

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



**Estabilización de suelo arcilloso con cal viva con fines de cimentación
en el Centro Poblado El Castillo - 2025**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil

Autora:

Acosta Ninaquispe, Nyla Rosario

Asesor:

Solar Jara, Miguel Ángel

Código ORCID: 0000 0002 8661 418X

Chimbote – Perú

2025

Índice General

Índice General.....	i
Índice de tablas.....	ii
Índice de gráficos	iii
Palabras Clave.....	iv
Constancia de originalidad	v
Título.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
INTRODUCCION	1
METODOLOGIA	12
RESULTADOS	14
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	27
CONCLUSIONES	30
RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	34
ANEXOS	37

Índice de tablas

Tabla 1. Datos de las calicatas realizadas en el Centro Poblado El Castillo	14
Tabla 2. Resultado de límites de consistencia en el Centro Poblado El Castillo	15
Tabla 3. Resultado del análisis granulométrico en el Centro Poblado El Castillo	16
Tabla 4. Resultado del ensayo de corte directo del Centro Poblado El Castillo	17
Tabla 5. Resultados del ensayo de corte directo – experimental (4%)	19
Tabla 6. Resultados del ensayo de corte directo – experimental (8%).....	20

Índice de gráficos

Figura 1. Análisis del Contenido de humedad del Centro Poblado El Castillo	14
Figura 2. Análisis de los Límites de Consistencia del Centro Poblado El Castillo.....	15
Figura 3. Análisis granulométrico del Centro Poblado El Castill	16
Figura 4. Análisis del Ensayo de Corte Directo	18
Figura 5. Corte directo - Experimental (4%).....	19
Figura 6. Corte Directo Experimental - 8%	21

PALABRAS CLAVE

suelo, cal, estabilización, plasticidad

KEYWORDS

soil, lime, stabilization, plasticity

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Línea: Construcción y Gestión de la Construcción

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Civil

Disciplina: Ingeniería Civil



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado **Estabilización de suelo arcilloso con cal viva con fines de cimentación en el centro poblado el castillo - 2025** del (a) estudiante: **ACOSTA NINAQUISPE NYLA ROSARIO**, identificado(a) con Código N° **1117101920**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **24%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 16 de diciembre de 2025

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

Titulo

ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON CAL VIVA CON FINES DE CIMENTACIÓN EN EL CENTRO POBLADO EL CASTILLO - 2025

Resumen

El presente proyecto de investigación tiene como principal objetivo la estabilización del suelo arcilloso con cal viva en el centro poblado El Castillo, la finalidad es determinar el contenido óptimo del estabilizante que aumente la capacidad portante del terreno y garantice la viabilidad de futuras edificaciones, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de sus habitantes. La metodología de la investigación será de tipo aplicada con diseño experimental puro, porque se están considerando hacer calicatas para la recolección de muestras en campo y la realización de ensayos de laboratorio, para poder analizar la muestra de suelo puro frente a la muestra de suelo con adición de cal viva, la investigación es libre, ya que se realizará por decisión propia. Debido a que las investigaciones de campo serán mediante calicatas y se recolectará muestras para los ensayos en el laboratorio como granulometría, límites de Atterberg, Proctor y CBR, con el propósito de establecer la dosificación adecuada de cal viva de acuerdo con las características del suelo. Posteriormente, se analizarán los resultados obtenidos a fin de proponer un procedimiento de estabilización aplicable a la zona de estudio. Este trabajo busca constituirse en una alternativa técnica viable y en una fuente de consulta para futuros proyectos de infraestructura en el centro poblado El Castillo. Por lo tanto, la investigación de estabilización de suelo arcilloso con cal viva con fines de cimentación quiere lograr una alternativa sostenible, económica, también esta sea una fuente de información para futuros proyectos e investigaciones relacionadas con el tema. Lo que también se busca mediante el proyecto de estabilización es que los pobladores gocen de una buena calidad de vida, y eso también se logra cuando ellos cuentan con información de donde edifican sus viviendas.

Abstract

The main objective of this research project is the stabilization of clayey soil using quicklime in the El Castillo population center, with the purpose of determining the optimum stabilizer content that increases the bearing capacity of the soil and ensures the feasibility of future constructions, thereby contributing to the improvement of the inhabitants' quality of life. The research methodology is applied in nature and follows a pure experimental design, involving the excavation of test pits for field sample collection and the performance of laboratory tests to analyze and compare untreated soil samples with soil samples treated with quicklime. Fieldwork includes the collection of samples for laboratory tests such as grain size analysis, Atterberg limits, Proctor compaction, and CBR tests, in order to establish the appropriate quicklime dosage according to the soil characteristics. Subsequently, the results obtained are analyzed to propose a stabilization procedure applicable to the study area. This research aims to serve as a technically viable, sustainable, and economical alternative, as well as a reference source for future infrastructure projects and research related to clayey soil stabilization with quicklime for foundation purposes in the El Castillo population center, ultimately contributing to better living conditions through informed construction practices.

INTRODUCCION

Nuestro país posee una gran variedad de suelos, que son utilizados para diversas actividades, siendo una de las principales la construcción de viviendas. A nivel mundial, el suelo también constituye un recurso fundamental para este propósito, pues permite brindar condiciones adecuadas de habitabilidad y mejorar la calidad de vida de las poblaciones. En el caso de Perú, los centros poblados, que suelen tener hasta un máximo de mil habitantes, se ubican principalmente en zonas rurales y, en muchos casos, carecen de información técnica que oriente sobre las ventajas y desventajas de construir sobre determinados tipos de suelos. Esta falta de conocimiento impide que las comunidades puedan prevenir daños estructurales, especialmente frente a fenómenos sísmicos de gran magnitud. En esta investigación se aborda la problemática del centro poblado El Castillo, ubicado en el distrito de Chimbote, provincia del Santa. Esta zona se encuentra en el valle del Santa, conocido por su actividad agrícola, lo que hace evidente la presencia de suelos arcillosos y elevados niveles de humedad. Dichas condiciones afectan directamente a las construcciones, causando deterioro en ladrillos, cimientos y columnas. En el pueblo joven El Castillo predominan viviendas autoconstruidas con materiales locales, como carrizo y adobe. A pesar de los beneficios del programa social “Techo Propio”, las edificaciones realizadas no han considerado medidas para mitigar los efectos del suelo arcilloso ni del nivel freático, lo que genera asentamientos diferenciales y daños estructurales. Esta situación coloca a los habitantes en riesgo, ya que, ante un sismo de gran magnitud, las viviendas podrían colapsar, atentando contra la seguridad de las familias.

Los suelos cumplen con un rol importante en la ingeniería civil, pues sobre ellos se erigen obras que marcan hitos en la historia y que, en la actualidad, demandan técnicas cada vez más sofisticadas para garantizar estabilidad y durabilidad. Con el paso del tiempo, se ha hecho evidente la necesidad de mejorar las propiedades naturales del suelo mediante procesos de estabilización con el fin de reducir riesgos y asegurar la adecuada ejecución de proyectos de infraestructura.

Con el propósito de fundamentar esta investigación como antecedentes internacionales tenemos a Aqel et al. (2024), en un estudio en la revista Geosciences de la editorial MDPI, desarrollaron la investigación titulada “Piping Stabilization of Clay Soil Using Lime”, en la cual evaluaron la adición de cal como método de estabilización en suelos arcillosos. Aunque el estudio no detalla exhaustivamente los resultados numéricos, los autores destacaron la eficacia de la cal viva como un agente estabilizante ampliamente reconocido en la ingeniería geotécnica. Este trabajo refuerza el interés de la comunidad científica en emplear la cal como una técnica tradicional y efectiva para mejorar las propiedades mecánicas de los suelos, favoreciendo su resistencia y estabilidad en proyectos de ingeniería civil.

Asimismo, Keybondori y Abdi (2021), que publicaron en la revista Journal of Forest Engineering, donde evaluaron la estabilización de suelos arcillosos con fines de construcción de caminos forestales mediante la aplicación de distintos porcentajes de cal (5%, 7%, y 9%). En su investigación, analizaron los cambios en las propiedades geotécnicas del suelo, como los límites de Atterberg y la resistencia a la compresión. Los resultados demostraron que la incorporación del 9% de cal permitió una reducción del 94% en el índice de plasticidad, además de un incremento considerable en la resistencia a la compresión. Este estudio evidenció que el uso de cal viva es una alternativa eficiente para la mejora del comportamiento mecánico de los suelos arcillosos, optimizando su estabilidad y reduciendo su plasticidad, por lo que constituye una técnica viable para proyectos de ingeniería civil y forestal.

En antecedentes nacionales, tenemos a Huamán Rojas (2024), en su tesis titulada “Influencia de estabilizantes económicos en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga – Ayacucho, 2022”, desarrolló una investigación orientada a evaluar la eficacia de estabilizantes de bajo costo, específicamente la cal viva y el cemento Portland tipo I, en la mejora de suelos arcillosos. El estudio identificó que los suelos del área presentaban una baja capacidad portante y un elevado índice de plasticidad, condiciones que ocasionaban deformaciones y fisuras en las vías rurales y urbanas. La investigación tuvo como

propósito establecer la proporción óptima de estabilizante que permitiera mejorar simultáneamente la resistencia (CBR) y reducir los costos de aplicación, demostrando que el empleo de estos aditivos representa una alternativa técnica y económicamente viable para el mejoramiento de subrasantes en zonas rurales.

Por otra parte, Hernández Pérez y Boñón Martínez (2023) desarrollaron la tesis titulada “Comportamiento de una subrasante arcillosa estabilizada por la combinación de dos aditivos químicos: MaxxSeal 200 y aceite sulfonado – Jaén 2023”. En su investigación, evaluaron el comportamiento de un suelo arcilloso sometido a procesos de estabilización mediante la aplicación conjunta de aceite sulfonado y cal viva. Los resultados indicaron que la mezcla óptima, compuesta por un 4 % de aceite sulfonado y un 6 % de cal viva, produjo un incremento significativo en la resistencia a la compresión, así como una mejora notable en la capacidad de soporte del suelo, alcanzando un valor de CBR de 13.4 %. Este estudio demuestra la efectividad del uso combinado de aditivos químicos para optimizar las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleados como subrasante en obras viales.

En antecedentes locales, tenemos a Vásquez Gonzales; Zapata Terrones (2023) en su tesis titulada “Capacidad de soporte del suelo adicionado 3,5 y 8% de ceniza de cebada y yeso en el asentamiento humano Lomas del Sur, Nuevo Chimbote”, desarrollaron un estudio orientado a mejorar la resistencia y capacidad portante de los suelos de la zona, los cuales presentaban deficiencias para su uso en pavimentos. Para ello, aplicaron distintos porcentajes de ceniza de cebada junto con yeso como estabilizantes, realizando ensayos de caracterización, compactación y CBR. Los resultados mostraron un incremento significativo en la capacidad de soporte, alcanzando valores de CBR de 16.71%, 20.29% y 30.62%, siendo el 5% de ceniza la proporción más eficaz. Concluyeron que la combinación de estos materiales es una alternativa viable, económica y sostenible para la mejora de suelos en proyectos de infraestructura vial en el distrito de Nuevo Chimbote.

Del mismo modo, Álamo Melgarejo y Campos Cano (2022) desarrollaron la tesis titulada “Estabilización de suelos empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio

para el diseño del pavimento en Cascajal, Chimbote, 2022”, en la cual analizaron la eficiencia del polvo de carbón vegetal y la fibra de vidrio como agentes estabilizantes en suelos de baja capacidad portante, específicamente en la vía que conecta Cascajal Derecho con San Francisco, en la provincia del Santa. Los resultados de los ensayos geotécnicos demostraron que la adición de estos materiales mejoró notablemente la capacidad de soporte del suelo y redujo su plasticidad, evidenciándose un incremento en los valores del CBR en comparación con el suelo natural. Los autores concluyeron que la utilización de residuos industriales, como los empleados en su estudio, representa una alternativa técnica y ambientalmente sostenible para la estabilización de suelos en proyectos viales locales.

Para complementar lo mencionado en los antecedentes, se relata la fundamentación científica, definiendo conceptos relativos a esta investigación y así continuar con el desarrollo de la investigación.

La estabilización de suelos tiene como objetivo mejorar la resistencia, durabilidad y capacidad soporte, esto mediante una modificatoria de las propiedades físicas y mecánicas con procesos mecánicos o químicos (Jiménez, 2018, p. 102).

El suelo está compuesto en proporciones variables por partículas de aire, agua, minerales, y materia orgánica, a todo esto, se define como el conjunto de materiales no consolidados de la corteza terrestre, donde una de sus funciones es ser el soporte a las construcciones (Das, 2015, p. 33).

El óxido de calcio o cal viva es un material químico, que se emplea en ingeniería civil, que cuando se hidrata se transforma en hidróxido de calcio, esto reacciona con las arcillas del suelo haciendo que se reduzca la plasticidad y aumenta su resistencia. MTC, Manual de Carreteras, Sección 211.03.03

La clasificación de suelos tiene como finalidad agrupar los distintos tipos de suelo de acuerdo según sus propiedades físicas, principalmente las que se relacionan con la distribución de partículas y la plasticidad, su fin es predecir su comportamiento antes distintas condiciones de carga (Das, 2015, p.45).

Los suelos arcillosos presentan características como alta plasticidad, elevada compresibilidad y una limitada capacidad portante, lo que los hace materiales poco favorables para su uso en cimentaciones debido a su comportamiento inestable bajo cargas (Coduto, 2013, p. 54).

Las gravas están compuestas por fragmentos de roca cuyo tamaño oscila entre 2 mm y 7.62 cm. Se distinguen por su alta resistencia mecánica y buena capacidad de drenaje, cualidades que las convierten en materiales apropiados para rellenos estructurales y cimentaciones (Crespo, 2004, p. 19).

Las arenas corresponden a suelos de tipo granular formados por partículas de tamaño medio, que varían aproximadamente entre 0.06 mm y 2 mm. Presentan una alta permeabilidad y escasa cohesión, por lo que su resistencia o capacidad de soporte está directamente relacionada con el grado de compactación que alcancen (Das, 2015, p. 46).

Los limos están formados por partículas cuyo tamaño se encuentra entre el de la arena y la arcilla, aproximadamente entre 0.002 mm y 0.06 mm. Se caracterizan por tener baja cohesión y plasticidad, además de ser sensibles los cambios de humedad, lo que puede provocar variaciones en su volumen (Coduto, 2013, p. 52).

El sistema de clasificación AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) organiza los suelos con su idoneidad para la construcción de pavimentos, dividiéndolos en siete categorías principales (A-1 a A-7). Los grupos A-1 a A-3 corresponden a suelos granulares con buen desempeño estructural, mientras que los A-5, A-6 y A-7 se caracterizan por ser materiales finos con alto contenido de limo o arcilla, los cuales presentan bajo rendimiento en cimentaciones y obras viales (Coduto, 2013, p. 57).

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) clasifica los materiales del suelo según su tamaño de partículas y grado de plasticidad, separándolos en suelos gruesos (como gravas y arenas) y suelos finos (como limos y arcillas). Utiliza símbolos combinados para identificarlos, por ejemplo: GW para gravas bien graduadas, CL para arcillas con baja plasticidad y MH para limos con alta plasticidad (Das, 2015, p. 49).

Contenido de humedad se define como la proporción entre la masa de agua presente en una muestra de suelo y la masa de sus sólidos. Su determinación se realiza mediante el método gravimétrico, el cual implica pesar la muestra en estado húmedo, secarla en horno a una temperatura de 105–110 °C y luego volver a pesarla para calcular la cantidad de agua perdida (ASTM D2216; Das, 2015).

La granulometría se refiere a la distribución de los diferentes tamaños de partículas que componen un suelo, lo que permite clasificarlo en gravas, arenas, limos y arcillas. Su determinación se realiza mediante el análisis por tamizado para las fracciones gruesas y el método de hidrómetro para las partículas más finas (Coduto, 2013).

Los límites de Atterberg representan los diferentes estados de consistencia que presentan los suelos finos según su contenido de húmedas, comprendiendo el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad. Estos valores sirven para evaluar el grado de plasticidad y la compresibilidad de los suelos de tipo arcilloso (Casagrande, 1932).

El peso unitario y densidad seca expresan la proporción entre el peso del suelo y el volumen que ocupa, siendo parámetros esenciales para evaluar el grado de compactación y la capacidad resistente del material (Terzaghi y Peck, 1967).

La plasticidad es la capacidad que tiene un suelo para deformarse sin fracturarse cuando contiene cierta cantidad de humedad. A mayor plasticidad, el suelo tiende a presentar más dificultades para su uso en cimentaciones (Terzaghi & Peck, 1967).

La compresibilidad es la propiedad del suelo que describe su capacidad para reducir su volumen cuando se le aplica una carga. En los suelos arcillosos, una alta compresibilidad puede ocasionar asentamientos diferenciales que afectan la estabilidad de las estructuras (Das, 2015).

La capacidad de soporte (CBR) se refiere a la resistencia que presenta un suelo frente a la penetración de una carga estándar, siendo un parámetro fundamental en el diseño y evaluación de pavimentos (ASTM D1883).

La resistencia al corte hace referencia a la habilidad del suelo para soportar esfuerzos tangenciales sin fallar. Esta propiedad mejora considerablemente cuando el material es tratado con agentes estabilizantes como la cal o el cemento (Coduto, 2013).

La permeabilidad es la característica que determina la facilidad con que el agua atraviesa los poros del suelo. Controlar este parámetro es esencial para evitar procesos de erosión y la disminución de la capacidad de soporte del terreno (Das, 2015).

La compactación es el proceso que consiste en aumentar la densidad del suelo al reducir el aire presente en sus poros mediante la aplicación de energía mecánica, lo que incrementa su resistencia y disminuye su permeabilidad (Holtz & Kovacs, 1981).

La estabilización química se refiere al procedimiento mediante el cual se mejoran las características de un suelo al incorporar aditivos o agentes que reaccionan químicamente con sus partículas, como la cal, el cemento o el cloruro de sodio (Bell, 1996).

La reacción pozolánica es la reacción química que se produce entre la cal hidratada y los compuestos de sílice y alúmina presentes en los suelos arcillosos, generando productos cementantes que incrementan la resistencia y durabilidad del material (Little, 1995).

La floculación-aglomeración corresponde a la fase inicial tras la incorporación de cal en suelos arcillosos, donde las partículas finas se agrupan formando agregados más grandes, lo que disminuye la plasticidad y mejora la manejabilidad del suelo (Bell, 1996).

La sostenibilidad en la estabilización implica la aplicación de materiales disponibles localmente o con bajo impacto ambiental —como la cal viva o subproductos industriales— para mejorar las propiedades del suelo, promoviendo soluciones más económicas y respetuosas con el medio ambiente (Arulrajah et al., 2017).

La cimentación constituye el elemento estructural encargado de transferir las cargas de la edificación hacia el terreno, garantizando una adecuada distribución de los esfuerzos y evitando la aparición de asentamientos desiguales (Tomlinson, 2001).

Las cimentaciones se clasifican en dos tipos principales: superficiales, como zapatas, losas y vigas de cimentación; y profundas, como pilotes y caissons. Su elección depende

de la capacidad portante del suelo y del nivel de carga que deba soportar la estructura (Bowles, 1996).

La capacidad portante del suelo es la mayor presión que un terreno puede resistir sin experimentar fallas o deformaciones excesivas. Esta característica depende directamente de la resistencia al corte del material y del grado de compactación alcanzado (Terzaghi, 1943).

Los asentamientos se refieren a los desplazamientos verticales que experimenta el terreno cuando se le aplica una carga. En el caso de los suelos arcillosos, estos asentamientos suelen producirse de forma gradual y desigual, lo que puede comprometer la estabilidad de las estructuras (Das, 2015).

El mejoramiento del suelo para cimentaciones se comprende como la aplicación de métodos como la compactación, el drenaje y la estabilización química —por ejemplo, mediante el uso de cal viva— con el propósito de incrementar la capacidad de soporte del terreno y disminuir su compresibilidad (Coduto, 2013).

La presente investigación se justifica en la necesidad de mejorar las condiciones del suelo arcilloso en el Centro Poblado El Castillo, considerando que las características geotécnicas del terreno influyen directamente en la estabilidad y seguridad de las edificaciones. En ese sentido, el estudio tiene como finalidad proporcionar lineamientos técnicos que contribuyan al mejoramiento del suelo mediante la aplicación de cal viva, con el propósito de optimizar su capacidad portante y garantizar una base adecuada y segura para futuras cimentaciones. Asimismo, esta investigación busca contribuir al desarrollo de construcciones más seguras en la zona, promoviendo un diseño estructural adecuado sustentado en el conocimiento técnico del tipo de suelo existente. A través del proceso de estabilización con cal viva, se pretende fortalecer las propiedades físicas y mecánicas del terreno, asegurando bases firmes y confiables en futuras edificaciones, lo que permitirá beneficiar a los pobladores y fomentar el cumplimiento de las normas técnicas vigentes.

En distintas regiones del país, los suelos de naturaleza arcillosa representan una restricción importante para el desarrollo de proyectos de cimentación, debido a su elevada plasticidad, reducida capacidad portante y alta compresibilidad. Estas condiciones originan asentamientos diferenciales, fisuras en las edificaciones y una menor vida útil de las estructuras, lo que pone en riesgo la estabilidad estructural y repercute negativamente en la calidad de vida de los habitantes.

En el Centro Poblado El Castillo, esta situación se refleja en las características del terreno, que presenta limitaciones para soportar de manera adecuada las cargas estructurales, generando posibles riesgos en construcciones actuales y futuras. Este contexto evidencia la necesidad de aplicar alternativas técnicas que permitan optimizar las propiedades físico-mecánicas del suelo y asegurar un desempeño más estable ante las sollicitaciones de carga. Frente a esta problemática, resulta pertinente analizar métodos de estabilización que favorezcan el mejoramiento del suelo arcilloso en el área de estudio. En tal sentido, la investigación propone evaluar la incorporación de cal viva como técnica de estabilización para fines de cimentación, con el objetivo de determinar si su aplicación mejora la resistencia y la capacidad portante del terreno. Del mismo modo, se pretende analizar su viabilidad técnica como una opción accesible y de bajo costo en comparación con otros procedimientos de mejoramiento, aportando una alternativa para atender la problemática identificada en el Centro Poblado El Castillo.

La variable independiente corresponde a la cal viva (óxido de calcio, CaO), conceptualizada como un compuesto químico inorgánico que, al hidratarse luego del proceso de calcinación de la caliza, interactúa con los minerales presentes en el suelo, disminuyendo su plasticidad y aumentando su resistencia mecánica (Das, 2015). En términos operacionales, se incorporará en proporciones del 4 % y 8 % respecto al peso del suelo, con la finalidad de analizar su influencia en las propiedades físico-mecánicas de las muestras. Sus dimensiones comprenden la dosificación aplicada, la acción química generada y el efecto mecánico producido en el suelo; los indicadores considerados serán el porcentaje de cal añadida, la variación en los límites de Atterberg,

especialmente la reducción del índice de plasticidad y la mejora en la capacidad portante. Por otro lado, la variable dependiente es la estabilización del suelo arcilloso, entendida como el procedimiento mediante el cual se optimizan las características físicas y mecánicas del suelo, reduciendo su plasticidad e incrementando su resistencia (Terzaghi & Peck, 1967; Das, 2015). De manera operacional, se evaluará mediante ensayos de laboratorio orientados a determinar los cambios en la plasticidad, resistencia mecánica, capacidad portante, así como en las condiciones de humedad y compactación. Para ello, se analizarán indicadores como el índice de plasticidad antes y después del tratamiento, los parámetros de resistencia al corte (c y ϕ), el CBR o la resistencia a la compresión simple, el valor porcentual de CBR y los parámetros de carga admisible, además del contenido de humedad óptimo (w óptimo) y el peso unitario seco máximo (γ_d máx).

En cuanto a la hipótesis de la investigación, se plantea que la aplicación de cal viva en el suelo arcilloso del Centro Poblado El Castillo, Chimbote, durante el año 2025, mejora significativamente sus propiedades físicas y mecánicas, incrementando su capacidad portante y optimizando su comportamiento estructural para cimentaciones, lo que permitiría establecer este tratamiento como una alternativa técnica efectiva y accesible para la estabilización de suelos en la zona de estudio.

La presente investigación tiene como objetivo general determinar la influencia de la cal viva en la estabilización del suelo arcilloso con fines de cimentación en el Centro Poblado El Castillo, Chimbote – 2025. Para alcanzar este propósito, se plantea caracterizar las propiedades físico-mecánicas del suelo arcilloso predominante en la zona de estudio, con el fin de comprender su comportamiento natural y las limitaciones que presenta para soportar cargas estructurales. Asimismo, se evaluará el efecto de la adición de diferentes porcentajes de cal viva sobre la plasticidad del suelo, con el objetivo de establecer cómo mejora sus propiedades reológicas y su capacidad de deformación. De igual manera, se analizará la variación de la resistencia mecánica y la capacidad portante del suelo tras la estabilización, permitiendo determinar la eficacia del tratamiento. Finalmente, los resultados obtenidos se contrastarán con los parámetros de diseño de cimentaciones establecidos por la normativa vigente, a fin de validar la

factibilidad técnica del uso de cal viva como alternativa de estabilización, garantizando bases firmes, seguras y sostenibles para futuras edificaciones en la zona de estudio.

METODOLOGIA

El nivel de investigación fue experimental, porque se emplearon dos variables: la variable independiente (adición de cal viva en distintas proporciones) con el fin de observar su efecto en la variable dependiente (estabilización del suelo arcilloso). Asimismo, fue de carácter explicativo, ya que pretendió demostrar cómo la incorporación de cal viva modificó las propiedades físico-mecánicas de suelo.

El tipo de investigación empleado fue aplicada, debido a que buscó generar conocimientos con utilidad práctica para la solución de un problema específico: la baja capacidad portante de los suelos arcillosos en la zona de estudio. Su enfoque fue cuantitativo, puesto que se trabajó con datos numéricos obtenidos de los ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

El diseño de la investigación fue experimental puro, ya que las muestras de suelo arcilloso fueron sometidas a diferentes tratamientos con cal viva (4% y 8% en peso), y se midieron los cambios en sus propiedades físico-mecánicas, tales como los límites de Atterberg, contenido de humedad, densidad seca máxima, CBR y resistencia a la compresión.

Con el fin de estabilizar el suelo arcilloso del Centro Poblado El Castillo y determinar la factibilidad para fines de cimentación, se emplearon métodos experimentales de laboratorio basados en la adición de cal viva en diferentes proporciones. La unidad de análisis estuvo constituida por las muestras de suelo arcilloso extraídas de la zona de estudio.

En la presente investigación, la población estuvo conformada por los suelos arcillosos existentes en el área del Centro Poblado El Castillo, Chimbote, los cuales presentaron problemas de baja capacidad portante y requirieron ser evaluados para fines de cimentación.

La muestra estuvo constituida por las unidades de suelo extraídas de puntos representativos de la zona de estudio. Esta selección se basó en la tabla N.º 6 del Artículo 11 de la Norma Técnica Peruana E 0.50, la cual indicó que, para habilitaciones urbanas destinadas a viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos, el número de puntos de exploración debía ser de tres calicatas por hectárea de terreno por habilitar. Asimismo, los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

Como parte de las técnicas e instrumentos de investigación empleados, se utilizó en primer lugar la técnica de observación, la cual permitió recopilar información precisa y directa en el área de estudio. Durante el trabajo de campo se obtuvieron los datos más relevantes mediante observación directa y la toma de fotografías, con el propósito de registrar y evidenciar las condiciones del terreno analizado.

Asimismo, se aplicó el protocolo de ensayos de laboratorio de suelos con el objetivo de obtener los resultados geotécnicos correspondientes a las propiedades físico-mecánicas del suelo del Centro Poblado El Castillo. Para ello, se tomaron como referencia las Normas Técnicas Peruanas (NTP) vigentes.

RESULTADOS

Inicialmente se llevó a cabo la investigación acerca de la Estabilización de suelo arcilloso con cal viva para ello se consideró las normas técnicas de ensayos de laboratorio, también los conceptos que guardan relación con la investigación.

Como primer objetivo específico se tuvo la identificación de las características físico-mecánicas del suelo arcilloso que predominan en el Centro Poblado El Castillo, para ello se van analizar cada uno de ellas, el resultado que se obtuvo se expresa en la Tabla 1:

Tabla 1.

Datos de las calicatas realizadas en el Centro Poblado El Castillo

Lugar de estudio	Calicatas	Prof. (m)	Humedad (%)
Centro Poblado El Castillo	C-1	1.50	19.69
	C-2	1.50	25.77
	C-3	1.50	21.80

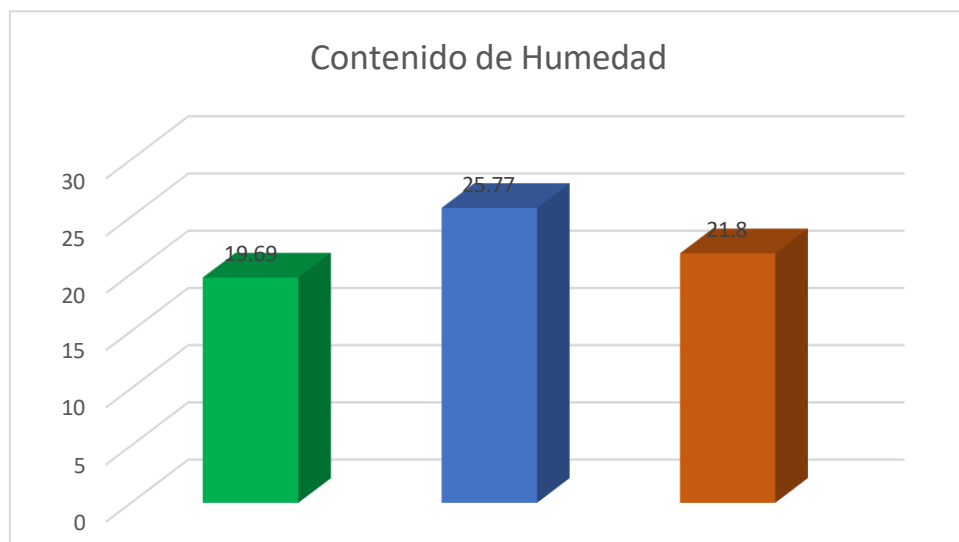


Figura 1. Análisis del Contenido de humedad del Centro Poblado El Castillo

Descripción:

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 1 y Gráfico N° 1 del contenido de humedad en el Centro Poblado El Castillo, se indica que se tiene un porcentaje elevado de humedad natural, donde la más alta es de 25.77, esto nos lleva a mencionar que el terreno es relativamente húmedo.

También se procedió a determinar los límites de consistencia que se presenta en el Centro Poblado El Castillo, los cuales se expresan en la siguiente tabla.

Tabla 2.

Resultado de límites de consistencia en el Centro Poblado El Castillo

Zona de estudio	Calicatas	Prof. (m)	Límites de consistencia		
			L.L	L.P	I.P
Centro Poblado El Castillo	C-1	1.50			
	C-2	1.50	28.34	11.93	16.41
	C-3	1.50			

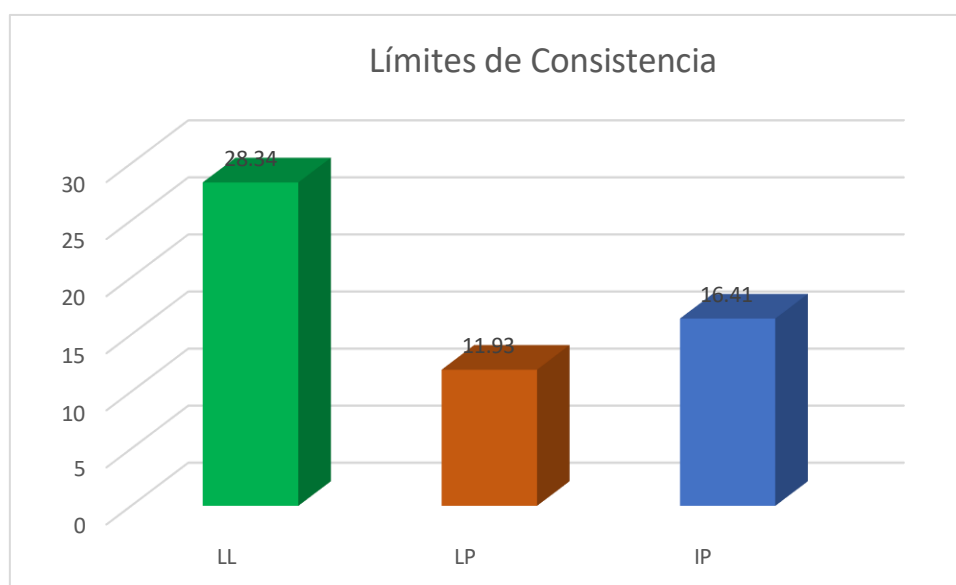


Figura 2. Análisis de los Límites de Consistencia del Centro Poblado El Castillo

Descripción:

Conforme a la Tabla 2 donde se muestran los resultados de los límites de consistencia, se determinó que el Centro Poblado El Castillo presenta límites de consistencia en la totalidad del área, de acuerdo a las 3 calicatas realizadas para elaborar los ensayos nos muestra que existe límite líquido y plástico, por lo tanto, existe índice de plasticidad en la zona de estudio.

También se realizó la determinación de la granulometría que presenta el Centro Poblado El Castillo, los datos se expresan en la siguiente tabla.

Tabla 3.
Resultado del análisis granulométrico en el Centro Poblado El Castillo

Zona de estudio	Calicatas	Prof. (m)	Distribución		
			Arenas (%)	Limos y/o arcillas (%)	Gravas (%)
Centro	C-1	1.50	40.4	59.7	0
Poblado	C-2	1.50	37.9	62.1	0
El Castillo	C-3	1.50	40.8	59.2	0

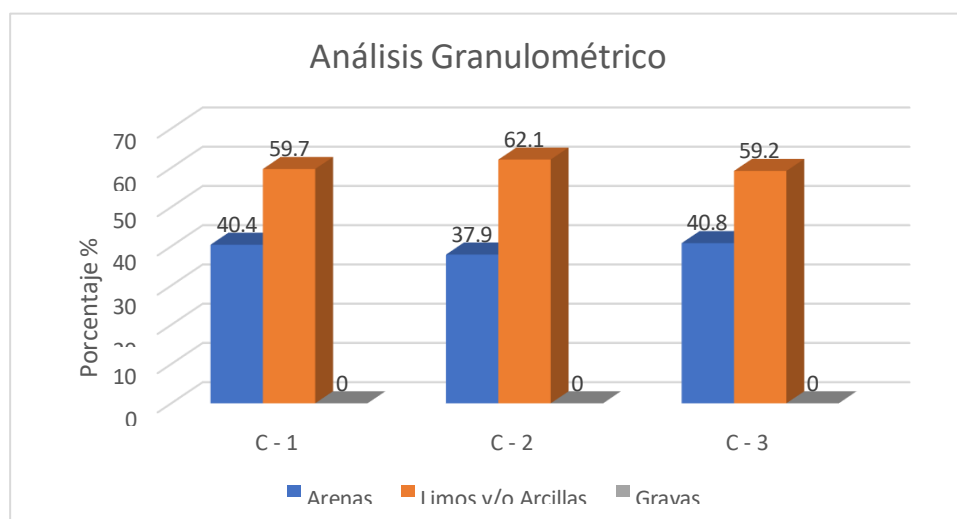


Figura 3. Análisis granulométrico del Centro Poblado El Castill

Descripción:

La Tabla 3 y el Gráfico N° 2 muestran los resultados del análisis granulométrico de las 3 calicatas echas en el Centro Poblado El Castillo con profundidad de 1.50 m, se determinó que los limos y/o arcillas tienen un elevado porcentaje que oscilan entre los 59.2 % a 62.1%. por otro lado, el porcentaje de las arenas está entre 37.9 % a 40.8 %, la grava mostró un valor nulo de 0%, nuevamente se resalta que existe límites de consistencia, y no presencia nivel freático.

Ahora veremos el ensayo de corte directo del Centro Poblado El Castillo, los valores se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Resultado del ensayo de corte directo del Centro Poblado El Castillo

Zona de estudio	Calicatas	Prof. (m)	Clasificación de suelos (SUCS)	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (Kg/cm ²)
Centro Poblado El Castillo	C-1	1.50	CL	25.98	0.002
	C-2	1.50	CL	26.74	0.001
	C-3	1.50	CL	25.63	0.003

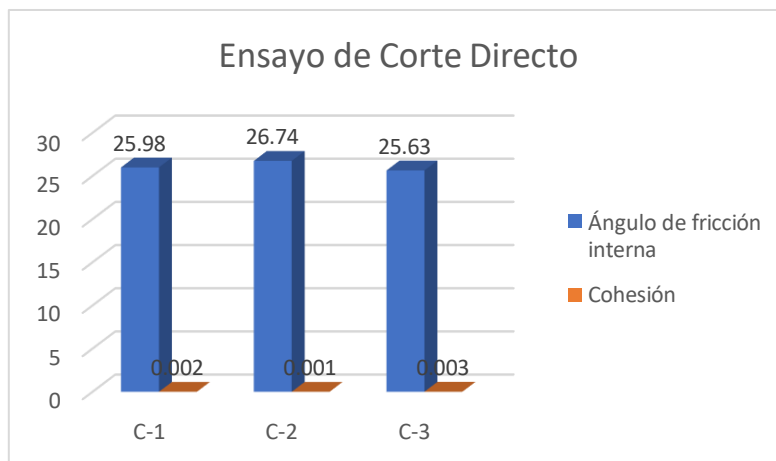


Figura 4. Análisis del Ensayo de Corte Directo

Donde:

CL: arcilla baja plasticidad arenosa

Descripción:

Lo que se muestra en la Tabla 4 y en el Gráfico N°4 son los resultados obtenidos correspondiente a la clasificación del suelo mediante SUCS, donde muestra que en las 3 calicatas que se realizaron se tuvo un suelo de nomenclatura CL, esto nos quiere decir que es un suelo de arcilla baja plasticidad baja. También se determinó los ángulos de fricción como la cohesión, en los ángulos de fricción se obtuvo 25.98°, 26.74°, 25.63° y en cohesión 0.002 Kg/cm², 0.001 Kg/cm², 0.003 Kg/cm² correspondiente a cada calicata, tal como se muestra en el gráfico.

De la misma manera, como segundo objetivo específico tenemos el de evaluar los cambios en la plasticidad del suelo arcilloso al adicionar los diferentes porcentajes de cal viva, para ello se realizaron los ensayos de corte directo con los porcentajes de 4 y 8 % respectivamente.

Tabla 5.
Resultados del ensayo de corte directo – experimental (4%)

Zona de estudio	Calicatas	Prof. (m)	Clasificación de		Cohesión (Kg/cm ²)
			suelos (SUCS)	Ángulo de fricción (°)	
Centro Poblado El Castillo	C-1	1.50	CL	27.49	0.000
	C-2	1.50	CL	28.01	0.001
	C-3	1.50	CL	27.11	0.003

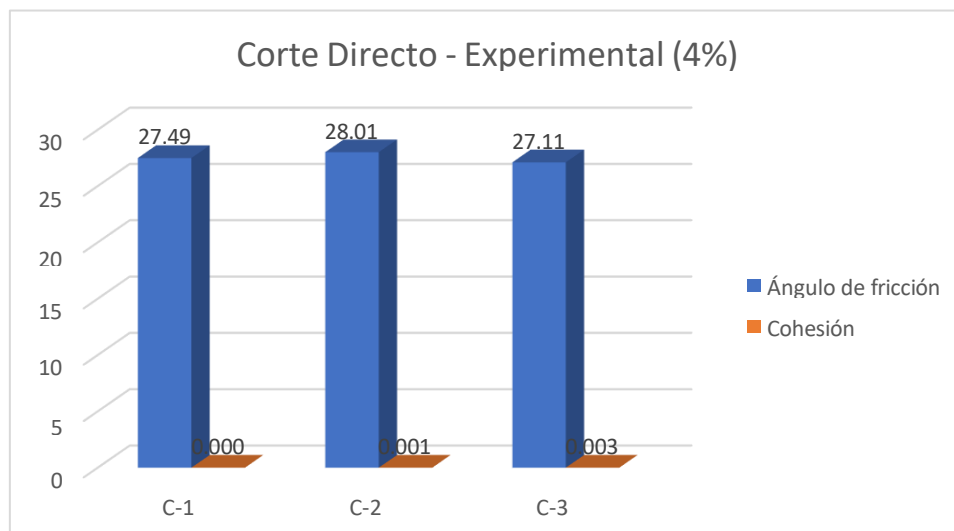


Figura 5. Corte directo - Experimental (4%)

Descripción:

Lo mostrado en la Tabla 5 y en el Gráfico N°5 son los resultados obtenidos correspondiente a la clasificación del suelo mediante SUCS, donde muestra que en las 3 calicatas que se realizaron se tuvo un suelo de nomenclatura CL, esto quiere decir que es un suelo de arcilla baja plasticidad baja. También se determinó los ángulos de fricción como la cohesión, en los ángulos de fricción se obtuvo 27.49°, 28.01°, 27.11° y en cohesión, la calicata 1 tuvo un resultado nulo, las demás calicatas tuvieron como valor lo siguiente 0.001 Kg/cm², 0.003 Kg/cm², tal como se muestra en el gráfico.

Tabla 6.

Resultados del ensayo de corte directo – experimental (8%

Zona de estudio	Calicatas	Prof. (m)	Clasificación de suelos (SUCS)	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (Kg/cm ²)
Centro Poblado El Castillo	C-1	1.50	CL	29.90	0.003
	C-2	1.50	CL	30.25	0.033
	C-3	1.50	CL	29.70	0.019

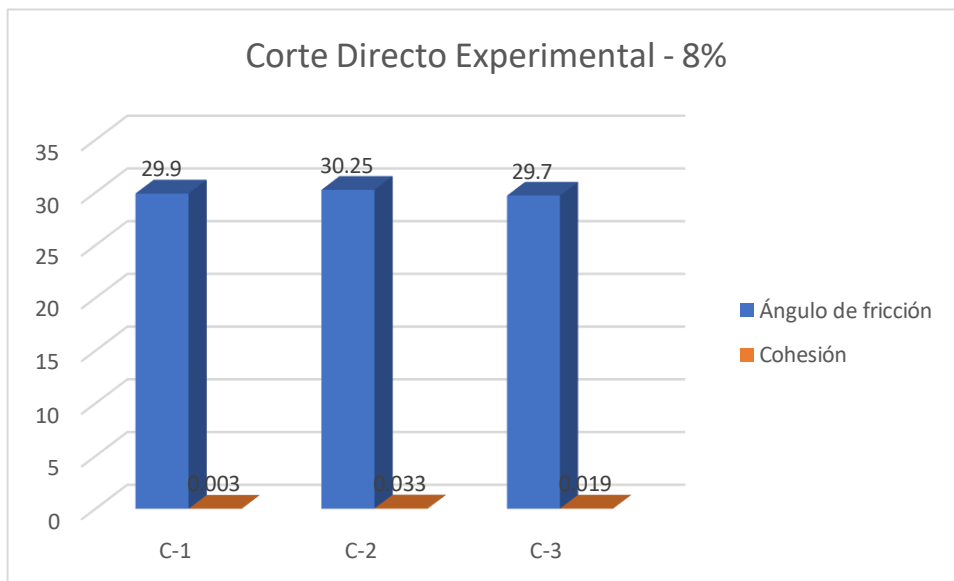


Figura 6. Corte Directo Experimental - 8%

Descripción:

Lo mostrado en la Tabla 6 y en el Gráfico N°6 los resultados obtenidos correspondiente a la clasificación del suelo mediante SUCS, donde muestra que en las 3 calicatas que se realizaron se tuvo un suelo de nomenclatura CL, esto quiere decir que es un suelo de arcilla baja plasticidad baja. También se determinó los ángulos de fricción como la cohesión, en los ángulos de fricción se obtuvo 29.90°, 30.25°, 29.70° y en cohesión, las calicatas tuvieron como valor lo siguiente 0.003 Kg/cm², 0.033 Kg/cm² y 0.019 Kg/cm² tal como se muestra en el gráfico.

Al comparar los porcentajes obtenidos en los ensayos de corte directo – experimental, se logra evidenciar que al agregar un 8% de cal viva genera un comportamiento mecánico superior al añadir un 4 % de cal viva, el ángulo de fricción se incrementó de un promedio de 27.53° a 29.95°, esto representa una mejora de aproximadamente 2.42°, con estos resultados se confirma que aumentar la cal viva favorece la fricción interna y reduce la plasticidad del suelo arcilloso.

De otro lado la cohesión, muestra que el 4% presenta valores casi nulos, mientras que el 8% alcanzó un valor de hasta 0.033 Kg/cm², esto evidencia la formación de compuestos cementantes que incrementan la resistencia al corte. Mediante estos resultados se permite concluir que al añadir el 8% de cal viva el suelo mejora significativamente en la estabilidad y comportamiento mecánico, siendo estos los más adecuados para fines de cimentación.

Así mismo, continuando con el tercer objetivo específico, el de analizar la variación de la resistencia mecánica y la capacidad portante del suelo estabilizado con cal viva, se procedió con lo siguiente.

Para analizar la capacidad portante vamos a emplear los siguientes datos:

- Peso unitario seco: $\gamma = 1.76 \text{ g/cm}^3 = 17.266 \text{ kN/m}^3$
- Ancho de zapata: $B = 1.0 \text{ m}$
- Profundidad de cimentación: $D_f = 1.0 \text{ m}$
- Sobrecarga: $q = \gamma D_f = 17.266 \text{ kPa}$
- Factor de seguridad: $FS = 3.0$
- Conversión: $1 \text{ kgf/cm}^2 = 98.0665 \text{ kPa}$ (por tanto, $\text{kgf/cm}^2 = \text{kPa} / 98.0665$)

Fórmulas (Terzaghi, zapata superficial):

$$Nq = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45^\circ + \phi/2), Nc = \frac{Nq - 1}{\tan \phi}, N\gamma \approx 2 (Nq + 1) \tan \phi$$

$$q_{ult} = cNc + qNq + 0.5\gamma B N\gamma$$

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

Para 4 % de cal viva

Parámetros medios (ensayo de corte directo):

$$\phi = 27.5367^\circ$$

$$c = 0.1308 \text{ kPa}$$

Cálculo de factores:

$\tan \phi = \tan (27.5367^\circ) \rightarrow$ se usa en las fórmulas.

Resultados numéricos (redondeados):

$$N_q = 13.9919$$

$$N_c = 24.9181$$

$$N_\gamma = 15.6330$$

Sobrecarga:

$$q = 17.266 \text{ kPa}$$

Capacidad última:

$$q_{ult} = 0.1308 \times 24.9181 + 17.266 \times 13.9919 + 0.5 \times 17.266 \times 1.0 \times 15.6330 \approx 379.802 \text{ kPa}$$

Capacidad admisible:

$$q_{adm} = \frac{379.802}{3} = 126.601 \text{ kPa}$$

Conversión a kgf/cm²:

$$q_{ult} = 379.802 \text{ kPa} \Rightarrow 379.802 / 98.0665 \approx 3.873 \text{ kgf/cm}^2$$

$$q_{adm} = 126.601 \text{ kPa} \Rightarrow 126.601 / 98.0665 \approx 1.291 \text{ kgf/cm}^2$$

Resultados para el 4% de la cal viva añadida:

$$q_{ult} = 379.80 \text{ kPa} (\approx 3.873 \text{ kgf/cm}^2)$$

$$q_{adm} = 126.60 \text{ kPa} (\approx 1.291 \text{ kgf/cm}^2)$$

Para 8 % de cal viva

Parámetros medios (ensayo de corte directo):

$$\phi = 29.95^\circ$$

$$c=1.7979 \text{ kPa}$$

Cálculo de factores:

Resultados numéricos (redondeados):

$$N_q = 18.2986$$

$$N_c = 30.0207$$

$$N_\gamma = 22.240$$

Sobrecarga:

$$q=17.266 \text{ kPa}$$

Capacidad última:

$$q_{ult} = 1.7979 \times 30.0207 + 17.266 \times 18.2986 + 0.5 \times 17.266 \times 1.0 \times 22.240 \approx 561.869 \text{ kPa}$$

Capacidad admisible:

$$q_{adm} = \frac{561.896}{3} \approx 187.290 \text{ kPa}$$

Conversión a kgf/cm²:

$$q_{ult} = 561.869 \text{ kPa} \Rightarrow 561.869 / 98.0665 \approx 5.729 \text{ kgf/cm}^2$$

$$q_{adm} = 187.290 \text{ kPa} \Rightarrow 187.290 / 98.0665 \approx 1.910 \text{ kgf/cm}^2$$

Resultados para el 8% de cal viva añadida:

$$q_{ult} = 561.87 \text{ kPa} (\approx 5.729 \text{ kgf/cm}^2)$$

$$q_{adm} = 187.29 \text{ kPa} (\approx 1.910 \text{ kgf/cm}^2)$$

$$q_{adm} \text{ 4\%} = 126.60 \text{ kPa} (1.291 \text{ kgf/cm}^2)$$

$$q_{adm} \text{ 8\%} = 187.29 \text{ kPa} (1.910 \text{ kgf/cm}^2)$$

Aumento relativo al pasar de 4% a 8%:

$$\frac{187.29 - 126.60}{126.60} \times 100 = +48.0\%$$

Considerando los valores promedio obtenidos en el ensayo de corte directo y aplicando el método de Terzaghi ($B = 1.0 \text{ m}$, $D_f = 1.0 \text{ m}$, $\gamma = 17.27 \text{ kN/m}^3$ y $FS = 3$), se determinó que la capacidad admisible del suelo alcanza **126.6 kPa (1.291 kgf/cm²)** con una dosificación del **4% de cal**, mientras que con **8%** se incrementa a **187.3 kPa (1.910 kgf/cm²)**. Esto representa una mejora aproximada del **48%**, evidenciando que el

aumento del contenido de cal favorece tanto el ángulo de fricción como la cohesión del suelo, mejorando así su comportamiento mecánico.

La evaluación de la variación de la resistencia mecánica se llevó a cabo comparando los parámetros obtenidos en el ensayo de corte directo cohesión y ángulo de fricción interna, para cada porcentaje de cal añadido, también se identificó que el ángulo de fricción se incrementó de 27.5° a 30°, mientras que la cohesión aumentó de 0.0013 a 0.018 kg/cm², evidenciando una mejora considerable atribuida a los procesos de floculación y cementación generados por la adición de cal viva.

Estas variaciones en los parámetros mecánicos se reflejaron en un incremento cercano al 48% en la capacidad portante del suelo, lo que demuestra que la estabilización con cal fortalece significativamente la resistencia al corte y mejora el comportamiento geotécnico del suelo arcilloso para su uso en cimentaciones.

De esta forma, para cumplir con el cuarto objetivo específico el de comparar los resultados obtenidos con los parámetros de diseño de cimentaciones para determinar la factibilidad del uso de cal viva se tiene.

Tabla 7

Resultados geotécnicos estabilizados

Dosificación	Cohesión (Kg/cm²)	φ (°)	qa admisible (Kg/cm²)
4%	0.0013	27.5	1.29
8%	0.018	30.0	1.91

Según el RNE E-0.50:

- Para zapatas corridas la capacidad admisible mínima debe ser $\geq 0.8 \text{ kg/cm}^2$.
- Para zapatas aisladas $\geq 1.0 \text{ kg/cm}^2$.
- El ángulo de fricción puede ser bajo, pero mayor es mejor.
- La cohesión en suelos arcillosos suele ser baja, pero debe ser suficiente para no generar asentamientos excesivos.

Al contrastar los parámetros geotécnicos obtenidos cohesión, ángulo de fricción interna y capacidad portante con los valores mínimos requeridos para el diseño de cimentaciones superficiales, se evidenció que la incorporación de cal viva produce una mejora notable en el desempeño mecánico del suelo.

El suelo sin tratamiento no alcanza los criterios de diseño, pues presenta resistencia y capacidad portante inferiores a los valores recomendados. No obstante, al añadir cal viva en proporciones del 4% y 8%, se aprecia un aumento progresivo de la resistencia al corte y de la capacidad portante, logrando acercarse y, en el caso del 8%, incluso superar los requisitos mínimos para cimentaciones.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se desarrolló el análisis e interpretación de los resultados obtenidos durante la investigación, complementando el estudio con la comparación frente a autores especializados y con lo establecido en la normativa técnica vigente. Primero se examinó la información relacionada con la ubicación y caracterización inicial del suelo arcilloso del Centro Poblado El Castillo, con el propósito de determinar sus propiedades físico – mecánicas en estado natural. Posteriormente, se discutieron los resultados vinculados a los cambios generados por la incorporación de cal viva, evaluando la variación de la plasticidad, la compactación y el incremento de la capacidad portante. Asimismo, se contrastaron estos hallazgos con los criterios técnicos de diseño de cimentaciones, a fin de verificar la viabilidad del uso de cal viva como alternativa de mejoramiento del suelo. Finalmente, se interpretaron de manera integral los resultados obtenidos para sustentar la pertinencia del método de estabilización aplicado y su contribución al diseño seguro de cimentaciones superficiales.

Identificación de las características físico-mecánicas del suelo arcilloso del Centro Poblado El Castillo

Los ensayos de caracterización físico-mecánica realizados al suelo arcilloso del Centro Poblado El Castillo evidenciaron un contenido de humedad elevado, alcanzando un valor máximo de 25.77 %, lo que indica que se trata de un material con presencia significativa de agua natural, condición que influye directamente en su compresibilidad y resistencia. Asimismo, los resultados de los límites de Atterberg mostraron un índice de plasticidad alto en estado natural, confirmando la predominancia de partículas arcillosas con actividad moderada a elevada, las cuales presentan alta capacidad de retención de agua y susceptibilidad a deformaciones volumétricas. Este comportamiento es característico de suelos arcillosos con baja capacidad portante y tendencia a experimentar asentamientos diferenciales cuando son sometidos a cargas estructurales (Das, 2015). En consecuencia, las propiedades determinadas permiten establecer que, en su condición natural, el suelo del Centro Poblado El Castillo presenta restricciones

técnicas para su uso en cimentaciones superficiales sin la aplicación previa de un tratamiento de mejoramiento.

Evaluación de los cambios en la plasticidad del suelo con la incorporación de cal viva

Los ensayos de límites de Atterberg efectuados tras la incorporación de cal viva en proporciones de 4 % y 8 % evidenciaron una reducción significativa del índice de plasticidad, lo que confirma la modificación del comportamiento del suelo arcilloso. Esta disminución se explica por los procesos de floculación y aglomeración que se producen inmediatamente después de la adición de cal, los cuales alteran la estructura de las partículas finas y reducen su cohesión natural. El tratamiento con 8 % de cal mostró la mayor variación del índice de plasticidad, indicando que una dosificación superior del estabilizante genera una mejora más notable en la respuesta del suelo y atenúa su potencial expansivo. Asimismo, esta evolución está asociada a reacciones pozolánicas progresivas que contribuyen al fortalecimiento de la matriz interna del material con el tiempo, incrementando su estabilidad (Das, 2015). En consecuencia, la estabilización con cal viva constituye una alternativa eficaz para el control de la plasticidad, facilitando la trabajabilidad del suelo y optimizando sus condiciones para aplicaciones ingenieriles.

Analizar la variación de la resistencia mecánica y capacidad portante del suelo estabilizado

El análisis de los ensayos de corte directo evidenció un aumento significativo en la resistencia mecánica del suelo tras la incorporación de cal viva, observándose mayores valores de densidad seca máxima y una respuesta más favorable frente a los esfuerzos aplicados, lo que indica una reducción en la compresibilidad y un comportamiento más estable ante cargas verticales. Este efecto fue más evidente en la muestra tratada con 8 % de cal, porcentaje que demostró un mejor desempeño en términos de resistencia y capacidad portante. Estos resultados son coherentes con lo señalado en la literatura geotécnica, donde se establece que la adición de cal en suelos arcillosos promueve reacciones de floculación y cementación que incrementan la cohesión y mejoran los parámetros de resistencia al corte (Das, 2015). En consecuencia, la estabilización con cal viva no solo contribuye a la disminución de la plasticidad, sino que también incrementa

de manera sustancial la capacidad portante del suelo, permitiendo su aplicación en cimentaciones superficiales de baja exigencia estructural.

Comparación con los parámetros de diseño de cimentaciones

Los resultados obtenidos evidencian que la estabilización del suelo arcilloso con 8 % de cal viva permitió alcanzar valores admisibles para cimentaciones superficiales en edificaciones de baja altura, al incrementarse la capacidad portante y reducirse el índice de plasticidad. Este comportamiento es consistente con estudios previos que señalan que la incorporación de cal genera reacciones químicas que mejoran la estructura interna del suelo, disminuyendo su plasticidad y aumentando su resistencia mecánica (Aqel et al., 2024; Keybondori & Abdi, 2021). De manera similar, investigaciones desarrolladas en el contexto nacional han demostrado que la aplicación de cal viva en suelos arcillosos incrementa significativamente el CBR y optimiza su desempeño como material de subrasante, constituyéndose en una alternativa técnica y económicamente viable (Huamán Rojas, 2024). En ese sentido, los hallazgos de la presente investigación guardan concordancia con la fundamentación científica existente, confirmando que la dosificación empleada resulta adecuada para mejorar las condiciones geotécnicas del suelo del Centro Poblado El Castillo y garantizar parámetros compatibles con los requerimientos de diseño de cimentaciones superficiales.

CONCLUSIONES

Se pudo identificar que el suelo del Centro Poblado El Castillo está conformado principalmente por material arcilloso, el cual presenta altos niveles de humedad natural, un índice de plasticidad considerable y una capacidad portante baja en su condición original. Estos resultados indican que, sin algún tipo de mejoramiento previo, el terreno no es adecuado para ejecutar cimentaciones superficiales de manera segura.

Respecto al efecto de la cal viva sobre la plasticidad del suelo, los resultados de los ensayos evidenciaron que incorporar cal en proporciones de 4 % y 8 % reduce de manera notable el índice de plasticidad. Esto se debe a fenómenos iniciales de floculación y aglomeración, seguidos por reacciones pozolánicas que fortalecen la estructura interna del material. La dosificación del 8 % fue la que produjo la mayor disminución del IP, lo que refleja una mayor efectividad en el proceso de estabilización química.

Asimismo, el incremento de los parámetros de resistencia se manifestó en la capacidad portante, que aumentó cerca del 48 % al comparar las dosificaciones del 4 % y 8 % de cal viva. Este crecimiento evidencia que la estabilización no solo incrementa la resistencia al corte del suelo, sino que también mejora su desempeño estructural ante las cargas transmitidas por las cimentaciones por lo tanto se concluye que la incorporación de cal viva mejora considerablemente la resistencia mecánica y la capacidad portante, esto hace que el suelo sea más apto y seguro para su uso en cimentaciones superficiales.

Al contrastar los resultados obtenidos con los parámetros de diseño de cimentaciones, se determinó que el suelo tratado con cal viva, particularmente con el 8 %, alcanza valores que satisfacen los requisitos mínimos para cimentaciones superficiales en edificaciones de poca altura. Esto demuestra que la estabilización con cal viva es una alternativa viable para mejorar las condiciones del terreno en el Centro Poblado El Castillo.

En conclusión, la presente investigación demuestra que la incorporación de cal viva, es favorable en la estabilización del suelo arcilloso, optimiza sus propiedades físico-mecánicas, permitiendo que alcance las condiciones necesarias para su uso en

cimentaciones. De esta manera, se cumple satisfactoriamente el objetivo general planteado en la investigación.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la población de Centro Poblado El Castillo considerar los resultados del estudio de mecánica de suelos antes de iniciar cualquier tipo de construcción, respetando los parámetros de capacidad portante establecidos y evitando sobrecargar el terreno con edificaciones de alturas superiores a las previstas para suelos arcillosos de alta humedad. Esto permitirá reducir riesgos de asentamientos diferenciales y daños estructurales.

Se recomienda complementar la investigación con pruebas adicionales, como el CBR a 14 y 28 días de curado, también un análisis de consolidación esto permitirá tener más precisión al momento de estabilizar el suelo arcilloso, otro ensayo que se debe de considerar es el de resistencia al corte, también permitirá la elección del tipo de cimentación a implementar, como verificar que el suelo estabilizado alcance los parámetros necesarios para un buen uso en construcciones dentro de áreas urbanas.

Se recomienda probar con otros porcentajes combinándolo con enmiendas locales como la ceniza, calizas, entre otros con el fin optimizar costos y eficacia.

Promover la capacitación que esté dirigida a los pobladores y maestros de construcción es lo que se recomienda, ya que su finalidad es dar conocimientos para una adecuada ejecución de cimentaciones en suelos arcillosos y tener un correcto empleo de la estabilización con cal. Su contribución logrará minimizar fallas constructivas y así garantizar que las edificaciones sean más seguras.

Se recomienda considerar los resultados de la presente investigación, especialmente para futuros proyectos de vivienda en la comunidad conocerán el tipo de suelo y preverán los riesgos asociados.

AGRADECIMIENTO

Primero que nada, quiero expresar todo mi agradecimiento a DIOS, por concederme la vida y salud, por permitir concluir una etapa importante en mi vida como son la culminación de mis estudios académicos superiores, por otorgarme la sabiduría y fuerza, para concluir esta etapa.

También quiero agradecer a mis padres Walter y Maribel, a mis hermanos Ximena y Adriel, por su compañía en el largo de mi carrera universitaria, por su constante sacrificio para poder apoyarme a culminar esta etapa, muchas gracias por absolutamente todo.

A mis abuelos Lidia y Alejandro, por ser como mis segundos padres, gracias por su apoyo moral y compañía.

A mi asesor el Mg. Miguel Solar Jara, por su valiosa orientación, sus aportaciones y asesoramiento que hizo para mejorar con la presente investigación.

A la Universidad San Pedro y sus catedráticos por impartirme en las aulas el conocimiento, un aporte valioso para mi vida profesional, gracias a todos mis maestros por aportar su granito de arena en mi preparación, gracias.

A todos, mi mayor gratitud y reconocimiento.

Nyla Rosario Acosta Ninaquispe

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alba, R. (2016). *Zonificación y clasificación de suelos para fines de cimentación*. Universidad Nacional del Santa.
- American Society for Testing and Materials. (2015). *Annual Book of ASTM Standards: Section 4 Construction, Volume 04.08 Soil and Rock (I & II)*. ASTM International.
- Arulrajah, A., Mohammadinia, A., & Horpibulsuk, S. (2017). *Sustainable reuse of waste materials in geotechnical and pavement engineering*. CRC Press.
- Bell, F. G. (1996). *Lime stabilization of clay minerals and soils*. *Engineering Geology*, 42(4), 223–237.
- Coduto, D. P. (2013). *Geotechnical Engineering: Principles and Practices* (2nd ed.). Pearson Education.
- Consoli, N. C., Montardo, J. P., Prietto, P. D. M., & Pasa, G. S. (2002). Engineering behavior of a sand reinforced with plastic waste. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 128(6), 462–472.
- Crespo Villalaz, L. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Limusa.
- Das, B. M. (2015). *Principles of Geotechnical Engineering* (8th ed.). Cengage Learning.
- Delgado, G., & Vargas, R. (2019). *Estabilización de suelos con cal y cemento: fundamentos y aplicaciones*. Universidad Nacional de Ingeniería.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Holtz, R. D., & Kovacs, W. D. (1981). *An Introduction to Geotechnical Engineering*. Prentice-Hall.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2015a). *NTP 339.127: Suelos. Determinación del contenido de humedad (equivalente a ASTM D2216)*.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2015b). *NTP 339.128: Suelos. Análisis granulométrico por tamizado (equivalente a ASTM D422)*.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2015c). *NTP 339.129: Suelos. Límites de Atterberg: límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad (equivalente a ASTM D4318)*.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2015d). *NTP 339.145: Suelos. Método de ensayo para el índice CBR de laboratorio (equivalente a ASTM D1883)*.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2015e). *NTP 339.159: Suelos. Ensayo de resistencia a la compresión no confinada (equivalente a ASTM D1633)*.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2015f). *NTP 339.170: Suelos. Ensayo de corte directo (equivalente a ASTM D3080)*.
- Lambe, T. W., & Whitman, R. V. (1979). *Soil Mechanics*. John Wiley & Sons.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (2018a). *Norma Técnica Peruana E.050 – Suelos y Cimentaciones. En Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (2018b). *Norma Técnica Peruana E.060 – Concreto Armado. En Reglamento*

Nacional de Edificaciones (RNE).

Mitchell, J. K., & Soga, K. (2005). *Fundamentals of Soil Behavior* (3rd ed.).
John Wiley & Sons.

Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1967). *Mecánica de suelos en la ingeniería
práctica.*

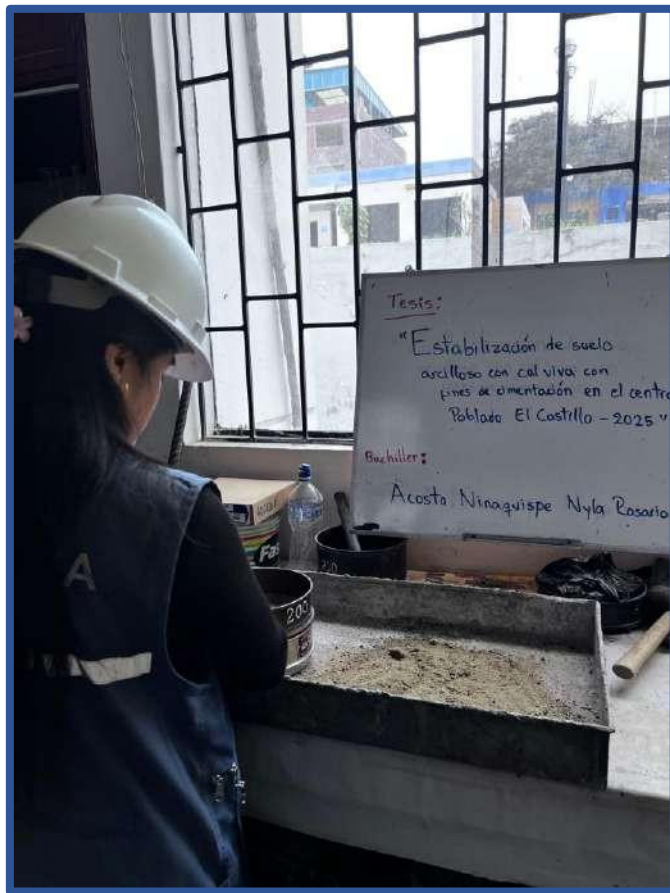
ANEXOS

ANEXO N°1

PANEL FOTOGRÁFICO









ANEXO N°2
REGISTRO DE EXCAVACION



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	Acosta Ninaquispe Nylia Rosario		
TESIS	Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro		
	Poblado El Castillo - 2025		
UBICACIÓN	CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	N.P.
FECHA	03/12/2025	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 1	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Gráfico	En Mts.	Muestra	
CL		1.500	E-1	De -0.00 a -1.50 m. Suelo de color beige claro y gris, de matriz fina con presencia de finos arcillosos (CL), de textura media, con algunas gravas de forma angulosa. Presenta plasticidad, se encuentra en estado ligeramente húmedo y con un grado de consistencia compactada.

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

www.usanpedro.edu.pe

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



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	Acosta Ninaquispe Nylia Rosario		
TESIS	Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cementación en el Centro		
	Poblado El Castillo - 2025		
UBICACIÓN	CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	N.P.
FECHA	03/12/2025	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 2	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	
CL		1.500	E-1	De -0.00 a -1.50 m. Suelo de color beige claro y gris, de matriz fina con presencia de finos arcillosos (CL), de textura media, con algunas gravas de forma angulosa. Presenta plasticidad, se encuentra en estado ligeramente húmedo y con un grado de consistencia compactada.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
L.M. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	Acosta Ninaquispe Nylia Rosano		
TESIS	Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro		
	Poblado El Castillo - 2025		
UBICACIÓN	CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	N.P.
FECHA	03/12/2025	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 3	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	
CL		1.500	E-1	De -0.00 a -1.50 m. Suelo de color beige claro y gris, de matriz fina con presencia de finos arcillosos (CL), de textura media, con algunas gravas de forma angular. Presenta plasticidad, se encuentra en estado ligeramente húmedo y con un grado de consistencia compactada.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
del Mecanismo de Suelos y Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
C.E.F.E.

www.usanpedro.edu.pe

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

ANEXO N°3
CONTENIDO DE HUMEDAD



**LABORATORIO
USP**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

CONTENIDO DE HUMEDAD

SOLICITA : Acosta Ninaquispe Nyla Rosario
TESIS : Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro
Poblado El Castillo - 2025
MATERIAL : TERRENO NATURAL
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA-ANCASH
FECHA : 03/12/2025

ENSAYO N°	C - 1	C - 2	C - 3
Peso de tara + MH	821.50	748.80	860.50
Peso de tara + MS	719.80	637.96	742.35
Peso de tara	203.40	207.90	200.40
Peso del agua	101.70	110.84	118.15
MS	516.40	430.06	541.95
Contenido de humedad (%)	19.69	25.77	21.80

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


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
L. en Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

ANEXO N°4
ANALISIS GRANULOMETRICO



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

SOLICITA : Acosta Ninaquispe Nyla Rosario
TESIS : Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro
Poblado El Castillo - 2025
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 03-12-25

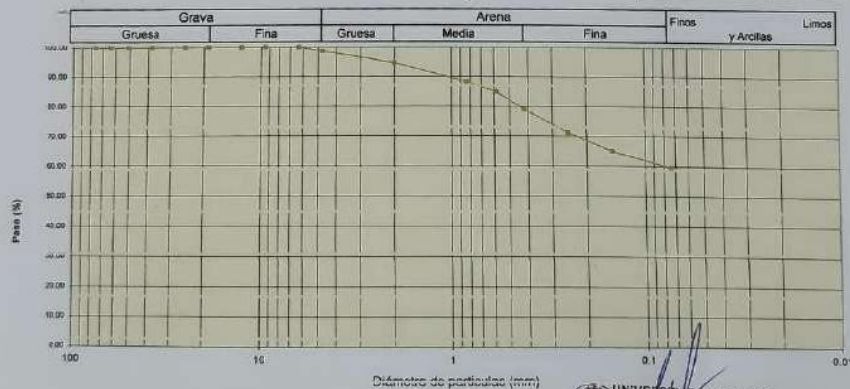
Peso Seco Inicial	600	gr
Peso Seco Lavado	242.1	gr
Peso perdido por lavado	357.9	gr

CALICATA : C-1
MUESTRA : M-1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)	N°	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-6 Suelo arcilloso
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas finas. Arcilla baja plasticidad en masa CL
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	8.5	1.4	1.4	98.6	
N° 10	2.00	24.0	4.0	5.4	94.6	
N° 20	0.850	37.1	6.2	11.6	88.4	Pasa tamiz N° 4 (%) : 98.6
N° 30	0.600	21.3	3.6	15.2	84.9	Pasa tamiz N° 200 (%) : 59.7
N° 40	0.425	34.0	5.7	20.8	79.2	D60 (mm) : 0.08
N° 60	0.250	47.5	7.9	28.7	71.3	D30 (mm) :
N° 100	0.150	35.8	5.9	34.6	65.4	U1U (mm) :
N° 200	0.075	33.9	5.7	40.4	59.7	Cu (mm) :
< 200		357.9	59.7	100.0	0.0	Cc
Total		600.0			100.0	

Límite líquido LL	28.34
Límite plástico LP	11.93
Índice plasticidad IP	16.41

CURVA GRANULOMÉTRICA



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

www.usanpedro.edu.pe

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



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

SOLICITA : Acosta Ninaquispe Nyta Rosario
TESIS : Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro
Poblado El Castillo - 2025
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 03-12-25

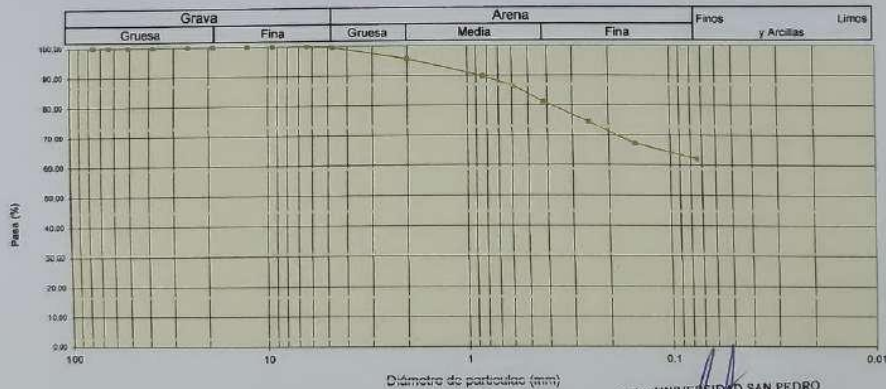
Peso Seco Inicial	600	gr.
Peso Seco Lavado	227.3	gr.
Peso perdido por lavado	372.7	gr.

CALICATA : C-2
MUESTRA : M-1
PROF: 1.50

Tamiz/Abertura	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
N°	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	Pobre a malo como subgrado
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	A-6 Suelo arcilloso
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	2.8	0.5	99.5	
N° 10	2.00	23.7	4.0	95.6	
N° 20	0.850	34.9	5.8	89.8	
N° 30	0.600	19.7	3.3	86.5	
N° 40	0.425	31.1	5.2	81.3	
N° 60	0.250	40.5	6.8	74.6	
N° 100	0.150	43.6	7.3	67.3	
N° 200	0.075	31.0	5.2	62.1	
< 200		372.7	62.1	100.0	
Total		600.0		100.0	

Clasificación AAHSTO	
Material limoso-arenoso	
Pobre a malo como subgrado	
A-6 Suelo arcilloso	
Valor del índice de grupo (IG)	7
Clasificación (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas finas	
Arilla baja plasticidad arenosa CL	
Pasa tamiz N° 4 (%)	99.5
Pasa tamiz N° 200 (%)	62.1
D60 (mm)	
D30 (mm)	
U10 (mm)	
Cu	
Cc	
Límite líquido LL	28.34
Límite plástico LP	11.93
Índice plasticidad IP	16.41

CURVA GRANULOMÉTRICA



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

www.usanpedro.edu.pe

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



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

SOLICITA : Acosta Ninaquispe Nylia Rosano
TESIS : Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro
Poblado El Castillo - 2025
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 03-12-25

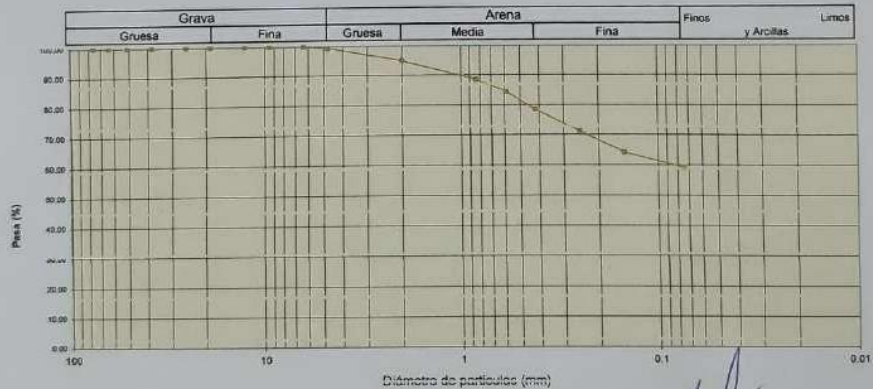
Peso Seco Inicial	700	gr.
Peso Seco Lavado	285.8	gr.
Peso perdido por lavado	414.2	gr.

CALICATA : C-3
MUESTRA : M-1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
N°	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-6 Suelo arcilloso
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas finas Arcilla baja plasticidad arcillosa CL
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	4.5	0.6	99.4	
N° 10	2.00	30.4	4.3	95.0	
N° 20	0.850	44.5	8.4	88.7	Pasa tamiz N° 4 (%) : 99.4
N° 30	0.600	28.6	4.1	84.6	Pasa tamiz N° 200 (%) : 59.2
N° 40	0.425	42.3	6.0	78.5	D60 (mm) : 0.09
N° 60	0.250	50.2	7.2	71.4	D30 (mm) :
N° 100	0.150	49.3	7.0	64.3	U10 (mm) :
N° 200	0.075	36.0	5.1	59.2	Cu
< 200		414.2	59.2	100.0	Cc
Total		700.0		100.0	

Límite líquido LL	28.34
Límite plástico LP	11.93
Índice plasticidad IP	16.41

CURVA GRANULOMÉTRICA



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

www.usanpedro.edu.pe

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

ANEXO N°5
LIMITES DE CONSISTENCIA



**LABORATORIO
USP**

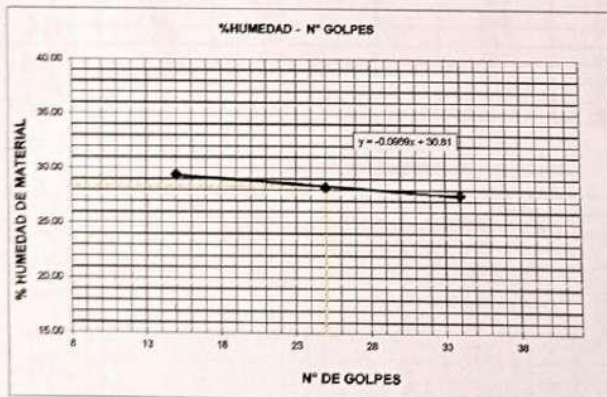
PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

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

SOLICITA : Acosta Ninaquispe Nyla Rosario
TESIS : Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro
Poblado El Castillo - 2025
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 03-12-25
MATERIAL : C-1 C-2 C-3
PROF(m) : 0.7

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	37.60	42.30	52.60	23.50	24.10	23.70
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	33.50	37.90	44.90	22.90	23.50	23.20
PESO DE LA TARA (gr.)	18.60	22.30	18.70	18.40	18.60	18.30
PESO DEL AGUA (gr.)	4.10	4.40	7.70	0.60	0.60	0.50
PESO SUELO SECO (gr.)	14.90	15.60	26.20	4.50	4.90	4.90
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	27.52	28.21	29.39	13.33	12.24	10.20
Nro. DE GOLPES	34	25	15	11.93		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 28.34

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 11.93

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP :	% 16.41

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

www.usanpedro.edu.pe

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

ANEXO N°6
CORTE DIRECTO – EXPERIMENTAL



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 1 de 2

ENSAYO DE CORTE DIRECTO-PATRON (ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : Acosta Ninaquispe Nyla Rosario
TESIS : Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro
Poblado El Castillo - 2025
CALICATA : 1
FECHA : 03/12/2025

NOMBRE DE MUESTRA = C-1 PROFUNDIDAD = 1.50 mts
TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

DIMENSIONES DE LA MUESTRA			
Diámetro	50.80 mm		
Altura	25.1 mm		
Área	20.2683 cm ²		
Volumen	50.8734 cm ³		

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	90.5 gr
Peso Unitario Húmedo	1.78 gr/cm ³
Contenido de Humedad	6.28 %
Peso Unitario Seco	1.67 gr/cm ³

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE t		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	Div.			mm			kg			cm ²	kg/cm ²		
0.20	3.463	6.026	8.655	0.000	-0.04	-0.07	4.73	6.844	9.013	20.17	0.234	0.339	0.447
0.40	4.544	8.706	12.55	0.034	-0.04	-0.07	5.621	9.054	12.23	20.07	0.280	0.451	0.609
0.60	4.544	9.81	14.71	0.066	-0.04	-0.07	5.621	9.965	14.01	19.96	0.282	0.499	0.702
0.80	4.544	10.47	16.12	0.094	-0.04	-0.07	5.621	10.51	15.17	19.86	0.283	0.529	0.764
1.00	4.544	11.5	17.06	0.117	-0.03	-0.07	5.621	11.36	15.95	19.76	0.284	0.575	0.807
1.50	4.544	11.85	18.77	0.165	-0.03	-0.06	5.621	11.64	17.36	19.51	0.288	0.597	0.890
2.00	4.544	12.08	19.19	0.208	-0.01	-0.04	5.621	11.83	17.07	19.25	0.292	0.615	0.918
2.50	4.544	12.08	19.43	0.226	0.008	-0.01	5.621	11.83	17.9	19	0.296	0.623	0.942
3.00	4.544	12.08	19.72	0.231	0.018	0.00	5.621	11.83	18.14	18.75	0.300	0.631	0.967
3.50	4.544	12.65	19.72	0.251	0.025	0.003	5.621	12.31	18.14	18.49	0.304	0.666	0.981
4.00	4.544	13.32	19.91	0.255	0.032	0.007	5.621	12.86	18.3	18.24	0.308	0.705	1.003
4.50	4.544	13.32	19.97	0.255	0.036	0.007	5.621	12.86	18.35	17.99	0.312	0.715	1.020
5.00	4.544	13.32	19.97	0.254	0.041	0.00	5.621	12.86	18.35	17.73	0.317	0.725	1.035
5.50	4.544	13.32	19.97	0.255	0.041	-0.02	5.621	12.86	18.35	17.48	0.322	0.736	1.050
6.00	4.544	13.32	19.97	0.255	0.042	-0.03	5.621	12.86	18.35	17.23	0.326	0.746	1.065
6.50	4.544	13.32	19.97	0.259	0.041	-0.04	5.621	12.86	18.35	16.98	0.331	0.757	1.081
7.00	4.544	13.32	19.97	0.505	0.050	-0.05	5.621	12.86	18.35	16.72	0.336	0.769	1.097
7.50	3.996	13.32	19.97	0.507	0.046	-0.07	5.169	12.86	18.35	16.47	0.314	0.781	1.114
8.00	3.996	13.32	19.97	0.507	0.028	-0.09	5.169	12.86	18.35	16.22	0.319	0.793	1.131
8.50	4.44	13.32	19.97	0.503	0.039	-0.10	5.535	12.86	18.35	15.97	0.347	0.805	1.149
9.00	3.996	13.32	19.43	0.502	0.041	-0.11	5.169	12.86	17.9	15.72	0.329	0.818	1.139
9.50	3.996	13.32	18.96	0.502	0.034	-0.13	5.169	12.86	17.51	15.47	0.334	0.831	1.132
10.00	3.996	12.65	18.96	0.495	0.036	-0.14	5.169	12.31	17.51	15.22	0.340	0.809	1.151
10.50	3.996	12.65	18.77							14.97			
11.00	3.996	12.65	18.49							14.72			
11.50	3.996	12.65	18.01							14.46			

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

www.usanpedro.edu.pe

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

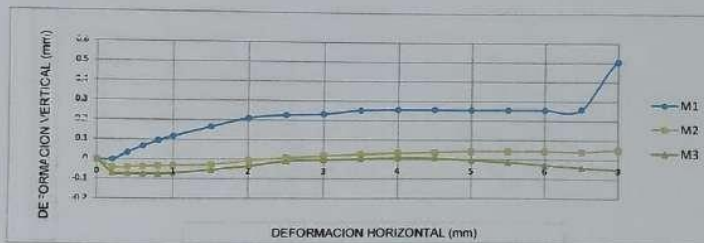
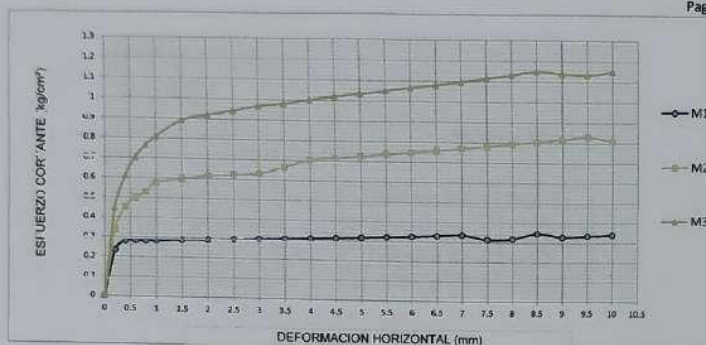


LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

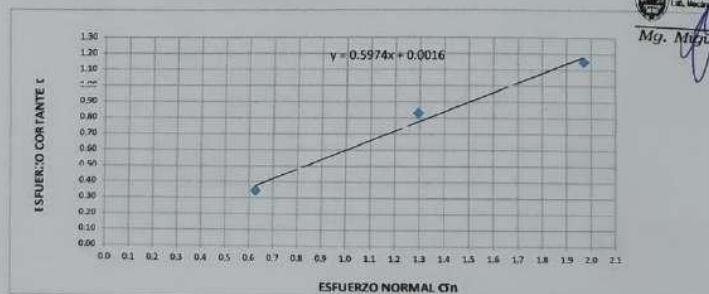
LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 2 de 2



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Area en Corte(cm²)	15.97	15.47	15.22
σ_n (kg/cm²)	0.63	1.29	1.97
τ (kg/cm²)	0.3470	0.83	1.15

Cohesión	0.002 kg/cm²
Ángulo de fricción interna	25.98 °



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

www.usanpedro.edu.pe

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



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 1 de 2

ENSAYO DE CORTE DIRECTO-PATRON

(ASTM D-3080, AASHTO T235, MTC E 123-2000)

SOLICITA : Acosta Ninaquispe Nyla Rosario
TESIS : Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro
Poblado El Castillo - 2025
CALICATA : 2
FECHA : 03/12/2025

NOMBRE DE MUESTRA = C-2 PROFUNDIDAD = 1.50 mts
TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm ²
Volumen	50.8734 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	91.3 gr
Peso Unitario Húmedo	1.79 gr/cm ³
Contenido de Humedad	6.48 %
Peso Unitario Seco	1.69 gr/cm ³

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE t		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	Div.			mm			kg			cm ²	kg/cm ²		
0.20	3.41	5.805	8.818	0.000	-0.04	-0.07	4.685	6.662	9.147	20.17	0.232	0.330	0.454
0.40	4.546	8.381	12.82	0.034	-0.04	-0.07	5.623	8.786	12.45	20.07	0.280	0.438	0.620
0.60	4.546	9.468	15.02	0.066	-0.04	-0.07	5.623	9.683	14.27	19.96	0.282	0.485	0.715
0.80	4.546	10.1	16.46	0.094	-0.04	-0.07	5.623	10.21	15.45	19.86	0.283	0.514	0.778
1.00	4.546	11.1	17.42	0.117	-0.03	-0.07	5.623	11.03	16.25	19.76	0.285	0.558	0.822
1.50	4.546	11.43	19.17	0.165	-0.03	-0.06	5.623	11.3	17.68	19.51	0.288	0.579	0.906
2.00	4.546	11.69	19.55	0.203	-0.01	-0.04	5.623	11.43	18	19.25	0.292	0.587	0.935
2.50	4.546	11.66	19.84	0.226	0.008	-0.01	5.623	11.49	18.24	19	0.296	0.605	0.960
3.00	4.546	11.66	20.13	0.231	0.018	0.00	5.623	11.49	18.48	18.75	0.300	0.613	0.986
3.50	4.546	12.21	20.13	0.251	0.025	0.003	5.623	11.94	18.48	18.49	0.304	0.646	1.000
4.00	4.546	12.84	20.33	0.255	0.032	0.007	5.623	12.47	18.64	18.24	0.308	0.683	1.022
4.50	4.546	12.84	20.39	0.255	0.036	0.007	5.623	12.47	18.69	17.99	0.313	0.693	1.039
5.00	4.546	12.84	20.39	0.254	0.041	0.00	5.623	12.47	18.69	17.73	0.317	0.703	1.054
5.50	4.546	12.84	20.39	0.255	0.041	-0.02	5.623	12.47	18.69	17.48	0.322	0.713	1.069
6.00	4.546	12.84	20.39	0.255	0.042	-0.03	5.623	12.47	18.69	17.23	0.326	0.724	1.085
6.50	4.546	12.84	20.39	0.259	0.041	-0.04	5.623	12.47	18.69	16.98	0.331	0.734	1.101
7.00	4.546	12.84	20.39	0.505	0.050	-0.05	5.623	12.47	18.69	16.72	0.336	0.746	1.118
7.50	3.985	12.84	20.39	0.507	0.046	-0.07	5.16	12.47	18.69	16.47	0.313	0.757	1.135
8.00	3.985	12.84	20.39	0.507	0.028	-0.09	5.16	12.47	18.69	16.22	0.318	0.769	1.152
8.50	4.428	12.84	20.39	0.503	0.039	-0.10	5.525	12.47	18.69	15.97	0.346	0.781	1.171
9.00	3.985	12.84	19.84	0.502	0.041	-0.11	5.16	12.47	18.24	15.72	0.328	0.793	1.160
9.50	3.985	12.84	19.36	0.502	0.034	-0.13	5.16	12.47	17.84	15.47	0.334	0.806	1.153
10.00	3.985	12.21	19.36	0.495	0.036	-0.14	5.16	11.94	17.84	15.22	0.339	0.785	1.172
10.50	3.985	12.21	19.17							14.97			
11.00	3.985	12.21	18.88							14.72			
11.50	3.985	12.21	18.32							14.40			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.L. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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

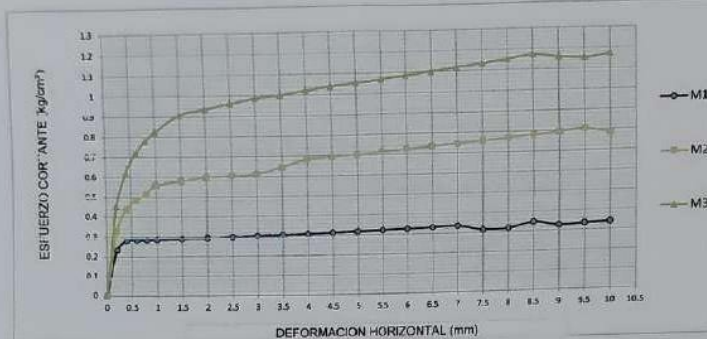


LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

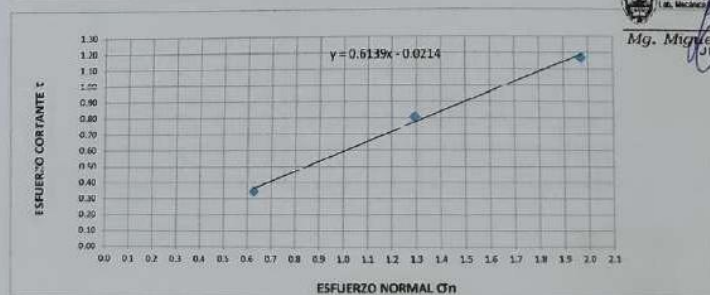
LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 2 de 2



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Area en Corte(cm2)	15.97	15.47	15.22
σ_n (kg/cm2)	0.63	1.29	1.97
τ (kg/cm2)	0.3460	0.81	1.17

Cohesión	0.001 kg/cm2
Angulo de fricción interna	26.74 °



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

www.usanpedro.edu.pe

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



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 1 de 2

ENSAYO DE CORTE DIRECTO-PATRON

(ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : Acosta Ninaquispe Nyla Rosario
TESIS : Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro
Poblado El Castillo - 2025
CALICATA : 3
FECHA : 03/12/2025

NOMBRE DE MUESTRA = C-3 PROFUNDIDAD = 1.50 mts
TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Area	20.2683 cm ²
Volumen	50.8734 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	88 gr
Peso Unitario Húmedo	1.73 gr/cm ³
Contenido de Humedad	4.7 %
Peso Unitario Seco	1.65 gr/cm ³

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. AREA	ESFUERZO CORTANTE τ		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
	mm	Div.		mm			kg				kg/cm ²		
0.20	3.399	5	8.1	0.000	-0.04	-0.07	4.677	5.997	8.554	20.17	0.232	0.297	0.424
0.40	4.434	7.5	11.7	0.034	-0.04	-0.07	5.53	8.06	11.52	20.07	0.276	0.402	0.574
0.60	4.434	8.5	13.95	0.056	-0.04	-0.07	5.53	8.884	13.38	19.96	0.277	0.445	0.670
0.80	4.434	9	15.3	0.094	-0.04	-0.07	5.53	9.297	14.49	19.86	0.278	0.468	0.730
1.00	4.434	10	16.2	0.117	-0.03	-0.07	5.53	10.12	15.24	19.76	0.280	0.512	0.771
1.50	4.434	10.3	17.82	0.165	-0.03	-0.06	5.53	10.37	16.57	19.51	0.283	0.531	0.849
2.00	4.434	10.7	19.10	0.208	-0.01	-0.04	5.53	10.53	16.87	19.25	0.287	0.547	0.876
2.50	4.434	10.5	18.45	0.226	0.008	-0.01	5.53	10.53	17.09	19	0.291	0.554	0.900
3.00	4.434	10.5	18.72	0.231	0.018	0.00	5.53	10.53	17.32	18.75	0.295	0.562	0.923
3.50	4.434	11	18.72	0.251	0.025	0.003	5.53	10.95	17.32	18.49	0.299	0.592	0.936
4.00	4.434	11.3	18.9	0.255	0.032	0.007	5.53	11.19	17.46	18.24	0.303	0.614	0.957
4.50	4.434	11.5	18.9	0.255	0.036	0.007	5.53	11.36	17.46	17.99	0.307	0.631	0.971
5.00	4.434	11.5	18.9	0.254	0.041	0.00	5.53	11.36	17.46	17.73	0.312	0.641	0.985
5.50	4.434	11.5	18.9	0.255	0.041	-0.02	5.53	11.36	17.46	17.48	0.316	0.650	0.999
6.00	4.434	11.5	18.9	0.255	0.042	-0.03	5.53	11.36	17.46	17.23	0.321	0.659	1.014
6.50	4.434	11.5	18.9	0.259	0.041	-0.04	5.53	11.36	17.46	16.98	0.326	0.669	1.028
7.00	4.434	11.5	18.9	0.505	0.050	-0.05	5.53	11.36	17.46	16.72	0.331	0.679	1.044
7.50	3.991	11.5	18.9	0.507	0.046	-0.07	5.165	11.36	17.46	16.47	0.314	0.690	1.060
8.00	3.991	11.5	18.72	0.507	0.028	-0.09	5.165	11.36	17.32	16.22	0.318	0.700	1.068
8.50	4.434	11.5	18.72	0.503	0.039	-0.10	5.53	11.36	17.32	15.97	0.346	0.711	1.084
9.00	3.991	11.5	18.45	0.502	0.041	-0.11	5.165	11.36	17.09	15.72	0.329	0.723	1.087
9.50	3.991	11.5	18	0.502	0.034	-0.13	5.165	11.36	16.72	15.47	0.334	0.734	1.081
10.00	3.991	11	18	0.495	0.036	-0.14	5.165	10.95	16.72	15.22	0.339	0.719	1.099
10.50	3.991	11	17.82							14.97			
11.00	3.991	11	17.55							14.72			
11.50	3.991	11	17.1							14.48			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería y Ciencias de Materiales

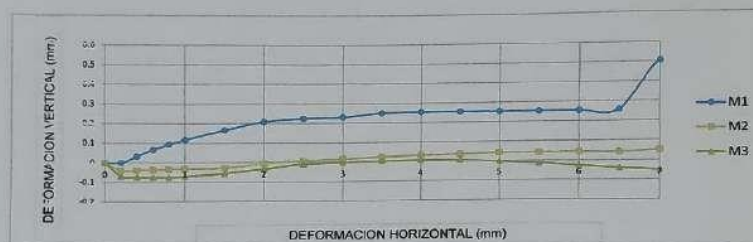
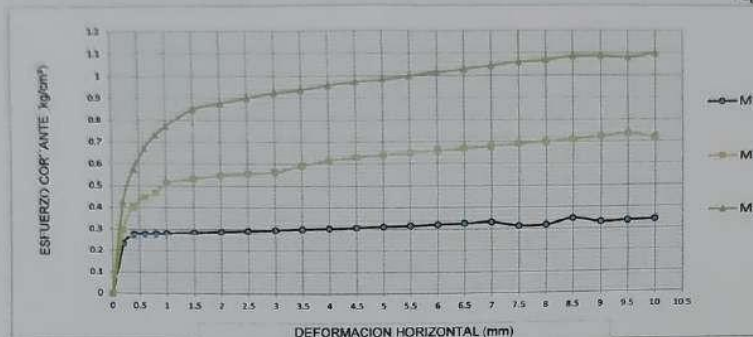
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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

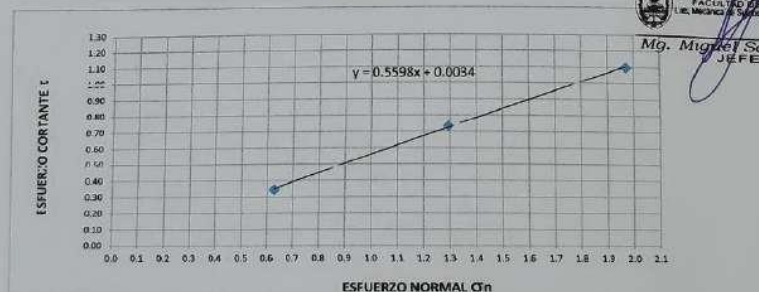


Pag 2 de 2



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm²)	15.97	15.47	15.22
σ_n (kg/cm²)	0.63	1.29	1.97
τ (kg/cm²)	0.3460	0.73	1.10

Cohesión	0.003 kg/cm²
Ángulo de fricción interna	25.63 °



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

Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

ANEXO N°7
CORTE DIRECTO – 4%



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 1 de 2

ENSAYO DE CORTE DIRECTO-EXPERIMENTAL - 4% (ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : Acosta Ninaquispe Nyla Rosario
TESIS : Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro
Poblado El Castillo - 2025
CALICATA : 1
FECHA : 03/12/2025

NOMBRE DE MUESTRA = C-1 PROFUNDIDAD = 1.50 mts
TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm ²
Volumen	50.8734 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	89.5 gr
Peso Unitario Húmedo	1.76 gr/cm ³
Contenido de Humedad	5.68 %
Peso Unitario Seco	1.66 gr/cm ³

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREL. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE t		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	Div.			mm			kg			cm ²	kg/cm ²		
0.20	3.431	5.899	8.573	0.000	-0.04	-0.07	4.703	6.739	8.944	20.17	0.233	0.334	0.443
0.40	4.496	8.532	12.44	0.034	-0.04	-0.07	5.582	8.91	12.13	20.07	0.278	0.444	0.605
0.60	4.496	9.616	14.59	0.066	-0.04	-0.07	5.582	9.805	13.9	19.96	0.280	0.491	0.697
0.80	4.496	10.28	16	0.094	-0.04	-0.07	5.582	10.36	15.07	19.86	0.281	0.521	0.759
1.00	4.496	11.3	16.94	0.117	-0.03	-0.07	5.582	11.19	15.85	19.76	0.282	0.567	0.802
1.50	4.496	11.64	18.63	0.165	-0.03	-0.06	5.582	11.47	17.24	19.51	0.286	0.588	0.884
2.00	4.496	11.67	19.01	0.208	-0.01	-0.04	5.582	11.66	17.55	19.25	0.290	0.600	0.912
2.50	4.496	11.87	19.29	0.226	0.008	-0.01	5.582	11.66	17.79	19	0.294	0.614	0.936
3.00	4.496	11.87	19.57	0.231	0.018	0.00	5.582	11.66	18.02	18.75	0.298	0.622	0.961
3.50	4.496	12.43	19.57	0.251	0.025	0.003	5.582	12.13	18.02	18.49	0.302	0.656	0.975
4.00	4.496	13.06	19.76	0.255	0.032	0.007	5.582	12.65	18.17	18.24	0.306	0.693	0.996
4.50	4.496	13.06	19.8	0.255	0.036	0.007	5.582	12.65	18.2	17.99	0.310	0.703	1.012
5.00	4.496	13.06	19.8	0.254	0.041	0.00	5.582	12.65	18.2	17.73	0.315	0.713	1.027
5.50	4.496	13.06	19.8	0.255	0.041	-0.02	5.582	12.65	18.2	17.48	0.319	0.724	1.041
6.00	4.496	13.06	19.8	0.255	0.042	-0.03	5.582	12.65	18.2	17.23	0.324	0.734	1.057
6.50	4.496	13.06	19.8	0.259	0.041	-0.04	5.582	12.65	18.2	16.98	0.329	0.745	1.072
7.00	4.496	13.06	19.8	0.505	0.050	-0.05	5.582	12.65	18.2	16.72	0.334	0.756	1.089
7.50	3.993	13.06	19.8	0.507	0.046	-0.07	5.167	12.65	18.2	16.47	0.314	0.768	1.105
8.00	3.993	13.06	19.8	0.507	0.028	-0.09	5.167	12.65	18.2	16.22	0.319	0.780	1.122
8.50	4.437	13.06	19.8	0.503	0.039	-0.10	5.533	12.65	18.2	15.97	0.346	0.792	1.140
9.00	3.993	13.06	19.29	0.502	0.041	-0.11	5.167	12.65	17.79	15.72	0.329	0.805	1.131
9.50	3.993	13.06	18.82	0.502	0.034	-0.13	5.167	12.65	17.4	15.47	0.334	0.818	1.125
10.00	3.993	12.43	18.82	0.495	0.036	-0.14	5.167	12.13	17.4	15.22	0.339	0.797	1.143
10.50	3.993	12.43	18.63							14.97			
11.00	3.993	12.43	18.35							14.72			
11.50	3.993	12.43	17.68							14.48			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
del Mecanismo de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
J.E.F.E.

www.usanpedro.edu.pe

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

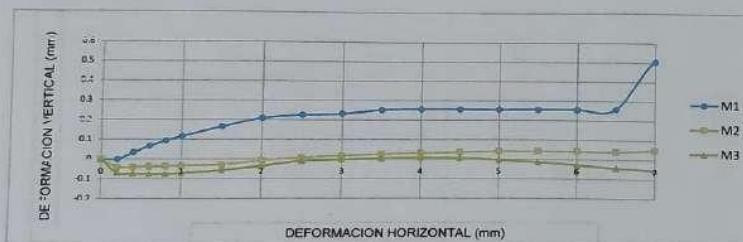
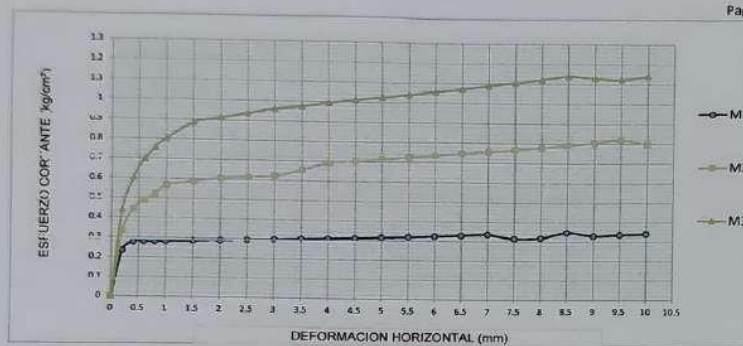


LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

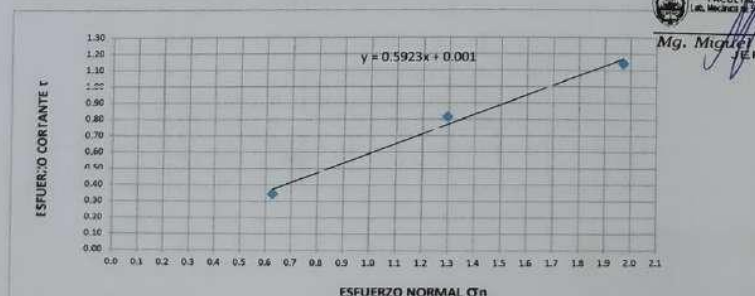
LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 2 de 2



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical (kg)	10	20	30
Área en Corte (cm^2)	15.97	15.47	15.22
σ_n (kg/cm^2)	0.63	1.29	1.97
τ (kg/cm^2)	0.3460	0.82	1.14

Cohesión	0.000 kg/cm^2
Ángulo de fricción interna	27.49 °



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

www.usanpedro.edu.pe

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



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 1 de 2

ENSAYO DE CORTE DIRECTO-EXPERIMENTAL - 4% (ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : Acosta Ninaquispe Nyla Rosario
TESIS : Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro
Poblado El Castillo - 2025
CALICATA : 2
FECHA : 03/12/2025

NOMBRE DE MUESTRA = C-2 PROFUNDIDAD = 1.50 mts
TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm ²
Volumen	50.8734 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	95.3 gr
Peso Unitario Húmedo	1.87 gr/cm ³
Contenido de Humedad	6.3 %
Peso Unitario Seco	1.76 gr/cm ³

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE t		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	Div.			mm			kg			cm ²	kg/cm ²		
0.20	3.552	5.5	8.78	0.000	-0.04	-0.07	4.803	6.41	8.703	20.17	0.238	0.318	0.431
0.40	4.588	8.25	11.96	0.034	-0.04	-0.07	5.657	8.678	11.74	20.07	0.282	0.432	0.585
0.60	4.588	9.35	14.26	0.066	-0.04	-0.07	5.657	9.586	13.64	19.96	0.283	0.480	0.683
0.80	4.588	9.9	15.64	0.094	-0.04	-0.07	5.657	10.04	14.77	19.86	0.285	0.506	0.744
1.00	4.588	11	16.56	0.117	-0.03	-0.07	5.657	10.95	15.53	19.76	0.286	0.554	0.786
1.50	4.588	11.44	18.22	0.165	-0.03	-0.06	5.657	11.31	16.9	19.51	0.290	0.580	0.866
2.00	4.588	11.44	18.22	0.208	-0.01	-0.04	5.657	11.31	17.2	19.25	0.294	0.588	0.894
2.50	4.588	11.44	18.86	0.226	0.008	-0.01	5.657	11.31	17.43	19	0.298	0.595	0.917
3.00	4.588	11.44	19.14	0.231	0.018	0.00	5.657	11.31	17.66	18.75	0.302	0.603	0.942
3.50	4.588	12.1	19.14	0.251	0.025	0.003	5.657	11.85	17.66	18.49	0.306	0.641	0.955
4.00	4.588	12.43	19.32	0.255	0.032	0.007	5.657	12.13	17.81	18.24	0.310	0.665	0.976
4.50	4.588	12.87	19.32	0.255	0.036	0.007	5.657	12.49	17.81	17.99	0.314	0.694	0.990
5.00	4.588	12.87	19.32	0.254	0.041	0.00	5.657	12.49	17.81	17.73	0.319	0.704	1.005
5.50	4.588	12.87	19.32	0.255	0.041	-0.02	5.657	12.49	17.81	17.48	0.324	0.714	1.019
6.00	4.588	12.87	19.32	0.255	0.042	-0.03	5.657	12.49	17.81	17.23	0.328	0.725	1.034
6.50	4.588	12.87	19.32	0.259	0.041	-0.04	5.657	12.49	17.81	16.98	0.333	0.736	1.049
7.00	4.588	12.87	19.32	0.505	0.050	-0.05	5.657	12.49	17.81	16.72	0.338	0.747	1.065
7.50	3.996	12.87	19.32	0.507	0.046	-0.07	5.169	12.49	17.81	16.47	0.314	0.758	1.081
8.00	3.996	12.87	19.14	0.507	0.028	-0.09	5.169	12.49	17.66	16.22	0.319	0.770	1.089
8.50	4.44	12.87	19.14	0.503	0.039	-0.10	5.535	12.49	17.66	15.97	0.347	0.782	1.106
9.00	3.996	12.87	18.86	0.502	0.041	-0.11	5.169	12.49	17.43	15.72	0.329	0.794	1.109
9.50	3.996	12.87	18.4	0.502	0.034	-0.13	5.169	12.49	17.05	15.47	0.334	0.807	1.102
10.00	3.996	12.32	18.4	0.495	0.036	-0.14	5.169	12.04	17.05	15.22	0.340	0.791	1.120
10.50	3.996	12.1	18.22							14.97			
11.00	3.996	12.1	17.94							14.72			
11.50	3.996	12.1	17.48							14.46			

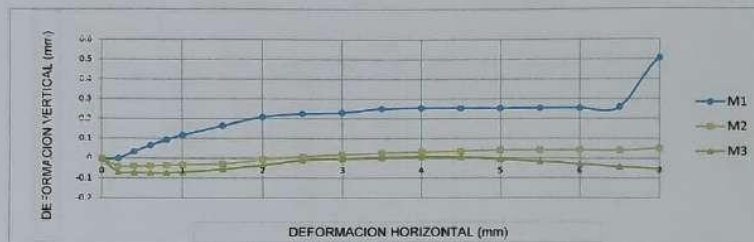
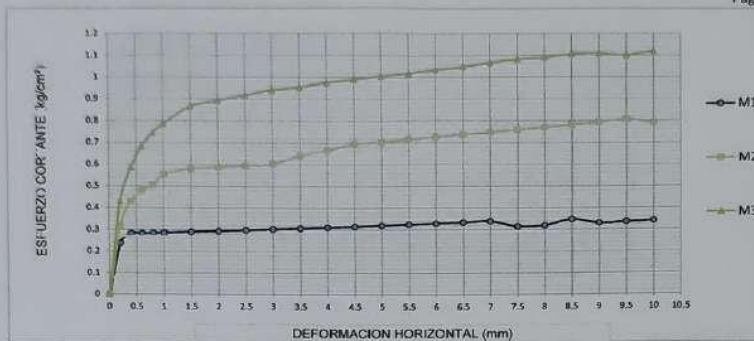
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
L.B. Macías y J. Jarama
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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

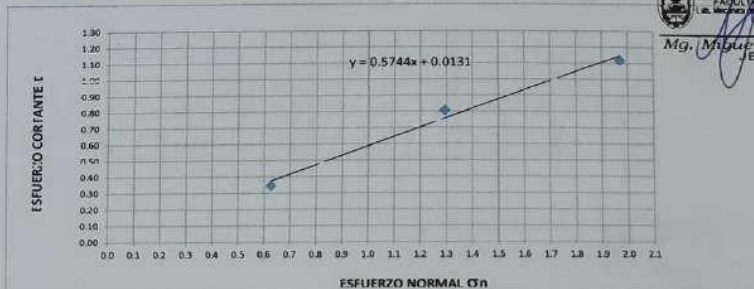


Pag 2 de 2



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm²)	15.97	15.47	15.22
σ_n (kg/cm²)	0.63	1.29	1.97
τ (kg/cm²)	0.3470	0.81	1.12

Cohesión	0.001 kg/cm²
Ángulo de fricción interna	28.01 °



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



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 1 de 2

ENSAYO DE CORTE DIRECTO-EXPERIMENTAL - 4% (ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : Acosta Ninaquispe Nyla Rosario
TESIS : Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro
Poblado El Castillo - 2025
CALICATA : 3
FECHA : 03/12/2025

NOMBRE DE MUESTRA = C-3
TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

PROFUNDIDAD = 1.50 mts

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm ²
Volumen	50.8734 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	92.5 gr
Peso Unitario Húmedo	1.82 gr/cm ³
Contenido de Humedad	4.6 %
Peso Unitario Seco	1.74 gr/cm ³

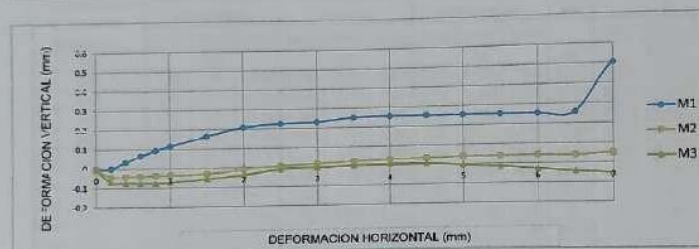
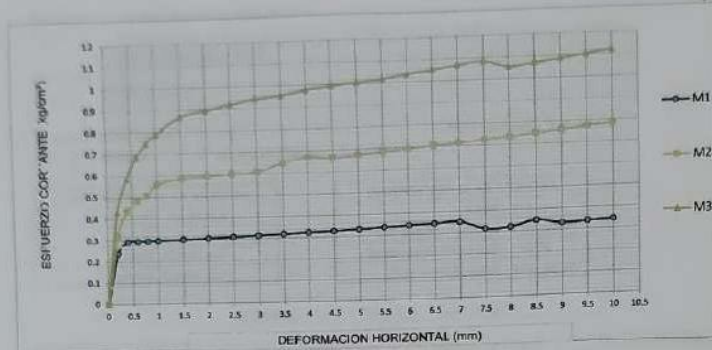
VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. AREA	ESFUERZO CORTANTE τ		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
	Div.			mm			kg				cm ²		
mm											kg/cm ²		
0.20	3.576	5.55	8.289	0.000	-0.04	-0.07	4.823	6.451	8.71		20.17	0.239	0.320
0.40	4.843	8.325	11.97	0.034	-0.04	-0.07	5.867	8.74	11.75	20.07	0.292	0.435	0.585
0.60	4.843	9.435	14.28	0.066	-0.04	-0.07	5.867	9.656	13.65	19.96	0.294	0.484	0.684
0.80	4.843	9.99	15.66	0.094	-0.04	-0.07	5.867	10.11	14.79	19.86	0.295	0.509	0.745
1.00	4.843	11.1	16.58	0.117	-0.03	-0.07	5.867	11.03	15.55	19.76	0.297	0.558	0.787
1.50	4.843	11.54	18.24	0.165	-0.03	-0.06	5.867	11.4	16.92	19.51	0.301	0.584	0.867
2.00	4.843	11.54	18.6	0.208	-0.01	-0.04	5.867	11.4	17.22	19.25	0.305	0.592	0.895
2.50	4.843	11.54	18.88	0.226	0.008	-0.01	5.867	11.4	17.45	19	0.309	0.600	0.918
3.00	4.843	11.54	19.16	0.231	0.018	0.00	5.867	11.4	17.68	18.75	0.313	0.608	0.943
3.50	4.843	12.21	19.16	0.251	0.025	0.003	5.867	11.94	17.68	18.49	0.317	0.646	0.956
4.00	4.843	12.54	19.34	0.255	0.032	0.007	5.867	12.22	17.83	18.24	0.322	0.670	0.977
4.50	4.843	12.21	19.34	0.255	0.036	0.007	5.867	11.94	17.83	17.99	0.326	0.664	0.991
5.00	4.843	12.21	19.34	0.254	0.041	0.00	5.867	11.94	17.83	17.73	0.331	0.674	1.005
5.50	4.843	12.21	19.34	0.255	0.041	-0.02	5.867	11.94	17.83	17.48	0.336	0.683	1.020
6.00	4.843	12.21	19.34	0.255	0.042	-0.03	5.867	11.94	17.83	17.23	0.341	0.693	1.035
6.50	4.843	12.21	19.34	0.259	0.041	-0.04	5.867	11.94	17.83	16.98	0.346	0.703	1.050
7.00	4.843	12.21	19.34	0.505	0.050	-0.05	5.867	11.94	17.83	16.72	0.351	0.714	1.066
7.50	4.023	12.21	19.34	0.507	0.046	-0.07	5.191	11.94	17.83	16.47	0.315	0.725	1.082
8.00	4.023	12.21	18.42	0.507	0.028	-0.09	5.191	11.94	17.07	16.22	0.320	0.736	1.052
8.50	4.47	12.21	18.42	0.503	0.039	-0.10	5.56	11.94	17.07	15.97	0.348	0.748	1.069
9.00	4.023	12.21	18.42	0.502	0.041	-0.11	5.191	11.94	17.07	15.72	0.330	0.760	1.086
9.50	4.023	12.21	18.42	0.502	0.034	-0.13	5.191	11.94	17.07	15.47	0.336	0.772	1.103
10.00	4.023	12.21	18.42	0.495	0.036	-0.14	5.191	11.94	17.07	15.22	0.341	0.785	1.121
10.50	4.023	12.21	18.42							14.97			
11.00	4.023	12.21	18.42							14.72			
11.50	4.023	12.21	18.42							14.46			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

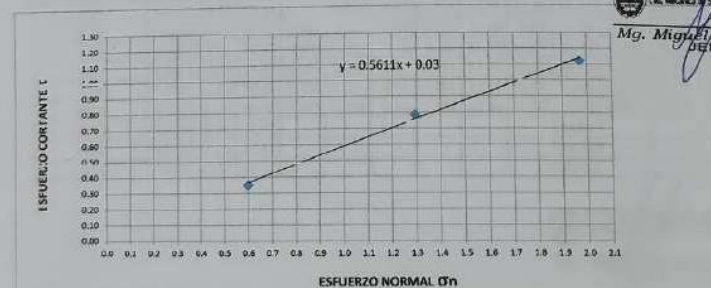
www.usanpedro.edu.pe

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



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical (kg)	10	20	30
Área en Corte (cm ²)	16.72	15.47	15.22
σ_n (kg/cm ²)	0.60	1.29	1.97
τ (kg/cm ²)	0.3510	0.79	1.12

Cohesión	0.003 kg/cm ²
Ángulo de fricción interna	27.11 °



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
DEFE

ANEXO N°8
CORTE DIRECTO – 8%



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 1 de 2

ENSAYO DE CORTE DIRECTO-EXPERIMENTAL - 8% (ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : Acosta Ninaquispe Nyla Rosario
TESIS : Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro
Poblado El Castillo - 2025
CALICATA : 1
FECHA : 03/12/2025

NOMBRE DE MUESTRA = C-1 PROFUNDIDAD = 1.50 mts
TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm ²
Volumen	50.8734 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	94.5 gr
Peso Unitario Húmedo	1.86 gr/cm ³
Contenido de Humedad	5.6 %
Peso Unitario Seco	1.76 gr/cm ³

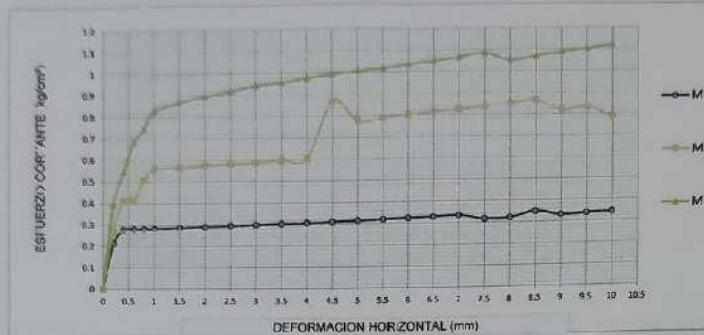
VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. AREA	ESFUERZO CORTANTE τ		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
	Div.			mm			kg				kg/cm²		
mm										cm²			
0.20	2.98	4.44	7.368	0.000	-0.04	-0.07	4.331	5.535	7.951	20.17	0.215	0.274	0.394
0.40	4.47	7.77	11.05	0.034	-0.04	-0.07	5.56	8.282	10.99	20.07	0.277	0.413	0.548
0.60	4.47	7.77	14.28	0.066	-0.04	-0.07	5.56	8.282	13.65	19.96	0.279	0.415	0.684
0.80	4.47	9.99	15.66	0.094	0.04	-0.07	5.56	10.11	14.79	19.86	0.280	0.509	0.745
1.00	4.47	11.1	17.5	0.117	-0.03	-0.07	5.56	11.03	16.31	19.76	0.281	0.558	0.825
1.50	4.47	11.1	18.24	0.165	-0.03	-0.06	5.56	11.03	16.92	19.51	0.285	0.565	0.867
2.00	4.47	11.1	18.6	0.200	-0.03	-0.04	5.56	11.03	17.22	19.25	0.289	0.572	0.895
2.50	4.47	11.1	18.88	0.226	0.008	-0.01	5.56	11.03	17.45	19	0.293	0.580	0.918
3.00	4.47	11.1	19.16	0.231	0.018	0.00	5.56	11.03	17.68	18.75	0.297	0.588	0.943
3.50	4.47	11.1	19.16	0.251	0.025	0.003	5.56	11.03	17.68	18.49	0.301	0.596	0.956
4.00	4.47	11.1	19.34	0.255	0.032	0.007	5.56	11.03	17.83	18.24	0.305	0.605	0.977
4.50	4.47	16.65	19.34	0.255	0.036	0.007	5.56	15.61	17.83	17.99	0.309	0.868	0.991
5.00	4.47	14.43	19.34	0.254	0.041	0.00	5.56	13.78	17.83	17.73	0.314	0.777	1.005
5.50	4.47	14.43	19.34	0.255	0.041	-0.02	5.56	13.78	17.83	17.48	0.318	0.788	1.020
6.00	4.47	14.43	19.34	0.255	0.042	-0.03	5.56	13.78	17.83	17.23	0.323	0.800	1.035
6.50	4.47	14.43	19.34	0.259	0.041	-0.04	5.56	13.78	17.83	16.98	0.327	0.811	1.050
7.00	4.47	14.43	19.34	0.505	0.050	-0.05	5.56	13.78	17.83	16.72	0.333	0.824	1.066
7.50	4.023	14.43	19.34	0.507	0.046	-0.07	5.191	13.78	17.83	16.47	0.315	0.836	1.082
8.00	4.023	14.43	18.42	0.507	0.028	-0.09	5.191	13.78	17.07	16.22	0.320	0.849	1.052
8.50	4.47	14.43	18.42	0.503	0.039	-0.10	5.56	13.78	17.07	15.97	0.348	0.863	1.069
9.00	4.023	13.32	18.42	0.502	0.041	-0.11	5.191	12.86	17.07	15.72	0.330	0.818	1.086
9.50	4.023	13.32	18.42	0.502	0.034	-0.13	5.191	12.86	17.07	15.47	0.336	0.831	1.103
10.00	4.023	12.21	18.42	0.495	0.036	-0.14	5.191	11.94	17.07	15.22	0.341	0.785	1.121
10.50	4.023	12.21	18.42							14.97			
11.00	4.023	12.21	18.42							14.72			
11.50	4.023	12.21	18.42							14.46			

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

www.usanpedro.edu.pe

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



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Area en Corte(cm^2)	15.97	15.47	15.22
$\sigma_n(\text{kg/cm}^2)$	0.63	1.29	1.97
$\tau(\text{kg/cm}^2)$	0.3480	0.87	1.12

Cohesión	0.003 kg/cm^2
Ángulo de fricción interna	29.90 °



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 1 de 2

ENSAYO DE CORTE DIRECTO-EXPERIMENTAL - 8% (ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : Acosta Ninaquispe Nyia Rosario
 TESTS : Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro
 Poblado El Castillo - 2025
 CALICATA : 2
 FECHA : 03/12/2025

NOMBRE DE MUESTRA = C-2 PROFUNDIDAD = 1.50 mts
 TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Area	20.2683 cm ²
Volumen	50.8734 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	92.8 gr
Peso Unitario Humedo	1.82 gr/cm ³
Contenido de Humedad	5.4 %
Peso Unitario Seco	1.73 gr/cm ³

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE t		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	Div.			mm			kg			cm ²	kg/cm ²		
0.20	3.624	5.7	8.55	0.000	-0.04	-0.07	4.862	6.575	8.926	20.17	0.241	0.326	0.443
0.40	4.908	8.55	12.35	0.034	-0.04	-0.07	5.921	8.926	12.06	20.07	0.295	0.445	0.601
0.60	4.908	9.69	14.73	0.066	-0.04	-0.07	5.921	9.866	14.02	19.96	0.297	0.494	0.702
0.80	4.908	10.26	16.15	0.094	-0.04	-0.07	5.921	10.34	15.2	19.86	0.298	0.520	0.765
1.00	4.908	11.4	17.1	0.117	-0.03	-0.07	5.921	11.28	15.98	19.76	0.300	0.571	0.809
1.50	4.908	11.86	18.81	0.165	-0.03	-0.06	5.921	11.65	17.39	19.51	0.303	0.597	0.891
2.00	4.908	11.86	19.19	0.208	-0.01	-0.04	5.921	11.65	17.7	19.25	0.308	0.605	0.920
2.50	4.908	11.86	19.48	0.226	0.008	-0.01	5.921	11.65	17.94	19	0.312	0.613	0.944
3.00	4.908	11.86	19.76	0.231	0.018	0.00	5.921	11.65	18.17	18.75	0.316	0.621	0.969
3.50	4.908	12.54	19.76	0.251	0.025	0.003	5.921	12.22	18.17	18.49	0.320	0.661	0.983
4.00	4.908	12.88	20.05	0.255	0.032	0.007	5.921	12.5	18.41	18.24	0.325	0.685	1.009
4.50	4.908	13.43	20.05	0.255	0.036	0.007	5.921	12.95	18.41	17.99	0.329	0.720	1.023
5.00	4.908	13.43	20.05	0.254	0.041	0.00	5.921	12.95	18.41	17.73	0.334	0.730	1.038
5.50	4.908	13.43	20.05	0.255	0.041	-0.02	5.921	12.95	18.41	17.48	0.339	0.741	1.053
6.00	4.908	13.43	20.05	0.255	0.042	-0.03	5.921	12.95	18.41	17.23	0.344	0.752	1.068
6.50	4.908	13.43	20.05	0.259	0.041	-0.04	5.921	12.95	18.41	16.98	0.349	0.763	1.084
7.00	4.908	13.43	20.05	0.505	0.050	-0.05	5.921	12.95	18.41	16.72	0.354	0.775	1.101
7.50	4.077	13.43	20.05	0.507	0.046	-0.07	5.236	12.95	18.41	16.47	0.318	0.786	1.118
8.00	4.077	13.43	19.76	0.507	0.028	-0.09	5.236	12.95	18.17	16.22	0.323	0.798	1.120
8.50	4.53	13.43	19.76	0.503	0.039	-0.10	5.61	12.95	18.17	15.97	0.351	0.811	1.138
9.00	4.077	13.43	19.48	0.502	0.041	-0.11	5.236	12.95	17.94	15.72	0.333	0.824	1.141
9.50	4.077	13.43	19	0.502	0.034	-0.13	5.236	12.95	17.55	15.47	0.338	0.837	1.134
10.00	4.077	13.43	19	0.495	0.036	-0.14	5.236	12.95	17.55	15.22	0.344	0.851	1.153
10.50	4.077	12.54	18.81							14.97			
11.00	4.077	12.54	18.53							14.72			
11.50	4.077	12.54	18.05							14.48			

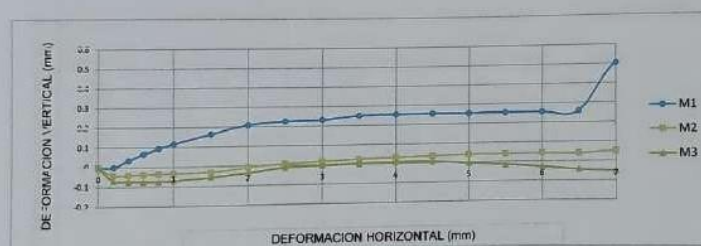
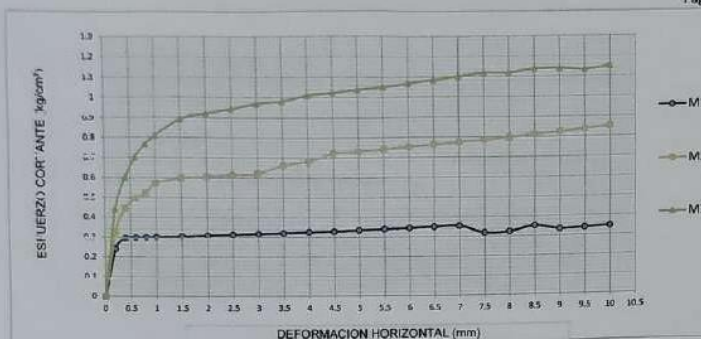
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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

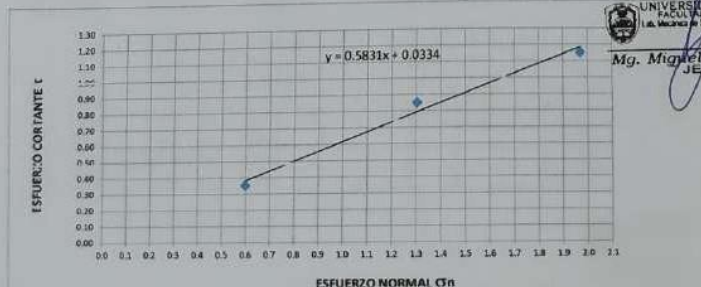


Pag 2 de 2



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm ²)	16.72	15.35	15.22
σ_n (kg/cm ²)	0.60	1.30	1.97
τ (kg/cm ²)	0.3540	0.85	1.15

Cohesión	0.033 kg/cm ²
Ángulo de fricción interna	30.25 °



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



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 1 de 2

ENSAYO DE CORTE DIRECTO-EXPERIMENTAL - 8% (ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : Acosta Ninaquispe Nyla Rosario
TESIS : Estabilización de Suelo Arcilloso con Cal Viva Con Fines de Cimentación en el Centro
Poblado El Castillo - 2025
CALICATA : 3
FECHA : 03/12/2025
NOMBRE DE MUESTRA = C-3 PROFUNDIDAD = 1.50 mts
TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Area	20.2683 cm ²
Volumen	50.8734 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	89.3 gr
Peso Unitario Húmedo	1.76 gr/cm ³
Contenido de Humedad	5.20 %
Peso Unitario Seco	1.67 gr/cm ³

VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE t		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
	mm	Div.	mm	mm	mm	mm	kg	kg	kg		kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
0.20	6.808	7.935	10.33	0.000	-0.04	-0.07	7.489	8.418	10.4	20.17	0.371	0.417	0.515
0.40	7.252	9.2	14.22	0.034	-0.04	-0.07	7.855	9.462	13.6	20.07	0.391	0.471	0.678
0.60	7.252	11.5	16.12	0.066	-0.04	-0.07	7.855	11.36	15.17	19.96	0.394	0.569	0.760
0.80	7.252	12.65	16.13	0.094	-0.04	-0.07	7.855	12.31	15.17	19.86	0.396	0.620	0.764
1.00	7.252	13.8	17.07	0.117	-0.03	-0.07	7.855	13.26	15.96	19.76	0.398	0.671	0.808
1.50	7.252	14.95	18.91	0.165	-0.03	-0.06	7.855	14.21	17.47	19.51	0.403	0.728	0.896
2.00	7.252	17.14	20.86	0.208	-0.01	-0.04	7.855	16.01	19.08	19.25	0.408	0.832	0.991
2.50	7.252	17.14	20.86	0.226	0.008	-0.01	7.855	16.01	19.08	19	0.413	0.843	1.004
3.00	7.252	17.14	20.86	0.232	0.018	0.00	7.855	16.01	19.08	18.75	0.418	0.854	1.017
3.50	7.252	17.14	20.86	0.251	0.025	0.003	7.855	16.01	19.08	18.49	0.425	0.866	1.032
4.00	7.252	17.14	20.86	0.255	0.032	0.007	7.855	16.01	19.08	18.24	0.431	0.878	1.046
4.50	7.252	17.14	20.86	0.255	0.036	0.007	7.855	16.01	19.08	17.99	0.437	0.890	1.060
5.00	7.252	17.14	20.86	0.254	0.041	0.00	7.855	16.01	19.08	17.73	0.443	0.903	1.076
5.50	7.252	17.14	20.86	0.255	0.041	-0.02	7.855	16.01	19.08	17.48	0.449	0.916	1.091
6.00	7.252	17.14	20.86	0.255	0.042	-0.03	7.855	16.01	19.08	17.23	0.456	0.929	1.107
6.50	7.252	17.14	20.86	0.259	0.041	-0.04	7.855	16.01	19.08	16.98	0.463	0.943	1.124
7.00	7.252	17.14	20.86	0.505	0.050	-0.05	7.855	16.01	19.08	16.72	0.470	0.957	1.141
7.50	6.66	17.14	20.86	0.507	0.046	-0.07	7.367	16.01	19.08	16.47	0.447	0.972	1.158
8.00	6.66	17.14	20.86	0.507	0.028	-0.09	7.367	16.01	19.08	16.22	0.454	0.987	1.176
8.50	6.66	17.14	20.86	0.503	0.039	-0.10	7.367	16.01	19.08	15.97	0.461	1.002	1.195
9.00	6.66	17.14	20.86	0.502	0.041	-0.11	7.367	16.01	19.08	15.72	0.469	1.018	1.214
9.50	6.66	17.14	20.86	0.502	0.034	-0.13	7.367	16.01	19.08	15.47	0.476	1.035	1.233
10.00	6.66	16.1	20.86	0.495	0.036	-0.14	7.367	15.15	19.08	15.22	0.484	0.996	1.253
10.50	6.66	16.1	20.86							14.97			
11.00	6.66	16.1	20.86							14.72			
11.50	6.66	16.1	20.86							14.48			

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

www.usanpedro.edu.pe

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

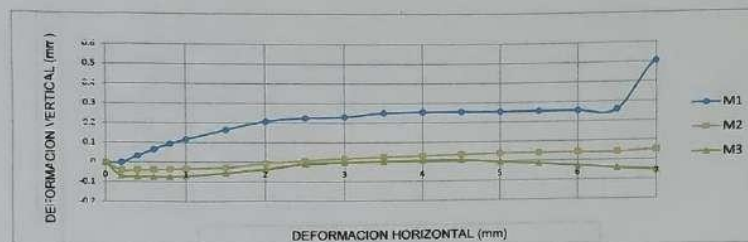
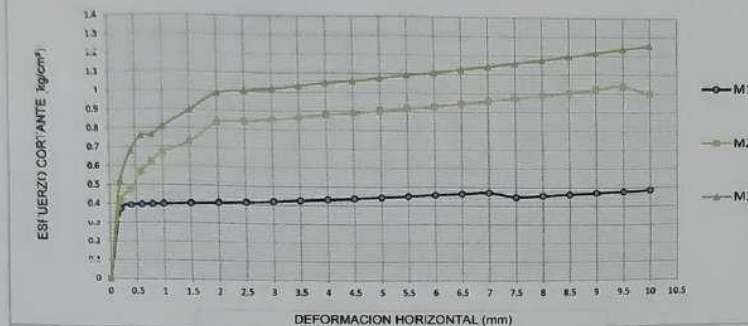


LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

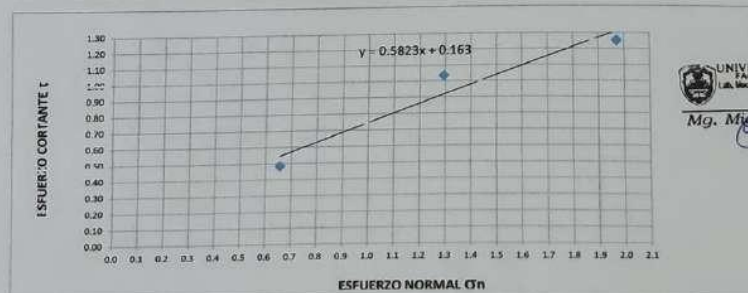
LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 2 de 2



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm ²)	15.22	15.47	15.22
σ_n (kg/cm ²)	0.66	1.29	1.97
τ (kg/cm ²)	0.4840	1.04	1.25

Cohesión	0.019 kg/cm ²
Ángulo de fricción interna	29.70 °



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

www.usanpedro.edu.pe

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

ANEXO N° 9
CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Cal Viva (óxido de calcio, CaO)	Cuando se hidrata la calcinación de la caliza, esta reacciona con los minerales del suelo, esto hace que reduzca su plasticidad y mejora su resistencia. La cal viva es una sustancia química de carácter inorgánico (Das,2015)	Para evaluar su efecto en las propiedades físico-mecánicas, se aplicará la cal viva en las diferentes proporciones (%) respecto al peso del suelo) de las muestras que se obtengan.	Proporción de la cal aplicada Efecto químico en el suelo Efecto mecánico en el suelo	% de cal adicionada (4%, 8%) Cambios en límites de Atterberg (reducción del índice de plasticidad) Incremento de capacidad portante.

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Estabilización de suelo arcilloso	Es el proceso en el cual mejoran las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos, esto hace que reduzca su plasticidad y aumente su resistencia. (Terzaghi & Peck, 1967;	A través de ensayos en el laboratorio se evaluará el efecto que tiene la adición de cal viva en las muestras de suelo arcilloso.	Plasticidad Resistencia mecánica Capacidad portante Humedad y Compactación	Índice de plasticidad (IP) antes y después de la estabilización Resistencia al corte (c, ϕ), CBR o compresión simple Valor de CBR (%) y parámetros de capacidad de carga admisible. Contenido de humedad óptimo (w óptimo), peso unitario seco máximo (γ_d máx)

ANEXO N° 10

Normas Técnicas de Mecánica de Suelos

Normas Técnicas de Mecánica de Suelos Aplicadas en la Investigación			
Ensayo	Norma Técnica Peruana (NTP)	Norma ASTM Equivalente	Propósito del ensayo
Contenido de humedad natural	NTP 339.127	ASTM D2216	Determinar la cantidad de agua contenida en una muestra de suelo
Análisis granulométrico por tamizado	NPT 339.128	ASTM D422	Conocer la distribución de tamaños de las partículas del suelo
Límites de Atterberg (líquido y plástico)	NTP 339.129	ASTM D4318	Establecer la plasticidad y el comportamiento del suelo fino.
Peso específico de los sólidos	NTP 339.130	ASTM D854	Determinar la densidad relativa de las partículas sólidas del suelo
Ensayo Proctor estándar (compactación)	NTP 339.141	ASTM D698	Evaluar la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca del suelo
CBR (California Bearing Ratio)	NTP 339.145	ASTM D1883	Medir la capacidad de soporte del suelo, antes y después de

			su estabilización
Análisis de límites de contracción	NTP 339.131	ASTM D427	Determinar la variación volumétrica del suelo al secarse
Clasificación de suelos (SUCS y AASHTO)	NTP 339.134	ASTM D2487/D3282	Clasificar el suelo según su granulometría y plasticidad.

Fuente: Adaptado de las Normas Técnicas Peruanas (NTP) del Instituto Nacional de Calidad – INACAL y de las Normas ASTM correspondientes.



REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor				
Acosta Ninaguispe Nyla Rosario		7417550	rositasacoma@gmail.com	
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico	
2. Tipo de Documento de Investigación				
☒ Tesis	☐ Trabajo de Salto de Grado Profesional	☐ Trabajo Académico	☐ Trabajo de Investigación	
3. Grado Académico o Título Profesional ¹				
☐ Bachiller	☒ Título Profesional	☐ Título Segunda Especialidad	☐ Maestría	☐ Doctorado
4. Título del Documento de Investigación				
Estabilización de suelo arcilloso con cal viva con fines de cimentación en el Centro Poblado El Castillo - 2025				
5. Programa Académico				
Ingeniería Civil				
6. Tipo de Acceso al Documento				
☒ Acceso a Público ² (solo en repositorio institucional)	☐ Acceso restringido ³ (solo en repositorio institucional)			
Embargo (Máximo 24 meses) (solo en repositorio institucional)		Fecha de liberación de embargo: ____/____/____ (Formato: día/mes/año)		
(*) En caso de embargo y embargo sucesivo sucesivo				

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente, declaro constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS⁴

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.⁵



Nyla
Firma

Ciudad: Lima Día: 25 Mes: 02 Año: 2026

Importante

1. Según Resolución de Consejo Rectoral 000-2016-UNSP-001, Reglamentos del Registro Institucional de Tesis y de la Investigación para el Tercer Año Académico y Tercer Año Académico, en adelante RCT.
2. Ley N° 30011, Ley que regula el Repositorio Institucional Digital de la Universidad, en adelante Ley 30011.
3. El autor otorga el tipo de acceso público o restringido a la Universidad San Pedro una licencia de acceso, porque se puede hacer uso de la obra en la web y difundir en el repositorio institucional digital. El acceso restringido es el acceso a la obra y propiedad intelectual, accesos a la obra de la Ley 30011.
4. En caso de que el autor otorga el embargo, el embargo se publica en el repositorio institucional digital, de acuerdo a la Ley 30011, en adelante Ley 30011.
5. Las licencias Creative Commons (CC) son una organización internacional sin fines de lucro que promueve la disponibilidad de los contenidos en internet de forma libre y de conocimiento abierto que facilita la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otros. Son licencias gratuitas, públicas, que otorgan derechos de autor por su obra.
6. Según el artículo 17.1 del artículo 17 del Reglamento del Registro Institucional de Tesis y de la Investigación para el Tercer Año Académico y Tercer Año Académico, en adelante RCT, las universidades, universidades y centros de estudios superiores deben obligatoriamente registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, en adelante, los trabajos de investigación en sus repositorios institucionales, promoviendo el acceso a la información científica, tecnológica y cultural en el repositorio institucional digital, en adelante, el Repositorio Institucional Digital (RID).

Nota: - Sistema de Identidad en la Universidad, se promueve desde la Ley 30011, en adelante, Ley 30011.

Estabilización de suelo arcilloso con cal viva con fines de cimentación en el centro poblado el castillo – 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.usanpedro.edu.pe	10%
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	2%
	Fuente de Internet	
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	1%
	Trabajo del estudiante	
4	repositorio.ucv.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.continental.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.uta.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
7	www.coursehero.com	1%
	Fuente de Internet	
8	Submitted to Universidad Católica San Pablo	< 1%
	Trabajo del estudiante	
9	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego 2025	< 1%
	Trabajo del estudiante	
10	Submitted to Higher Education Commission Pakistan	< 1%
	Trabajo del estudiante	
11	Submitted to Universidad Tecnológica del Peru	< 1%
	Trabajo del estudiante	

12	www.researchgate.net	< 1 %
	Fuente de Internet	
13	repositorio.unj.edu.pe	< 1 %
	Fuente de Internet	
14	tesis.usat.edu.pe	< 1 %
	Fuente de Internet	
15	repositorio.upse.edu.ec	< 1 %
	Fuente de Internet	
16	tesis.unsm.edu.pe	< 1 %
	Fuente de Internet	
17	Submitted to Universidad Andina del Cusco	< 1 %
	Trabajo del estudiante	
18	uaeh.redalyc.org	< 1 %
	Fuente de Internet	
19	aprenderly.com	< 1 %
	Fuente de Internet	
20	core.ac.uk	< 1 %
	Fuente de Internet	
21	www.slideshare.net	< 1 %
	Fuente de Internet	
22	Submitted to Universidad de Guayaquil	< 1 %
	Trabajo del estudiante	
23	issuu.com	< 1 %
	Fuente de Internet	
24	Submitted to Universidad San Francisco de Quito	< 1 %
	Trabajo del estudiante	
25	Submitted to Riga Technical University	< 1 %
	Trabajo del estudiante	

26	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	< 1 %
	Trabajo del estudiante	
27	publicaciones.usanpedro.edu.pe	< 1 %
	Fuente de Internet	
28	repositorio.unal.edu.co	< 1 %
	Fuente de Internet	
29	www.longdom.org	< 1 %
	Fuente de Internet	
30	oralidadmodernidad.org	< 1 %
	Fuente de Internet	
31	centrodeconocimiento.ccb.org.co	< 1 %
	Fuente de Internet	
32	revistas.usal.es	< 1 %
	Fuente de Internet	
33	Submitted to uncedu	< 1 %
	Trabajo del estudiante	
34	www.youtube.com	< 1 %
	Fuente de Internet	
35	vdocuments.es	< 1 %
	Fuente de Internet	
36	www.huesker.com.br	< 1 %
	Fuente de Internet	
37	www.paraque-sirve.com	< 1 %
	Fuente de Internet	
38	www.revistaneurocirugia.com	< 1 %
	Fuente de Internet	
39	Submitted to University of Birmingham	< 1 %
	Trabajo del estudiante	
40	docplayer.es	< 1 %
	Fuente de Internet	

41	edoc.pub Fuente de Internet	< 1 %
42	fdocuments.ec Fuente de Internet	< 1 %
43	fdocuments.net Fuente de Internet	< 1 %
44	files.core.ac.uk Fuente de Internet	< 1 %
45	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	< 1 %
46	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
47	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
48	sriagral.uabc.mx Fuente de Internet	< 1 %
49	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	< 1 %
50	www.fellenius.net Fuente de Internet	< 1 %
51	www.ocpi.cu Fuente de Internet	< 1 %
52	www.scribd.com Fuente de Internet	< 1 %
53	futur.upc.edu Fuente de Internet	< 1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 6 words

Excluir bibliografía

Activo