296	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se muestran las diferentes resistencias de los ensayos realizados en laboratorio con el suelo natural agregándole proporciones del 10% al 25% de CRD en peso; teniendo para la calicata 3 como resultado que la resistencia promedio aumenta a partir del 10% hasta el 20% y disminuye en el 25% de CRD.

Calicata 4

Tabla 28

Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 4

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C4 / M1	13.229	99.60	7.529	6.80

C4 / M2	13.228	87.95	6.649
C4 / M3	13.226	91.85	6.945

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla se obtuvo una resistencia del suelo natural de 6.80 Kg/cm² con un curado de 24 horas en un ambiente controlado.

Tabla 29

Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 4

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C4 / 10% CRD /M1	13.248	131.80	9.948	9.94
C4 / 10% CRD /M2	13.242	134.50	10.157	
C4 / 10% CRD /M3	13.236	128.70	9.724	
C4 / 15% CRD /M1	13.245	140.20	10.585	10.50
C4 / 15% CRD /M2	13.259	168.40	12.700	
C4 / 15% CRD /M3	13.242	137.85	10.410	
C4 / 20% CRD /M1	13.236	125.00	9.444	9.15
C4 / 20% CRD /M2	13.237	118.50	8.952	
C4 / 20% CRD /M3	13.239	119.85	9.053	
C4 / 25% CRD /M1	13.247	97.35	7.349	6.49
C4 / 25% CRD /M2	13.234	83.55	6.313	
C4 / 25% CRD /M3	13.240	88.30	6.669	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se muestran las diferentes resistencias de los ensayos realizados en laboratorio con el suelo natural agregándole proporciones del 10% al 25% de CRD en peso; teniendo para la calicata 4 como resultado que la resistencia promedio aumenta a partir del 10% hasta el 15% y disminuye en el 20% de CRD.

Calicata 5

Tabla 30

Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 5

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C5 / M1	13.226	77.40	5.852	5.85
C5 / M2	13.225	74.40	5.626	
C5 / M3	13.223	80.40	6.080	

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla se obtuvo una resistencia del suelo natural de 5.85 Kg/cm² con un curado de 24 horas en un ambiente controlado.

Tabla 31
Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 5

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C5 / 10% CRD /M1	13.239	115.75	8.743	8.82
C5 / 10% CRD /M2	13.232	117.55	8.883	
C5 / 10% CRD /M3	13.231	116.80	8.828	
C5 / 15% CRD /M1	13.236	138.85	10.491	10.21
C5 / 15% CRD /M2	13.234	131.40	9.929	
C5 / 15% CRD /M3	13.236	107.30	8.107	
C5 / 20% CRD /M1	13.247	87.20	6.583	9.46
C5 / 20% CRD /M2	13.242	130.45	9.851	
C5 / 20% CRD /M3	13.239	120.05	9.068	
C5 / 25% CRD /M1	13.229	85.85	6.489	8.23
C5 / 25% CRD /M2	13.245	112.25	8.475	
C5 / 25% CRD /M3	13.232	105.65	7.984	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se muestran las diferentes resistencias de los ensayos realizados en laboratorio con el suelo natural agregándole proporciones del 10% al 25% de CRD en peso; teniendo para la calicata 5 como resultado que la resistencia promedio aumenta a partir del 10% hasta el 15% y disminuye en el 20% de CRD.

Calicata 6

Tabla 32
Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 6

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C6 / M1	13.225	82.20	6.216	6.31
C6 / M2	13.226	89.00	6.729	
C6 / M3	13.223	78.95	5.971	

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla se obtuvo una resistencia del suelo natural de 6.31 Kg/cm² con un curado de 24 horas en un ambiente controlado.

Tabla 33

Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 6

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C6 / 10% CRD /M1	13.226	80.15	6.060	8.35
C6 / 10% CRD /M2	13.229	113.15	8.553	
C6 / 10% CRD /M3	13.231	107.70	8.140	
C6 / 15% CRD /M1	13.232	121.05	9.148	9.81
C6 / 15% CRD /M2	13.236	138.65	10.476	
C6 / 15% CRD /M3	13.240	161.75	12.216	
C6 / 20% CRD /M1	13.245	128.60	9.709	9.23
C6 / 20% CRD /M2	13.248	121.50	9.171	
C6 / 20% CRD /M3	13.240	116.75	8.818	
C6 / 25% CRD /M1	13.242	110.90	8.375	8.54
C6 / 25% CRD /M2	13.236	82.25	6.214	
C6 / 25% CRD /M3	13.239	115.35	8.713	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se muestran las diferentes resistencias de los ensayos realizados en laboratorio con el suelo natural agregándole proporciones del 10% al 25% de CRD en peso; teniendo para la calicata 6 como resultado que la resistencia promedio aumenta a partir del 10% hasta el 15% y disminuye en el 20% de CRD.

Calicata 7

Tabla 34

Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 7

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C7 / M1	13.225	86.10	6.511	6.15
C7 / M2	13.226	103.25	7.806	
C7 / M3	13.223	76.45	5.782	

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla se obtuvo una resistencia del suelo natural de 6.15 Kg/cm² con un curado de 24 horas en un ambiente controlado.

Tabla 35
Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 7

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)	—
C7 / 10% CRD /M1	13.228	130.60	9.873		
C7 / 10% CRD /M2	13.231	120.00	9.070	9.00	
C7 / 10% CRD /M3	13.229	106.45	8.047		
C7 / 15% CRD /M1	13.255	162.20	12.237		
C7 / 15% CRD /M2	13.245	137.20	10.359	10.47	
C7 / 15% CRD /M3	13.240	140.05	10.577		
C7 / 20% CRD /M1	13.236	121.10	9.150		
C7 / 20% CRD /M2	13.228	96.05	7.261	9.35	
C7 / 20% CRD /M3	13.234	126.40	9.551		
C7 / 25% CRD /M1	13.229	99.25	7.502		
C7 / 25% CRD /M2	13.232	100.10	7.565	7.52	
C7 / 25% CRD /M3	13.229	99.05	7.487		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se muestran las diferentes resistencias de los ensayos realizados en laboratorio con el suelo natural agregándole proporciones del 10% al 25% de CRD en peso; teniendo para la calicata 7 como resultado que la resistencia promedio aumenta a partir del 10% hasta el 15% y disminuye en el 20% de CRD.

Calicata 8

Tabla 36
Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 8

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)	—
C8 / M1	13.228	94.00	7.106		
C8 / M2	13.225	80.55	6.091	6.23	
C8 / M3	13.226	84.30	6.374		

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla se obtuvo una resistencia del suelo natural de 6.23 Kg/cm² con un curado de 24 horas en un ambiente controlado.

Tabla 37
Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 8

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C8 / 10% CRD /M1	13.229	108.55	8.205	8.50
C8 / 10% CRD /M2	13.245	135.90	10.260	
C8 / 10% CRD /M3	13.228	116.45	8.803	
C8 / 15% CRD /M1	13.244	121.00	9.137	9.20
C8 / 15% CRD /M2	13.231	118.10	8.926	
C8 / 15% CRD /M3	13.236	126.30	9.542	
C8 / 20% CRD /M1	13.232	100.80	7.618	7.95
C8 / 20% CRD /M2	13.234	109.50	8.274	
C8 / 20% CRD /M3	13.228	70.35	5.318	
C8 / 25% CRD /M1	13.228	70.85	5.356	5.52
C8 / 25% CRD /M2	13.229	83.35	6.300	
C8 / 25% CRD /M3	13.231	75.15	5.680	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se muestran las diferentes resistencias de los ensayos realizados en laboratorio con el suelo natural agregándole proporciones del 10% al 25% de CRD en peso; teniendo para la calicata 8 como resultado que la resistencia promedio aumenta a partir del 10% hasta el 15% y disminuye en el 20% de CRD.

Calicata 9

Tabla 38
Resistencia a la compresión de probetas de suelo natural: Calicata 9

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C9 / M1	13.225	87.80	6.639	6.43
C9 / M2	13.223	62.95	4.761	
C9 / M3	13.225	82.30	6.223	

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla se obtuvo una resistencia del suelo natural de 6.43 Kg/cm² con un curado de 24 horas en un ambiente controlado.

Tabla 39
Resistencia a la compresión de probetas de suelo-CRD: Calicata 9

Identificación	Secc. Trans. Prom. Ac (cm ²)	Dial carga kg.	σ (Kg/cm ²)	σ promedio (Kg/cm ²)
C9 / 10% CRD /M1	13.245	164.20	12.397	
C9 / 10% CRD /M2	13.229	132.80	10.038	9.98
C1 / 10% CRD /M3	13.225	131.20	9.921	
C9 / 15% CRD /M1	13.236	147.60	11.152	
C9 / 15% CRD /M2	13.221	157.80	11.935	11.54
C9 / 15% CRD /M3	13.231	125.40	9.478	
C9 / 20% CRD /M1	13.239	133.90	10.114	
C9 / 20% CRD /M2	13.240	102.25	7.723	9.99
C9 / 20% CRD /M3	13.225	130.40	9.860	
C9 / 25% CRD /M1	13.232	94.55	7.145	
C9 / 25% CRD /M2	13.232	99.05	7.485	7.20
C9 / 25% CRD /M3	13.228	92.30	6.978	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se muestran las diferentes resistencias de los ensayos realizados en laboratorio con el suelo natural agregándole proporciones del 10% al 25% de CRD en peso; teniendo para la calicata 9 como resultado que la resistencia promedio aumenta a partir del 10% hasta el 15% y disminuye en el 20% de CRD.

Posteriormente de acuerdo a la clasificación SUCS se agruparon los suelos en 4 grupos con características físicas similares y se analizaron sus resultados.

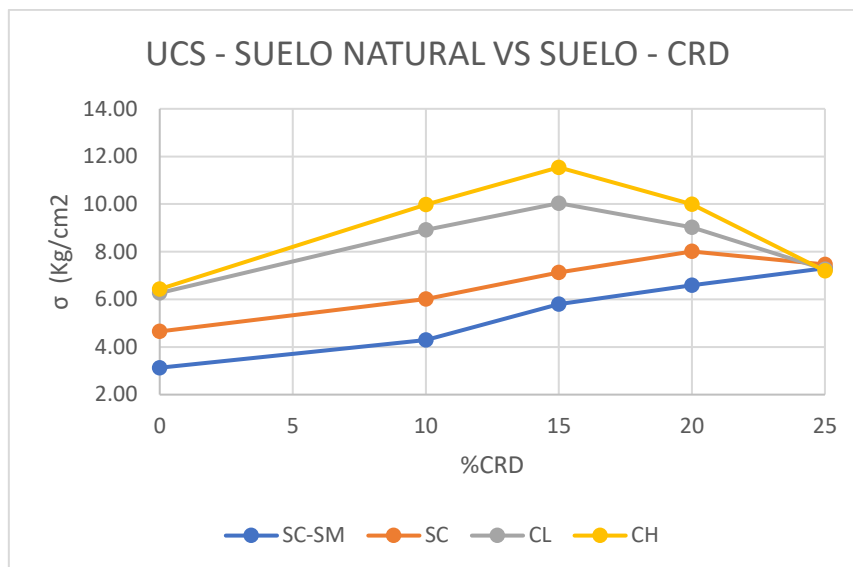


Figura 16. UCS suelo natural vs adición de CRD. Fuente: elaboración propia

En la figura se observa el comportamiento del suelo al incorporar CRD al peso en los diferentes porcentajes y someterlo a pruebas de resistencia a la compresión. En todos los puntos de investigación (calicatas) se observa una mejora en la resistencia al agregar CRD.

En los suelos CL y CH se aprecia un descenso de la resistencia cuando se le agrega un 20% CRD. En la calicata con un tipo de suelo SC se tiende a bajar la resistencia con un 25% CRD; y para las calicatas con un tipo de suelo SC-SM la resistencia tiende a mejorar para todos los porcentajes.

3.4. Resultados objetivo 4

Objetivo 4: Determinar los parámetros de cohesión y ángulo de fricción del suelo en estado natural, así como también de suelo- CRD al 10%, 15%, 20% y 25% de CRD al peso mediante el ensayo de corte directo.

F. Parámetros de corte del suelo

Se presentan los resultados de las pruebas de corte hechas en las muestras de suelo natural y suelo estabilizado con CRD; cabe recalcar que estos especímenes

fueron remoldeados y compactados simulando la energía de compactación del Proctor Modificado a fin de obtener muestras que presenten un contenido de humedad lo más cercano posible a su OCH y MDS.

Se optó por realizar un ensayo de corte por cada tipo de suelo encontrado en la zona de estudio ya que presentan características similares tanto en su composición como en la resistencia a la compresión.

El cálculo de la cohesión y ángulo de fricción se realizó de acuerdo a los criterios de rotura de Mohr Coulomb para cada una de las dosificaciones de CRD y suelo natural; estas graficas de cálculo se detallan en las hojas de cálculo en los anexos.

Suelo SC-SM

Tabla 40.
Resistencia al corte – Suelo SC-SM

Identificación	Esfuerzo normal (Kg/cm ²)	Esfuerzo corte max. (Kg/cm ²)	Cohesión (Kg/cm ²)	Ángulo de fricción (°)	—
SC-SM / SN	0.48	0.307	0.138	20.20	—
	1.12	0.569			—
	1.61	0.721			—
SC-SM / 10%	0.48	0.311	0.144	20.59	—
	1.12	0.572			—
	1.61	0.733			—
SC-SM / 15%	0.48	0.314	0.149	21.30	—
	1.12	0.624			—
	1.61	0.761			—
SC-SM / 20%	0.48	0.297	0.156	20.04	—
	1.12	0.597			—
	1.61	0.717			—
SC-SM / 25%	0.48	0.305	0.147	19.32	—
	1.12	0.550			—
	1.61	0.701			—

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se observa que la cohesión presenta una tendencia creciente a medida que el contenido de CRD incrementa, esto se ve hasta un porcentaje del 20%, luego con la adición del 25% de CRD se tiene una disminución de la cohesión.

El ángulo de fricción presenta una tendencia creciente para valores del 10% al 15% de CRD, pero disminuye cuando se le adiciona un 20% y 25%, aun así, existe una clara mejora en comparación con los valores del suelo en estado natural.

Suelo SC

Tabla 41.
Resistencia al corte – Suelo SC

Identificación	Esfuerzo normal (Kg/cm ²)	Esfuerzo corte max. (Kg/cm ²)	Cohesión (Kg/cm ²)	Ángulo de fricción (°)
SC / SN	0.48	0.294	0.130	20.36
	1.12	0.571		
	1.61	0.715		
SC / 10%	0.48	0.330	0.147	20.98
	1.12	0.579		
	1.61	0.763		
SC / 15%	0.48	0.371	0.161	23.14
	1.12	0.631		
	1.61	0.853		
SC / 20%	0.48	0.421	0.180	26.61
	1.12	0.742		
	1.61	0.988		
SC / 25%	0.48	0.434	0.187	27.88
	1.12	0.792		
	1.61	1.033		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se observa que la cohesión y el ángulo de fricción presentan una tendencia creciente a medida que el contenido de CRD incrementa, mejorando notablemente estos parámetros en comparación con el suelo en estado natural.

Suelo CL

Tabla 42.
Resistencia al corte - Calicata CL

Identificación

	Esfuerzo normal (Kg/cm ²)	Esfuerzo corte max. (Kg/cm ²)	Cohesión (Kg/cm ²)	Ángulo de fricción (°)
CL / SN	0.48	0.343	0.154	22.30
	1.12	0.631		
	1.61	0.806		
CL / 10%	0.48	0.348	0.159	22.91
	1.12	0.661		
	1.61	0.826		
CL / 15%	0.48	0.419	0.221	23.59
	1.12	0.736		
	1.61	0.912		
CL / 20%	0.48	0.463	0.256	24.49
	1.12	0.789		
	1.61	0.978		
CL / 25%	0.48	0.477	0.274	25.38
	1.12	0.854		
	1.61	1.013		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se observa que la cohesión y el ángulo de fricción presentan una tendencia creciente a medida que el contenido de CRD incrementa, mejorando notablemente estos parámetros en comparación con el suelo en estado natural.

Suelo CH

Tabla 43.
Resistencia al corte - Calicata CH

Identificación	Esfuerzo normal (Kg/cm ²)	Esfuerzo corte max. (Kg/cm ²)	Cohesión (Kg/cm ²)	Ángulo de fricción (°)
CH / SN	0.48	0.477	0.146	33.20
	1.12	0.847		
	1.61	1.217		
CH / 10%	0.48	0.520	0.157	36.34
	1.12	0.962		
	1.61	1.351		
CH / 15%	0.48	0.543	0.197	36.86
	1.12	1.068		
	1.61	1.390		
CH / 20%	0.48	0.608	0.257	37.15
	1.12	1.132		
	1.61	1.464		

CH / 25%	0.48	0.889	0.340	36.76
	1.12	1.397		
	1.61	1.733		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se observa que la cohesión presenta una tendencia creciente a medida que el contenido de CRD incrementa, mejorando notablemente este parámetro en comparación con el suelo en estado natural.

El ángulo de fricción presenta una tendencia creciente para valores del 10% al 20% de CRD, pero disminuye cuando se le adiciona un 25%, aun así, existe una clara mejora en comparación con los valores del suelo en estado natural.

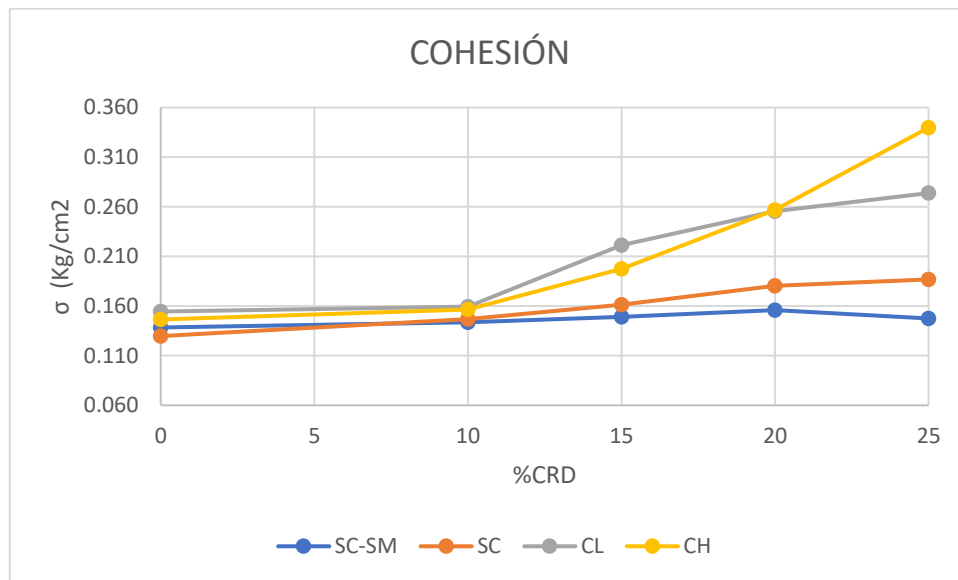


Figura 17. Cohesión - suelo natural vs adición de CRD. Fuente: elaboración propia

En la figura anterior se resume la variación de la cohesión en los diferentes tipos de suelos estudiados, presentando el mayor valor en la mezcla de suelo CH+25%CRD.

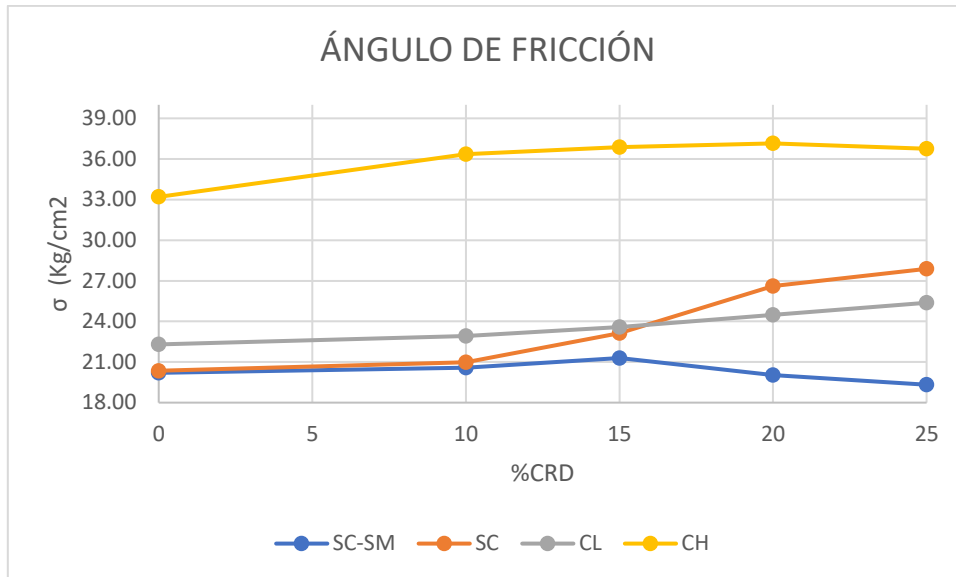


Figura 18. Ángulo de fricción - suelo natural vs adición de CRD. Fuente: elaboración propia

En la figura anterior se resume la variación del ángulo de fricción en los diferentes tipos de suelos estudiados, presentando el mayor valor en la mezcla de suelo CH+20%CRD.

3.5. Discusión de resultados

3.5.1. Discusión 1: Caracterización física del suelo natural y CRD

Se realizaron los ensayos de laboratorio a las muestras de las 9 calicatas hechas en la Lotización Santa Fe, no se contaba inicialmente con información anterior del tipo de suelo de la zona de muestreo; pero después del análisis pertinente en el laboratorio se obtuvo suelo que varía desde un SC-SM a un CH de acuerdo a la clasificación SUCS.

El porcentaje de finos (pasantes por el tamiz de abertura N°200) varía desde un 17.9% hasta un 74.4%; el contenido de humedad natural encontrado en el suelo varía desde 15.09% hasta un 26.29% con un Índice Plástico que va desde un 4.17% hasta 29.40%.

3.5.2. Discusión 2: Compactación del suelo natural y suelo – CRD

En el ensayo de compactación realizado la tendencia encontrada es la reducción del OCH y la MDS para todos los tipos de suelo a medida que se aumenta el % del árido estabilizador, esto coincide con lo mencionado por (Hymavathi et al., 2018) que concluye que la disminución de la MDS se da debido a que la gravedad específica de los desechos de CRD es menor a los del suelo natural, el OCH disminuye también debido a la presencia de partículas más gruesas de desechos de CRD en comparación con las del suelo, lo cual resulta en la reducción del área superficial y por lo tanto una menor afinidad con el agua. (Varaprasad et al., 2019) coincide y agrega también que la MDS disminuye debido a que los áridos de CRD presentan cemento sin reaccionar que flocula con la arcilla para ofrecer menos densificación.

Mientras que por su parte (Kianimehr et al., 2019) encuentra que a mayor CRD en sus muestras el OCH tiende a aumentar y la MDS a disminuir; sustenta que se produce debido a que los áridos reciclados presentan superficies porosas / esponjosas que tienden a absorber agua libre de las mezclas estabilizadas, por lo tanto bajo un esfuerzo estándar aplicado en las pruebas de compactación se requiere un mayor porcentaje de humedad para lograr la MDS. Esta mayor cantidad de agua y la menor densidad que tiene el CRD en comparación con las arcillas son los responsables de la reducción de la MDS.

Estos resultados han sido utilizados en la preparación de los especímenes de suelo posteriormente compactados para realizar los ensayos de Corte Directo y Resistencia a la compresión no confinada de probetas de suelo.

3.5.3. Discusión 3: Resistencia a la compresión simple en probetas de suelo natural y suelo – CRD

El tipo de suelo SC-SM presenta una resistencia a la compresión del suelo natural promedio de 3.13 kg/cm², al agregarle un 10%, 15%, 20% y 25% de CRD; la resistencia aumenta un 37.02%, 85.19%, 110.83% y 133.55% respectivamente, teniendo una línea ascendente en todos los puntos de estudio (porcentajes medidos respecto a la resistencia inicial del suelo).

El tipo de suelo SC presenta una resistencia a la compresión del suelo natural de 4.65 kg/cm², al agregarle un 10%, 15% y 20% de CRD, la resistencia aumenta un 29.19%, 53.20% y 72.17% respectivamente, pero agregándole un 25% de árido reciclado la resistencia disminuye a 60.30% (porcentajes medidos respecto a la resistencia inicial del suelo).

El tipo de suelo CL presenta una resistencia a la compresión del suelo natural promedio de 6.27 kg/cm², al agregarle un 10% y 15% de CRD, la resistencia aumenta un 42.37% y 60.18% respectivamente, pero agregándole ya un 20% y 25% de árido reciclado la resistencia disminuye a 44.06% y 15.85% respectivamente (porcentajes medidos respecto a la resistencia inicial del suelo).

El tipo de suelo CH presenta una resistencia a la compresión del suelo natural de 6.43 kg/cm², al agregarle un 10% y 15% de CRD, la resistencia aumenta un 55.17% y 79.49% respectivamente, pero agregándole ya un 20% y 25% de árido reciclado la resistencia disminuye a 55.29% y 12.00% respectivamente (porcentajes medidos respecto a la resistencia inicial del suelo).

Por su parte (Hymavathi et al., 2018) sostiene que, en su investigación la adición de 12% de CRD aumenta el UCS a 776 KPa, que fue más del doble del UCS del suelo natural, con un 22% de CRD el UCS aumenta a 1062 KPa, que es más de dos veces y media la del del suelo natural; tras la adición del 24% de CRD, el USC aumenta a 1012 kPa que es menor que el UCS del suelo + 22% de desechos de CRD compuesto, por lo tanto, concluyó que el 22% de CRD puede considerarse como el porcentaje óptimo para la estabilización de ese tipo de suelo.

El investigador (Varaprasad et al., 2019) considera el 20% de CRD como el porcentaje óptimo con un aumento de 4 veces con respecto al suelo natural para un periodo de curado de 28 días, a más días de curado el crecimiento de la resistencia es marginal. Por lo contrario (Sharma & Hymavathi, 2016), también evaluó las pruebas de UCS del suelo con porcentajes agregados de CRD, demostrando que la resistencia aumenta un mínimo porcentaje de alrededor del 4.50% con los días de curado de 7 a 28 días; presentando en ambos tiempos un punto máximo del 22% de CRD. En la presente investigación no se desarrolló un

comparativo con diferentes días de curado de 7 y 28 días; las muestras fueron ensayadas a las 24 horas.

(Kianimehr et al., 2019) también analizó la resistencia SUCS de un suelo arcilloso a diferentes periodos de curado y porcentajes de muestra, teniendo como porcentaje óptimo el 15% de CRD a los 28 días de curado presentando una resistencia a la compresión de 1567 kPa en comparación con UCS= 275 kPa para un suelo sin estabilizar y sin ningún tipo de curado.

Por su parte, el investigador (Jamaludin y otros, 2019), presenta un aumento continuo de la resistencia a la compresión no confinada del suelo mejorando desde el 0 al 15% de adición de CRD sin presentar un punto máximo; la UCS mejora también con los días de curado de las probetas.

3.5.4. Discusión 4: Parámetros de resistencia al corte (cohesión y ángulo de fricción) del suelo natural y suelo - CRD

El tipo de suelo SC-SM: la cohesión en este tipo de suelo presenta una tendencia creciente para valores de CRD de un 10% hasta un 20%, presentando una mejora de 0.017 Kg/cm² con respecto al suelo natural; el ángulo de fricción presenta una tendencia creciente para valores del 10% al 15% de CRD presentando un incremento de 1.10° con respecto al suelo en estado natural.

El tipo de suelo SC: la cohesión en este tipo de suelo presenta una tendencia creciente a medida que el porcentaje de CRD aumenta, teniendo una mejora de 0.057 Kg/cm² con respecto al suelo natural; el ángulo de fricción presenta una tendencia creciente para todos los porcentajes de CRD teniendo un incremento de 7.53° con respecto al suelo en estado natural.

El tipo de suelo CL: la cohesión en este tipo de suelo presenta una tendencia creciente a medida que el porcentaje de CRD aumenta, teniendo una mejora de 0.119 Kg/cm² con respecto al suelo natural; el ángulo de fricción presenta una tendencia creciente para todos los porcentajes de CRD teniendo un incremento de 3.08° con respecto al suelo en estado natural.

El tipo de suelo CH: la cohesión en este tipo de suelo presenta una tendencia creciente a medida que el porcentaje de CRD aumenta, teniendo una mejora de 0.193 Kg/cm^2 con respecto al suelo natural; el ángulo de fricción presenta una tendencia creciente para valores del 10% al 20% de CRD presentando un incremento de 3.95° con respecto al suelo en estado natural.

(Kianimehr et al., 2019) realiza un estudio de las propiedades mecánicas del suelo mediante ensayos de corte directo y sostiene que para las mezclas de CRD – suelo natural arcilloso, el aumento en %CRD da como resultado un comportamiento dilatador y una mayor resistencia al corte como se refleja en resultados con una cohesión elevada y el ángulo de fricción interna con pico elevado.

Existen otros métodos para el cálculo de la cohesión y fricción de un suelo en laboratorio, por ejemplo (Karkush & Yassin, 2020), evaluó la cohesión del suelo mediante ensayos triaxiales no drenado no consolidados, encontrando mejoras desde 48.85, 68.48, 80.7, 88.75, 100.17 y 119.79kPa en todos sus porcentajes de estudio que varían desde 0, 5, 10, 15, 20 y 30% respectivamente, en consecuencia, sustenta que el mejor porcentaje de mejora del suelo es el 30%.

En este estudio se evalúa directamente las propiedades de cohesión y fricción del suelo mediante ensayos de corte, estos resultados nos permiten evaluar la mejora del suelo de manera directa; pero (Zavaleta Benites & Aponte Sánchez, 2019) calcula y evalúa el mejoramiento del suelo mediante el cálculo de la capacidad portante según el ensayo de Penetración Dinámica Ligera DPL correlacionado con el ensayo SPT, donde se muestra una mejora del 124% con un 75% de CRD.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Los ensayos físicos de los suelos definieron el tipo de suelo al que pertenecían; no se contaba previamente con información del tipo de suelo de la zona de muestreo; pero después del análisis pertinente en el laboratorio se obtuvo suelos SC-SM, SC, CL y CH de acuerdo a la clasificación SUCS. El material reciclado de demolición fue triturado con ayuda de la máquina de Los Ángeles y tamizada por el tamiz N°10, según la clasificación SUCS se trata de un SP.

Mediante el ensayo de Proctor Modificado se obtuvo información para la posterior elaboración de los especímenes compactados de acuerdo a su OCH y MDS simulando su energía de compactación; estos resultados presentaron la tendencia de reducirse a medida que se adicionaba mayor porcentaje de CRD a la muestra.

De acuerdo al ensayo de resistencia a la compresión no confinada de cilindros de suelo natural y suelo mejorado con CRD, los suelos SC-SM presentan una mejora en su resistencia en todos sus porcentajes de adición en estudio, mejorando la resistencia a la compresión no confinada desde un 3.13 kg/cm² hasta un 7.31 kg/cm²; los suelos SC presentan las máximas mejoras con un 20% CRD, mejorando la resistencia a la compresión no confinada desde un 4.65 kg/cm² hasta un 8.01 kg/cm²; los suelos CL presentan las máximas mejoras con un 15% CRD, mejorando la resistencia a la compresión no confinada desde un 6.27 kg/cm² hasta un 10.04 kg/cm² y los suelos CH presentan las máximas mejoras con un 15% CRD, mejorando la resistencia a la compresión no confinada desde un 6.43 kg/cm² hasta un 11.54 kg/cm².

Para las mezclas de CRD – suelo natural, el aumento en el porcentaje de CRD da como resultado un aumento en el ángulo de fricción y cohesión con respecto al suelo en su estado natural.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda la continuidad de esta investigación con otros tipos de suelo natural presentes en la región, para que se tenga una mayor referencia al momento de seleccionar el óptimo porcentaje a utilizar en proyectos de construcción de cimentaciones superficiales.

Se recomienda calcular correctamente la energía de compactación para la elaboración de los especímenes remoldeados utilizados en las pruebas de compresión uniaxial y corte directo con la finalidad de simular lo más cercano posible las propiedades mecánicas óptimas calculadas en las pruebas de Proctor Modificado.

Se recomienda realizar estudios posteriores con ensayos de compresión no confinada UCS en diferentes tiempos de curado para verificar la tendencia del concreto reciclado de demolición al reaccionar con el agua.

Se recomienda calcular la cohesión y ángulo de fricción con otros ensayos también normados en el reglamento peruano y verificar su variación.

V. REFERENCIAS

- Consoli, N., Bittar, J., Quiñónez, A., Salvagni, K., & Johann, A. (2019). Use of Sustainable Binders in Soil Stabilization. *Journal of Materials in Civil Engineering*.
- Abregú Sáenz, J., & Mayon Mallico, C. (2021). *Propuesta de mejoramiento de la densidad y resistencia a la compresión no confinada en un suelo cohesivo de alta plasticidad utilizando dos materiales de construcción reciclados en la urbanización Sudamérica ubicada en Talara-Piura*. Piura: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Abreu, J. (2012). Hipótesis, Método & Diseño de Investigación. *International Journal of Good Conscience*, 187-197.
- Ajslev, J., Møller, J., Andersen, M., Pirzadeh, P., & Lingard, H. (2022). The Hierarchy of Controls as an Approach to Visualize the Impact of Occupational Safety and Health Coordination. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 3-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph19052731>
- Albris, K., Cedervall, K., & Raju, E. (2020). Strengthening Governance for Disaster Prevention: The Enhancing Risk Management Capabilities Guidelines. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2-8.
- Alvarez , A., Sosa, J., Ramírez, G., & Miranda, L. (2019). Improved mechanical properties of a high plasticity clay soil by adding recycled PET. *Materials Science and Engineering*.
- Andavan, S., & Pagadala, V. (2020). A study on soil stabilization by addition of fly ash and lime. *Materials Today: Proceedings*, 1125-1129.
- Arciniégas, C. (2012). *Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirables PM*. Universidad de Caldas.
- Arrieta, J., Dos Santos, R., Lundgren, J., & Avanci , M. (2020). Geopolymers Based on Recycled Glass Powder for Soil Stabilization. *Geotechnical and Geological Engineering*.

- Arulrajah, A., Mohammadinia, A., D'Amico, A., & Horpibulsuk, S. (2017). Effect of lime kiln dust as an alternative binder in the stabilization of construction and demolition materials. *Construction and Building Materials*, 999-1007.
- Asadollahi, F., & Dabiri, R. (2017). Effects of Glass Fiber Reinforced Polymer on Geotechnical Properties of Clayey Soil. *Journal of Structural Engineering and Geotechnics*, 73-83.
- ASTM. (2002). *ASTM D 2216 Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*.
- ASTM. (2002). *ASTM D 422 Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils*.
- ASTM. (2009). *ASTM D 3080 Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions*.
- ASTM. (2010). *ASTM D 1557 Compaction of soils in the laboratory using an energy modified*.
- ASTM. (2010). *ASTM D 4318 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*.
- ASTM. (2011). *ASTM D 2166 Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil*.
- ASTM. (2011). *ASTM D 2487 Standard Practice for Classification of Soils for the Purposes of Engineering (Unified Classification System for floors)*.
- Ayala, G., Rosadio, A., & Durán, G. (2019). Study of the effect of the addition of ash from artisan brick kilns in the stabilization of clay soils for pavements. *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*.
- Babu, N., & Poulouse, E. (2018). Effect of lime on soil properties: A review. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 606-610.
- Bahadir, O., Sarici, T., Talaslioglu, T., & Yildiz, A. (2020). Geotechnical properties of recycled construction and demolition materials for filling applications.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2020.100380>

- Bahadori, H., Hasheminezhad, A., & Alizadeh, S. (2019). The Influence of Natural Pozzolans Structure on Marl Soil Stabilization. *Transportation Infrastructure Geotechnology*.
- Bhat, A., Marathe, S., & Ashmitha, N. (2019). Stabilization of Locally Available Soil using CNSA and Glass Industry Waste. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*.
- Borda Ingaluque, D. (2021). *Estabilización de subrasantes modificados con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto-Coata, Puno 2021*. Puno: Universidad César Vallejo.
- Cabalar, A., Zardikawi, O., & Abdulnafaa, M. (2017). Utilisation of construction and demolition materials with clay for road pavement subgrade. *Road Materials and Pavement Design*.
- Cabrera , F., Gómez, J., Almaral, J., Arredondo, S., Gómez, M., & Mendivil, J. (2017). Properties in fresh state of mortars with recycled aggregate concrete and effect of c/a relation. *Ingeniería y Desarrollo*, 198-218.
- Carbonel, S. (2019). *Reaprovechamiento de residuos urbanos para suelos contaminados generando materiales sostenibles de construcción en el eje Chiclayo – San José*. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo.
- Cazau , P. (2006). *Introducción a la investigación en Ciencias Sociales*. Buenos Aires.
- Chih, H., Yauan, Y., Wu, Y., & Huang, Y. (2012). Determining ultimate bearing capacity of shallow foundations using a genetic programming system. *Neural Comput & Applic*.
- Crespo, C. (2007). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (Sexta ed.). Mexico: Noriega Editores.
- Das, B. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. Cengage Learning.

- Das, B. (2015). *Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica* (Cuarta edición ed.). Mexico, D.F: Cengage Learning Editores, S.A.
- Del Río, Y. (2017). *Optimización de la estabilización de suelos arcillosos en el sector Curva del Sun – Campiña de Moche, con concreto reciclado para pavimentación, provincia de Trujillo, La Libertad– 2017*. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo.
- Deshmukh, R., Patel, S., & Shahu, J. (2019). Laboratory and FEM Study on Construction and Demolition Waste and Fly Ash for Use as Pavement Material. *Geotechnics for Transportation Infrastructure*, 177-187.
- Fauzi, A., Nazmi, M., Rahman, A., & Jauhari, Z. (2013). Utilization Waste Material as Stabilizer on Kuantan Clayey Soil Stabilization. *Procedia Engineering*, 42-47.
- Gowtham, S., Naveenkumar, A., Ranjithkumar, R., Vijayakumar, P., & Sivaraja, M. (2018). Stabilization of Clay Soil by Using Glass and Plastic Waste Powder. *International Journal of Engineering and Techniques*, 146-150.
- Henzinger, C., & Schömig, P. (2020). Prognose der Festigkeitsentwicklung zementbehandelter Böden mit dem Porosity/Binder-Index. *Geotechnik*.
- Hidalgo, C., Carvajal, G., & Muñoz, F. (2019). Laboratory Evaluation of Finely Milled Brick Debris as a Soil Stabilizer. *Sustainability*.
- Hymavathi, J., Navya, B., & Kumar, Y. (2018). Enhancing the strength characteristics of clayey soil by addition of fly ash and construction demolition waste. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 1048-1054.
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2003). *Plan de Prevención ante desastres: Usos del suelo y medidas de mitigación ciudad de Chiclayo*. Chiclayo.
- Jamaludin, N., Yunus, N., Jusoh, S., Pakir, F., Ayub, A., Zainuddin, N., . . . Mashros, N. (2019). Potential and future: utilization of waste material on strength characteristics of marine clay. *Materials Science and Engineering*, 527-534. <https://doi.org/doi:10.1088/1757-899X/527/1/012003>

- Karkush, M., & Yassin, S. (2020). Using sustainable material in improvement the geotechnical properties of soft clayey soil. *Journal of Engineering Science and Technology*, 2208-2222.
- Khan, M., Tufail, M., & Mateeullah. (2018). Effects of Waste Glass Powder on the Geotechnical Properties of Loose Subsoils. *Civil Engineering Journal*, 2044-2051.
- Kianimehr, M., Shourijeh, P., Binesh, S., Mohammadinia, A., & Arulrajah, A. (2019). Utilization of recycled concrete aggregates for light - stabilization of clay soils. *Construction and Building Materials*.
- Kusumastuti, D., & Sepriyanna, I. (2019). Soft Soil Stabilization With Rice Husk Ash and Glass Powder Based on Physical Characteristics. *Materials Science and Engineering*.
- Malasavage, N., Gallagher, P., Grubb, D., Wartman, J., & Carnivale, M. (2007). Modifying plastic clay with crushed glass: Implications for constructed fills. *Soils and Foundations*, 1017-1027.
- Medina, A., & Vera, R. (2012). *Certificación ambiental para la construcción*. Lima.
- Mikolainis, M., Ustinovičius, M., Sližytė, D., & Zhilkina, T. (2016). Analysis of static and dynamic deformation modulus. *Engineering Structures and Technologies*, 79-84.
- Ministerio de Energía y Minas. (2013). *Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición*.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *E 050 Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú Gestión 2012*. Perú.
- Muñiz, A. (2017). *Estabilización de subrasante con material de demoliciones en avenida Malecón Checa, San Juan de Lurigancho en el 2017*. Lima: Universidad César Vallejo.

- Neami, M., Alsoudany, K., Dawod, A., & Ehsan, E. (2016). Remediation of cohesive soils using waste glass. *Conference of the International Journal of Arts & Sciences*,.
- Nuruzzaman, M., & Hossain, A. (2014). Effect of Soda Lime Glass Dust on the Properties of Clayey Soil. *Global Journal of Researches in Engineering*.
- Olufowobi, J., Ogundaju, A., Michael, B., & Aderinlewo, O. (2014). Clay soil stabilisation using powdered glass. *Journal of Engineering Science and Technology*, 541 - 558.
- Ormeño, E., Rivas, N., Duran , G., & Soto, M. (2019). Stabilization of a Subgrade Composed by Low Plasticity Clay with Rice Husk Ash. *Materials Science and Engineering*.
- Pacheco, C., Fuentes, L., Sánchez, É., & Rondón, H. (2017). Construction demolition waste (CDW), a perspective of achievement for the city of Barranquilla since its management model. *Ingeniería y Desarrollo*, 533-555.
- Quevedo, O. (2018). *Diseño de planta recicladora de residuos de construcción y demolición para disminuir el impacto ambiental en la ciudad de Lambayeque*. 2018: Universidad Señor de Sipán.
- Ridwan, A., Kanmodi, T., & Olufikayo, A. (2016). Comparative assessment of rice husk ash, powdered glass and cement as lateritic soil stabilizers. *The Civil Engineering journal*, 1-12.
- Sagástegui Reátegui, J. (2020). *Efectos de la adición de concreto reciclado en la capacidad de soporte de los suelos arcillosos de subrasante en el distrito de Carabayllo, calle 19 tramo: Km 0+000 - 0+720*. Lima: Universidad Privada del Norte.
- Salamatpoor, S., & Salamatpoor, S. (2017). Evaluation of adding crushed glass to different combinations of cement-stabilized sand. *International Journal of Geo-Engineering*.

- Sharma, R., & Hymavathi, J. (2016). Effect of fly ash, construction demolition waste and lime on geotechnical characteristics of a clayey soil: a comparative study. *Environ Earth Sci*.
- Sowers, G. (1972). *Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Mexico: Limusa-Wiley, S.A.
- Terrones Hernandez, J. (2019). *Evaluación de agregados obtenidos de residuos de construcción y demolición estabilizados con aditivo terrasil para la utilización en base y subbase de pavimentos, Chiclayo 2019*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Varaprasad, B., Reddy, J., Rajesh, T., Kumar, Y., & Reddy, R. (2019). Soil Improvement by Fine Fraction Residue from Recycling Construction and Demolition Waste. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 3389-3393.
- Yang, L., Branscum, A., & Laurel, K. (2022). Understanding occupational safety and health surveillance: expert consensus on components, attributes and example measures for an evaluation framework. *BMC Public Health*, 2-12. [https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12889-022-12895-6](https://doi.org/10.1186/s12889-022-12895-6)
- Zavaleta Benites, G., & Aponte Sánchez, L. (2019). *Estabilización de suelos con residuos de la construcción y demolición al 75% con fines de cimentación en la urbanización Villa Las Praderas Nuevo Chimbote*. Nuevo Chimbote: Universidad César Vallejo.
- Zhilkina, T., Sychugov, S., Gumeniuk, A., Mackevicius, R., Turchin, V., Vasilev, V., . . . Ilinsky, A. (2018). Technology of soil stabilization with cementsand grouting mortar with optimal aggregate grading. *MATEC Web of Conferences*, 1 - 8.

VI. ANEXOS
ANEXO 1.0 – MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 44.
Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORIO	HIPOTESIS Y VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cómo influye la incorporación de material reciclado de demolición en las propiedades mecánicas del suelo para la construcción de cimentaciones superficiales en Lambayeque?	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar las propiedades mecánicas del suelo mediante la incorporación a diferentes dosificaciones de concreto reciclado de demolición CRD para la construcción de cimentaciones superficiales.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la caracterización física del suelo natural de excavación por medio de ensayos y estudios de laboratorio.</p> <p>Determinar la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo del suelo natural y las diferentes mezclas</p>	<p>Antecedentes de estudio</p> <p>Hymavathi et al. (2018)</p> <p>Sharma & Hymavathi (2016)</p> <p>Hidalgo et al. (2019)</p> <p>Kianimehr et al. (2019)</p> <p>Varaprasad et al. (2019)</p> <p>Cabalar et al. (2017)</p> <p>Del Río (2017)</p> <p>Muñiz (2017)</p> <p>Cubas & Falen (2016)</p> <p>Flores (2019)</p> <p>Teorías relacionadas</p> <p>Propiedades físicas: Análisis Granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Contenido de humedad del suelo,</p>	<p>Hipótesis</p> <p>La incorporación de concreto reciclado de demolición en el suelo mejorará significativamente sus propiedades mecánicas para la construcción de cimentaciones superficiales en Lambayeque.</p> <p>Variables</p> <p>Variable independiente</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Cuantitativa</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>Investigación experimental</p> <p>Población</p> <p>La población para la presente investigación, es el total de probetas cilíndricas de suelo - CRD y suelo natural ensayadas según ASTM D 2166 y el total de muestras de suelo – CRD y suelo natural ensayadas según la ASTM D 3080.</p> <p>Muestra</p> <p>La muestra a estudiar está compuesta por un total de</p>

	<p>mediante los ensayos de compactación (Proctor modificado).</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión simple en probetas de suelo y suelo - CRD para cada una de las dosificaciones a realizar.</p> <p>Determinar los parámetros de resistencia al corte (cohesión y ángulo de fricción) del suelo en estado natural, así como también para cada una de las dosificaciones de suelo- CRD mediante el ensayo de corte directo.</p> <p>Determinar el porcentaje óptimo requerido de CRD en los suelos estabilizados.</p>	<p>Clasificación de suelos para fines de ingeniería.</p> <p>Propiedades mecánicas: Proctor modificado, Resistencia a la compresión no confinada, Resistencia al corte.</p> <p>Material reciclado de demolición</p> <p>Mejoramiento de suelo</p> <p>Capacidad de soporte del suelo</p> <p>Cimentaciones superficiales</p>	<p>Material reciclado de demolición.</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Propiedades mecánicas del suelo.</p>	<p>135 probetas cilíndricas de suelo para el ensayo de compresión no confinada, y 45 muestras compactadas para el ensayo de corte directo.</p> <p>Criterios éticos</p> <p>Se siguieron todos los procedimientos, usaron los equipos adecuados y se emplearon los formatos para el cálculo de los ensayos según la normativa ASTM.</p>
--	---	--	---	--

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 2.0 – INFORMES DE LABORATORIO

ANEXO 2.1. Informes de laboratorio: Granulometría, Contenido de humedad y Limites de Atterberg



LEMS W&C EIRL

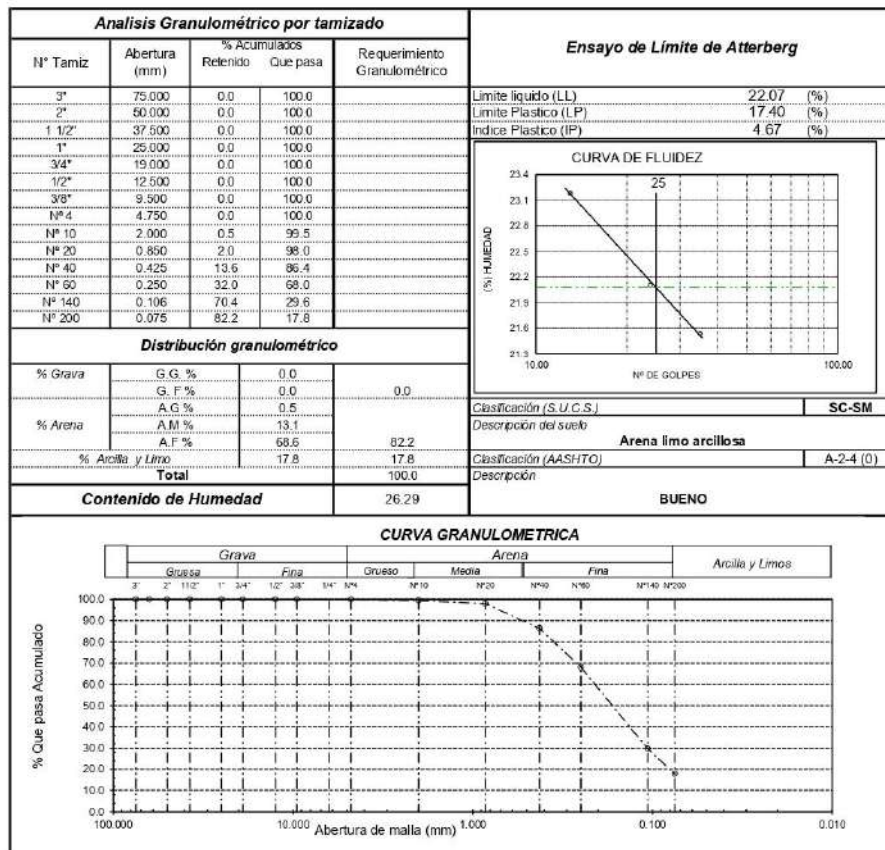
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceir@gmail.com

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Meritu
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020".
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.126: 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 1

Profundidad: 1.50



Observaciones:
- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

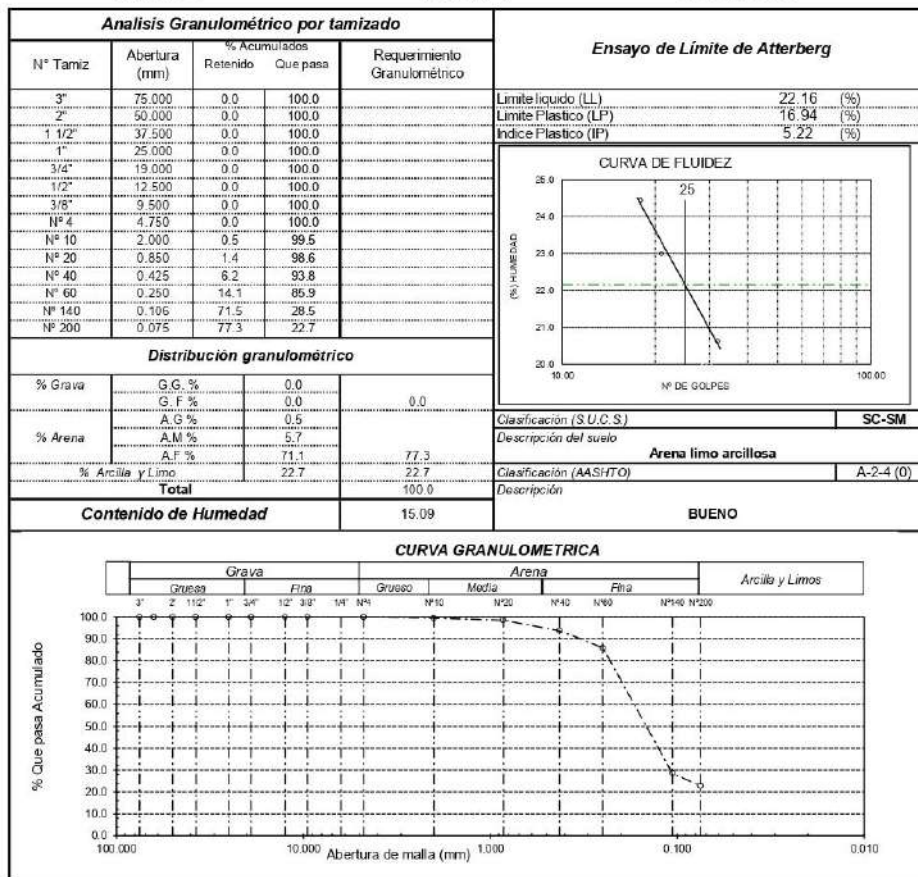


Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020".
 Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 24 de julio 2021.
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 1

Profundidad: 1.50



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

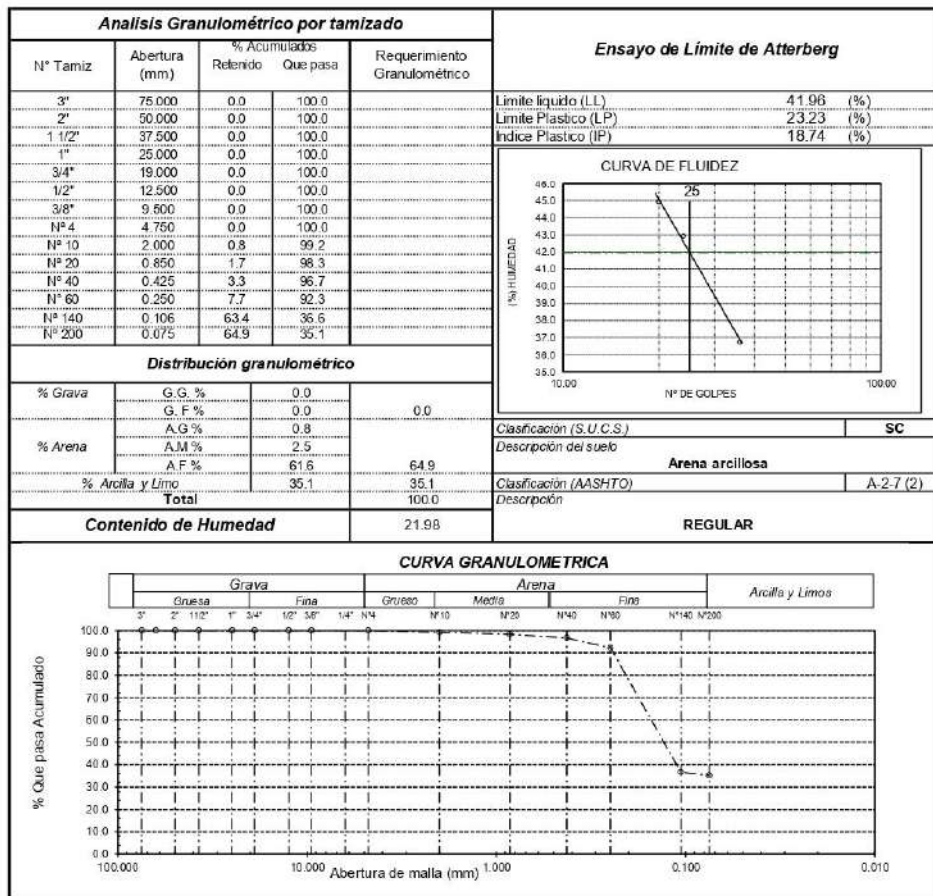


Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020".
 Ubicación : Dist. Pisco, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 24 de julio 2021.
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 3

Muestra: M - 1

Profundidad: 1.50



Observaciones:

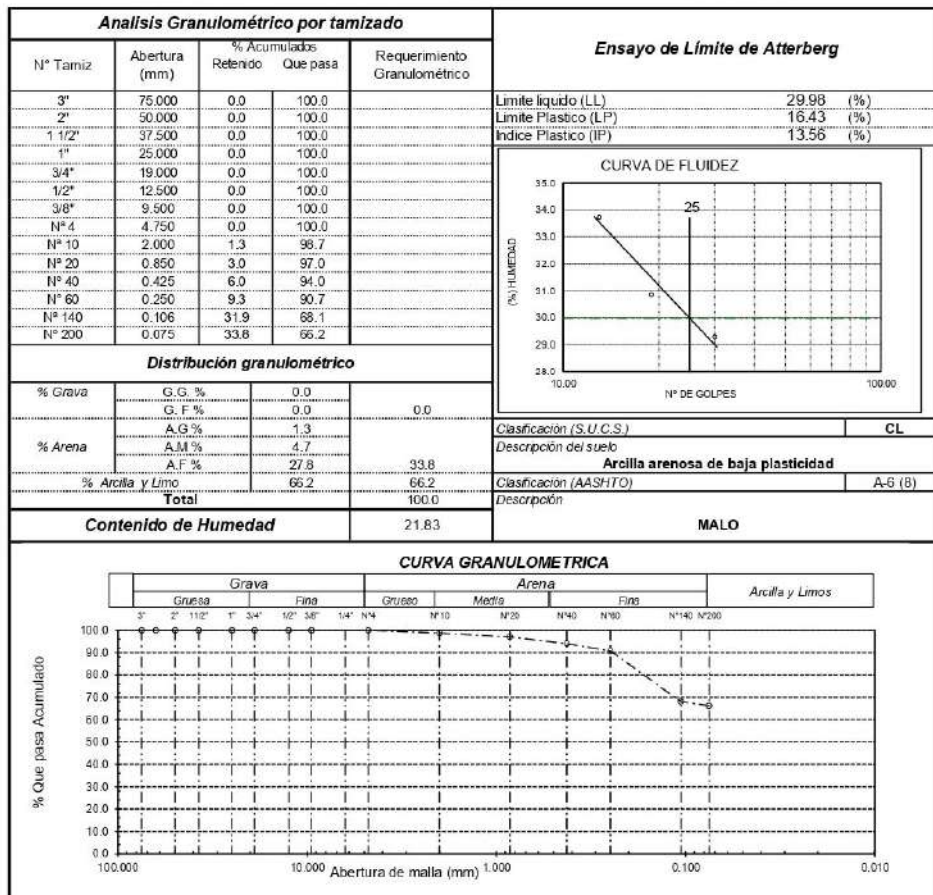
- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pisci, Prov. Chilayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 24 de julio 2021.
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 4

Muestra: M - 1

Profundidad: 1.50



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
RNP - Servicios S0608589

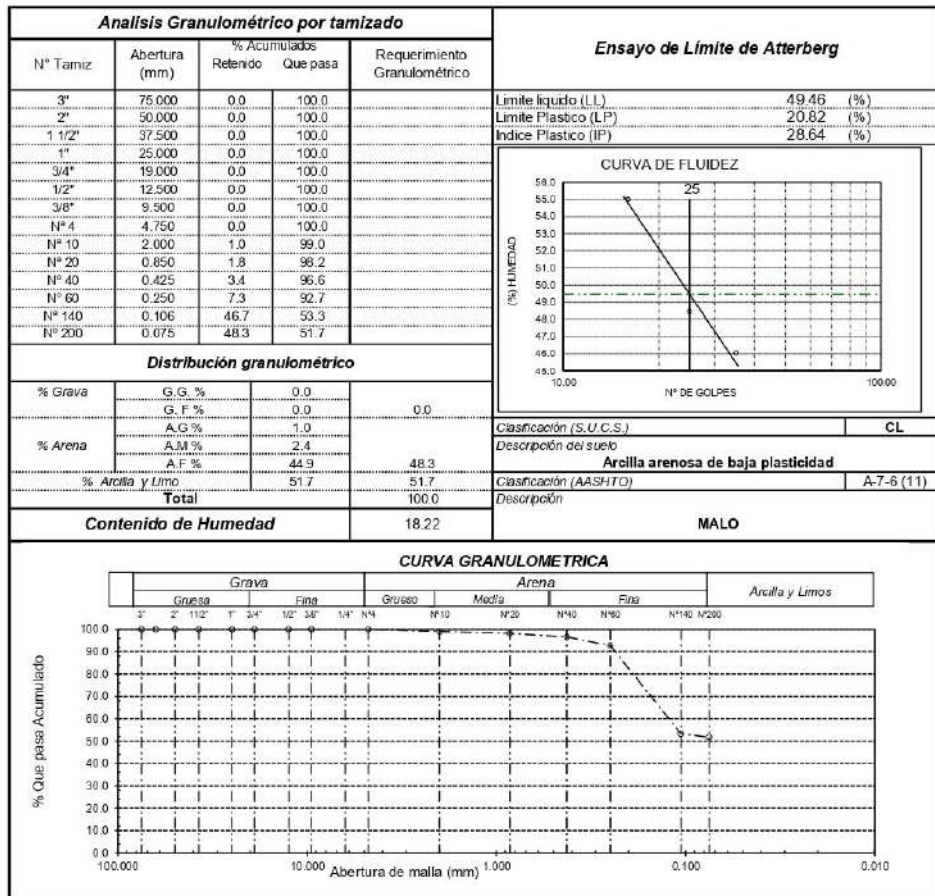
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chidayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceir@gmail.com

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020".
Ubicación : Dist. Pisco, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127 : 1998

Calicata: C - 5

Muestra: M - 1

Profundidad: 1.50



Observaciones:
- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

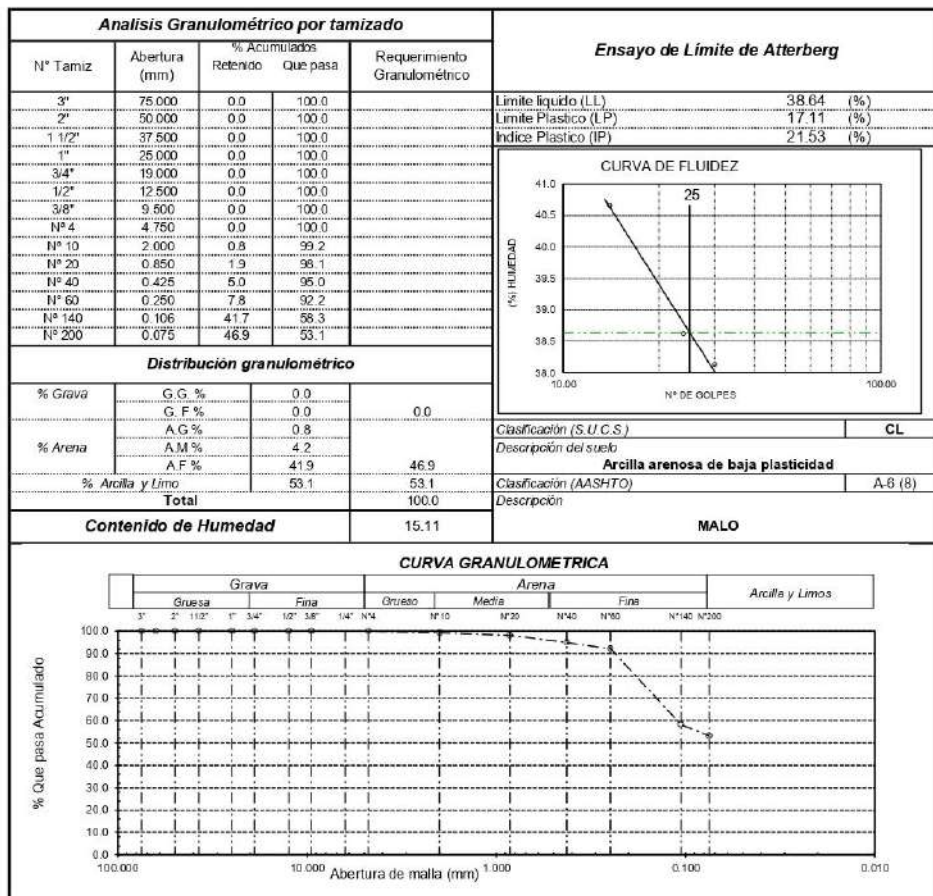
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127 : 1998

Calicata: C - 6

Muestra: M - 1

Profundidad: 1.50



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Píosi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

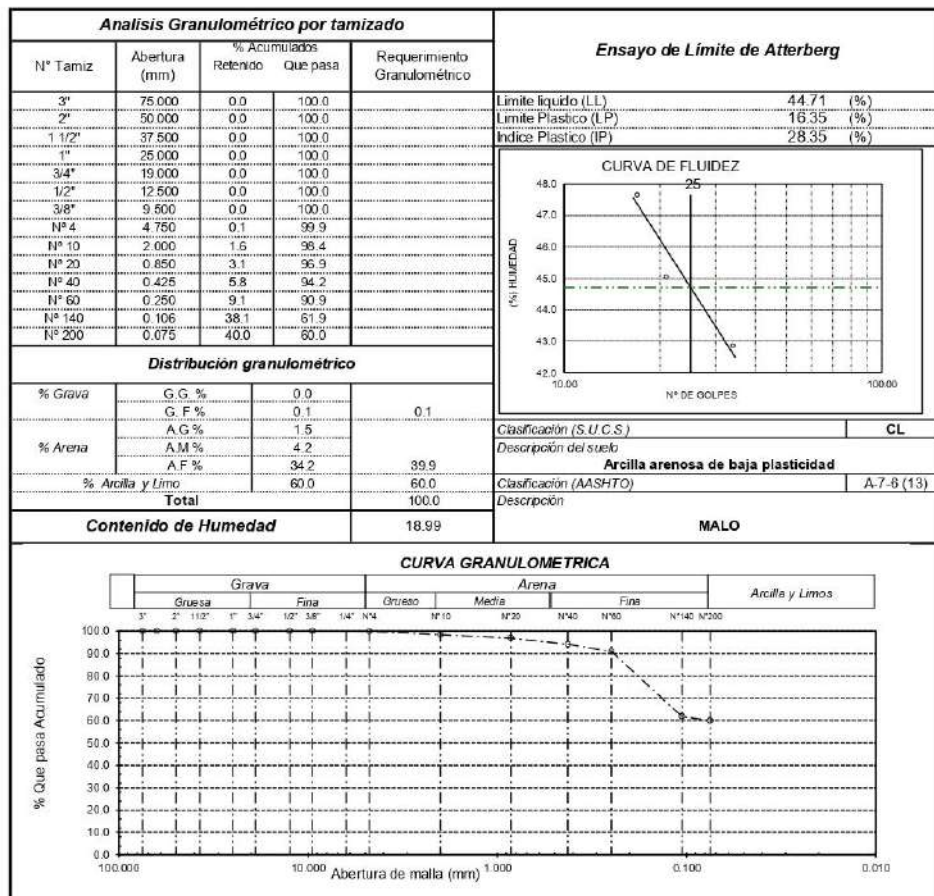
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127 : 1998

Calicata: C - 7

Muestra: M - 1

Profundidad: 1.50



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

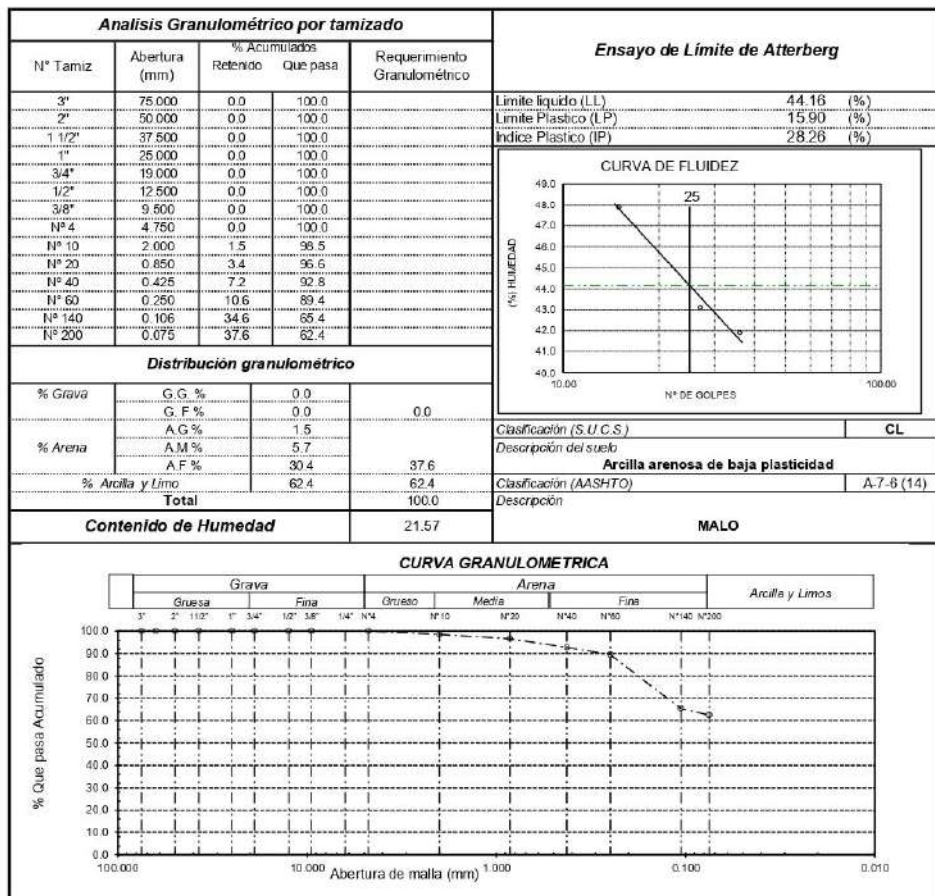
Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Píosi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127 : 1998

Calicata: C - 8

Muestra: M - 1

Profundidad: 1.50



Observaciones:
- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

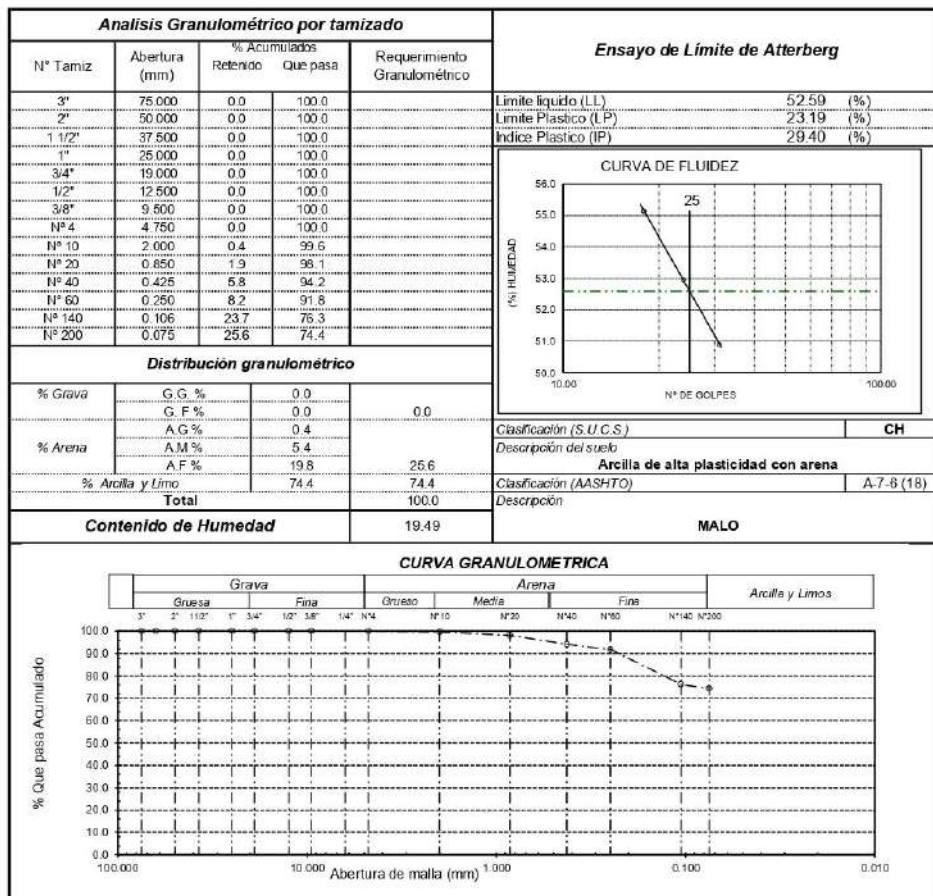
Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Píosi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127 : 1998

Calicata: C - 9

Muestra: M - 1

Profundidad: 1.50



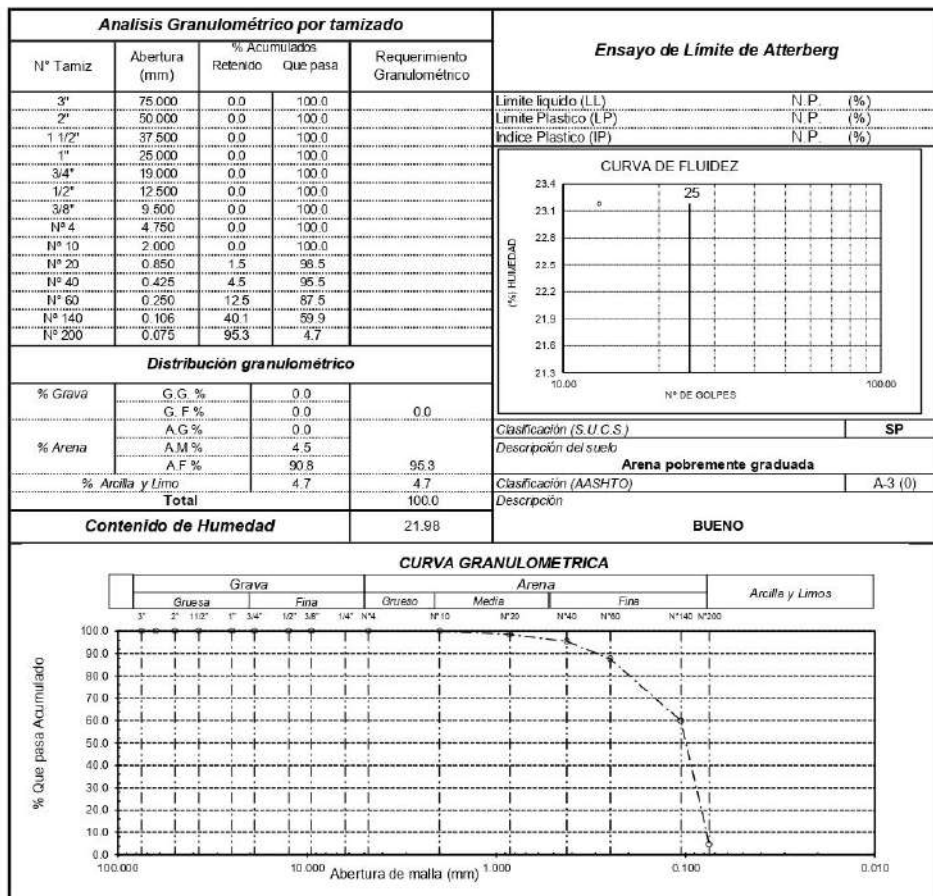
Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Merilu
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127 : 1998

Muestra: CRD



Observaciones:
- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

ANEXO 2.2. Informes de laboratorio: Proctor modificado



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chidlayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
 Proyecto : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020".
 Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

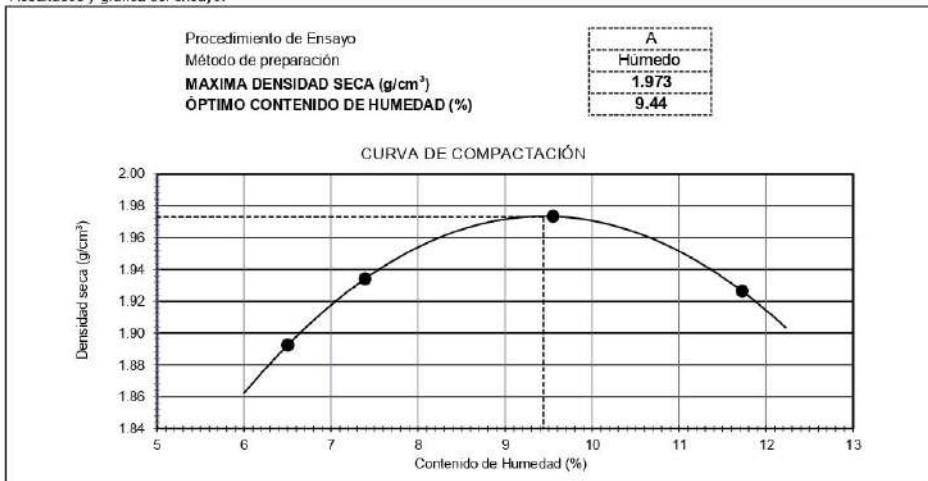
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C1	Suelo Natural	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.50	7.39	9.55	11.73
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.892	1.934	1.973	1.926

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio del 2021

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

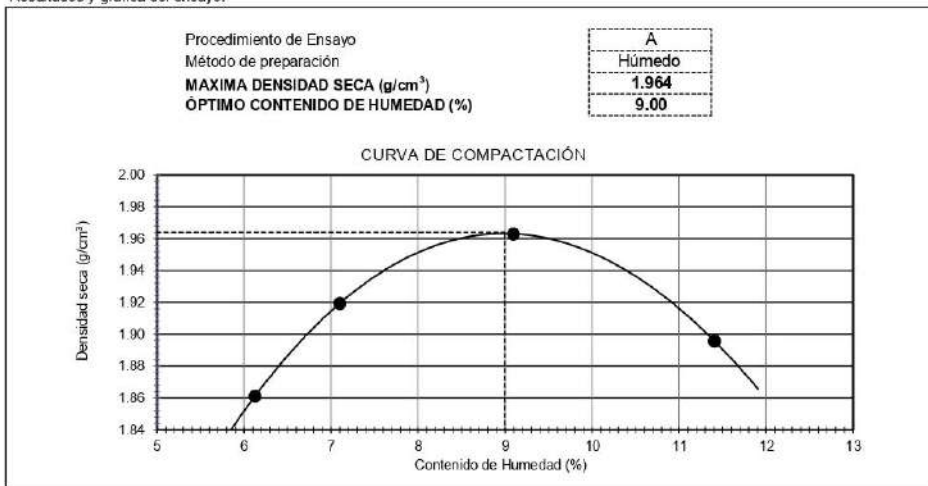
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C1	10% CRD	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.13	7.10	9.09	11.41
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.861	1.919	1.963	1.896

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizada por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pisci, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio del 2021

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pe3))

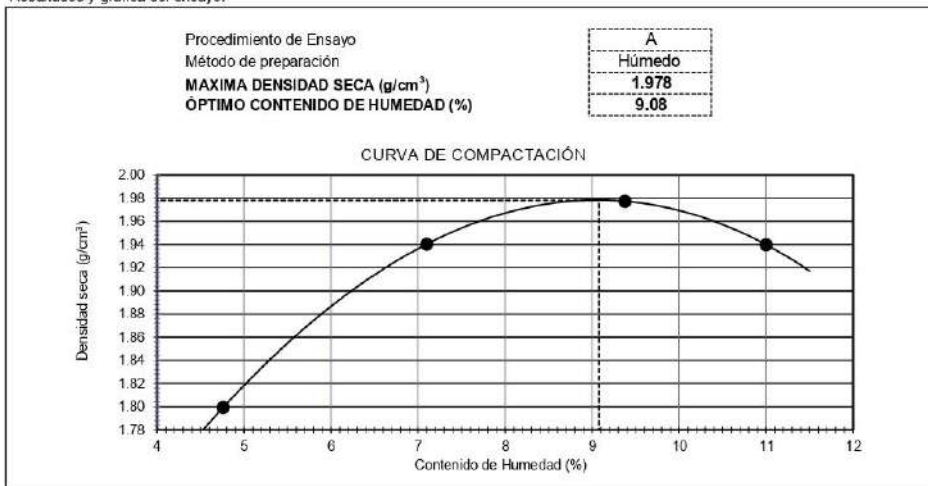
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C2	Suelo Natural	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.76	7.10	9.38	11.00
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.799	1.940	1.977	1.940

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pisci, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio del 2021

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

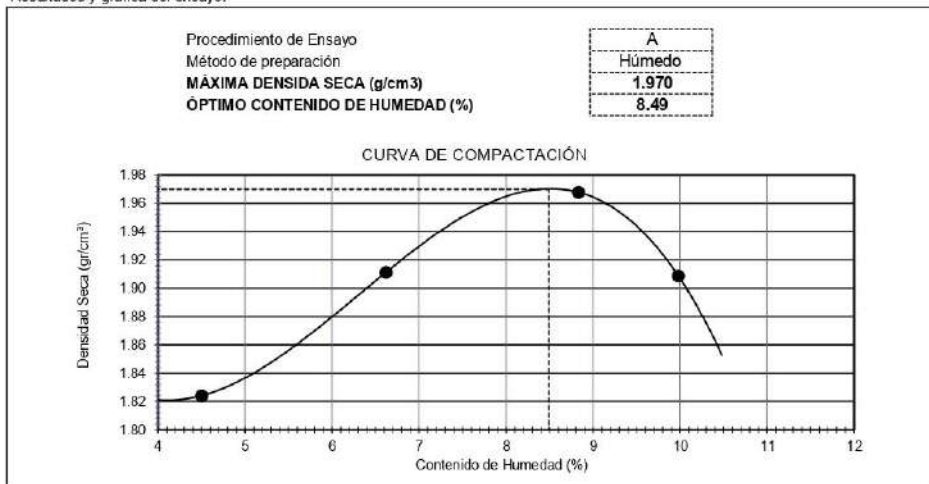
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C2	10% CRD	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.50	6.62	8.83	9.98
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.824	1.911	1.968	1.909

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

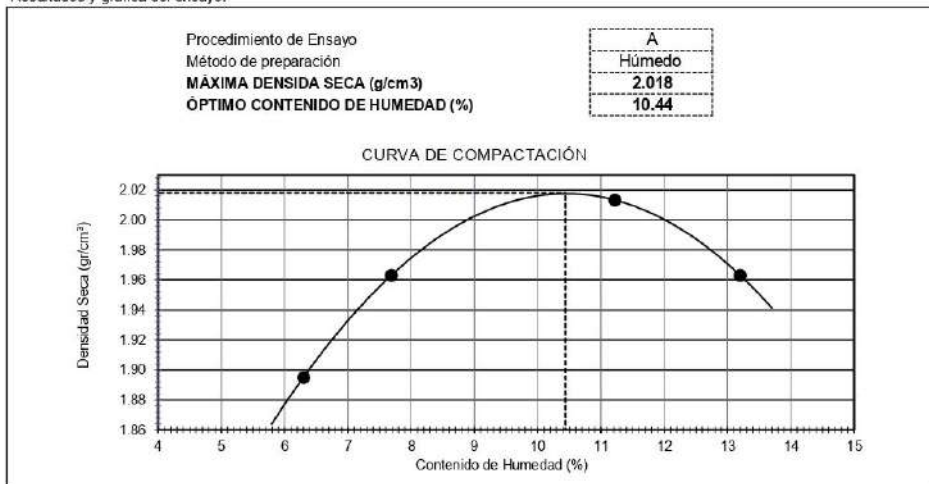
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C3	Suelo Natural	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.30	7.69	11.22	13.20
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.895	1.963	2.013	1.963

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio del 2021

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pe3))

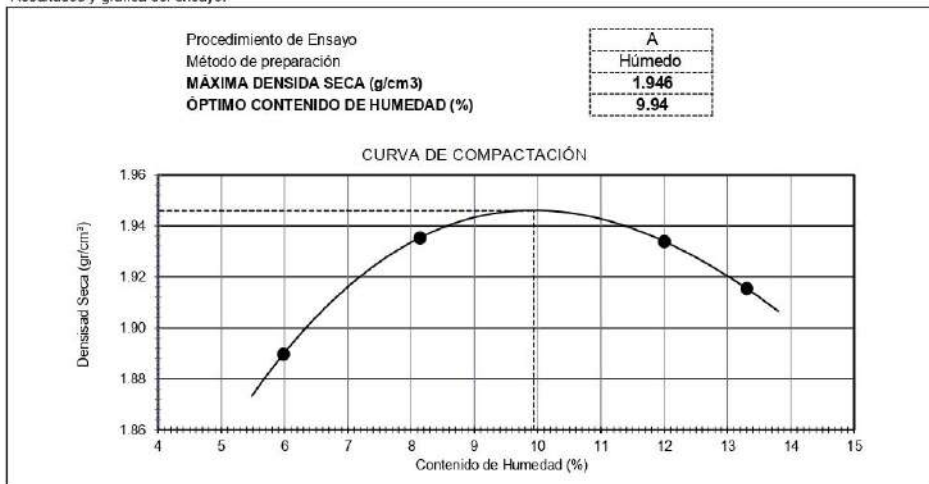
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C3	10% CRD	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.98	8.14	12.00	13.30
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.890	1.935	1.934	1.915

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN.
Proyecto : LAMBAYEQUE 2020
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

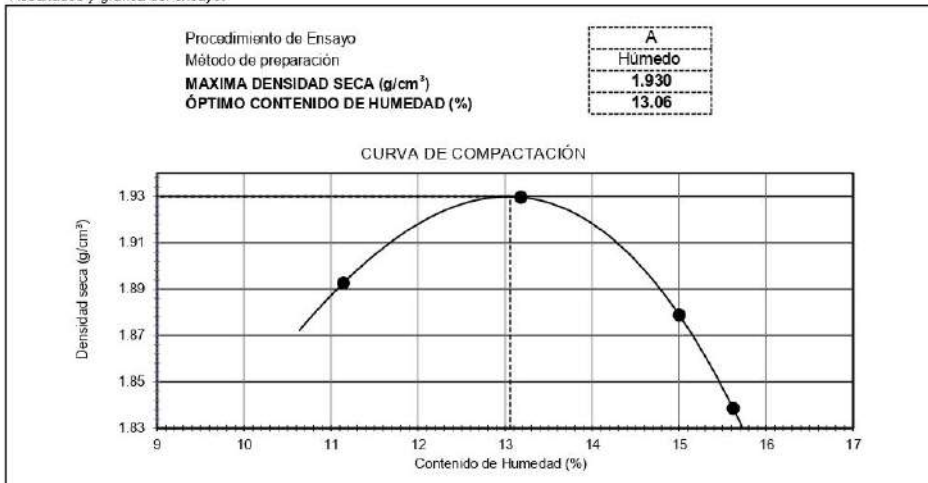
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C4	Suelo Natural	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.14	13.18	15.62	15.00
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.893	1.930	1.839	1.879

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN.
Proyecto : LAMBAYEQUE 2020
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

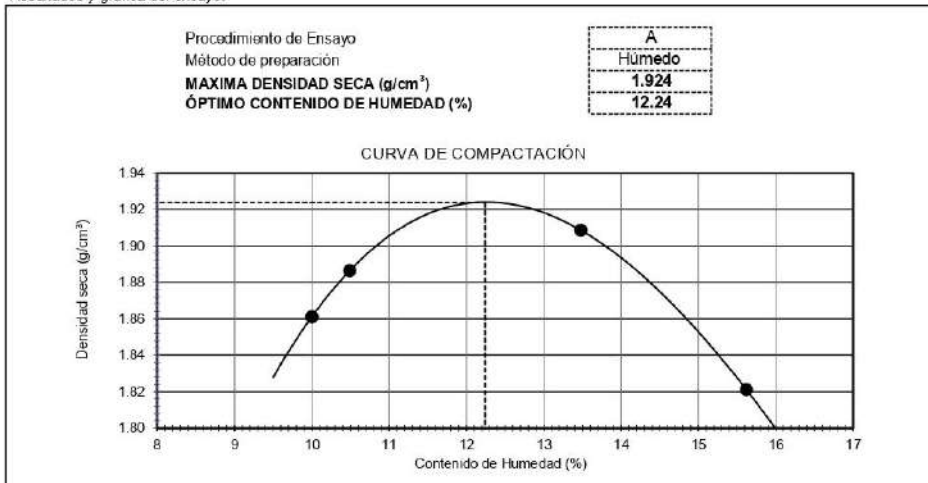
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C4	10.00%	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.00	10.49	13.48	15.62
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.861	1.886	1.909	1.821

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

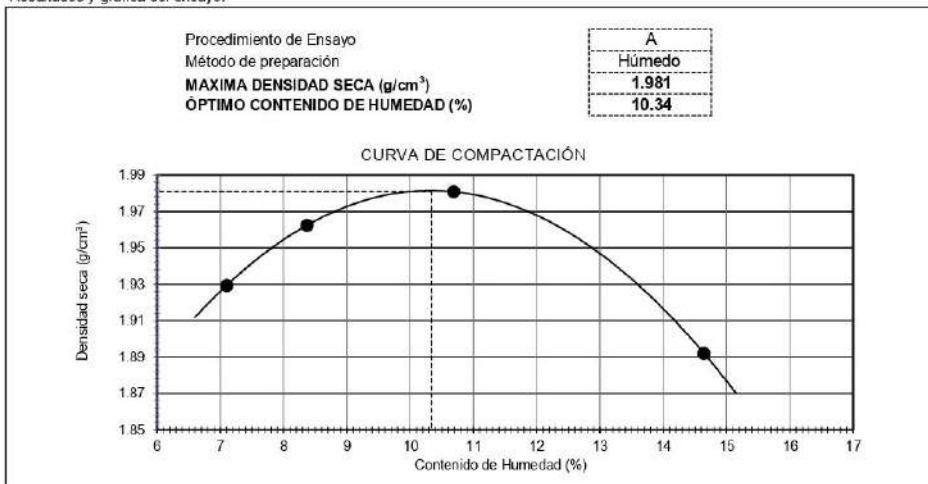
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C5	Suelo Natural	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	7.10	8.37	10.69	14.64
DENSIDAD SECA	(g/cm ³)	1.929	1.962	1.981	1.892

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

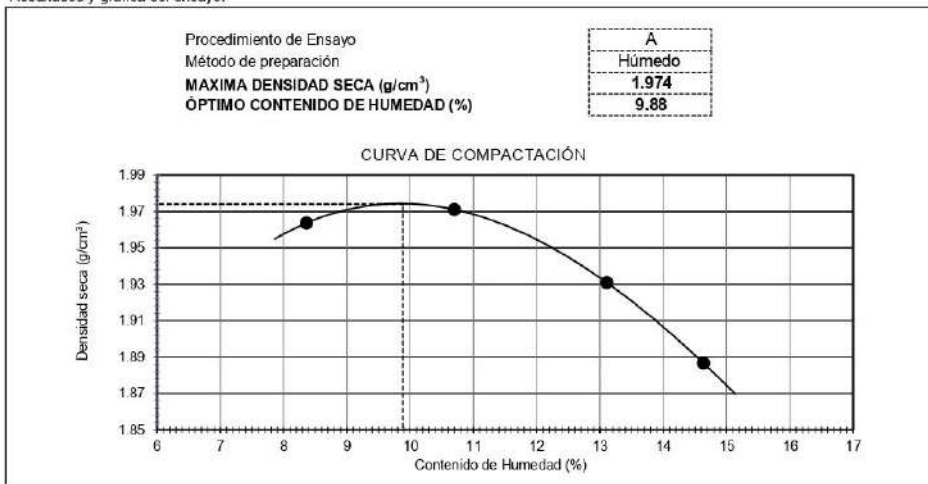
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C5	10.00%	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.36	10.70	13.10	14.63
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.964	1.971	1.931	1.887

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

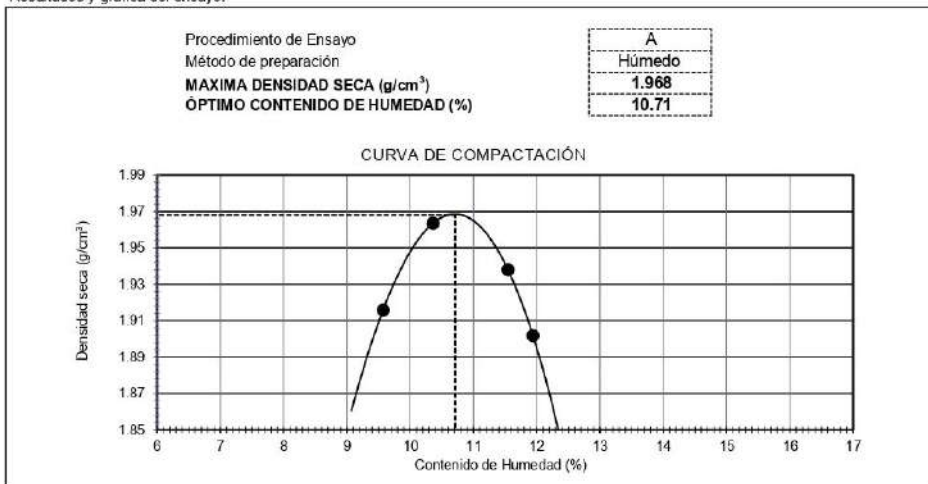
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C6	Suelo Natural	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.57	10.36	11.55	11.94
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.916	1.964	1.938	1.902

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

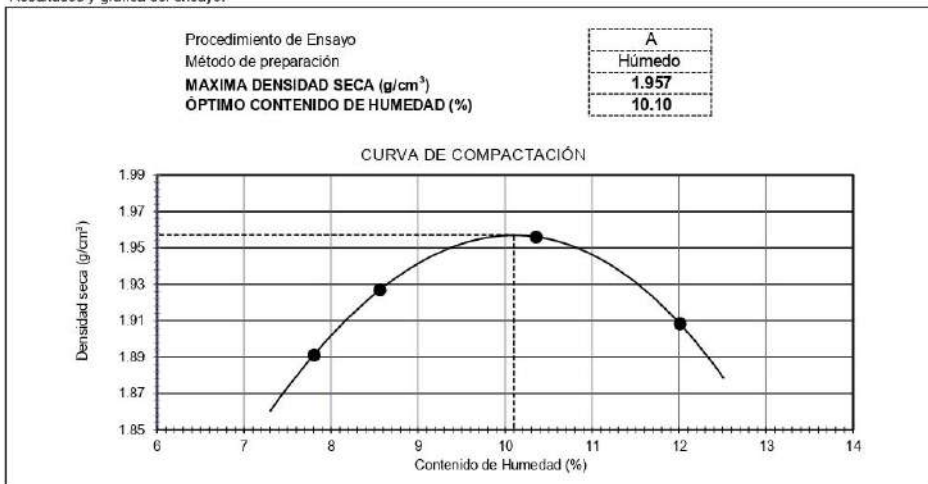
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C6	10% CRD	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.80	8.56	10.36	12.01
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.891	1.927	1.956	1.908

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

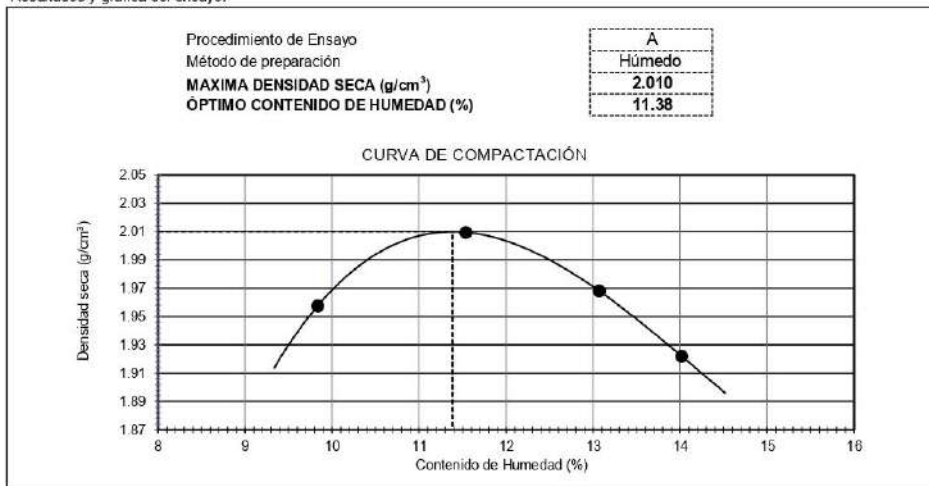
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C7	Suelo Natural	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.83	11.54	13.07	14.02
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.958	2.009	1.968	1.922

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

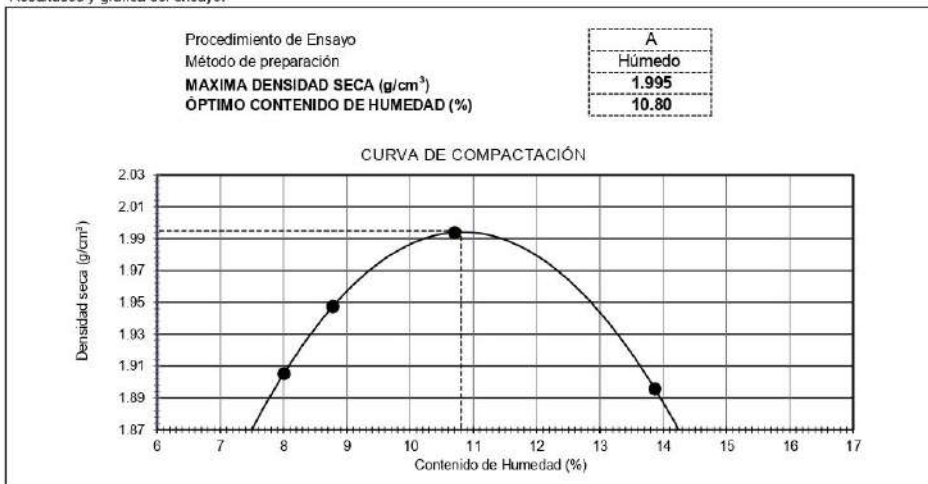
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C7	10.00%	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.00	8.78	10.70	13.67
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.905	1.947	1.994	1.896

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pe3))

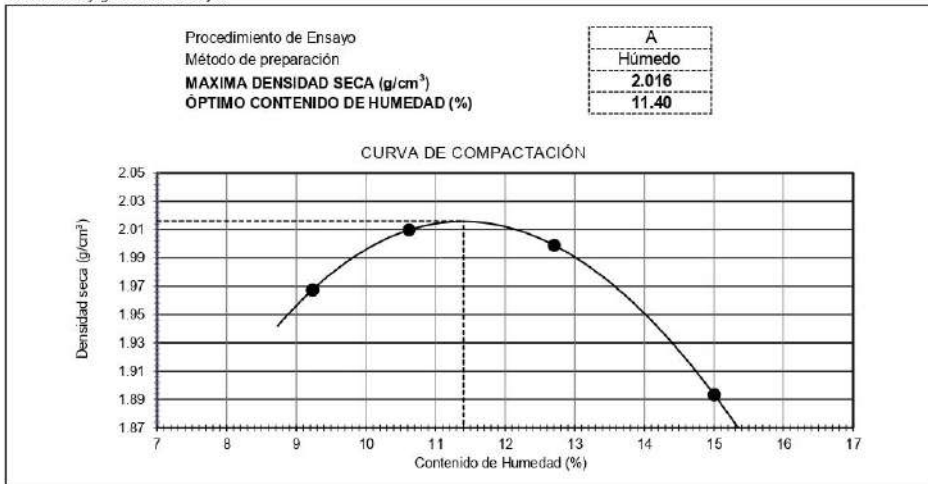
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C8	Suelo Natural	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.23	10.62	12.70	15.00
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.967	2.010	1.999	1.894

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

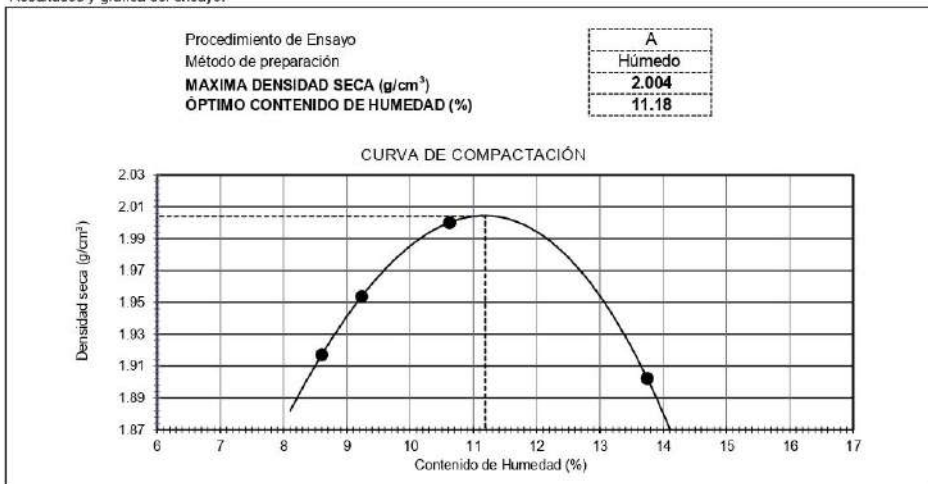
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C8	0.1	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.60	9.23	10.62	13.74
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.917	1.954	2.000	1.902

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pícsi, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m ³ (56,000 pie-lbf/pe3))

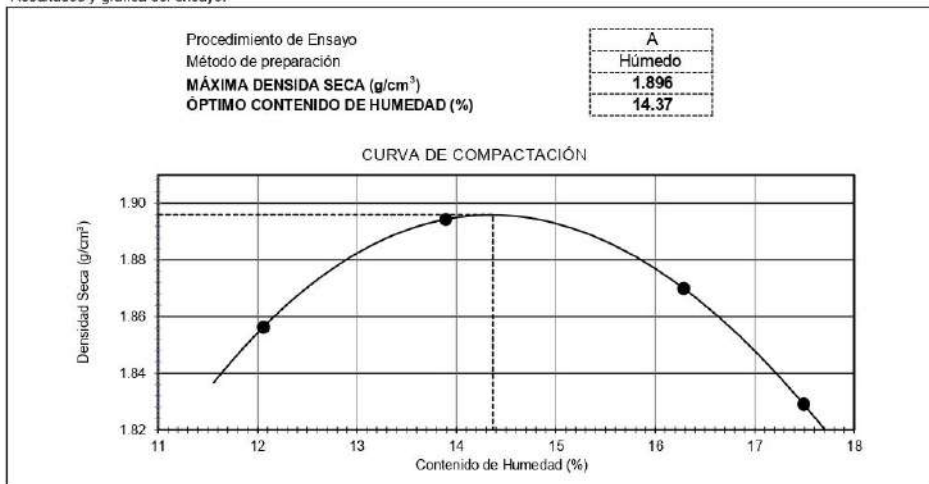
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C9	Suelo natural	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.06	13.89	16.29	17.49
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.856	1.894	1.870	1.829

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Bach. Salazar Pretel Tatiana Marilu
EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES
Proyecto : SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICION.
Ubicación : Dist. Pisci, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de apertura : 24 de julio 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

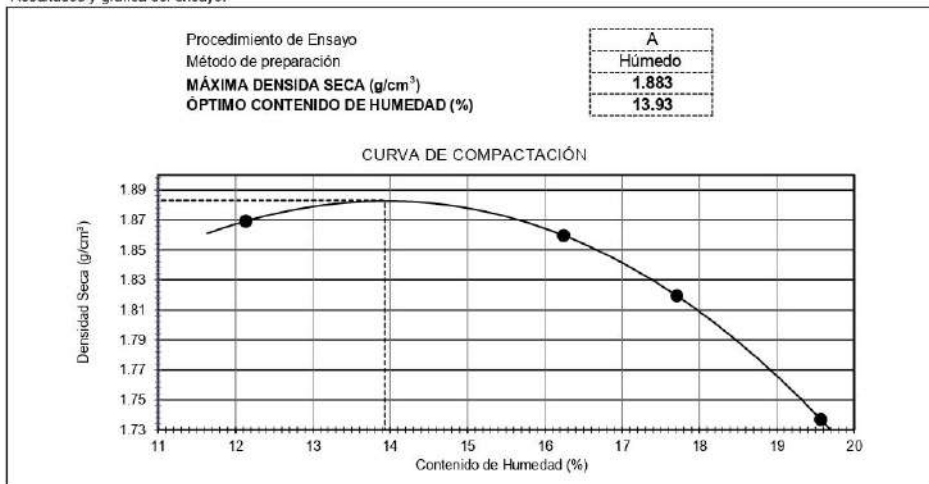
Identificación de la muestra:

Calicata	Muestra	Cantera
C9	10% CRD	-

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.13	16.24	17.71	19.57
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.869	1.860	1.819	1.737

Resultados y gráfica del ensayo:



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

ANEXO 2.3. Informes de laboratorio: Compresión no confinada de probetas de suelo



RNP - Servicios 90609589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo - Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswceir@gmail.com

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 30 de agosto del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C1		1.5 m	SNI

Datos de la Muestra

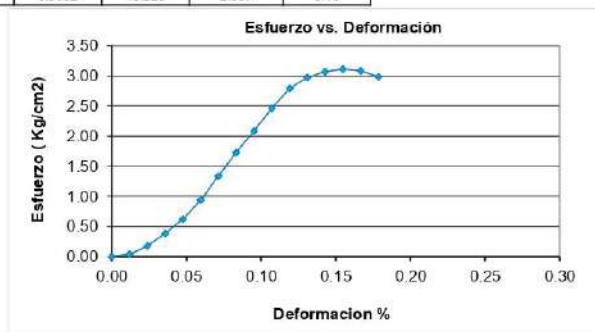
Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	238.76 g	2.153 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	9.51%	218.03 g	1.966 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _c / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.55	0.0001	0.9999	13.204	0.042	0.01
0.200	2.30	0.0002	0.9998	13.206	0.174	0.02
0.300	5.10	0.0004	0.9996	13.207	0.386	0.04
0.400	8.20	0.0005	0.9995	13.209	0.621	0.05
0.500	12.35	0.0006	0.9994	13.210	0.935	0.06
0.600	17.65	0.0007	0.9993	13.212	1.336	0.07
0.700	22.80	0.0008	0.9992	13.214	1.726	0.08
0.800	27.55	0.0010	0.9990	13.215	2.085	0.10
0.900	32.50	0.0011	0.9989	13.217	2.459	0.11
1.000	36.90	0.0012	0.9988	13.218	2.792	0.12
1.100	39.30	0.0013	0.9987	13.220	2.973	0.13
1.200	40.55	0.0014	0.9986	13.221	3.067	0.14
1.300	41.15	0.0015	0.9985	13.223	3.112	0.15
1.400	40.80	0.0017	0.9983	13.225	3.085	0.17
1.500	39.50	0.0018	0.9982	13.226	2.987	0.18

$$\sigma_{max} = 3.11 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 30 de agosto del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C1		1.5 m	10%1

Datos de la Muestra

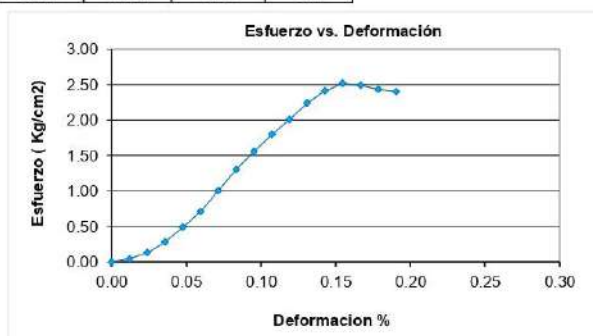
Dímetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	235.87 g	2.127 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	9.07%	216.26 g	1.950 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.60	0.0001	0.9999	13.204	0.045	0.01
0.200	1.75	0.0002	0.9998	13.206	0.133	0.02
0.300	3.75	0.0004	0.9996	13.207	0.284	0.04
0.400	6.50	0.0005	0.9995	13.209	0.492	0.05
0.500	9.45	0.0006	0.9994	13.210	0.715	0.06
0.600	13.30	0.0007	0.9993	13.212	1.007	0.07
0.700	17.25	0.0008	0.9992	13.214	1.305	0.08
0.800	20.60	0.0010	0.9990	13.215	1.559	0.10
0.900	23.75	0.0011	0.9989	13.217	1.797	0.11
1.000	26.55	0.0012	0.9988	13.218	2.009	0.12
1.100	29.65	0.0013	0.9987	13.220	2.243	0.13
1.200	31.90	0.0014	0.9986	13.221	2.413	0.14
1.300	33.30	0.0015	0.9985	13.223	2.518	0.15
1.400	32.95	0.0017	0.9983	13.225	2.492	0.17
1.500	32.20	0.0018	0.9982	13.226	2.435	0.18
1.600	31.75	0.0019	0.9981	13.228	2.400	0.19

$$\sigma_{max} = 2.52 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 30 de agosto del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C1		1.5 m	15%1

Datos de la Muestra

Dímetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	236.07 g	2.129 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	8.61%	217.36 g	1.960 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	2.05	0.0001	0.9999	13.204	0.155	0.01
0.200	5.20	0.0002	0.9998	13.206	0.394	0.02
0.300	7.95	0.0004	0.9996	13.207	0.602	0.04
0.400	11.85	0.0005	0.9995	13.209	0.897	0.05
0.500	14.70	0.0006	0.9994	13.210	1.113	0.06
0.600	19.05	0.0007	0.9993	13.212	1.442	0.07
0.700	23.90	0.0008	0.9992	13.214	1.805	0.08
0.800	29.85	0.0010	0.9990	13.215	2.259	0.10
0.900	35.60	0.0011	0.9989	13.217	2.694	0.11
1.000	40.00	0.0012	0.9988	13.218	3.026	0.12
1.100	44.65	0.0013	0.9987	13.220	3.377	0.13
1.200	48.90	0.0014	0.9986	13.221	3.699	0.14
1.300	52.50	0.0015	0.9985	13.223	3.970	0.15
1.400	56.50	0.0017	0.9983	13.225	4.272	0.17
1.500	61.10	0.0018	0.9982	13.226	4.620	0.18
1.600	65.10	0.0019	0.9981	13.228	4.921	0.19
1.700	67.80	0.0020	0.9980	13.229	5.125	0.20
1.800	67.40	0.0021	0.9979	13.231	5.094	0.21
1.900	64.00	0.0023	0.9977	13.232	4.837	0.23

$$\sigma_{max} = 5.12 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 30 de agosto del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C1		1.5 m	20% 1

Datos de la Muestra

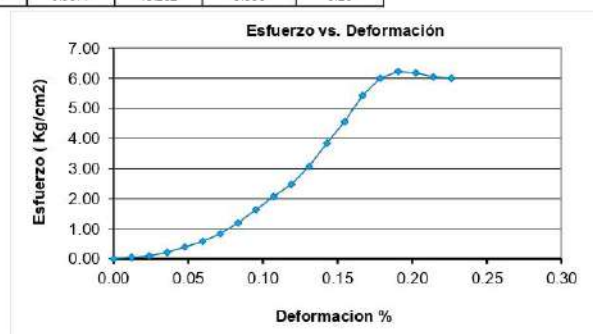
Díámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	233.58 g	2.106 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	8.07%	216.14 g	1.949 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.55	0.0001	0.9999	13.204	0.042	0.01
0.200	1.25	0.0002	0.9998	13.206	0.095	0.02
0.300	2.70	0.0004	0.9996	13.207	0.204	0.04
0.400	5.15	0.0005	0.9995	13.209	0.390	0.05
0.500	7.65	0.0006	0.9994	13.210	0.579	0.06
0.600	10.95	0.0007	0.9993	13.212	0.829	0.07
0.700	15.75	0.0008	0.9992	13.214	1.192	0.08
0.800	21.50	0.0010	0.9990	13.215	1.627	0.10
0.900	27.35	0.0011	0.9989	13.217	2.069	0.11
1.000	32.75	0.0012	0.9988	13.218	2.478	0.12
1.100	40.65	0.0013	0.9987	13.220	3.075	0.13
1.200	50.80	0.0014	0.9986	13.221	3.842	0.14
1.300	60.35	0.0015	0.9985	13.223	4.564	0.15
1.400	71.70	0.0017	0.9983	13.225	5.422	0.17
1.500	79.45	0.0018	0.9982	13.226	6.007	0.18
1.600	82.35	0.0019	0.9981	13.228	6.226	0.19
1.700	81.80	0.0020	0.9980	13.229	6.183	0.20
1.800	80.00	0.0021	0.9979	13.231	6.046	0.21
1.900	79.40	0.0023	0.9977	13.232	6.000	0.23

$$\sigma_{max} = 6.23 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 30 de agosto del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C1		1.5 m	25%1

Datos de la Muestra

Díámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	231.23 g	2.085 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	7.70%	214.70 g	1.936 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.40	0.0001	0.9999	13.204	0.030	0.01
0.200	1.30	0.0002	0.9998	13.206	0.098	0.02
0.300	2.60	0.0004	0.9996	13.207	0.197	0.04
0.400	4.80	0.0005	0.9995	13.209	0.363	0.05
0.500	7.20	0.0006	0.9994	13.210	0.545	0.06
0.600	9.85	0.0007	0.9993	13.212	0.746	0.07
0.700	13.95	0.0008	0.9992	13.214	1.056	0.08
0.800	20.90	0.0010	0.9990	13.215	1.582	0.10
0.900	28.25	0.0011	0.9989	13.217	2.137	0.11
1.000	37.95	0.0012	0.9988	13.218	2.871	0.12
1.100	47.95	0.0013	0.9987	13.220	3.627	0.13
1.200	59.85	0.0014	0.9986	13.221	4.527	0.14
1.300	72.00	0.0015	0.9985	13.223	5.445	0.15
1.400	81.60	0.0017	0.9983	13.225	6.170	0.17
1.500	89.30	0.0018	0.9982	13.226	6.752	0.18
1.600	92.95	0.0019	0.9981	13.228	7.027	0.19
1.700	92.70	0.0020	0.9980	13.229	7.007	0.20
1.800	90.50	0.0021	0.9979	13.231	6.840	0.21
1.900	87.90	0.0023	0.9977	13.232	6.643	0.23

$$\sigma_{max} = 7.03 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 30 de agosto del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C2		1.5 m	SN1

Datos de la Muestra

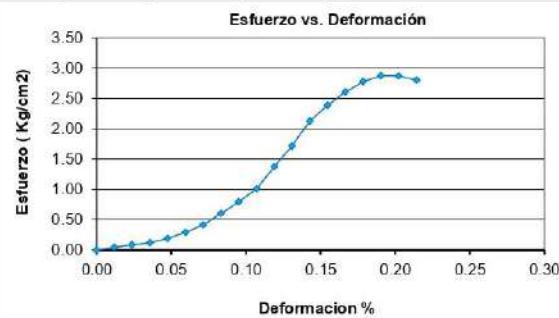
Díámetro inicial (D_0)	Altura inicial (L_0)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	238.29 g	2.149 g/cm ³
Área inicial (A_0)	Volumen Inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	9.13%	218.36 g	1.969 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L_0/D_0	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta L/L_0$	Kgf	$A_0 / 1-Def. Unit.$	Carga / Área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.60	0.0001	0.9999	13.204	0.045	0.01
0.200	1.15	0.0002	0.9998	13.206	0.087	0.02
0.300	1.55	0.0004	0.9996	13.207	0.117	0.04
0.400	2.50	0.0005	0.9995	13.209	0.189	0.05
0.500	3.80	0.0006	0.9994	13.210	0.288	0.06
0.600	5.50	0.0007	0.9993	13.212	0.416	0.07
0.700	7.95	0.0008	0.9992	13.214	0.602	0.08
0.800	10.45	0.0010	0.9990	13.215	0.791	0.10
0.900	13.35	0.0011	0.9989	13.217	1.010	0.11
1.000	18.15	0.0012	0.9988	13.218	1.373	0.12
1.100	22.70	0.0013	0.9987	13.220	1.717	0.13
1.200	28.15	0.0014	0.9986	13.221	2.129	0.14
1.300	31.55	0.0015	0.9985	13.223	2.386	0.15
1.400	34.50	0.0017	0.9983	13.225	2.609	0.17
1.500	36.75	0.0018	0.9982	13.226	2.779	0.18
1.600	38.00	0.0019	0.9981	13.228	2.873	0.19
1.700	37.95	0.0020	0.9980	13.229	2.869	0.20
1.800	37.05	0.0021	0.9979	13.231	2.800	0.21

$$\sigma_{max} = 2.87 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 30 de agosto del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C2		1.5 m	10%1

Datos de la Muestra

Dímetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	236.46 g	2.132 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	8.39%	218.16 g	1.967 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.60	0.0001	0.9999	13.204	0.045	0.01
0.200	2.00	0.0002	0.9998	13.206	0.151	0.02
0.300	3.15	0.0004	0.9996	13.207	0.239	0.04
0.400	5.25	0.0005	0.9995	13.209	0.397	0.05
0.500	8.05	0.0006	0.9994	13.210	0.609	0.06
0.600	11.20	0.0007	0.9993	13.212	0.848	0.07
0.700	15.25	0.0008	0.9992	13.214	1.154	0.08
0.800	20.20	0.0010	0.9990	13.215	1.529	0.10
0.900	25.05	0.0011	0.9989	13.217	1.895	0.11
1.000	30.70	0.0012	0.9988	13.218	2.323	0.12
1.100	36.35	0.0013	0.9987	13.220	2.750	0.13
1.200	41.80	0.0014	0.9986	13.221	3.162	0.14
1.300	47.45	0.0015	0.9985	13.223	3.588	0.15
1.400	51.20	0.0017	0.9983	13.225	3.872	0.17
1.500	53.25	0.0018	0.9982	13.226	4.026	0.18
1.600	52.10	0.0019	0.9981	13.228	3.939	0.19
1.700	49.80	0.0020	0.9980	13.229	3.764	0.20
1.800	46.30	0.0021	0.9979	13.231	3.495	0.21

$$\sigma_{max} = 4.03 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 30 de agosto del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C2		1.5 m	15%1

Datos de la Muestra

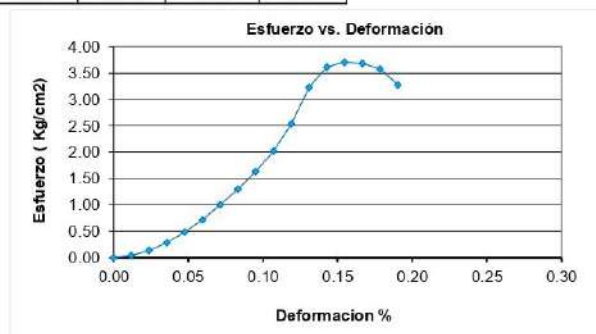
Díametro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	231.14 g	2.084 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	7.99%	214.05 g	1.930 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _z / 1-Def. Unit.	Carqa / Área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.60	0.0001	0.9999	13.204	0.045	0.01
0.200	1.80	0.0002	0.9998	13.206	0.136	0.02
0.300	3.75	0.0004	0.9996	13.207	0.284	0.04
0.400	6.45	0.0005	0.9995	13.209	0.488	0.05
0.500	9.45	0.0006	0.9994	13.210	0.715	0.06
0.600	13.30	0.0007	0.9993	13.212	1.007	0.07
0.700	17.20	0.0008	0.9992	13.214	1.302	0.08
0.800	21.60	0.0010	0.9990	13.215	1.634	0.10
0.900	26.75	0.0011	0.9989	13.217	2.024	0.11
1.000	33.55	0.0012	0.9988	13.218	2.538	0.12
1.100	42.65	0.0013	0.9987	13.220	3.226	0.13
1.200	47.80	0.0014	0.9986	13.221	3.615	0.14
1.300	49.00	0.0015	0.9985	13.223	3.706	0.15
1.400	48.75	0.0017	0.9983	13.225	3.686	0.17
1.500	47.35	0.0018	0.9982	13.226	3.580	0.18
1.600	43.30	0.0019	0.9981	13.228	3.273	0.19

$$\sigma_{max} = 3.71 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 30 de agosto del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C2		1.5 m	20%±

Datos de la Muestra

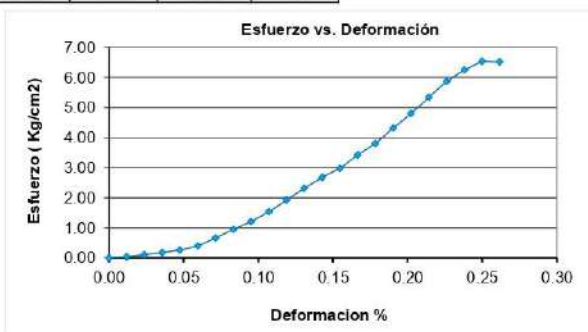
Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	216.52 g	1.952 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	6.57%	203.18 g	1.832 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _c / 1-Def. Unit.	Carga / Área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.50	0.0001	0.9999	13.204	0.038	0.01
0.200	1.30	0.0002	0.9998	13.206	0.098	0.02
0.300	2.35	0.0004	0.9996	13.207	0.178	0.04
0.400	3.35	0.0005	0.9995	13.209	0.254	0.05
0.500	5.25	0.0006	0.9994	13.210	0.397	0.06
0.600	8.65	0.0007	0.9993	13.212	0.655	0.07
0.700	12.50	0.0008	0.9992	13.214	0.946	0.08
0.800	15.95	0.0010	0.9990	13.215	1.207	0.10
0.900	20.30	0.0011	0.9989	13.217	1.536	0.11
1.000	25.45	0.0012	0.9988	13.218	1.925	0.12
1.100	30.65	0.0013	0.9987	13.220	2.318	0.13
1.200	35.35	0.0014	0.9986	13.221	2.674	0.14
1.300	39.40	0.0015	0.9985	13.223	2.980	0.15
1.400	45.25	0.0017	0.9983	13.225	3.422	0.17
1.500	50.30	0.0018	0.9982	13.226	3.803	0.18
1.600	57.15	0.0019	0.9981	13.228	4.320	0.19
1.700	63.55	0.0020	0.9980	13.229	4.804	0.20
1.800	70.65	0.0021	0.9979	13.231	5.340	0.21
1.900	77.65	0.0023	0.9977	13.232	5.868	0.23
2.000	82.60	0.0024	0.9976	13.234	6.257	0.24
2.100	86.60	0.0025	0.9975	13.236	6.543	0.25
2.200	86.35	0.0026	0.9974	13.237	6.523	0.26

$$\sigma_{max} = 6.54 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 30 de agosto del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C2		1.5 m	25% ±

Datos de la Muestra

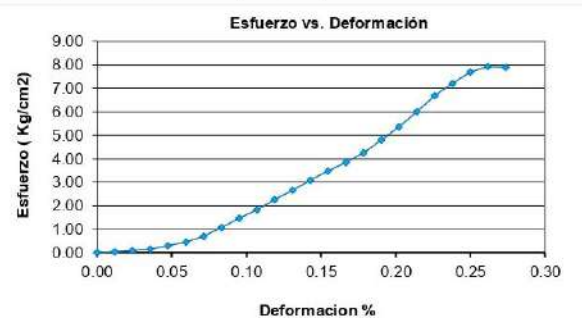
Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	213.44 g	1.925 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	6.10%	201.18 g	1.814 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _c / 1-Def. Unit.	Carga / Área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.55	0.0001	0.9999	13.204	0.042	0.01
0.200	1.15	0.0002	0.9998	13.206	0.087	0.02
0.300	2.10	0.0004	0.9996	13.207	0.159	0.04
0.400	3.95	0.0005	0.9995	13.209	0.299	0.05
0.500	5.95	0.0006	0.9994	13.210	0.450	0.06
0.600	9.10	0.0007	0.9993	13.212	0.689	0.07
0.700	14.15	0.0008	0.9992	13.214	1.071	0.08
0.800	19.40	0.0010	0.9990	13.215	1.468	0.10
0.900	24.10	0.0011	0.9989	13.217	1.823	0.11
1.000	29.95	0.0012	0.9988	13.218	2.266	0.12
1.100	35.15	0.0013	0.9987	13.220	2.659	0.13
1.200	40.90	0.0014	0.9986	13.221	3.093	0.14
1.300	46.10	0.0015	0.9985	13.223	3.486	0.15
1.400	50.95	0.0017	0.9983	13.225	3.853	0.17
1.500	56.10	0.0018	0.9982	13.226	4.242	0.18
1.600	63.60	0.0019	0.9981	13.228	4.808	0.19
1.700	71.00	0.0020	0.9980	13.229	5.367	0.20
1.800	79.50	0.0021	0.9979	13.231	6.009	0.21
1.900	88.50	0.0023	0.9977	13.232	6.688	0.23
2.000	95.50	0.0024	0.9976	13.234	7.216	0.24
2.100	101.75	0.0025	0.9975	13.236	7.688	0.25
2.200	104.85	0.0026	0.9974	13.237	7.921	0.26
2.300	104.45	0.0027	0.9973	13.239	7.890	0.27

$$\sigma_{max} = 7.92 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Domingo, 05 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C3		1.5 m	SNI

Datos de la Muestra

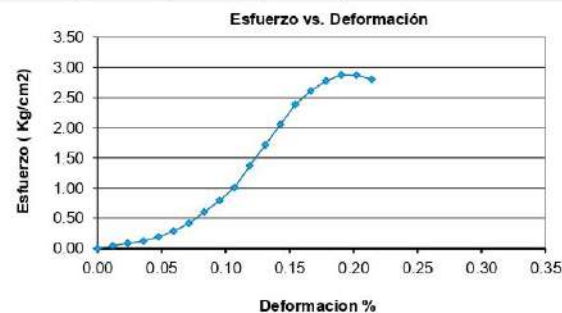
Díametro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	245.70 g	2.215 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	10.50%	222.36 g	2.005 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma- mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.60	0.0001	0.9999	13.204	0.045	0.01
0.200	1.15	0.0002	0.9998	13.206	0.087	0.02
0.300	1.55	0.0004	0.9996	13.207	0.117	0.04
0.400	2.50	0.0005	0.9995	13.209	0.189	0.05
0.500	3.80	0.0006	0.9994	13.210	0.288	0.06
0.600	5.50	0.0007	0.9993	13.212	0.416	0.07
0.700	7.95	0.0008	0.9992	13.214	0.602	0.08
0.800	10.45	0.0010	0.9990	13.215	0.791	0.10
0.900	13.35	0.0011	0.9989	13.217	1.010	0.11
1.000	18.15	0.0012	0.9988	13.218	1.373	0.12
1.100	22.70	0.0013	0.9987	13.220	1.717	0.13
1.200	27.15	0.0014	0.9986	13.221	2.053	0.14
1.300	31.55	0.0015	0.9985	13.223	2.386	0.15
1.400	34.50	0.0017	0.9983	13.225	2.609	0.17
1.500	36.75	0.0018	0.9982	13.226	2.779	0.18
1.600	38.00	0.0019	0.9981	13.228	2.873	0.19
1.700	37.95	0.0020	0.9980	13.229	2.869	0.20
1.800	37.05	0.0021	0.9979	13.231	2.800	0.21

$$\sigma_{max.} = 2.87 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Domingo, 05 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C3		1.5 m	10%1

Datos de la Muestra

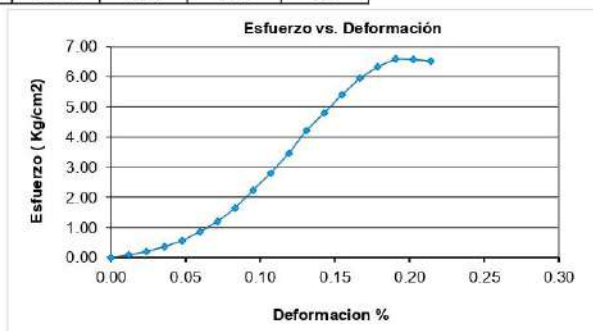
Dímetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	236.66 g	2.134 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	9.99%	215.16 g	1.940 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	1.25	0.0001	0.9999	13.204	0.095	0.01
0.200	2.70	0.0002	0.9998	13.206	0.204	0.02
0.300	4.75	0.0004	0.9996	13.207	0.360	0.04
0.400	7.30	0.0005	0.9995	13.209	0.553	0.05
0.500	11.20	0.0006	0.9994	13.210	0.848	0.06
0.600	15.85	0.0007	0.9993	13.212	1.200	0.07
0.700	21.75	0.0008	0.9992	13.214	1.646	0.08
0.800	29.55	0.0010	0.9990	13.215	2.236	0.10
0.900	37.05	0.0011	0.9989	13.217	2.803	0.11
1.000	45.60	0.0012	0.9988	13.218	3.450	0.12
1.100	55.70	0.0013	0.9987	13.220	4.213	0.13
1.200	63.50	0.0014	0.9986	13.221	4.803	0.14
1.300	71.40	0.0015	0.9985	13.223	5.400	0.15
1.400	78.75	0.0017	0.9983	13.225	5.955	0.17
1.500	83.80	0.0018	0.9982	13.226	6.336	0.18
1.600	87.15	0.0019	0.9981	13.228	6.588	0.19
1.700	87.00	0.0020	0.9980	13.229	6.576	0.20
1.800	86.20	0.0021	0.9979	13.231	6.515	0.21

$$\sigma_{max} = 6.59 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Domingo, 05 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C3		1.5 m	15%1

Datos de la Muestra

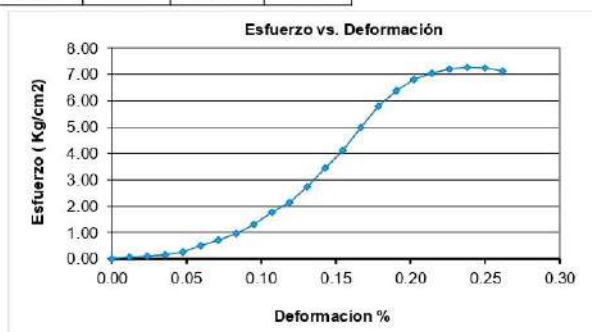
Díametro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Humeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	234.51 g	2.115 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	9.68%	213.81 g	1.928 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.85	0.0001	0.9999	13.204	0.064	0.01
0.200	1.25	0.0002	0.9998	13.206	0.095	0.02
0.300	1.95	0.0004	0.9996	13.207	0.148	0.04
0.400	3.35	0.0005	0.9995	13.209	0.254	0.05
0.500	6.65	0.0006	0.9994	13.210	0.503	0.06
0.600	9.45	0.0007	0.9993	13.212	0.715	0.07
0.700	12.70	0.0008	0.9992	13.214	0.961	0.08
0.800	17.30	0.0010	0.9990	13.215	1.309	0.10
0.900	23.35	0.0011	0.9989	13.217	1.767	0.11
1.000	28.20	0.0012	0.9988	13.218	2.133	0.12
1.100	36.15	0.0013	0.9987	13.220	2.735	0.13
1.200	45.50	0.0014	0.9986	13.221	3.441	0.14
1.300	54.35	0.0015	0.9985	13.223	4.110	0.15
1.400	65.95	0.0017	0.9983	13.225	4.987	0.17
1.500	76.55	0.0018	0.9982	13.226	5.788	0.18
1.600	84.40	0.0019	0.9981	13.228	6.381	0.19
1.700	90.15	0.0020	0.9980	13.229	6.814	0.20
1.800	93.20	0.0021	0.9979	13.231	7.044	0.21
1.900	95.30	0.0023	0.9977	13.232	7.202	0.23
2.000	96.20	0.0024	0.9976	13.234	7.269	0.24
2.100	96.00	0.0025	0.9975	13.236	7.253	0.25
2.200	94.25	0.0026	0.9974	13.237	7.120	0.26

$$\sigma_{max} = 7.27 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Domingo, 05 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C3		1.5 m	20%1

Datos de la Muestra

Dímetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	233.50 g	2.105 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	9.14%	213.94 g	1.929 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L ₀	Kgf	A ₂ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	1.30	0.0001	0.9999	13.204	0.098	0.01
0.200	3.20	0.0002	0.9998	13.206	0.242	0.02
0.300	6.10	0.0004	0.9996	13.207	0.462	0.04
0.400	8.55	0.0005	0.9995	13.209	0.647	0.05
0.500	13.55	0.0006	0.9994	13.210	1.026	0.06
0.600	18.70	0.0007	0.9993	13.212	1.415	0.07
0.700	26.40	0.0008	0.9992	13.214	1.922	0.08
0.800	32.15	0.0010	0.9990	13.215	2.433	0.10
0.900	42.20	0.0011	0.9989	13.217	3.193	0.11
1.000	51.20	0.0012	0.9988	13.218	3.873	0.12
1.100	62.15	0.0013	0.9987	13.220	4.701	0.13
1.200	70.70	0.0014	0.9986	13.221	5.347	0.14
1.300	78.00	0.0015	0.9985	13.223	5.899	0.15
1.400	84.55	0.0017	0.9983	13.225	6.393	0.17
1.500	89.00	0.0018	0.9982	13.226	6.729	0.18
1.600	93.60	0.0019	0.9981	13.228	7.076	0.19
1.700	97.00	0.0020	0.9980	13.229	7.332	0.20
1.800	100.00	0.0021	0.9979	13.231	7.558	0.21
1.900	104.00	0.0023	0.9977	13.232	7.859	0.23
2.000	105.45	0.0024	0.9976	13.234	7.968	0.24
2.100	107.40	0.0025	0.9975	13.236	8.114	0.25
2.200	108.20	0.0026	0.9974	13.237	8.174	0.26
2.300	108.85	0.0027	0.9973	13.239	8.222	0.27
2.400	108.45	0.0029	0.9971	13.240	8.191	0.29

$$\sigma_{max} = 8.22 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Domingo, 05 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C3		1.5 m	25%1

Datos de la Muestra

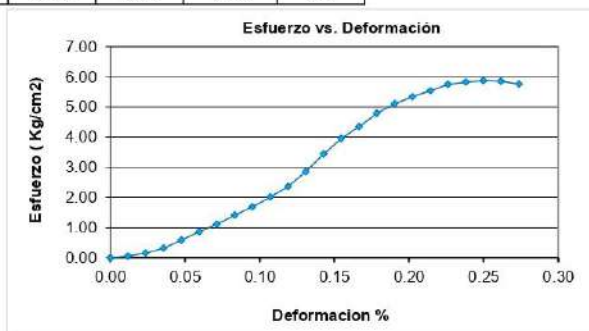
Díametro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	229.89 g	2.073 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	8.82%	211.26 g	1.905 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L ₀	Kgf	A ₂ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.70	0.0001	0.9999	13.204	0.053	0.01
0.200	2.05	0.0002	0.9998	13.206	0.155	0.02
0.300	4.20	0.0004	0.9996	13.207	0.318	0.04
0.400	7.65	0.0005	0.9995	13.209	0.579	0.05
0.500	11.30	0.0006	0.9994	13.210	0.855	0.06
0.600	14.65	0.0007	0.9993	13.212	1.109	0.07
0.700	18.60	0.0008	0.9992	13.214	1.408	0.08
0.800	22.20	0.0010	0.9990	13.215	1.680	0.10
0.900	26.50	0.0011	0.9989	13.217	2.005	0.11
1.000	31.20	0.0012	0.9988	13.218	2.360	0.12
1.100	37.60	0.0013	0.9987	13.220	2.844	0.13
1.200	45.40	0.0014	0.9986	13.221	3.434	0.14
1.300	52.15	0.0015	0.9985	13.223	3.944	0.15
1.400	57.50	0.0017	0.9983	13.225	4.348	0.17
1.500	63.25	0.0018	0.9982	13.226	4.782	0.18
1.600	67.56	0.0019	0.9981	13.228	5.107	0.19
1.700	70.50	0.0020	0.9980	13.229	5.329	0.20
1.800	73.20	0.0021	0.9979	13.231	5.533	0.21
1.900	76.00	0.0023	0.9977	13.232	5.743	0.23
2.000	77.05	0.0024	0.9976	13.234	5.822	0.24
2.100	77.65	0.0025	0.9975	13.236	5.867	0.25
2.200	77.45	0.0026	0.9974	13.237	5.851	0.26
2.300	76.20	0.0027	0.9973	13.239	5.756	0.27

$$\sigma_{max} = 5.87 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Miércoles, 08 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C4		1.5 m	SNI

Datos de la Muestra

Dímetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	242.98 g	2.191 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	13.58%	213.93 g	1.929 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L ₀	Kgf	A ₀ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma- mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	1.60	0.0001	0.9999	13.204	0.121	0.01
0.200	4.25	0.0002	0.9998	13.206	0.322	0.02
0.300	7.45	0.0004	0.9996	13.207	0.564	0.04
0.400	11.10	0.0005	0.9995	13.209	0.840	0.05
0.500	14.55	0.0006	0.9994	13.210	1.101	0.06
0.600	17.85	0.0007	0.9993	13.212	1.351	0.07
0.700	22.85	0.0008	0.9992	13.214	1.729	0.08
0.800	27.15	0.0010	0.9990	13.215	2.054	0.10
0.900	34.00	0.0011	0.9989	13.217	2.573	0.11
1.000	44.30	0.0012	0.9988	13.218	3.351	0.12
1.100	55.90	0.0013	0.9987	13.220	4.228	0.13
1.200	69.05	0.0014	0.9986	13.221	5.223	0.14
1.300	79.15	0.0015	0.9985	13.223	5.986	0.15
1.400	87.05	0.0017	0.9983	13.225	6.582	0.17
1.500	94.85	0.0018	0.9982	13.226	7.171	0.18
1.600	98.10	0.0019	0.9981	13.228	7.416	0.19
1.700	99.60	0.0020	0.9980	13.229	7.529	0.20
1.800	99.30	0.0021	0.9979	13.231	7.505	0.21
1.900	98.00	0.0023	0.9977	13.232	7.406	0.23

$$\sigma_{max} = 7.53 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Miércoles, 08 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C4		1.5 m	10%L

Datos de la Muestra

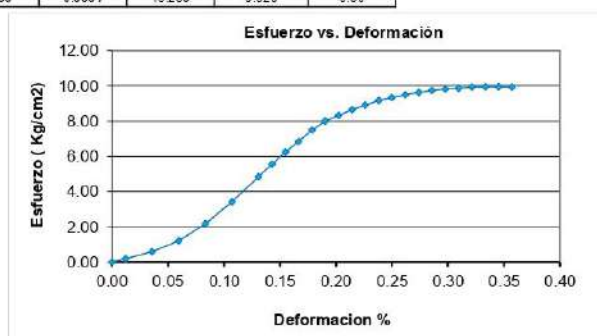
Díámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	238.34 g	2.149 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	12.12%	212.58 g	1.917 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _z / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	2.50	0.0001	0.9999	13.204	0.189	0.01
0.300	7.80	0.0004	0.9996	13.207	0.591	0.04
0.500	15.95	0.0006	0.9994	13.210	1.207	0.06
0.700	28.75	0.0008	0.9992	13.214	2.176	0.08
0.900	45.05	0.0011	0.9989	13.217	3.409	0.11
1.100	63.90	0.0013	0.9987	13.220	4.834	0.13
1.200	73.55	0.0014	0.9986	13.221	5.563	0.14
1.300	82.45	0.0015	0.9985	13.223	6.235	0.15
1.400	90.55	0.0017	0.9983	13.225	6.847	0.17
1.500	99.15	0.0018	0.9982	13.226	7.497	0.18
1.600	105.90	0.0019	0.9981	13.228	8.006	0.19
1.700	110.10	0.0020	0.9980	13.229	8.322	0.20
1.800	114.20	0.0021	0.9979	13.231	8.631	0.21
1.900	117.90	0.0023	0.9977	13.232	8.910	0.23
2.000	121.50	0.0024	0.9976	13.234	9.181	0.24
2.100	123.65	0.0025	0.9975	13.236	9.342	0.25
2.200	125.75	0.0026	0.9974	13.237	9.500	0.26
2.300	127.50	0.0027	0.9973	13.239	9.631	0.27
2.400	128.80	0.0029	0.9971	13.240	9.728	0.29
2.500	129.85	0.0030	0.9970	13.242	9.806	0.30
2.600	130.70	0.0031	0.9969	13.244	9.869	0.31
2.700	131.40	0.0032	0.9968	13.245	9.921	0.32
2.800	131.75	0.0033	0.9967	13.247	9.946	0.33
2.900	131.80	0.0035	0.9965	13.248	9.948	0.35
3.000	131.55	0.0036	0.9964	13.250	9.928	0.36

$$\sigma_{max} = 9.95 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Miércoles, 08 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C4		1.5 m	15%L

Datos de la Muestra

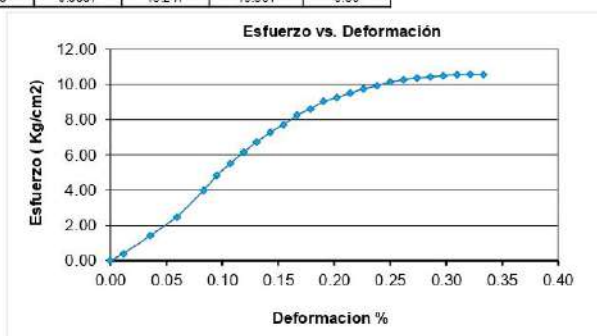
Dímetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	237.05 g	2.137 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	11.56%	212.48 g	1.916 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L ₀	Kgf	A ₂ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	5.05	0.0001	0.9999	13.204	0.382	0.01
0.300	18.80	0.0004	0.9996	13.207	1.423	0.04
0.500	32.55	0.0006	0.9994	13.210	2.464	0.06
0.700	52.70	0.0008	0.9992	13.214	3.980	0.08
0.800	63.85	0.0010	0.9990	13.215	4.832	0.10
0.900	73.05	0.0011	0.9989	13.217	5.527	0.11
1.000	81.45	0.0012	0.9988	13.218	6.162	0.12
1.100	89.15	0.0013	0.9987	13.220	6.744	0.13
1.200	96.30	0.0014	0.9986	13.221	7.284	0.14
1.300	102.15	0.0015	0.9985	13.223	7.725	0.15
1.400	109.45	0.0017	0.9983	13.225	8.276	0.17
1.500	113.75	0.0018	0.9982	13.226	8.600	0.18
1.600	119.65	0.0019	0.9981	13.228	9.045	0.19
1.700	122.50	0.0020	0.9980	13.229	9.260	0.20
1.800	125.95	0.0021	0.9979	13.231	9.519	0.21
1.900	129.00	0.0023	0.9977	13.232	9.749	0.23
2.000	131.30	0.0024	0.9976	13.234	9.921	0.24
2.100	134.40	0.0025	0.9975	13.236	10.154	0.25
2.200	136.05	0.0026	0.9974	13.237	10.278	0.26
2.300	137.35	0.0027	0.9973	13.239	10.375	0.27
2.400	138.25	0.0029	0.9971	13.240	10.442	0.29
2.500	139.10	0.0030	0.9970	13.242	10.504	0.30
2.600	139.90	0.0031	0.9969	13.244	10.564	0.31
2.700	140.20	0.0032	0.9968	13.245	10.585	0.32
2.800	139.90	0.0033	0.9967	13.247	10.561	0.33

$$\sigma_{max} = 10.59 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Miércoles, 08 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C4		1.5 m	20%L

Datos de la Muestra

Dímetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	235.31 g	2.122 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	11.15%	211.71 g	1.909 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _z / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	2.45	0.0001	0.9999	13.204	0.186	0.01
0.200	4.65	0.0002	0.9998	13.206	0.352	0.02
0.300	7.75	0.0004	0.9996	13.207	0.587	0.04
0.400	11.85	0.0005	0.9995	13.209	0.897	0.05
0.500	15.95	0.0006	0.9994	13.210	1.207	0.06
0.600	22.90	0.0007	0.9993	13.212	1.733	0.07
0.700	28.70	0.0008	0.9992	13.214	2.172	0.08
0.800	35.85	0.0010	0.9990	13.215	2.713	0.10
0.900	45.05	0.0011	0.9989	13.217	3.409	0.11
1.000	54.80	0.0012	0.9988	13.218	4.146	0.12
1.100	63.85	0.0013	0.9987	13.220	4.830	0.13
1.200	73.55	0.0014	0.9986	13.221	5.563	0.14
1.300	82.45	0.0015	0.9985	13.223	6.235	0.15
1.400	90.55	0.0017	0.9983	13.225	6.847	0.17
1.500	99.15	0.0018	0.9982	13.226	7.497	0.18
1.600	105.80	0.0019	0.9981	13.228	7.998	0.19
1.700	110.10	0.0020	0.9980	13.229	8.322	0.20
1.800	116.20	0.0021	0.9979	13.231	8.782	0.21
1.900	119.80	0.0023	0.9977	13.232	9.053	0.23
2.000	123.50	0.0024	0.9976	13.234	9.332	0.24
2.100	125.00	0.0025	0.9975	13.236	9.444	0.25
2.200	124.70	0.0026	0.9974	13.237	9.420	0.26
2.300	123.10	0.0027	0.9973	13.239	9.298	0.27

$$\sigma_{max} = 9.44 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Miércoles, 08 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C4		1.5 m	25%L

Datos de la Muestra

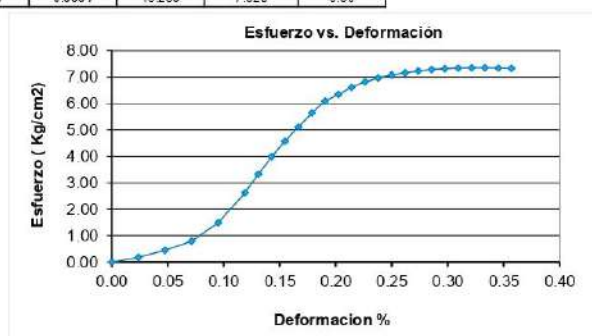
Díámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	233.30 g	2.104 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	10.20%	211.71 g	1.909 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.200	2.30	0.0002	0.9998	13.206	0.174	0.02
0.400	5.60	0.0005	0.9995	13.209	0.439	0.05
0.600	10.40	0.0007	0.9993	13.212	0.787	0.07
0.800	19.75	0.0010	0.9990	13.215	1.494	0.10
1.000	34.70	0.0012	0.9988	13.218	2.625	0.12
1.100	43.90	0.0013	0.9987	13.220	3.321	0.13
1.200	52.70	0.0014	0.9986	13.221	3.986	0.14
1.300	60.40	0.0015	0.9985	13.223	4.568	0.15
1.400	67.60	0.0017	0.9983	13.225	5.112	0.17
1.500	74.65	0.0018	0.9982	13.226	5.644	0.18
1.600	80.50	0.0019	0.9981	13.228	6.086	0.19
1.700	83.90	0.0020	0.9980	13.229	6.342	0.20
1.800	87.40	0.0021	0.9979	13.231	6.606	0.21
1.900	90.20	0.0023	0.9977	13.232	6.817	0.23
2.000	92.15	0.0024	0.9976	13.234	6.963	0.24
2.100	93.75	0.0025	0.9975	13.236	7.083	0.25
2.200	94.80	0.0026	0.9974	13.237	7.162	0.26
2.300	95.75	0.0027	0.9973	13.239	7.233	0.27
2.400	96.50	0.0029	0.9971	13.240	7.288	0.29
2.500	96.90	0.0030	0.9970	13.242	7.318	0.30
2.600	97.15	0.0031	0.9969	13.244	7.336	0.31
2.700	97.30	0.0032	0.9968	13.245	7.346	0.32
2.800	97.35	0.0033	0.9967	13.247	7.349	0.33
2.900	97.20	0.0035	0.9965	13.248	7.337	0.35
3.000	97.05	0.0036	0.9964	13.250	7.325	0.36

$$\sigma_{max} = 7.35 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Sabado, 11 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C5		1.5 m	SN1

Datos de la Muestra

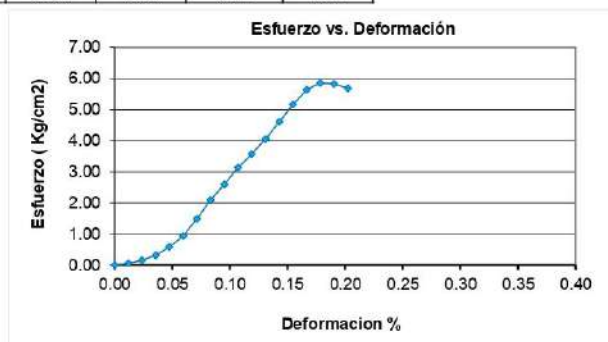
Diámetro inicial (D_o)	Altura inicial (L_o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	241.97 g	2.182 g/cm ³
Área inicial (A_o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	10.25%	219.48 g	1.979 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L_o/D_o	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta L/L_o$	Kgf	$A_o / 1-Def. Unit.$	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.70	0.0001	0.9999	13.204	0.063	0.01
0.200	2.05	0.0002	0.9998	13.206	0.155	0.02
0.300	4.20	0.0004	0.9996	13.207	0.318	0.04
0.400	7.65	0.0006	0.9994	13.209	0.579	0.05
0.500	12.30	0.0006	0.9994	13.210	0.931	0.06
0.600	19.65	0.0007	0.9993	13.212	1.487	0.07
0.700	27.60	0.0008	0.9992	13.214	2.089	0.08
0.800	34.20	0.0010	0.9990	13.215	2.588	0.10
0.900	41.50	0.0011	0.9989	13.217	3.140	0.11
1.000	47.20	0.0012	0.9988	13.218	3.571	0.12
1.100	53.60	0.0013	0.9987	13.220	4.065	0.13
1.200	60.90	0.0014	0.9986	13.221	4.606	0.14
1.300	68.25	0.0015	0.9985	13.223	5.161	0.15
1.400	74.50	0.0017	0.9983	13.225	5.633	0.17
1.500	77.40	0.0018	0.9982	13.226	5.852	0.18
1.600	77.00	0.0019	0.9981	13.228	5.821	0.19
1.700	75.20	0.0020	0.9980	13.229	5.684	0.20

$$\sigma_{max} = 5.85 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Sabado, 11 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C5		1.5 m	10%L

Datos de la Muestra

Dímetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	241.60 g	2.179 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	10.02%	219.60 g	1.980 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L ₀	Kgf	A ₂ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.65	0.0001	0.9999	13.204	0.049	0.01
0.200	1.60	0.0002	0.9998	13.206	0.121	0.02
0.300	3.10	0.0004	0.9996	13.207	0.235	0.04
0.400	4.70	0.0005	0.9995	13.209	0.356	0.05
0.500	8.70	0.0006	0.9994	13.210	0.659	0.06
0.600	13.30	0.0007	0.9993	13.212	1.007	0.07
0.700	18.00	0.0008	0.9992	13.214	1.362	0.08
0.800	23.70	0.0010	0.9990	13.215	1.793	0.10
0.900	30.60	0.0011	0.9989	13.217	2.315	0.11
1.000	40.45	0.0012	0.9988	13.218	3.060	0.12
1.100	50.60	0.0013	0.9987	13.220	3.828	0.13
1.200	58.40	0.0014	0.9986	13.221	4.417	0.14
1.300	64.65	0.0015	0.9985	13.223	4.889	0.15
1.400	71.75	0.0017	0.9983	13.225	5.426	0.17
1.500	79.30	0.0018	0.9982	13.226	5.996	0.18
1.600	86.00	0.0019	0.9981	13.228	6.501	0.19
1.700	93.65	0.0020	0.9980	13.229	7.079	0.20
1.800	99.85	0.0021	0.9979	13.231	7.547	0.21
1.900	105.40	0.0023	0.9977	13.232	7.965	0.23
2.000	109.25	0.0024	0.9976	13.234	8.255	0.24
2.100	112.00	0.0025	0.9975	13.236	8.462	0.25
2.200	114.30	0.0026	0.9974	13.237	8.635	0.26
2.300	116.75	0.0027	0.9973	13.239	8.743	0.27
2.400	115.15	0.0029	0.9971	13.240	8.697	0.29
2.500	114.00	0.0030	0.9970	13.242	8.609	0.30

$$\sigma_{max} = 8.74 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Sabado, 11 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C5		1.5 m	15%L

Datos de la Muestra

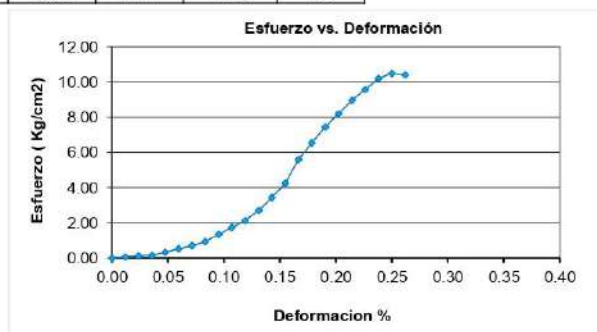
Dímetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	238.49 g	2.150 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	9.50%	217.80 g	1.964 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L ₀	Kgf	A ₀ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.75	0.0001	0.9999	13.204	0.057	0.01
0.200	1.60	0.0002	0.9998	13.206	0.121	0.02
0.300	2.05	0.0004	0.9996	13.207	0.155	0.04
0.400	4.45	0.0005	0.9995	13.209	0.337	0.05
0.500	7.10	0.0006	0.9994	13.210	0.537	0.06
0.600	9.35	0.0007	0.9993	13.212	0.708	0.07
0.700	12.40	0.0008	0.9992	13.214	0.936	0.08
0.800	17.85	0.0010	0.9990	13.215	1.351	0.10
0.900	23.15	0.0011	0.9989	13.217	1.752	0.11
1.000	28.05	0.0012	0.9988	13.218	2.122	0.12
1.100	35.95	0.0013	0.9987	13.220	2.719	0.13
1.200	45.40	0.0014	0.9986	13.221	3.434	0.14
1.300	56.35	0.0015	0.9985	13.223	4.262	0.15
1.400	73.95	0.0017	0.9983	13.225	5.592	0.17
1.500	86.55	0.0018	0.9982	13.226	6.544	0.18
1.600	98.60	0.0019	0.9981	13.228	7.454	0.19
1.700	108.45	0.0020	0.9980	13.229	8.198	0.20
1.800	118.55	0.0021	0.9979	13.231	8.960	0.21
1.900	126.60	0.0023	0.9977	13.232	9.567	0.23
2.000	134.90	0.0024	0.9976	13.234	10.193	0.24
2.100	138.85	0.0025	0.9975	13.236	10.491	0.25
2.200	137.85	0.0026	0.9974	13.237	10.414	0.26

$$\sigma_{max} = 10.49 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Sabado, 11 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C5		1.5 m	20%L

Datos de la Muestra

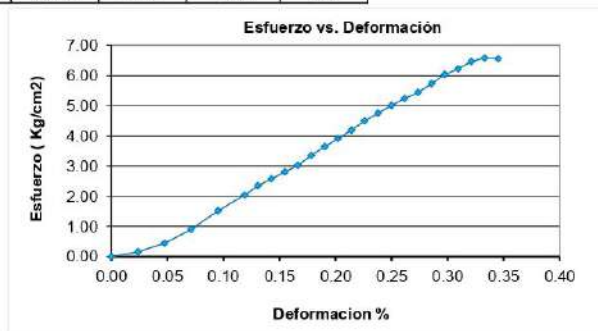
Dímetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	234.98 g	2.119 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	9.23%	215.13 g	1.940 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L ₀	Kgf	A ₂ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.200	2.00	0.0002	0.9998	13.206	0.151	0.02
0.400	5.90	0.0005	0.9995	13.209	0.447	0.05
0.600	12.00	0.0007	0.9993	13.212	0.908	0.07
0.800	20.10	0.0010	0.9990	13.215	1.521	0.10
1.000	26.95	0.0012	0.9988	13.218	2.039	0.12
1.100	31.05	0.0013	0.9987	13.220	2.349	0.13
1.200	34.10	0.0014	0.9986	13.221	2.579	0.14
1.300	37.15	0.0015	0.9985	13.223	2.809	0.15
1.400	40.00	0.0017	0.9983	13.225	3.025	0.17
1.500	44.40	0.0018	0.9982	13.226	3.357	0.18
1.600	48.15	0.0019	0.9981	13.228	3.640	0.19
1.700	51.70	0.0020	0.9980	13.229	3.908	0.20
1.800	55.50	0.0021	0.9979	13.231	4.195	0.21
1.900	59.55	0.0023	0.9977	13.232	4.500	0.23
2.000	62.90	0.0024	0.9976	13.234	4.753	0.24
2.100	66.30	0.0025	0.9975	13.236	5.009	0.25
2.200	69.40	0.0026	0.9974	13.237	5.243	0.26
2.300	72.05	0.0027	0.9973	13.239	5.442	0.27
2.400	75.85	0.0029	0.9971	13.240	5.729	0.29
2.500	79.95	0.0030	0.9970	13.242	6.038	0.30
2.600	82.40	0.0031	0.9969	13.244	6.222	0.31
2.700	85.65	0.0032	0.9968	13.245	6.467	0.32
2.800	87.20	0.0033	0.9967	13.247	6.583	0.33
2.900	86.80	0.0035	0.9965	13.248	6.552	0.35

$$\sigma_{max} = 6.58 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Sabado, 11 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C5		1.5 m	25%L

Datos de la Muestra

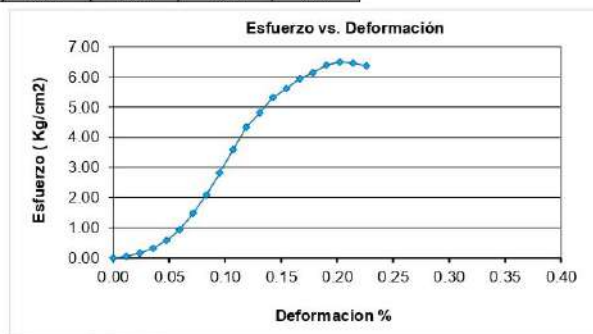
Dímetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	232.74 g	2.099 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	8.57%	214.38 g	1.933 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _c / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma- mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.70	0.0001	0.9999	13.204	0.053	0.01
0.200	2.05	0.0002	0.9998	13.206	0.155	0.02
0.300	4.20	0.0004	0.9996	13.207	0.318	0.04
0.400	7.65	0.0005	0.9995	13.209	0.579	0.05
0.500	12.30	0.0006	0.9994	13.210	0.931	0.06
0.600	19.65	0.0007	0.9993	13.212	1.487	0.07
0.700	27.60	0.0008	0.9992	13.214	2.089	0.08
0.800	37.20	0.0010	0.9990	13.215	2.815	0.10
0.900	47.50	0.0011	0.9989	13.217	3.594	0.11
1.000	57.20	0.0012	0.9988	13.218	4.327	0.12
1.100	63.60	0.0013	0.9987	13.220	4.811	0.13
1.200	70.40	0.0014	0.9986	13.221	5.325	0.14
1.300	74.15	0.0015	0.9985	13.223	5.608	0.15
1.400	78.50	0.0017	0.9983	13.225	5.936	0.17
1.500	81.25	0.0018	0.9982	13.226	6.143	0.18
1.600	84.55	0.0019	0.9981	13.228	6.392	0.19
1.700	85.85	0.0020	0.9980	13.229	6.489	0.20
1.800	85.40	0.0021	0.9979	13.231	6.455	0.21
1.900	84.20	0.0023	0.9977	13.232	6.363	0.23

$$\sigma_{max} = 6.49 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 14 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C6		1.5 m	SN1

Datos de la Muestra

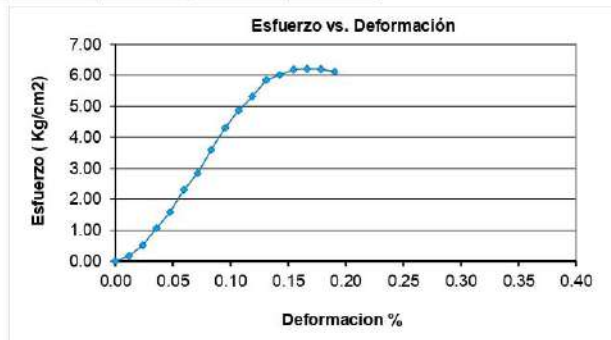
Diámetro inicial (D_o)	Altura inicial (L_o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	240.45 g	2.168 g/cm ³
Área inicial (A_o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	10.62%	217.37 g	1.960 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L_o/D_o	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta L/L_o$	Kgf	$A_o / 1-Def. Unit.$	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	2.30	0.0001	0.9999	13.204	0.174	0.01
0.200	6.80	0.0002	0.9998	13.206	0.515	0.02
0.300	14.00	0.0004	0.9996	13.207	1.060	0.04
0.400	20.95	0.0006	0.9994	13.209	1.586	0.05
0.500	30.48	0.0006	0.9994	13.210	2.307	0.06
0.600	37.50	0.0007	0.9993	13.212	2.838	0.07
0.700	47.55	0.0008	0.9992	13.214	3.599	0.08
0.800	56.90	0.0010	0.9990	13.215	4.306	0.10
0.900	64.25	0.0011	0.9989	13.217	4.861	0.11
1.000	70.35	0.0012	0.9988	13.218	5.322	0.12
1.100	77.30	0.0013	0.9987	13.220	5.847	0.13
1.200	79.60	0.0014	0.9986	13.221	6.021	0.14
1.300	81.95	0.0015	0.9985	13.223	6.198	0.15
1.400	82.20	0.0017	0.9983	13.225	6.216	0.17
1.500	82.00	0.0018	0.9982	13.226	6.200	0.18
1.600	81.00	0.0019	0.9981	13.228	6.123	0.19

$$\sigma_{max} = 6.22 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 14 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C6		1.5 m	10%L

Datos de la Muestra

Dímetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	238.09 g	2.147 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	10.22%	216.02 g	1.948 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L ₀	Kgf	A ₀ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	2.10	0.0001	0.9999	13.204	0.159	0.01
0.200	3.15	0.0002	0.9998	13.206	0.239	0.02
0.300	4.20	0.0004	0.9996	13.207	0.318	0.04
0.400	6.30	0.0006	0.9994	13.209	0.477	0.05
0.500	9.55	0.0008	0.9992	13.210	0.723	0.06
0.600	12.50	0.0007	0.9993	13.212	0.946	0.07
0.700	17.15	0.0008	0.9992	13.214	1.298	0.08
0.800	22.55	0.0010	0.9990	13.215	1.706	0.10
0.900	30.45	0.0011	0.9989	13.217	2.304	0.11
1.000	39.30	0.0012	0.9988	13.218	2.973	0.12
1.100	49.95	0.0013	0.9987	13.220	3.778	0.13
1.200	59.05	0.0014	0.9986	13.221	4.466	0.14
1.300	69.15	0.0015	0.9985	13.223	5.230	0.15
1.400	75.65	0.0017	0.9983	13.225	5.720	0.17
1.500	80.15	0.0018	0.9982	13.226	6.060	0.18
1.600	79.80	0.0019	0.9981	13.228	6.033	0.19
1.700	79.10	0.0020	0.9980	13.229	5.979	0.20

$$\sigma_{max} = 6.06 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 14 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C6		1.5 m	15%1

Datos de la Muestra

Diámetro inicial (D_0)	Altura inicial (L_0)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	236.04 g	2.128 g/cm ³
Área inicial (A_0)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	9.77%	215.03 g	1.939 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L_0/D_0	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta L/L_0$	Kgf	$A_0 / 1 - \text{Def. Unit.}$	Carga / área corregida

Dial Deforma mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	1.60	0.0001	0.9999	13.204	0.121	0.01
0.200	3.35	0.0002	0.9998	13.206	0.254	0.02
0.300	4.75	0.0004	0.9996	13.207	0.360	0.04
0.400	7.55	0.0005	0.9995	13.209	0.572	0.05
0.500	9.75	0.0006	0.9994	13.210	0.738	0.06
0.600	12.70	0.0007	0.9993	13.212	0.951	0.07
0.700	16.85	0.0008	0.9992	13.214	1.275	0.08
0.800	21.35	0.0010	0.9990	13.215	1.616	0.10
0.900	30.70	0.0011	0.9989	13.217	2.323	0.11
1.000	39.30	0.0012	0.9988	13.218	2.973	0.12
1.100	49.10	0.0013	0.9987	13.220	3.714	0.13
1.200	57.65	0.0014	0.9986	13.221	4.360	0.14
1.300	72.50	0.0015	0.9985	13.223	5.483	0.15
1.400	82.50	0.0017	0.9983	13.225	6.238	0.17
1.500	95.10	0.0018	0.9982	13.226	7.190	0.18
1.600	105.60	0.0019	0.9981	13.228	7.983	0.19
1.700	116.25	0.0020	0.9980	13.229	8.787	0.20
1.800	119.15	0.0021	0.9979	13.231	9.005	0.21
1.900	121.05	0.0023	0.9977	13.232	9.148	0.23
2.000	120.15	0.0024	0.9976	13.234	9.079	0.24
2.100	118.95	0.0025	0.9975	13.236	8.987	0.25
2.200	116.20	0.0026	0.9974	13.237	8.778	0.26

$$\sigma_{\max} = 9.15 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESTS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 14 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C6		1.5 m	20% 1

Datos de la Muestra

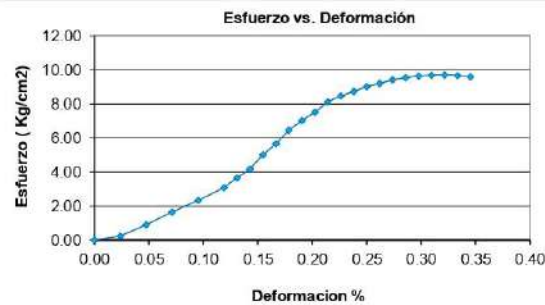
Díámetro Inicial (D_o)	Altura Inicial (L_o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	233.84 g	2.109 g/cm ³
Área Inicial (A_o)	Volumen Inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	9.14%	214.25 g	1.932 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L_o/D_o	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta L/L_o$	Kgf	$A_o / 1-Def. Unit.$	Carga / área corregida

Dist. Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.200	3.20	0.0002	0.9998	13.206	0.242	0.02
0.400	11.95	0.0006	0.9994	13.209	0.905	0.05
0.600	21.75	0.0007	0.9993	13.212	1.646	0.07
0.800	30.90	0.0010	0.9990	13.215	2.338	0.10
1.000	40.75	0.0012	0.9988	13.218	3.083	0.12
1.100	48.55	0.0013	0.9987	13.220	3.673	0.13
1.200	55.25	0.0014	0.9986	13.221	4.179	0.14
1.300	66.45	0.0015	0.9985	13.223	5.025	0.15
1.400	74.85	0.0017	0.9983	13.225	5.660	0.17
1.500	85.35	0.0018	0.9982	13.226	6.453	0.18
1.600	92.80	0.0019	0.9981	13.228	7.016	0.19
1.700	99.35	0.0020	0.9980	13.229	7.510	0.20
1.800	107.40	0.0021	0.9979	13.231	8.117	0.21
1.900	112.00	0.0023	0.9977	13.232	8.464	0.23
2.000	115.80	0.0024	0.9976	13.234	8.750	0.24
2.100	119.30	0.0025	0.9975	13.236	9.014	0.25
2.200	121.95	0.0026	0.9974	13.237	9.213	0.26
2.300	124.55	0.0027	0.9973	13.239	9.408	0.27
2.400	126.35	0.0029	0.9971	13.240	9.543	0.29
2.500	127.70	0.0030	0.9970	13.242	9.644	0.30
2.600	128.35	0.0031	0.9969	13.244	9.692	0.31
2.700	128.60	0.0032	0.9968	13.245	9.709	0.32
2.800	128.10	0.0033	0.9967	13.247	9.670	0.33
2.900	127.05	0.0035	0.9965	13.248	9.590	0.35

$$\sigma_{max} = 9.71 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESTS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 14 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C6		1.5 m	25%1

Datos de la Muestra

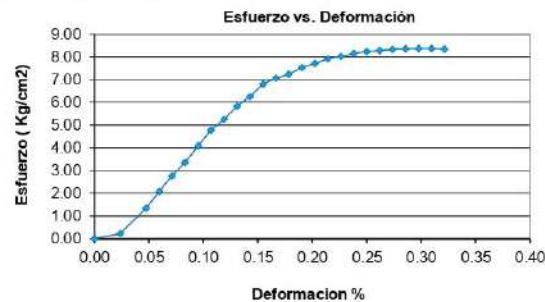
Díámetro Inicial (D_o)	Altura Inicial (L_o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	231.60 g	2.088 g/cm ³
Área Inicial (A_o)	Volumen Inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	8.77%	212.93 g	1.920 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L_o/D_o	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta L/L_o$	Kgf	$A_o / 1-Def. Unit.$	Carga / área corregida

Del Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.200	3.10	0.0002	0.9998	13.206	0.235	0.02
0.400	17.70	0.0006	0.9994	13.209	1.340	0.05
0.500	27.60	0.0006	0.9994	13.210	2.089	0.06
0.600	36.60	0.0007	0.9993	13.212	2.770	0.07
0.700	44.30	0.0008	0.9992	13.214	3.353	0.08
0.800	54.10	0.0010	0.9990	13.215	4.094	0.10
0.900	63.20	0.0011	0.9989	13.217	4.782	0.11
1.000	69.50	0.0012	0.9988	13.218	5.258	0.12
1.100	77.15	0.0013	0.9987	13.220	5.836	0.13
1.200	82.70	0.0014	0.9986	13.221	6.255	0.14
1.300	90.00	0.0015	0.9985	13.223	6.806	0.15
1.400	93.55	0.0017	0.9983	13.225	7.074	0.17
1.500	95.90	0.0018	0.9982	13.226	7.251	0.18
1.600	99.70	0.0019	0.9981	13.228	7.537	0.19
1.700	102.15	0.0020	0.9980	13.229	7.721	0.20
1.800	104.80	0.0021	0.9979	13.231	7.921	0.21
1.900	106.20	0.0023	0.9977	13.232	8.026	0.23
2.000	107.99	0.0024	0.9976	13.234	8.160	0.24
2.100	109.05	0.0025	0.9975	13.236	8.239	0.25
2.200	109.85	0.0026	0.9974	13.237	8.299	0.26
2.300	110.40	0.0027	0.9973	13.239	8.339	0.27
2.400	110.80	0.0029	0.9971	13.240	8.368	0.29
2.500	110.90	0.0030	0.9970	13.242	8.375	0.30
2.600	110.90	0.0031	0.9969	13.244	8.374	0.31
2.700	110.70	0.0032	0.9968	13.245	8.358	0.32

$$\sigma_{max} = 8.37 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 14 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C7		1.5 m	SN 1

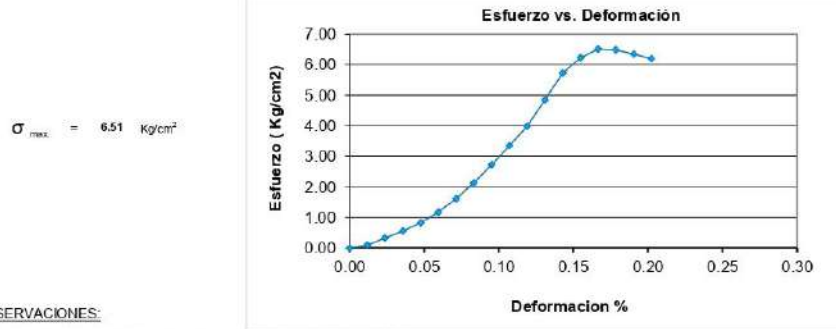
Datos de la Muestra

Díametro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	245.61 g	2.215 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	11.29%	220.68 g	1.990 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L ₀	Kgf	A ₀ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	1.25	0.0001	0.9999	13.204	0.095	0.01
0.200	4.30	0.0002	0.9998	13.206	0.326	0.02
0.300	7.35	0.0004	0.9996	13.207	0.557	0.04
0.400	10.40	0.0005	0.9995	13.209	0.818	0.05
0.500	15.40	0.0006	0.9994	13.210	1.166	0.06
0.600	21.25	0.0007	0.9993	13.212	1.608	0.07
0.700	28.15	0.0008	0.9992	13.214	2.130	0.08
0.800	36.05	0.0010	0.9990	13.215	2.728	0.10
0.900	44.25	0.0011	0.9989	13.217	3.348	0.11
1.000	52.65	0.0012	0.9988	13.218	3.983	0.12
1.100	64.10	0.0013	0.9987	13.220	4.849	0.13
1.200	75.65	0.0014	0.9986	13.221	5.722	0.14
1.300	82.35	0.0015	0.9985	13.223	6.228	0.15
1.400	86.10	0.0017	0.9983	13.225	6.511	0.17
1.500	85.75	0.0018	0.9982	13.226	6.483	0.18
1.600	84.00	0.0019	0.9981	13.228	6.350	0.19
1.700	82.05	0.0020	0.9980	13.229	6.202	0.20


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 14 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C7		1.5 m	10%1

Datos de la Muestra

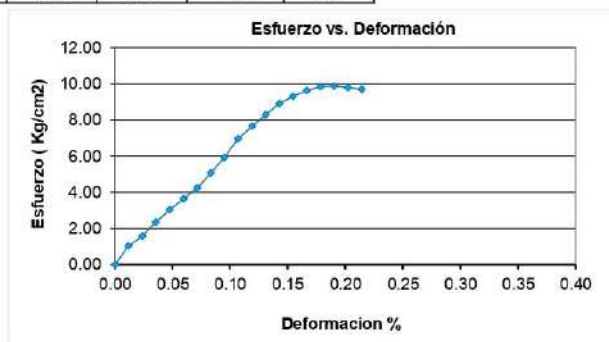
Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	244.64 g	2.206 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	10.90%	220.59 g	1.989 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _c / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	13.80	0.0001	0.9999	13.204	1.045	0.01
0.200	20.80	0.0002	0.9998	13.206	1.575	0.02
0.300	31.10	0.0004	0.9996	13.207	2.355	0.04
0.400	40.30	0.0005	0.9995	13.209	3.051	0.05
0.500	48.20	0.0006	0.9994	13.210	3.649	0.06
0.600	56.00	0.0007	0.9993	13.212	4.239	0.07
0.700	66.90	0.0008	0.9992	13.214	5.063	0.08
0.800	78.60	0.0010	0.9990	13.215	5.948	0.10
0.900	92.20	0.0011	0.9989	13.217	6.976	0.11
1.000	101.30	0.0012	0.9988	13.218	7.664	0.12
1.100	109.60	0.0013	0.9987	13.220	8.291	0.13
1.200	117.80	0.0014	0.9986	13.221	8.910	0.14
1.300	123.20	0.0015	0.9985	13.223	9.317	0.15
1.400	127.30	0.0017	0.9983	13.225	9.626	0.17
1.500	130.10	0.0018	0.9982	13.226	9.837	0.18
1.600	130.60	0.0019	0.9981	13.228	9.873	0.19
1.700	129.50	0.0020	0.9980	13.229	9.789	0.20
1.800	128.30	0.0021	0.9979	13.231	9.697	0.21

$$\sigma_{max} = 9.87 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 14 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C7		1.5 m	15% 1

Datos de la Muestra

Díametro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	243.88 g	2.199 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	10.39%	220.92 g	1.992 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L ₀	Kgf	A ₂ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.200	0.30	0.0002	0.9998	13.206	0.023	0.02
0.400	2.70	0.0005	0.9995	13.209	0.204	0.05
0.600	6.30	0.0007	0.9993	13.212	0.477	0.07
0.800	10.80	0.0010	0.9990	13.215	0.817	0.10
1.000	17.20	0.0012	0.9988	13.218	1.301	0.12
1.200	23.50	0.0014	0.9986	13.221	1.777	0.14
1.400	31.00	0.0017	0.9983	13.225	2.344	0.17
1.600	40.90	0.0019	0.9981	13.228	3.092	0.19
1.800	56.40	0.0021	0.9979	13.231	4.263	0.21
2.000	77.70	0.0024	0.9976	13.234	5.871	0.24
2.200	108.80	0.0026	0.9974	13.237	8.219	0.26
2.400	130.00	0.0029	0.9971	13.240	9.818	0.29
2.600	142.60	0.0031	0.9969	13.244	10.768	0.31
2.700	148.40	0.0032	0.9968	13.245	11.204	0.32
2.800	152.80	0.0033	0.9967	13.247	11.535	0.33
2.900	156.00	0.0035	0.9965	13.248	11.775	0.35
3.000	158.70	0.0036	0.9964	13.250	11.977	0.36
3.100	160.80	0.0037	0.9963	13.251	12.135	0.37
3.200	161.90	0.0038	0.9962	13.253	12.216	0.38
3.300	162.20	0.0039	0.9961	13.255	12.237	0.39
3.400	162.10	0.0040	0.9960	13.256	12.228	0.40
3.500	161.10	0.0042	0.9958	13.258	12.151	0.42

$$\sigma_{max} = 12.24 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 14 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C7		1.5 m	20%L

Datos de la Muestra

Díametro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	241.37 g	2.176 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	9.98%	219.46 g	1.979 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L ₀	Kgf	A _c / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	1.50	0.0001	0.9999	13.204	0.114	0.01
0.200	3.30	0.0002	0.9998	13.206	0.250	0.02
0.300	4.80	0.0004	0.9996	13.207	0.363	0.04
0.400	7.40	0.0005	0.9995	13.209	0.560	0.05
0.500	9.80	0.0006	0.9994	13.210	0.742	0.06
0.600	12.80	0.0007	0.9993	13.212	0.969	0.07
0.700	16.90	0.0008	0.9992	13.214	1.279	0.08
0.800	21.40	0.0010	0.9990	13.215	1.619	0.10
0.900	29.60	0.0011	0.9989	13.217	2.255	0.11
1.000	38.50	0.0012	0.9988	13.218	2.913	0.12
1.100	49.20	0.0013	0.9987	13.220	3.722	0.13
1.200	57.70	0.0014	0.9986	13.221	4.364	0.14
1.300	64.60	0.0015	0.9985	13.223	4.885	0.15
1.400	71.80	0.0017	0.9983	13.225	5.429	0.17
1.500	78.50	0.0018	0.9982	13.226	5.935	0.18
1.600	86.70	0.0019	0.9981	13.228	6.554	0.19
1.700	94.80	0.0020	0.9980	13.229	7.166	0.20
1.800	102.00	0.0021	0.9979	13.231	7.709	0.21
1.900	108.60	0.0023	0.9977	13.232	8.207	0.23
2.000	116.60	0.0024	0.9976	13.234	8.811	0.24
2.100	121.10	0.0025	0.9975	13.236	9.150	0.25
2.200	120.05	0.0026	0.9974	13.237	9.069	0.26

$$\sigma_{max} = 9.15 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 14 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C7		1.5 m	25% 1

Datos de la Muestra

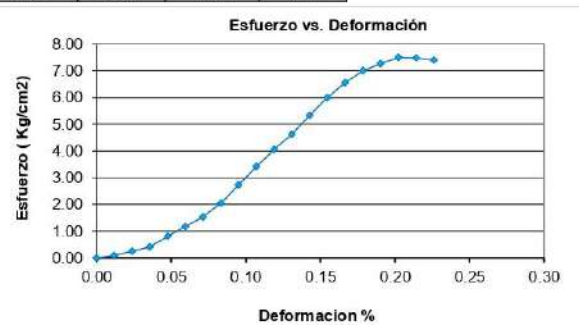
Díametro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	237.56 g	2.142 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	9.24%	217.47 g	1.961 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L ₀	Kgf	A ₀ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma- mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	1.25	0.0001	0.9999	13.204	0.095	0.01
0.200	3.30	0.0002	0.9998	13.206	0.250	0.02
0.300	5.35	0.0004	0.9996	13.207	0.405	0.04
0.400	10.80	0.0005	0.9995	13.209	0.818	0.05
0.500	15.40	0.0006	0.9994	13.210	1.166	0.06
0.600	20.25	0.0007	0.9993	13.212	1.533	0.07
0.700	27.15	0.0008	0.9992	13.214	2.055	0.08
0.800	36.05	0.0010	0.9990	13.215	2.728	0.10
0.900	45.25	0.0011	0.9989	13.217	3.424	0.11
1.000	53.65	0.0012	0.9988	13.218	4.059	0.12
1.100	61.10	0.0013	0.9987	13.220	4.622	0.13
1.200	70.65	0.0014	0.9986	13.221	5.344	0.14
1.300	79.35	0.0015	0.9985	13.223	6.001	0.15
1.400	86.65	0.0017	0.9983	13.225	6.552	0.17
1.500	92.60	0.0018	0.9982	13.226	7.001	0.18
1.600	96.05	0.0019	0.9981	13.228	7.261	0.19
1.700	99.25	0.0020	0.9980	13.229	7.502	0.20
1.800	99.00	0.0021	0.9979	13.231	7.482	0.21
1.900	98.00	0.0023	0.9977	13.232	7.406	0.23

$$\sigma_{max} = 7.50 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 20 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C8		1.5 m	SN 1

Datos de la Muestra

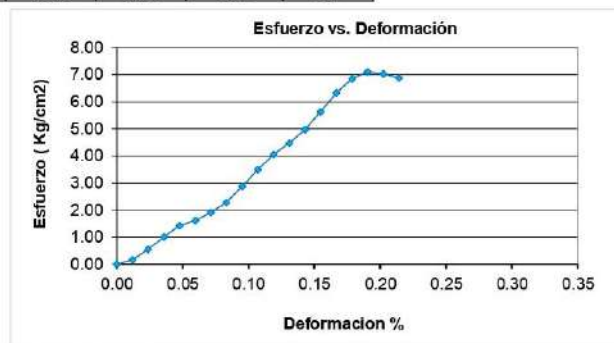
Diámetro inicial (D_o)	Altura inicial (L_o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	248.33 g	2.239 g/cm ³
Área inicial (A_o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	11.35%	223.03 g	2.011 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L_o/D_o	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta L/L_o$	Kgf	$A_o / 1-Def. Unit.$	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	2.25	0.0001	0.9999	13.204	0.170	0.01
0.200	7.30	0.0002	0.9998	13.206	0.553	0.02
0.300	13.35	0.0004	0.9996	13.207	1.011	0.04
0.400	18.80	0.0006	0.9994	13.209	1.423	0.05
0.500	21.40	0.0006	0.9994	13.210	1.620	0.06
0.600	25.25	0.0007	0.9993	13.212	1.911	0.07
0.700	30.15	0.0008	0.9992	13.214	2.282	0.08
0.800	38.05	0.0010	0.9990	13.215	2.879	0.10
0.900	46.25	0.0011	0.9989	13.217	3.499	0.11
1.000	53.65	0.0012	0.9988	13.218	4.059	0.12
1.100	59.10	0.0013	0.9987	13.220	4.471	0.13
1.200	65.65	0.0014	0.9986	13.221	4.965	0.14
1.300	74.35	0.0015	0.9985	13.223	5.623	0.15
1.400	83.65	0.0017	0.9983	13.225	6.325	0.17
1.500	90.60	0.0018	0.9982	13.226	6.850	0.18
1.600	94.00	0.0019	0.9981	13.228	7.106	0.19
1.700	92.95	0.0020	0.9980	13.229	7.026	0.20
1.800	91.00	0.0021	0.9979	13.231	6.878	0.21

$$\sigma_{max} = 7.11 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 20 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C8		1.5 m	10%1

Datos de la Muestra

Diámetro inicial (D_o)	Altura inicial (L_o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	246.23 g	2.220 g/cm ³
Área inicial (A_o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	11.07%	221.69 g	1.999 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L_o/D_o	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta l/L_o$	Kgf	$A_o / 1-Def. Unit.$	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	1.55	0.0001	0.9999	13.204	0.117	0.01
0.200	3.25	0.0002	0.9998	13.206	0.246	0.02
0.300	4.85	0.0004	0.9996	13.207	0.367	0.04
0.400	8.40	0.0006	0.9994	13.209	0.636	0.05
0.500	13.85	0.0006	0.9994	13.210	1.048	0.06
0.600	19.75	0.0007	0.9993	13.212	1.495	0.07
0.700	24.90	0.0008	0.9992	13.214	1.884	0.08
0.800	31.40	0.0010	0.9990	13.215	2.376	0.10
0.900	40.25	0.0011	0.9989	13.217	3.045	0.11
1.000	49.00	0.0012	0.9988	13.218	3.707	0.12
1.100	57.05	0.0013	0.9987	13.220	4.315	0.13
1.200	68.00	0.0014	0.9986	13.221	5.143	0.14
1.300	78.15	0.0015	0.9985	13.223	5.910	0.15
1.400	89.65	0.0017	0.9983	13.225	6.779	0.17
1.500	96.25	0.0018	0.9982	13.226	7.277	0.18
1.600	104.05	0.0019	0.9981	13.228	7.866	0.19
1.700	108.55	0.0020	0.9980	13.229	8.205	0.20
1.800	107.20	0.0021	0.9979	13.231	8.102	0.21
1.900	103.10	0.0023	0.9977	13.232	7.791	0.23
2.000	96.95	0.0024	0.9976	13.234	7.326	0.24

$$\sigma_{max} = 8.21 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 20 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C8		1.5 m	15%1

Datos de la Muestra

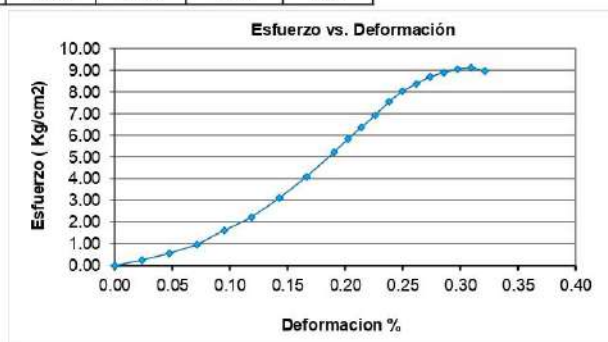
Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	245.19 g	2.211 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	10.55%	221.79 g	2.000 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	Δl/L _o	Kgf	A _c / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.200	3.30	0.0002	0.9998	13.206	0.250	0.02
0.400	7.40	0.0005	0.9995	13.209	0.560	0.05
0.600	12.80	0.0007	0.9993	13.212	0.969	0.07
0.800	21.40	0.0010	0.9990	13.215	1.619	0.10
1.000	29.50	0.0012	0.9988	13.218	2.232	0.12
1.200	41.20	0.0014	0.9986	13.221	3.116	0.14
1.400	54.30	0.0017	0.9983	13.225	4.106	0.17
1.600	69.20	0.0019	0.9981	13.228	5.231	0.19
1.700	77.30	0.0020	0.9980	13.229	5.843	0.20
1.800	84.50	0.0021	0.9979	13.231	6.387	0.21
1.900	91.60	0.0023	0.9977	13.232	6.922	0.23
2.000	100.10	0.0024	0.9976	13.234	7.564	0.24
2.100	106.60	0.0025	0.9975	13.236	8.054	0.25
2.200	111.10	0.0026	0.9974	13.237	8.393	0.26
2.300	115.20	0.0027	0.9973	13.239	8.702	0.27
2.400	117.80	0.0029	0.9971	13.240	8.897	0.29
2.500	120.10	0.0030	0.9970	13.242	9.070	0.30
2.600	121.00	0.0031	0.9969	13.244	9.137	0.31
2.700	118.80	0.0032	0.9968	13.245	8.969	0.32

$$\sigma_{\text{mak}} = 9.14 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 20 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C8		1.5 m	20% 1

Datos de la Muestra

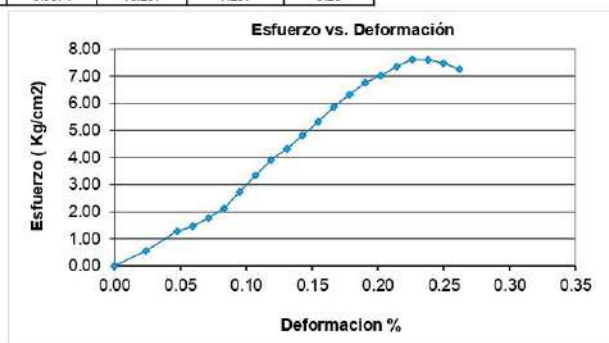
Diámetro inicial (D_o)	Altura inicial (L_o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	241.61 g	2.179 g/cm ³
Área inicial (A_o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	9.91%	219.83 g	1.982 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L_o/D_o	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta L/L_o$	Kgf	$A_o / 1-Def. Unit.$	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.200	7.30	0.0002	0.9998	13.206	0.553	0.02
0.400	16.80	0.0005	0.9995	13.209	1.272	0.05
0.500	19.40	0.0006	0.9994	13.210	1.469	0.06
0.600	23.25	0.0007	0.9993	13.212	1.760	0.07
0.700	28.15	0.0008	0.9992	13.214	2.130	0.08
0.800	36.05	0.0010	0.9990	13.215	2.728	0.10
0.900	44.25	0.0011	0.9989	13.217	3.348	0.11
1.000	51.65	0.0012	0.9988	13.218	3.907	0.12
1.100	57.10	0.0013	0.9987	13.220	4.319	0.13
1.200	63.65	0.0014	0.9986	13.221	4.814	0.14
1.300	70.35	0.0015	0.9985	13.223	5.320	0.15
1.400	77.65	0.0017	0.9983	13.225	5.872	0.17
1.500	83.60	0.0018	0.9982	13.226	6.321	0.18
1.600	89.45	0.0019	0.9981	13.228	6.762	0.19
1.700	92.85	0.0020	0.9980	13.229	7.019	0.20
1.800	97.35	0.0021	0.9979	13.231	7.358	0.21
1.900	100.80	0.0023	0.9977	13.232	7.618	0.23
2.000	100.60	0.0024	0.9976	13.234	7.602	0.24
2.100	99.00	0.0025	0.9975	13.236	7.480	0.25
2.200	96.20	0.0026	0.9974	13.237	7.267	0.26

$$\sigma_{max} = 7.62 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Lunes, 20 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C8		1.5 m	25%1

Datos de la Muestra

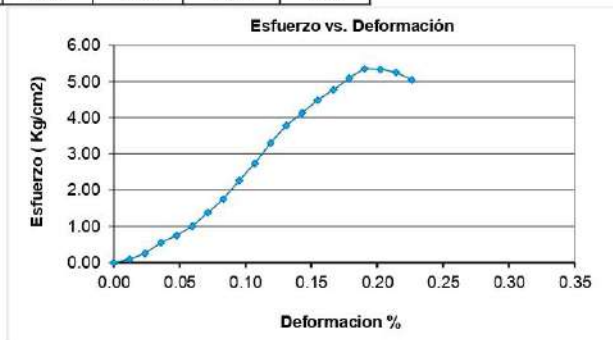
Diámetro inicial (D_o)	Altura inicial (L_o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	239.18 g	2.157 g/cm ³
Área inicial (A_o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	9.48%	218.47 g	1.970 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L_o/D_o	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta L/L_o$	Kgf	$A_o / 1-Def. Unit.$	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	1.25	0.0001	0.9999	13.204	0.095	0.01
0.200	3.30	0.0002	0.9998	13.206	0.250	0.02
0.300	7.35	0.0004	0.9996	13.207	0.557	0.04
0.400	9.85	0.0006	0.9994	13.209	0.746	0.05
0.500	13.35	0.0006	0.9994	13.210	1.011	0.06
0.600	18.25	0.0007	0.9993	13.212	1.381	0.07
0.700	23.15	0.0008	0.9992	13.214	1.752	0.08
0.800	30.05	0.0010	0.9990	13.215	2.274	0.10
0.900	36.20	0.0011	0.9989	13.217	2.739	0.11
1.000	43.70	0.0012	0.9988	13.218	3.306	0.12
1.100	50.10	0.0013	0.9987	13.220	3.790	0.13
1.200	54.65	0.0014	0.9986	13.221	4.133	0.14
1.300	59.30	0.0015	0.9985	13.223	4.485	0.15
1.400	63.10	0.0017	0.9983	13.225	4.771	0.17
1.500	67.30	0.0018	0.9982	13.226	5.088	0.18
1.600	70.85	0.0019	0.9981	13.228	5.356	0.19
1.700	70.65	0.0020	0.9980	13.229	5.340	0.20
1.800	69.45	0.0021	0.9979	13.231	5.249	0.21
1.900	66.90	0.0023	0.9977	13.232	5.056	0.23

$$\sigma_{max} = 5.36 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Jueves, 23 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C9		1.5 m	SN1

Datos de la Muestra

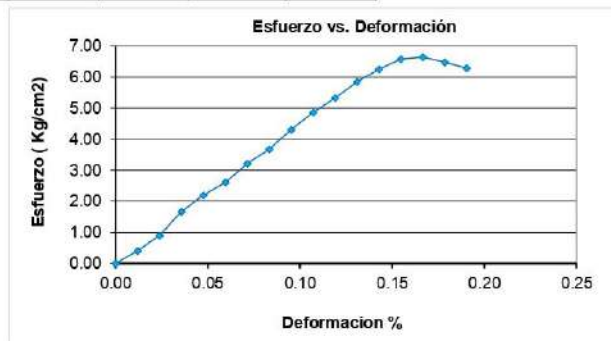
Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	238.38 g	2.149 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	14.30%	208.55 g	1.881 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _c / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	5.30	0.0001	0.9999	13.204	0.401	0.01
0.200	11.80	0.0002	0.9998	13.206	0.894	0.02
0.300	22.00	0.0004	0.9996	13.207	1.666	0.04
0.400	28.95	0.0006	0.9994	13.209	2.192	0.05
0.500	34.48	0.0006	0.9994	13.210	2.610	0.06
0.600	42.50	0.0007	0.9993	13.212	3.217	0.07
0.700	48.55	0.0008	0.9992	13.214	3.674	0.08
0.800	56.90	0.0010	0.9990	13.215	4.306	0.10
0.900	64.25	0.0011	0.9989	13.217	4.861	0.11
1.000	70.35	0.0012	0.9988	13.218	5.322	0.12
1.100	77.30	0.0013	0.9987	13.220	5.847	0.13
1.200	82.60	0.0014	0.9986	13.221	6.247	0.14
1.300	86.95	0.0015	0.9985	13.223	6.576	0.15
1.400	87.80	0.0017	0.9983	13.225	6.639	0.17
1.500	85.60	0.0018	0.9982	13.226	6.472	0.18
1.600	83.15	0.0019	0.9981	13.228	6.286	0.19

$$\sigma_{\text{max}} = 6.64 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Jueves, 23 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C9		1.5 m	10%1

Datos de la Muestra

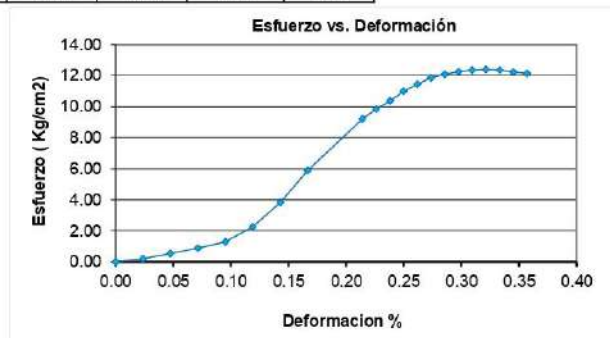
Diámetro inicial (D_o)	Altura inicial (L_o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	243.04 g	2.191 g/cm ³
Área inicial (A_o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	13.88%	213.42 g	1.924 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L_o/D_o	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta l/L_o$	Kgf	$A_o / 1-Def. Unit.$	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.200	2.60	0.0002	0.9998	13.206	0.197	0.02
0.400	7.05	0.0005	0.9995	13.209	0.534	0.05
0.600	11.80	0.0007	0.9993	13.212	0.893	0.07
0.800	17.05	0.0010	0.9990	13.215	1.290	0.10
1.000	29.85	0.0012	0.9988	13.218	2.258	0.12
1.200	50.65	0.0014	0.9986	13.221	3.831	0.14
1.400	77.90	0.0017	0.9983	13.225	5.891	0.17
1.800	121.90	0.0021	0.9979	13.231	9.213	0.21
1.900	130.20	0.0023	0.9977	13.232	9.839	0.23
2.000	137.35	0.0024	0.9976	13.234	10.379	0.24
2.100	145.50	0.0025	0.9975	13.236	10.933	0.25
2.200	151.65	0.0026	0.9974	13.237	11.456	0.26
2.300	157.00	0.0027	0.9973	13.239	11.859	0.27
2.400	160.00	0.0029	0.9971	13.240	12.084	0.29
2.500	162.25	0.0030	0.9970	13.242	12.253	0.30
2.600	163.70	0.0031	0.9969	13.244	12.361	0.31
2.700	164.20	0.0032	0.9968	13.245	12.397	0.32
2.800	163.60	0.0033	0.9967	13.247	12.350	0.33
2.900	162.10	0.0035	0.9965	13.248	12.236	0.35
3.000	160.70	0.0036	0.9964	13.250	12.128	0.36

$$\sigma_{max} = 12.40 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Jueves, 23 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C9		1.5 m	15%1

Datos de la Muestra

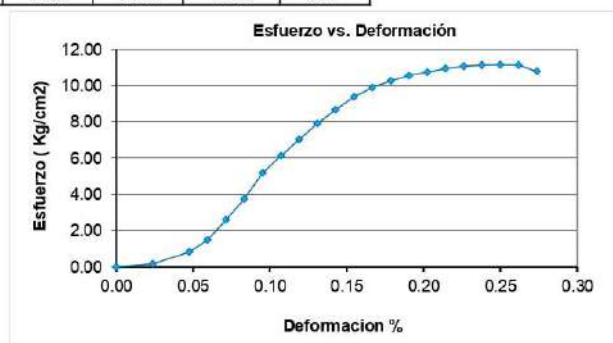
Diámetro inicial (D_o)	Altura inicial (L_o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	236.80 g	2.135 g/cm ³
Área inicial (A_o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	13.69%	208.28 g	1.878 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L_o/D_o	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta L/L_o$	Kgf	$A_o / 1-Def. Unit.$	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.200	2.30	0.0002	0.9998	13.206	0.174	0.02
0.400	11.05	0.0005	0.9995	13.209	0.837	0.05
0.500	19.55	0.0006	0.9994	13.210	1.480	0.06
0.600	34.20	0.0007	0.9993	13.212	2.589	0.07
0.700	49.30	0.0008	0.9992	13.214	3.731	0.08
0.800	68.55	0.0010	0.9990	13.215	5.187	0.10
0.900	81.05	0.0011	0.9989	13.217	6.132	0.11
1.000	92.85	0.0012	0.9988	13.218	7.024	0.12
1.100	104.55	0.0013	0.9987	13.220	7.909	0.13
1.200	114.60	0.0014	0.9986	13.221	8.668	0.14
1.300	124.05	0.0015	0.9985	13.223	9.381	0.15
1.400	130.75	0.0017	0.9983	13.225	9.887	0.17
1.500	135.70	0.0018	0.9982	13.226	10.260	0.18
1.600	139.50	0.0019	0.9981	13.228	10.546	0.19
1.700	142.05	0.0020	0.9980	13.229	10.738	0.20
1.800	144.85	0.0021	0.9979	13.231	10.948	0.21
1.900	146.40	0.0023	0.9977	13.232	11.064	0.23
2.000	147.40	0.0024	0.9976	13.234	11.138	0.24
2.100	147.60	0.0025	0.9975	13.236	11.152	0.25
2.200	147.35	0.0026	0.9974	13.237	11.131	0.26
2.300	142.75	0.0027	0.9973	13.239	10.783	0.27

$$\sigma_{max} = 11.15 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Jueves, 23 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C9		1.5 m	20%1

Datos de la Muestra

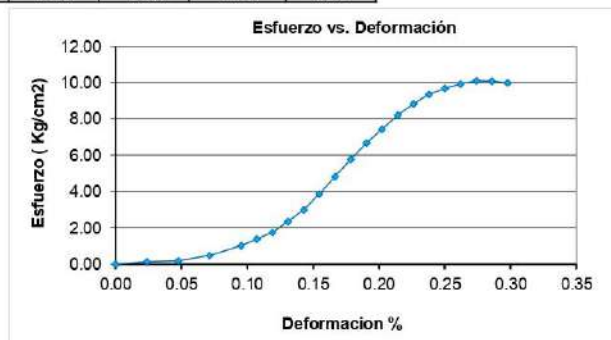
Diámetro inicial (D_o)	Altura inicial (L_o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	234.48 g	2.114 g/cm ³
Área inicial (A_o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	13.37%	206.83 g	1.865 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L_o/D_o	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta L/L_o$	Kgf	$A_o / 1-Def. Unit.$	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.200	1.75	0.0002	0.9998	13.206	0.133	0.02
0.400	2.35	0.0005	0.9995	13.209	0.178	0.05
0.600	6.45	0.0007	0.9993	13.212	0.488	0.07
0.800	13.55	0.0010	0.9990	13.215	1.025	0.10
0.900	18.35	0.0011	0.9989	13.217	1.388	0.11
1.000	23.20	0.0012	0.9988	13.218	1.755	0.12
1.100	31.15	0.0013	0.9987	13.220	2.356	0.13
1.200	39.50	0.0014	0.9986	13.221	2.988	0.14
1.300	51.35	0.0015	0.9985	13.223	3.883	0.15
1.400	63.95	0.0017	0.9983	13.225	4.836	0.17
1.500	76.55	0.0018	0.9982	13.226	5.788	0.18
1.600	88.55	0.0019	0.9981	13.228	6.694	0.19
1.700	98.50	0.0020	0.9980	13.229	7.446	0.20
1.800	108.65	0.0021	0.9979	13.231	8.204	0.21
1.900	117.10	0.0023	0.9977	13.232	8.849	0.23
2.000	123.90	0.0024	0.9976	13.234	9.362	0.24
2.100	128.30	0.0025	0.9975	13.236	9.694	0.25
2.200	131.50	0.0026	0.9974	13.237	9.934	0.26
2.300	133.90	0.0027	0.9973	13.239	10.114	0.27
2.400	133.60	0.0029	0.9971	13.240	10.090	0.29
2.500	132.50	0.0030	0.9970	13.242	10.006	0.30

$$\sigma_{max} = 10.11 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Jueves, 23 de septiembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C9		1.5 m	25%1

Datos de la Muestra

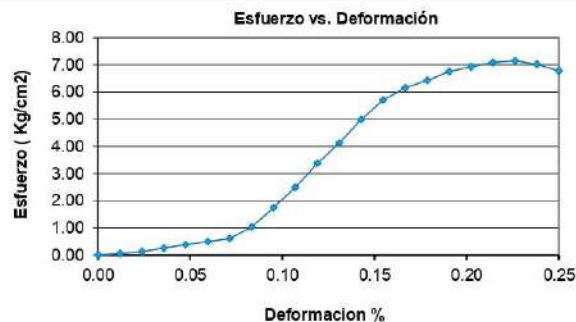
Diámetro inicial (D_o)	Altura inicial (L_o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	231.66 g	2.089 g/cm ³
Área inicial (A_o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	13.21%	204.62 g	1.845 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L_o/D_o	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta L/L_o$	Kgf	$A_o / 1-Def. Unit.$	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.100	0.75	0.0001	0.9999	13.204	0.057	0.01
0.200	1.70	0.0002	0.9998	13.206	0.129	0.02
0.300	3.30	0.0004	0.9996	13.207	0.250	0.04
0.400	5.00	0.0006	0.9994	13.209	0.379	0.05
0.500	6.55	0.0006	0.9994	13.210	0.496	0.06
0.600	8.05	0.0007	0.9993	13.212	0.609	0.07
0.700	13.55	0.0008	0.9992	13.214	1.025	0.08
0.800	23.10	0.0010	0.9990	13.215	1.748	0.10
0.900	32.95	0.0011	0.9989	13.217	2.493	0.11
1.000	44.65	0.0012	0.9988	13.218	3.378	0.12
1.100	54.60	0.0013	0.9987	13.220	4.130	0.13
1.200	65.95	0.0014	0.9986	13.221	4.988	0.14
1.300	75.45	0.0015	0.9985	13.223	5.706	0.15
1.400	81.40	0.0017	0.9983	13.225	6.155	0.17
1.500	84.95	0.0018	0.9982	13.226	6.423	0.18
1.600	89.30	0.0019	0.9981	13.228	6.751	0.19
1.700	91.65	0.0020	0.9980	13.229	6.928	0.20
1.800	93.70	0.0021	0.9979	13.231	7.082	0.21
1.900	94.55	0.0023	0.9977	13.232	7.145	0.23
2.000	92.95	0.0024	0.9976	13.234	7.024	0.24
2.100	89.65	0.0025	0.9975	13.236	6.773	0.25

$$\sigma_{max} = 7.15 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

ANEXO 2.4. Informes de laboratorio: Corte directo

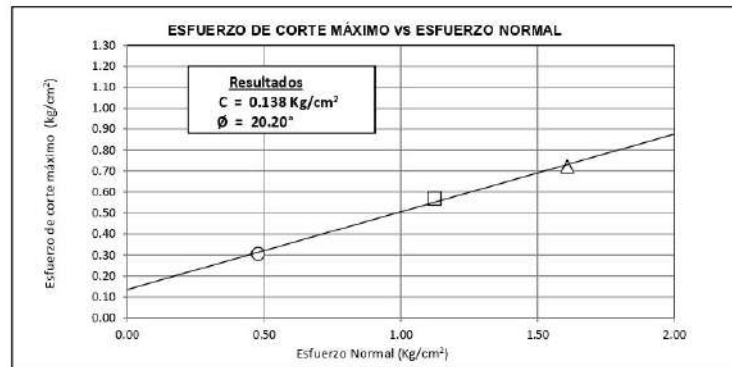
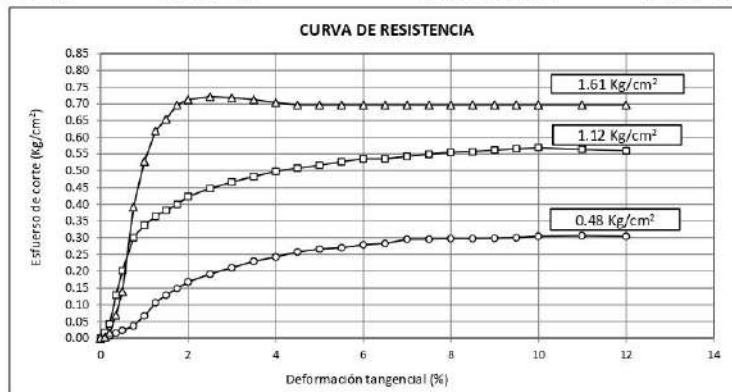


Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiklayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: SC-SM Muestra: SN Profundidad 1.5 m Estado: Compactada



Observaciones:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.

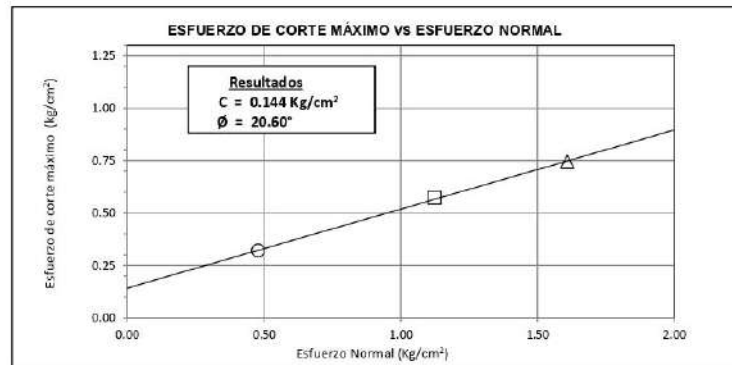
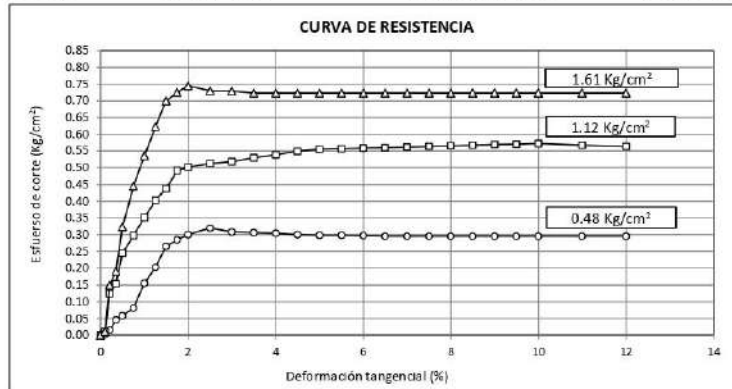
LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: SC-SM Muestra: 10% Profundidad: 1.5 m Estado: Compactada

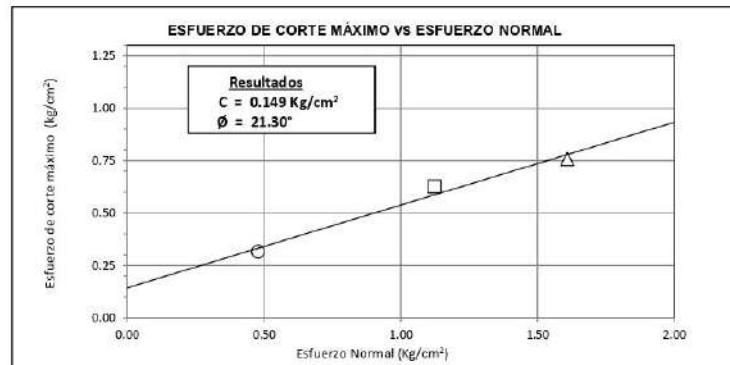
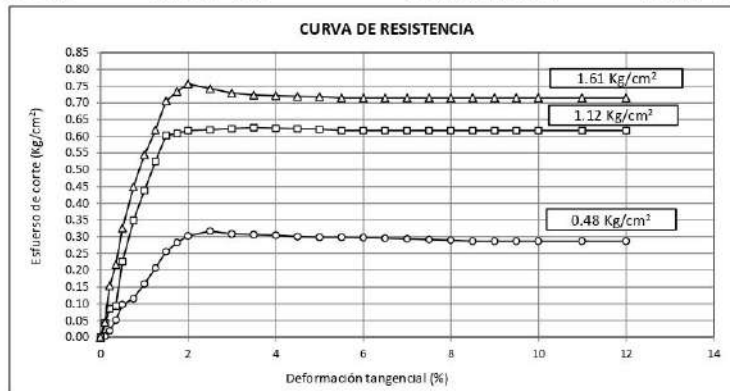


Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: SC-SM Muestra: 15% Profundidad: 1.5 m Estado: Compactada



Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.

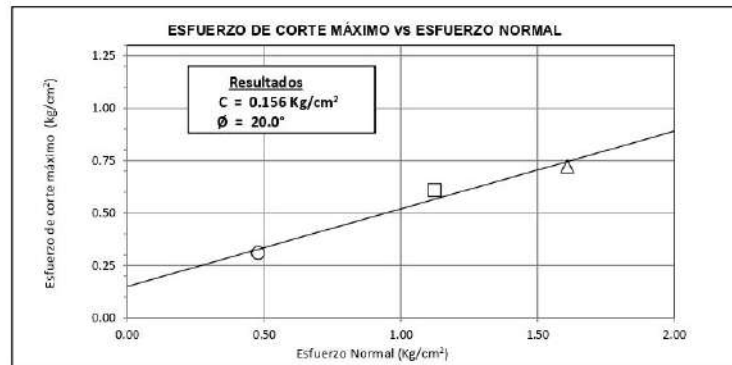
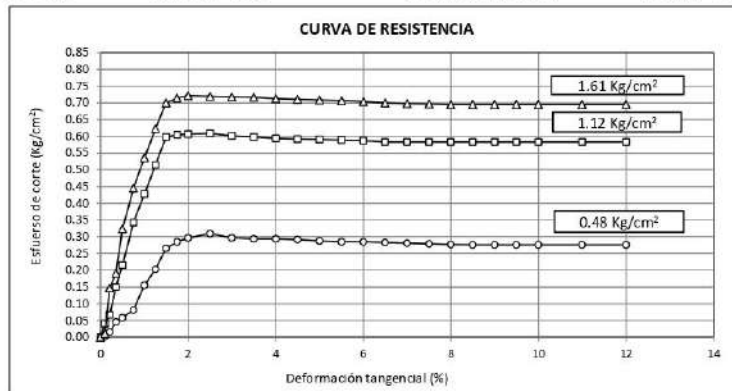

WILSON CLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
 REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: SC-SM Muestra: 20% Profundidad: 1.5 m Estado: Compactada

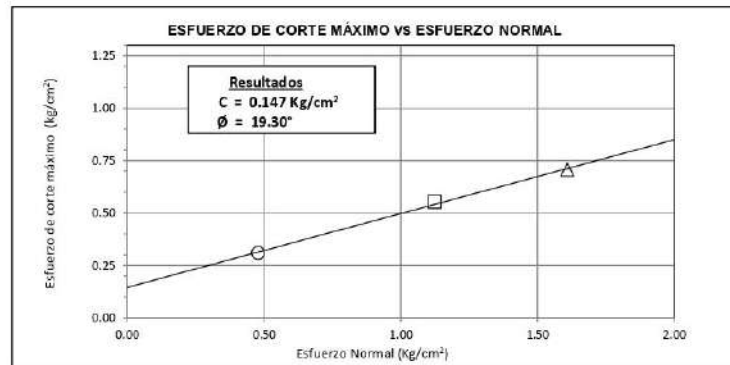
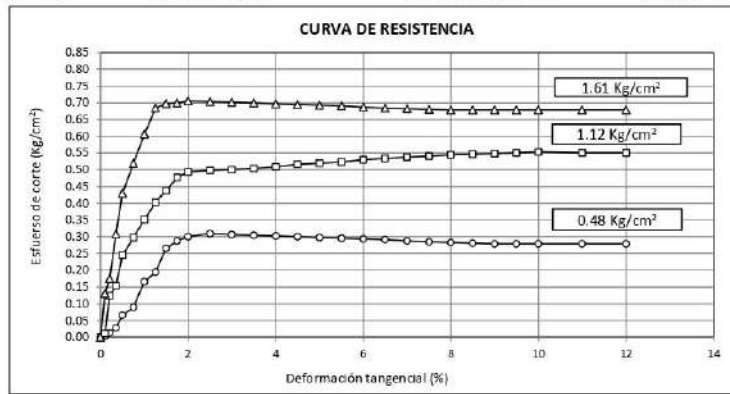


Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: SC-SM Muestra: 25% Profundidad: 1.5 m Estado: Compactada



Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

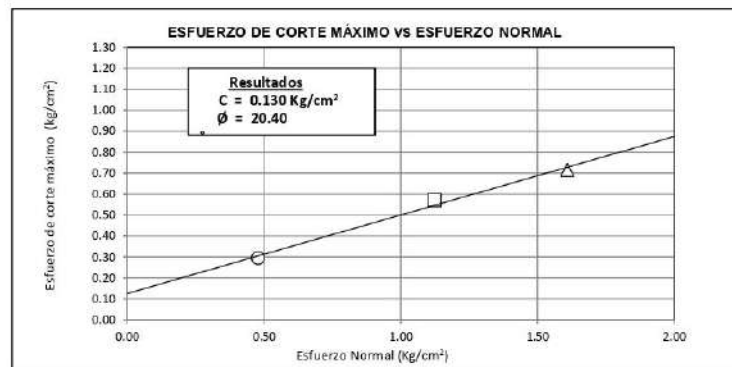
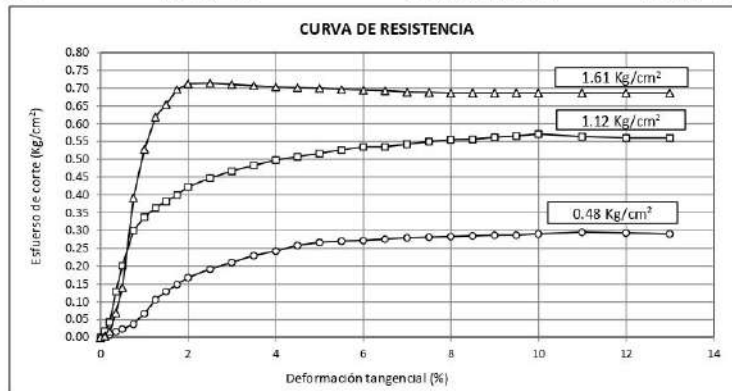


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: SC Muestra: SN Profundidad: 1.5 m Estado: Compactada

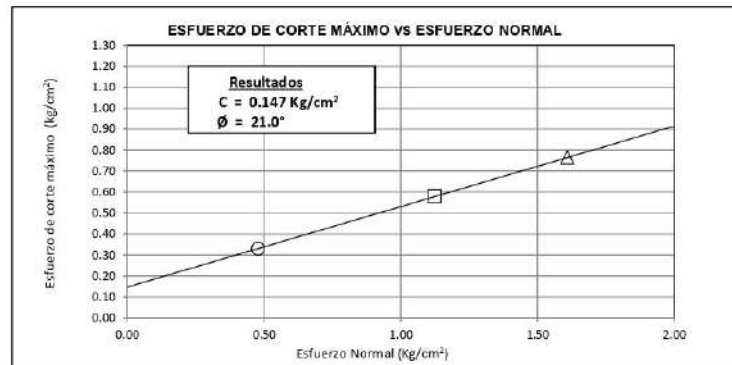
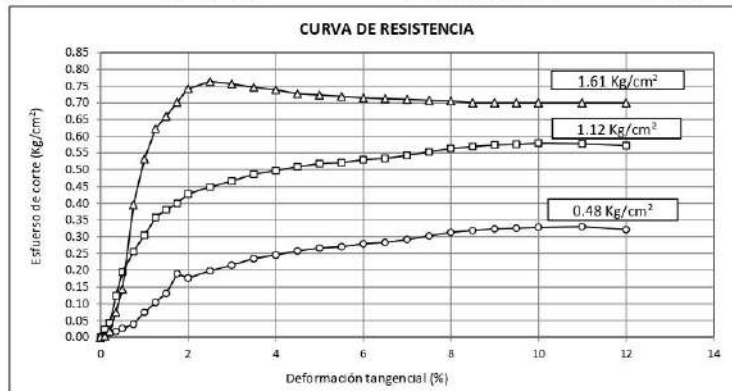


Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
 REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: SC Muestra: 10% Profundidad: 1.5 m Estado: Compactada



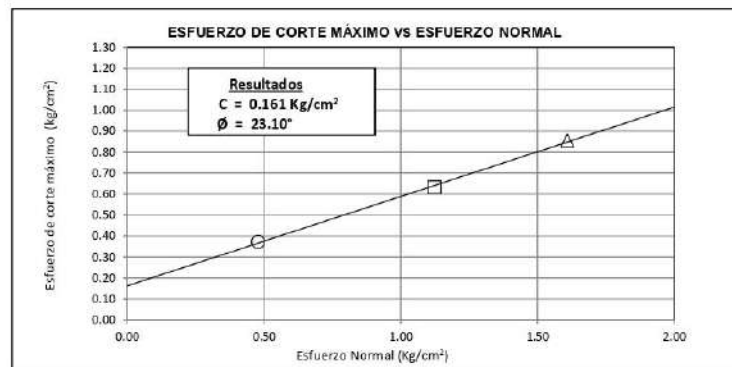
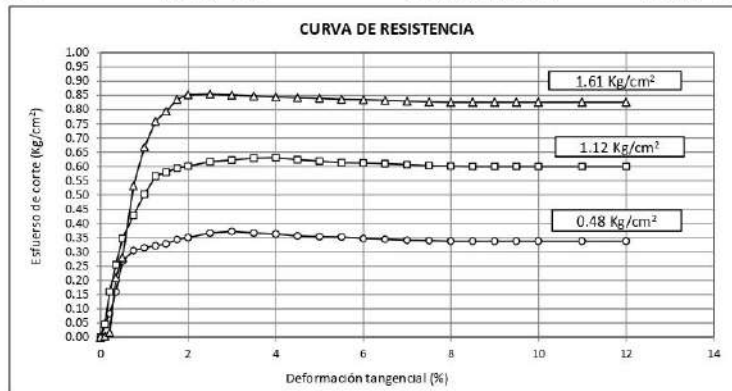
Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
 REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: SC Muestra: 15% Profundidad: 1.5 m Estado: Compactada



Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.



WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

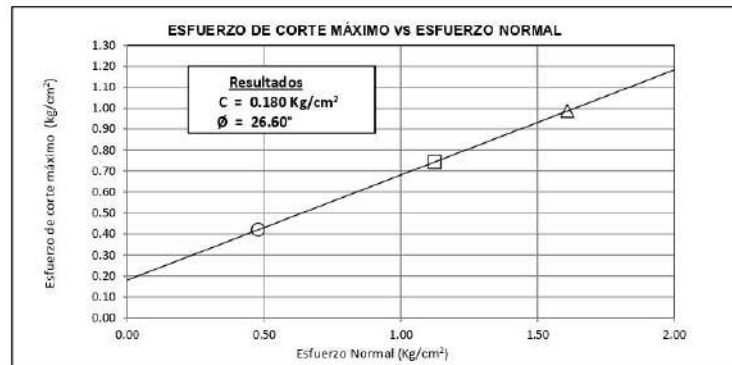
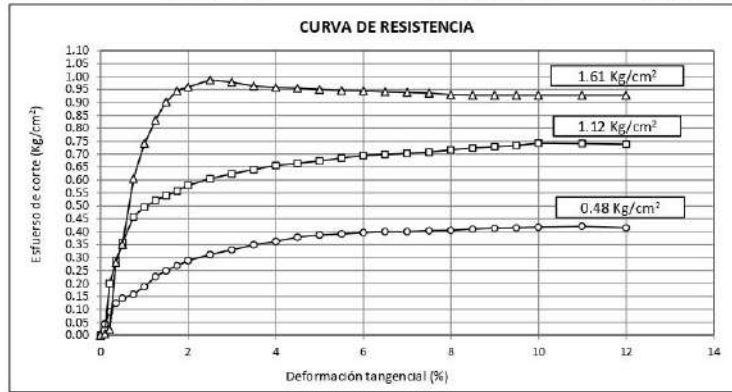


Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

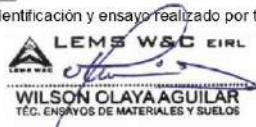
Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
 REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: SC Muestra: 20% Profundidad 1.5 m Estado: Compactada



Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

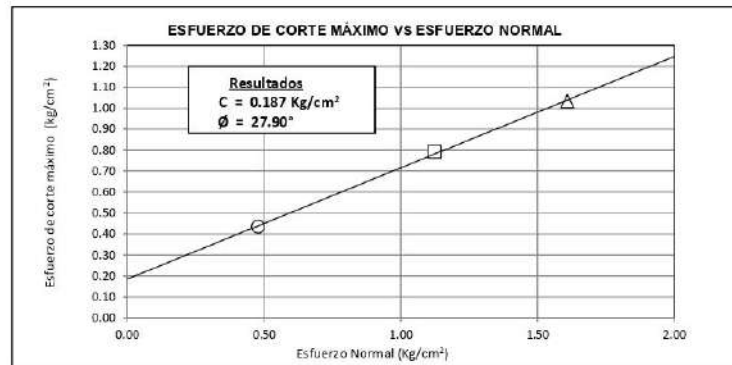
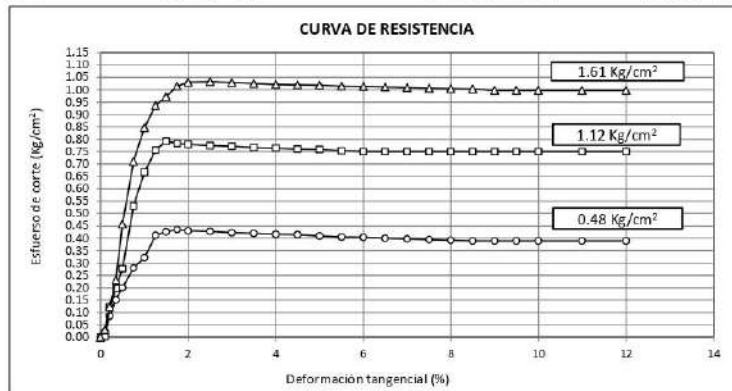


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: SC Muestra: 25% Profundidad: 1.5 m Estado: Compactada



Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

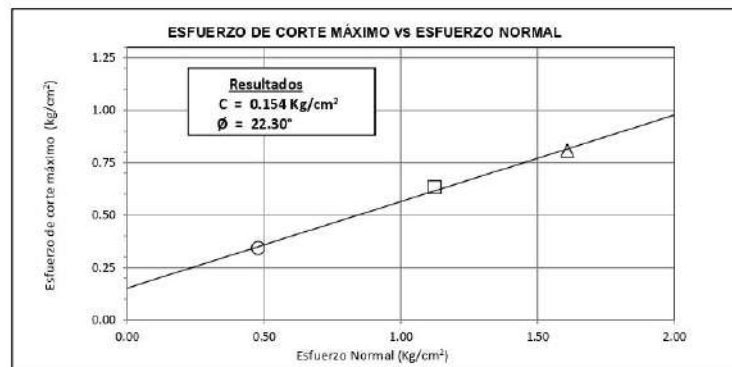
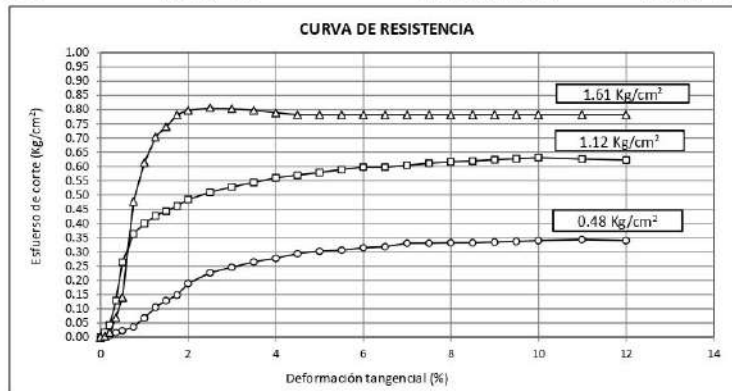


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: CL Muestra: SN Profundidad: 1.5 m Estado: Compactada

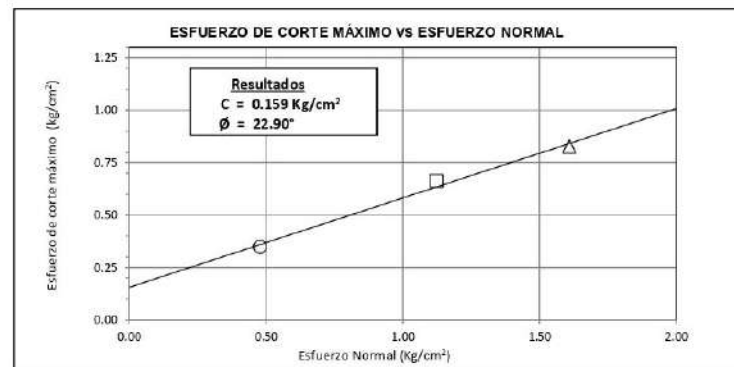
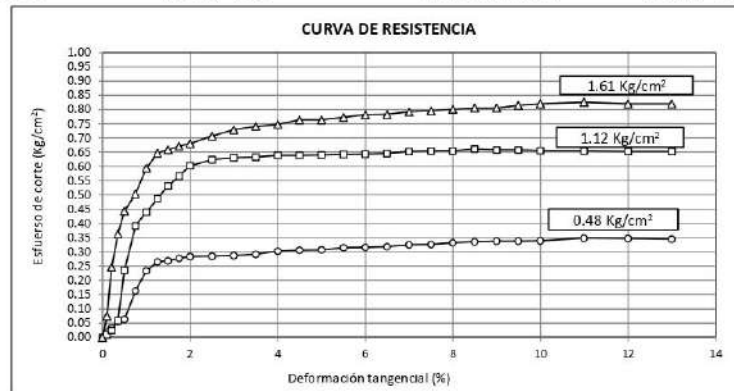


Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: CL Muestra: 10% Profundidad 1.5 m Estado: Compactada

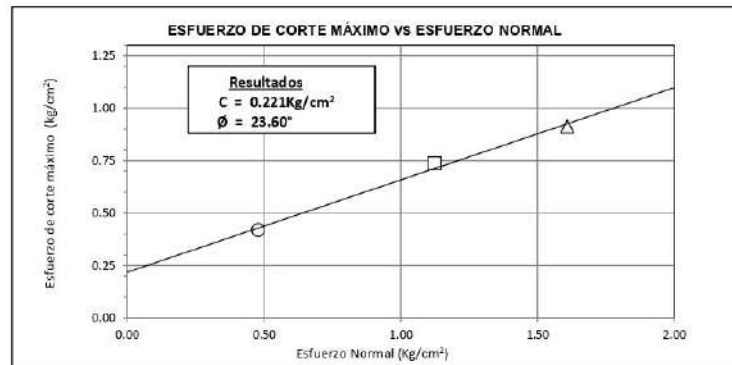
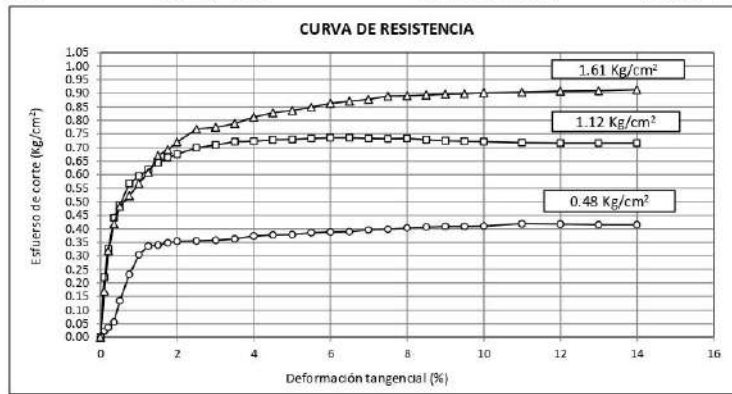


Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: CL Muestra: 15% Profundidad 1.5 m Estado: Compactada



Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

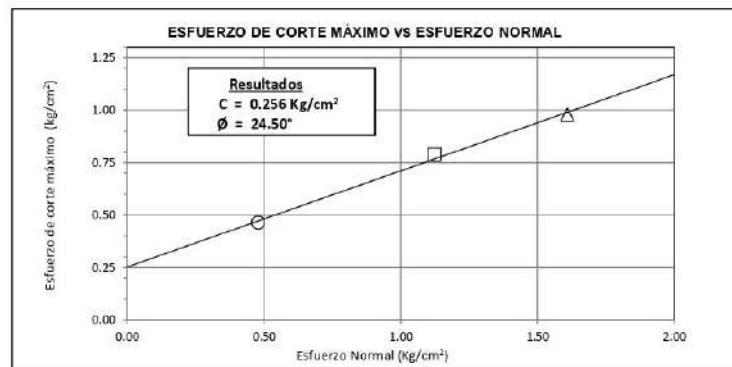
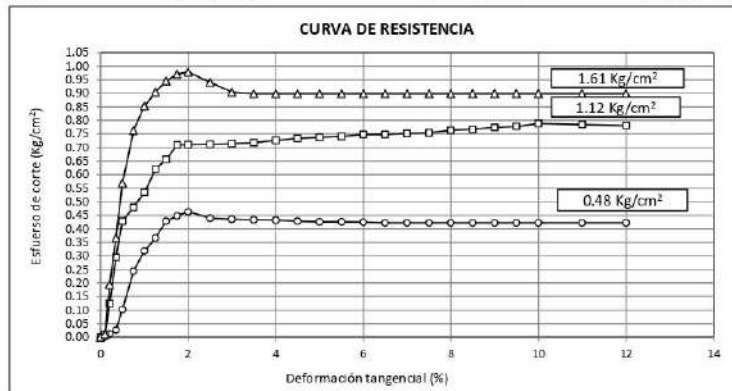


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: CL Muestra: 20% Profundidad 1.5 m Estado: Compactada

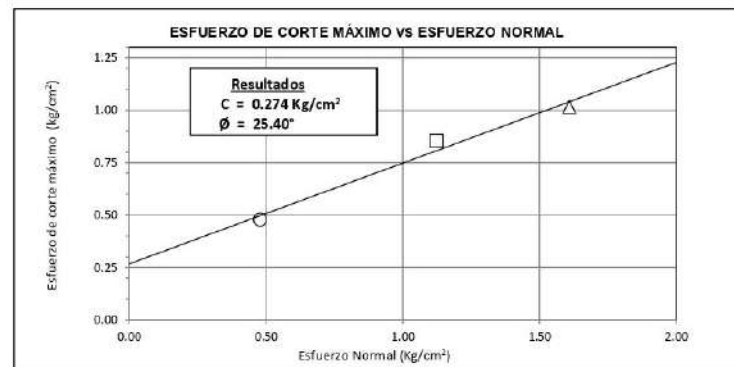
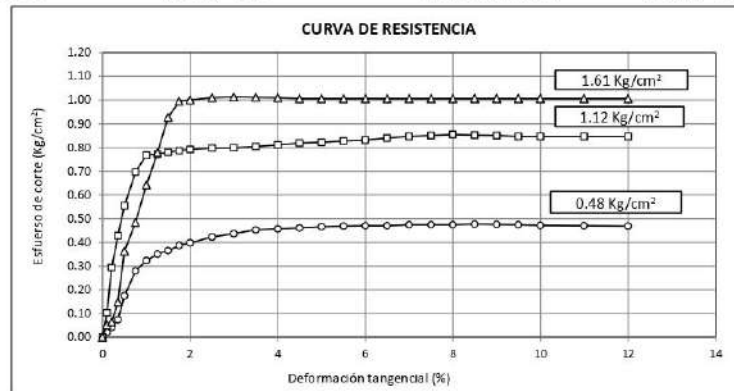


Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: CL Muestra: 25% Profundidad: 1.5 m Estado: Compactada



Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

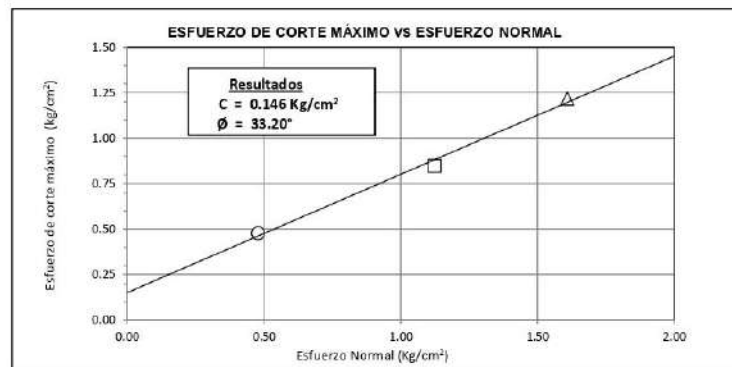
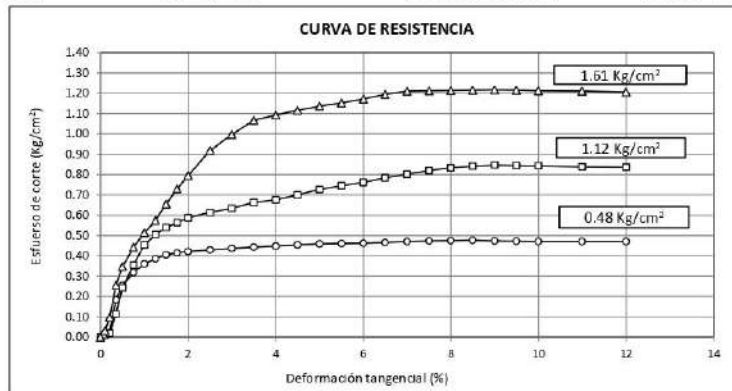


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

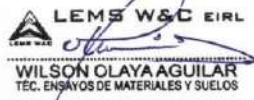
Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
 REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: CH Muestra: SN Profundidad: 1.5 m Estado: Compactada



Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

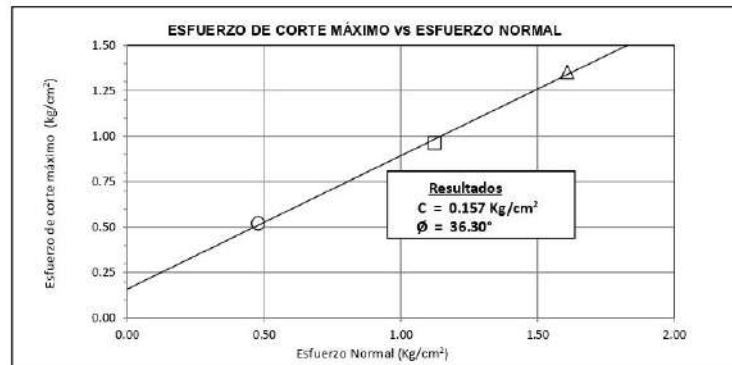
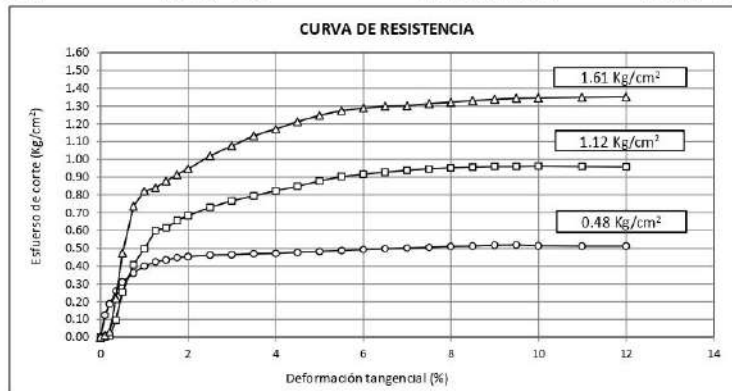


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: CH Muestra: 10% Profundidad 1.5 m Estado: Compactada

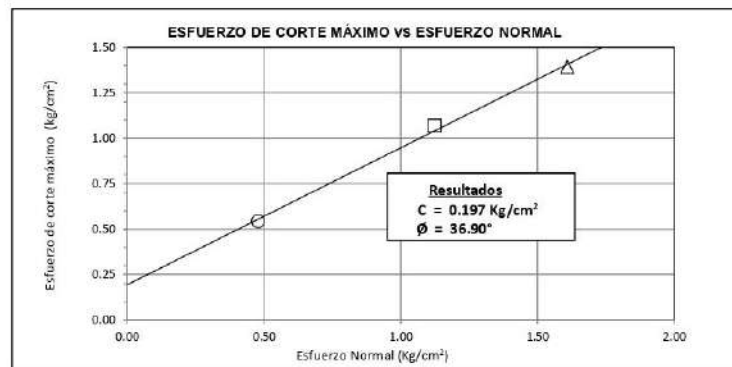
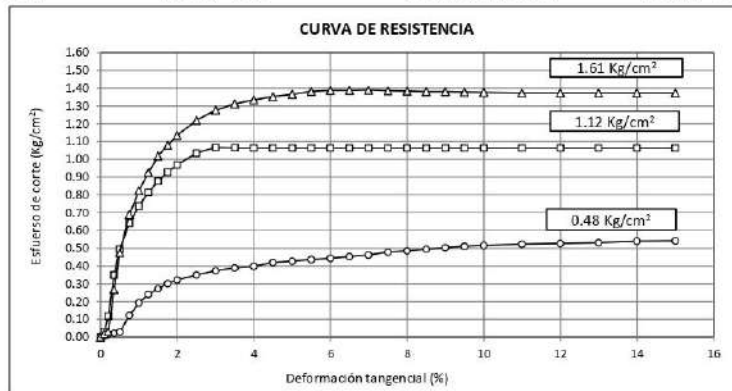


Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
 REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: CH Muestra: 15% Profundidad: 1.5 m Estado: Compactada



Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYAAGUIAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

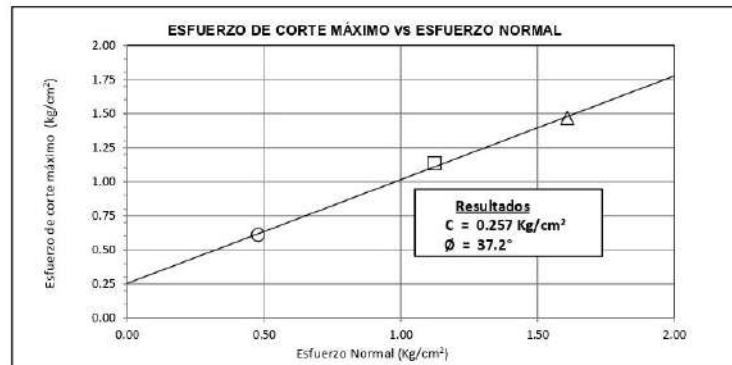
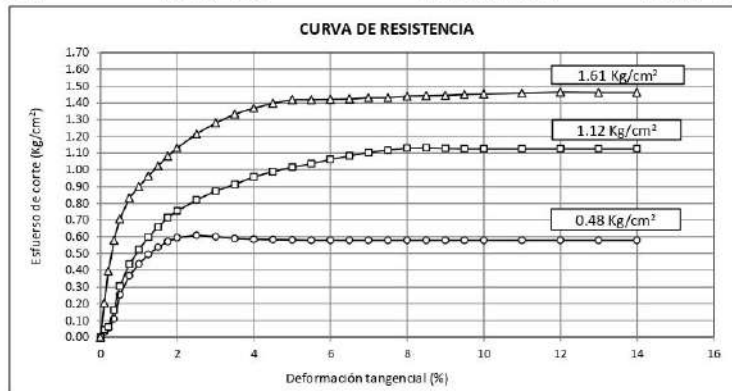


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
 REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: CH Muestra: 20% Profundidad 1.5 m Estado: Compactada



Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

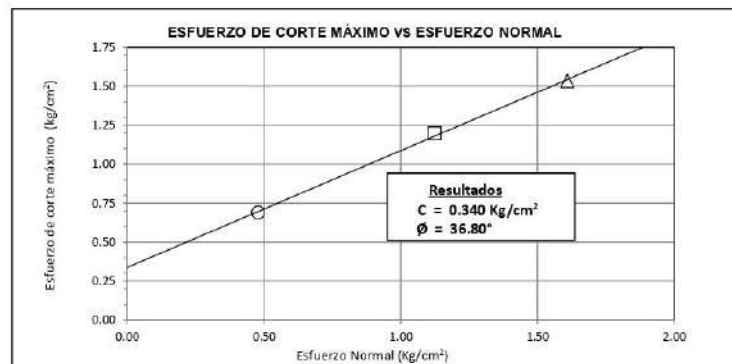
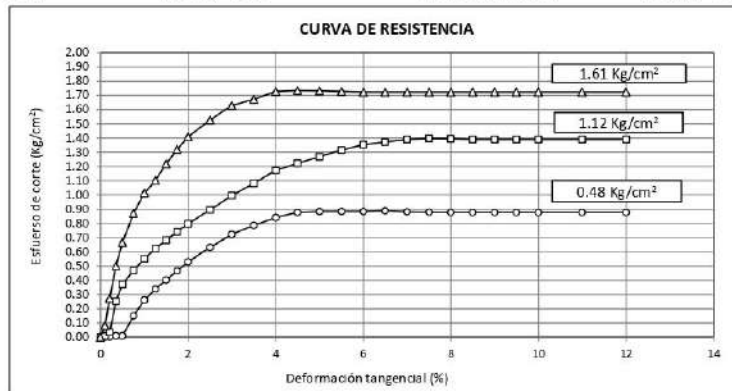


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : SALAZAR PRETEL TATIANA MARILU
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES INCORPORANDO MATERIAL RECICLADO DE DEMOLICIÓN. LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Ferreñafe - Lambayeque

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo desuelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición
REFERENCIA : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)

Calicata: CH Muestra: 25% Profundidad 1.5 m Estado: Compactada



Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por testista.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Peralas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 3.0 – EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS



Figura 19. Toma de muestras de suelo (calicatas). Fuente: propia.



Figura 20. Material de concreto reciclado de demolición proveniente de columnas. Fuente: propia.



Figura 21. Triturado previo a la molienda en máquina de Abrasión de materiales de CRD. Fuente: propia.



Figura 22. Lavado de suelo para ensayo de clasificación granulométrica. Fuente: propia.



Figura 23. Ensayo de granulometría de suelo. Fuente: propia.



Figura 24. Preparación de muestra de suelo para el desarrollo de ensayo de Límites de Atterberg. Fuente: propia.



Figura 25. Ensayo de Límite Líquido. Fuente: propia.



Figura 26. Ensayo de Límite Plástico. Fuente: propia.



Figura 27. Ensayo de Proctor Modificado. Fuente: propia.



Figura 28. Preparación de probetas para el ensayo UCS. Fuente: propia.

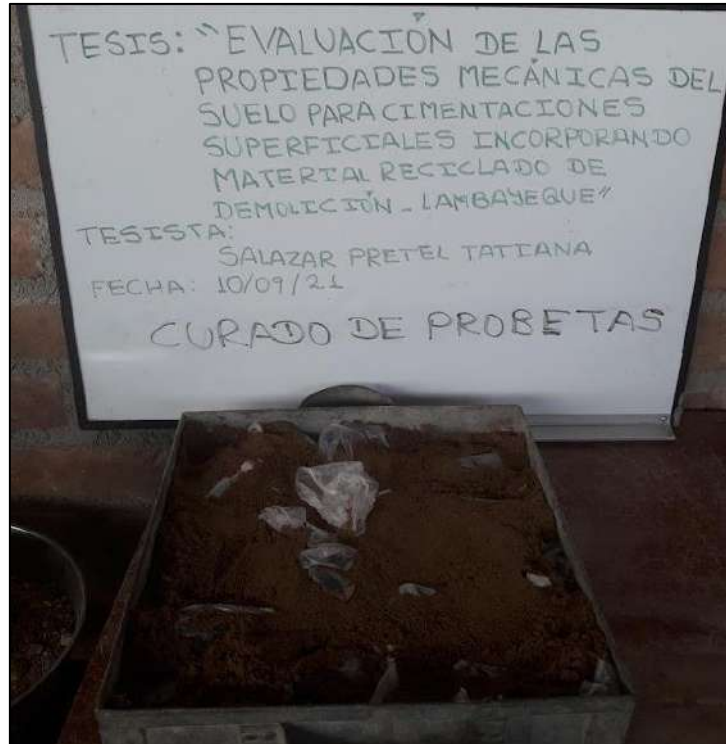


Figura 29. Curado de probetas para el ensayo UCS. Fuente: propia.



Figura 30. Ensayo UCS. Fuente: propia.

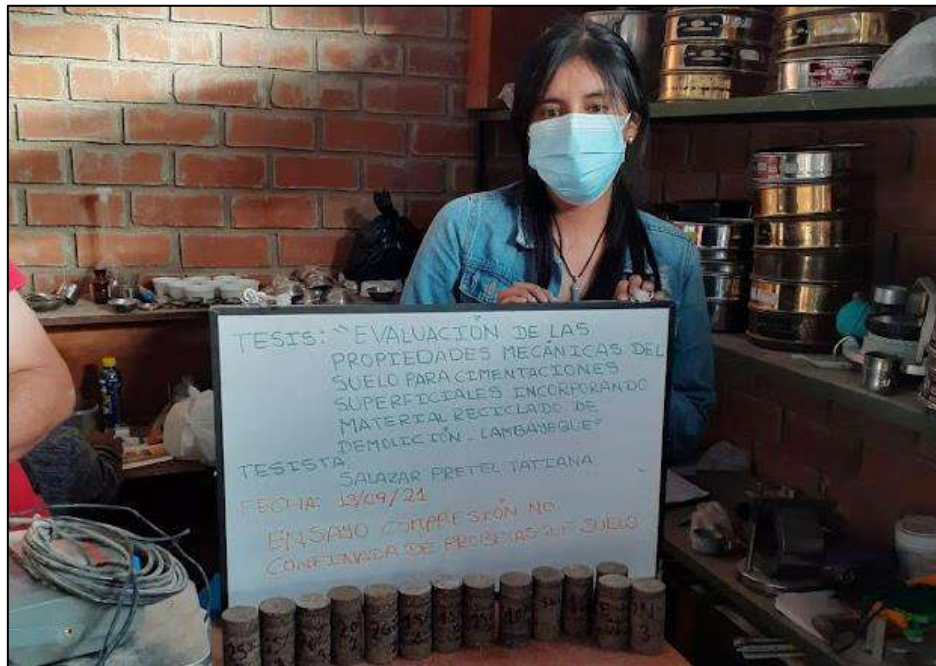


Figura 31. Probetas para ensayar (UCS). Fuente: propia.



Figura 32. Elaboración de especímenes para ensayo de corte directo. Fuente: propia.



Figura 33. Colocación de muestra en caja de corte para ensayo de corte directo.
Fuente: propia.



Figura 34. Ensayo de corte directo. Fuente: propia.