

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de INGENIERÍA CIVIL

“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE
CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA
DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL
MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS,
CHICLAYO-2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Yanela Idalina Llauce Davila

Denilson Perez Gonzales

Asesor:

Mg. Lic. Samuel Laura Huanca

<https://orcid.org/0000-0003-0849-3607>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	HENRRY JOSUÉ VILLANUEVA BAZÁN	46486085
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO	26697612
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMAN	71106769
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A nuestros padres; por ser los sostenes primordiales en nuestra existencia y por todo el apoyo que nos brindan día a día, además, de sus ejemplos dignos de superación constante.

A mis docentes de la UPN, por su tiempo, paciencia y por conducirme por la senda correcta en ámbito profesional y laboral.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradeciendo a Dios por la vida, sabiduría y salud. A nuestra casa de estudios, en la cual, conocimos y fuimos testigos de las enseñanzas de calidad de los docentes de los diferentes cursos; y también a ellos por impartirme conocimientos trascendentales en mi formación profesional. Además, al laboratorio en Chiclayo que nos permitió dar respuesta a nuestros objetivos planteados.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR.....	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
Tabla de contenido.....	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Realidad problemática	10
1.1.1. Situación problemática.....	10
1.1.2. Antecedentes	12
1.1.3. Bases teóricas	16
1.1.4. Justificación.....	24
1.2. Formulación del problema	25
1.2.1. Pregunta general.....	25
1.2.2. Preguntas específicas.....	26
1.3. Objetivos.....	26
1.3.1. Objetivo general	26
1.3.2. Objetivos específicos.....	26

1.4. Hipótesis	27
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	28
CAPÍTULO III: RESULTADOS	34
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	48
4.1. Discusión.....	48
4.2. Conclusiones	53
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS.....	63
Anexo 1 Matriz de operacionalización	63
Anexo 2. Matriz de consistencia.	64
ANEXO 3. Instrumento de recolección de datos.	65
ANEXO 4. Informe de ensayo N° 3926.....	67
ANEXO 5. Fotografías.....	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Distribución de ensayos</i>	30
Tabla 2 <i>Características fisicoquímicas de los aditivos</i>	34
Tabla 3 <i>Densidad máxima seca del suelo (gr/cm³)</i>	36
Tabla 4 <i>Óptimo contenido de humedad (%)</i>	37
Tabla 5 <i>CBR (%)</i>	38
Tabla 6 <i>Contenido de humedad y límites de Atterberg (%)</i>	40
Tabla 7 <i>Clasificación del suelo</i>	42
Tabla 8 <i>Sales, cloruros y sulfatos (ppm)</i>	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Densidad máxima seca del suelo (gr/cm³)</i>	36
Figura 2 <i>Óptimo contenido de humedad (%)</i>	37
Figura 3 <i>CBR (%)</i>	39
Figura 4 <i>Contenido de humedad y límites de Atterberg (%)</i>	41
Figura 5 <i>Sales, cloruros y sulfatos (ppm)</i>	43

RESUMEN

La investigación contó con el siguiente objetivo general, realizar el análisis comparativo del uso de ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el mejoramiento de suelos arenosos, Chiclayo – 2021. Las características metodológicas señalaron un diseño experimental, considerando la evaluación de muestras de suelo mejoradas con el uso de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar, recolectando los datos por medio de la guía de observación. Los resultados señalaron que, por la adición de ceniza de bagazo de caña, el resultado más óptimo se tuvo con una dosificación de 6 %, tanto, para el CBR de 01” y CBR 0.2”, siendo 9% y 10.30% respectivamente, mientras que, para la adición de cascarilla de arroz, el resultado más óptimo fue con una dosificación de 15% tanto para CBR 01” y CBR 0.2”, siendo 11.60% y 12.30%. En cuanto a los resultados de contenido de humedad, se obtuvo para el caso de adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar al 2%, 4% y 6%, el contenido de humedad fue 15.82%, 18.34% y 16.32%, mientras que para el caso de adición de ceniza de cascarilla de arroz al 10%, 12% y 15%, el contenido de humedad fue 15.25%, 15.83% y 15.94%. Por lo descrito anteriormente, podemos concluir que; con las dosificaciones analizadas, la ceniza de cascarilla de arroz, presenta mejores resultados en sus propiedades mecánicas, demostrando que la hipótesis es verdadera.

Palabras clave: ceniza, cascarilla, arroz, bagazo, caña, suelo.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

1.1.1. Situación problemática

En la actualidad, la ingeniería civil ha desempeñado un rol fundamental para el crecimiento de la población, surgiendo el interés de esta disciplina para realizar estudios respecto a los suelos de subrasante con el objetivo de identificar aquellos métodos que favorezcan la estabilización de estos, para que durante el trazado y con el pasar del tiempo muestran mayor resistencia. Es así como diferentes investigaciones se han orientado en analizar y mejorar dicha resistencia recurriendo y haciendo uso de materia prima, la cual es desechada en grandes toneladas y de forma inadecuada, llegando a perjudicar el medio ambiente, como lo es la cascarilla de arroz o el bagazo de caña de azúcar en ceniza (Rincón y Cortes, 2020).

A nivel internacional, con la finalidad de mejorar las propiedades del suelo, se han efectuado indagaciones para la evaluación de la eficacia del uso de productos naturales como cenizas de cascarillas de arroz, cenizas de bagazo de caña de azúcar, cenizas volcánicas u otros, debido a que su uso en países como Nicaragua, Ecuador, Colombia y otros países han demostrado que estos productos poseen propiedades con elevado contenido de sílice, aluminio, óxido de calcio y otros óxidos, contribuyendo a la reducción de la humedad y aumento de resistencia de los suelos, favoreciendo a que estos tengan un estado óptimo. Sin embargo, estos estudios no son suficientes ya que, ante la gran variedad de suelos, no se ha llegado a demostrar si el uso de los mencionados productos es recomendable para todos ellos, teniendo en cuenta también demás factores que dañan las vías (Jibaja, 2021).

De igual manera, se ha señalado que en EE.UU. se han empleado entre el 20% hasta el 50% de cenizas como sustitutos para el cemento de pavimentos, asimismo, para la pista de aterrizaje del aeropuerto de Newmark, se lograron emplear alrededor de 730 mil toneladas

Pérez Gonzales, D.; Llauce Dávila, Y.

de cenizas con otros materiales, donde posterior a cinco años de operación, estos recursos demostraron un bajo costo de mantenimiento, indicando con ello su gran resistencia. Además, en países como Francia, Reino Unido, Suecia y otros, la utilización de cenizas forma parte de las alternativas más frecuentes. Sin embargo, a pesar de lo mencionado, otros autores han manifestado que el uso de cenizas no es una opción muy conveniente, debido a que afirman que estas presentan gran complejidad en cuanto no poseen elementos requeridos para garantizar un buen nivel de resistencia en los suelos (Terrones, 2018).

En lo que refiere al ambiente nacional, en el Perú, según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, señaló que existen 8 tipos de estabilizadores, los cuales son recomendados, ya que presentan particularidades mecánicas y físicas del suelo para su uso, además, en los últimos años, estudios realizados vienen mostrando que existen residuos los cuales se comportan como agentes estabilizadores, que sirven como alternativas de solución para las construcciones y pavimentos en el territorio peruano, siendo uno de los residuos el uso de cenizas del arroz como materia de resistencia y estabilización (Aquino, 2018).

En los suelo de Chimbote, un estudio demostró que los tipo de suelo no cumplen con los requisitos óptimos como pavimentos de resistencia, lo cual es reflejo de su baja capacidad y calidad de soporte por efectos de su naturaleza, originando un problema grave para realizar las construcciones, frente a ello, un estudio desarrollado, mostró mediante una evaluación de ensayos, el uso de materiales, los cuales son derivados del bagazo de caña de azúcar (CBCA), viene siendo empleado como estabilizante que permitió mejorar la subrasante respecto a los suelos y/o pavimentos de Chimbote (Capuñay y Pastor, 2020).

En lo que refiere al ámbito regional e institucional, los suelos del departamento de Lambayeque presentan condiciones de arenas arcillosas, finas y limosas, por lo que generan un grave problema al momento de construir ya que un estudio realizado en el 2019 señaló

que estos tipo de suelo presentan una particularidad por mostrar altos niveles de plasticidad y una baja resistencia, entre otras peculiaridades las mismas que limitan el desarrollo del departamento en el rubro de la construcción, asimismo, este estudio señaló que por las extensas producciones de arroz de la ciudad, suelen emplearse estos los residuos o las cenizas de este para estabilizar y mejorar la calidad y/o resistencia de los suelos (Bernal y Cueva, 2021).

Asimismo, en Chiclayo por ser una ciudad con gran producción de caña de azúcar y extensas hectáreas de cultivo de arroz, donde se estima que diariamente se produce alrededor de 5000 toneladas de estos productos, los cuales generan altas toneladas de residuos, siendo desperdiciados en muchas ocasiones, además a ello, la ciudad se caracteriza por presentar diferentes tipos de suelo, siendo más representativos los suelos arenosos y arcillosos, los mismo que generan problemas a la hora de construir. Por ello, es que este estudio busca desarrollar una comparación de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar en lo que respecta al mejoramiento de los suelos arenosos de la provincia.

1.1.2. Antecedentes

Méndez y López (2020), Colombia, han buscado la evaluación de la cascarilla de arroz en cuanto al efecto que se ha llegado a tener con el comportamiento físico mecánico del suelo. La metodología se basó en un estudio de tipo aplicado, con enfoque mixto, donde la muestra fue constituida por cinco ensayos de laboratorio y la técnica empleada fue la observación. Los resultados señalaron que, durante la auditoría se obtuvo un límite líquido de 60.33, además se obtuvo un límite plástico de 20. Asimismo, se obtuvo un índice de plasticidad de 39.89. El ensayo de granulometría arrojó que el material estaba formado por 0.7% de gravas, 83.1% de finos, 16.2% de arena. Concluyendo que, de acuerdo con el límite de Atterberg el resultado del suelo ensayado se observó un suelo arcilloso con alta

plasticidad, además, bajo la compactación Proctor modificado el suelo virgen presentó una densidad de 1.79 gr/cm³, mientras que bajo la cal viva y con cenizas de cascarilla de arroz la humedad fue de 13.8% y densidad 1.76 gr/cm³, evidenciando que no hubo mejoría.

Lizcano y Ramos (2020), Colombia, propusieron como objetivo analizar el comportamiento alcanzado en cuanto a mecánica del empleo de la ceniza de arroz. La metodología fue de tipo aplicada, donde la muestra fue conformada por tres tipos de mezcla (mezcla con 50% de CCA, mezcla con 100% de llenante mineral CCA y mezcla de control), mientras que la técnica empleada fue la observación. Asimismo, los resultados demostraron que, mediante el ensayo Marshall, la mezcla que contó con 100% de llenante mineral modificado con ceniza de cascarilla de arroz alcanzó mayor valor de estabilidad, asimismo, mostró menor valor respecto a la fluencia a comparación con otras mezclas. En cuanto al parámetro de rigidez se obtuvo un mejor comportamiento sobre la mezcla modificada en un 100%. Igualmente, se visualizó que dicha mezcla contó con mayor resistencia a tracción indirecta. Concluyendo que, los mejores resultados sobre los parámetros de flujo, estabilidad y rigidez fue consecuencia de que las mezclas contaron con mayor esfuerzo de cohesión.

Clavería et al. (2018), Colombia, buscaron la evaluación del comportamiento del suelo arcilloso, ante la incidencia del bagazo de caña. La metodología contó con un estudio de diseño experimental y de tipo aplicado, donde el objeto muestral correspondió a un total de cuatro muestras extraídas del suelo (con diámetro de 15.2 cm y altura de 17.8 cm), mientras que la técnica empleada fue la observación. Igualmente, los resultados indicaron que el contenido de materia orgánica para la muestra 1 y 2 fue de 1.30%. respecto a los resultados de granulometría se observó el 0.00% de grava, 54.87% de arena, 45.13% finos. La gravedad promedió el 2.56 gr/cm³. Por otro lado, respecto a la humedad se observó que al aumentar 5% de CBC se redujo a 0.58% con un total de 56 golpes, pero incrementó 9.18% con 25 golpes, mientras que, con el 15% de CBC, la humedad aumentó a 8.34%, Pérez Gonzales, D.; Llauce Dávila, Y.

determinando que el acrecentamiento de humedad es causado por el potencial de absorción que presentan ambas cenizas. Concluyendo que, el suelo fue susceptible por lo mismo que la plasticidad fue perjudicada a causa de la variación de humedad, además, el residuo agroindustrial brindó gran aporte para la resistencia de suelo, ya que el CCA Y CBCA produjeron un efecto cementante por sus mismas propiedades puzolánicas.

Terrones (2019), Trujillo, ha buscado la inspección de la estabilización de suelos arcillosos, mediante el empleo del bagazo de caña de azúcar. La metodología fue experimental, además la muestra consistió en 36 probetas por cada 3 km, se aplicó una guía de observación para recolectar datos. Los resultados expusieron que, la humedad de los suelos estuvo entre el 14% al 31.3% de nivel alto respecto a cada posteo, en lo que refiere a la gravedad, los suelos presentaron un rango entre 2.72 a 2.79, asimismo, respecto a la adición de CBCA del 5% mostrando una resistencia máxima de comprensión que oscila entre 33.62 kPa. y 33.84 kPa, con adición de 10% una comprensión equivalente a 77.91 kPa. y 80.11 kPa y con 15% una comprensión de 150.56 kPa. y 151.23 kPa. Por ello, la investigación concluyó acerca de la existencia de influencia significativa entre las variables de análisis.

Torres y Landa (2020), Tingo María, en su investigación definieron como objetivo establecer el porcentaje adecuado de material estabilizante a base del bagazo de caña de azúcar en un suelo arenoso. La metodología se basó en un estudio con diseño experimental, de tipo aplicada, con una muestra se basó en dos calicatas por kilómetro, se utilizó una guía de observación para conseguir información. Los resultados evidenciaron que, el suelo natural del tramo de estudio presentó una arcilla arenosa de baja plasticidad, asimismo, el porcentaje de CBR de 3.7% efectuó un soporte no apto para una carretera, además, con el ensayo de CBR, aplicando el 5% del BCA incrementa la resistencia del suelo, además, el uso de 2.5% de Cal + 2.5% de BCA en lo que refiere a la masa seca de la arcilla atenuará los óptimos Pérez Gonzales, D.; Llauce Dávila, Y.

resultados respecto a la mejora en la resistencia del suelo. Por lo cual, se concluyó que, a partir de un porcentaje mínimo de 6% de bagazo de caña de azúcar aporta significativamente para la resistencia de un suelo arenoso.

Hidalgo y Saavedra (2020), San Martín, en su investigación definió como objetivo principal analizar la influencia del bagazo de caña y la cáscara de arroz en pavimentos para la mejora de la calidad de los suelos de arcilla. La metodología fue explicativa, se contó muestra conformada por 12 muestras de subrasante y se aplicó ensayos para conseguir información. Los resultados reflejaron que, la ceniza de cáscara de arroz muestra cerca del 95% de sílice cristalina, lo cual refleja que es un material un material puzolánico potencial, asimismo, cada 1000 kg por cada agregado conseguimos 90 y 40 kg de bagazo de caña de azúcar y ceniza de cáscara de arroz respectivamente. Por ello, la investigación concluyó que, el bagazo de caña de azúcar y la cáscara de arroz ayudan a la estabilización de los suelos, además estos materiales favorecen y generan cambios óptimos a nivel subrasante.

Requejo (2020), Chiclayo, definió en su estudio como objetivo establecer la influencia que las adiciones exhiben en un 3, 5, 7 y 9% de ceniza de *Oryza Sativa* (arroz) en la estabilización de un suelo arenoso. La metodología consistió en un estudio explicativo con diseño experimental, el objeto muestral fue de 4 calicatas por km de los suelos arenosos de P.J. Las Dunas y la técnica fue la guía de observación y ensayos para conseguir datos. Los resultados expusieron que, las muestras de suelo natural consiguieron obtener un 0.55% de humedad, estas no mostraron plasticidad; sin embargo, en los ensayos de CBR, se consiguió un valor aproximado de 22.47% y su máxima densidad seca fue de 1.690 g/cm³, no obstante, a las muestras de suelo natural con adición del 3, 5, 7 y 9% de cenizas de arroz, alcanzaron un CBR de 22.93, 23.3, 24.87, 25.5% respectivamente, notablemente perfeccionando notablemente la resistencia mecánica del suelo. La investigación concluyó que, las adiciones porcentuales de *Oryza Sativa* contribuyeron a la estabilización de un suelo arenoso.

1.1.3. Bases teóricas

1.1.3.1. Ceniza de cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz viene a ser un desperdicio de la producción de arroz, el mismo que en volumen representa el 20% de la producción total en el mundo, lamentablemente por una mala técnica y la forma no controlada de quemar la ceniza de la cascarilla de arroz, se obtenía un porcentaje mínimo de material puzolánico (Poltue et. Al., 2020).

Conforme se ha ido implementando la tecnología de los calderos y adquiriendo conocimiento de sus cualidades puzolánicas, la ceniza de la cascarilla de arroz ha ido aumentando su producción en volumen. Luego de incinerarse a temperaturas entre 500°C y 700°C, presenta una serie de propiedades minerales, de las cuales la más relevante es la sílice, componente principal de los materiales puzolánicos (Youssef, et. Al., 2018).

La ceniza de la cascarilla de arroz, que no es producida en óptimas condiciones, por ejemplo, no es incinerada entre los 500°C y 700°C, va a presentar altos niveles en carbono lo que va a perjudicar su actividad puzolánica y la forma como poder solucionarlo, sería reducir el contenido de carbono por medio de un molido extrafino (Selvan, et. Al., 2020).

1.1.3.1.1. Características químicas

De acuerdo con lo estipulado por la ASTM 618-08, el 70% de las puzolanas debe estar conformado por $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, para el caso de la ceniza de la cascarilla de arroz calcinada a una temperatura de 500°C, su porcentaje es de 88.54%, por lo que este material es ideal para mejorar las propiedades físico - mecánicas de los suelos, actuando como un gran estabilizante (Bheel et. Al., 2018).

La capacidad calorífica de la ceniza de la cascarilla de arroz es de 3281.6 Kcal/Kg, también tiene como cualidad la dificultad de su combustión debido a lo cerrado de su

estructura y en definitiva por el alto contenido de sílice en su composición, siendo muy resistente a la degradación natural. Asimismo, el área total de las cenizas varía pudiendo llegar entre 50 a 152 m²/g, lo que la hace altamente reactiva (Bheel, et. Al., 2020).

Para obtener buenas cualidades puzolánicas, la ceniza de la cascarilla de arroz no debe pasar los 700°C de calcinación, por lo que es muy importante tener un buen control en la temperatura de incineración. De no ocurrir esto, ocurriría un proceso de cristalización, con lo cual perdería su grado de reactividad (Subashi y Priyamali, 2022).

1.1.3.2. Ceniza de bagazo de caña de azúcar

Este tipo de ceniza llega a ser concebida como aquel producto secundario que proviene de desechos de la fabricación del azúcar, es utilizada como combustible en las calderas para la elaboración del azúcar; se debe tener en cuenta que el volumen de la fibra de la caña de azúcar representa el 50% del volumen de producción de una planta (Athira, et. Al., 2021).

El resultado obtenido de una incineración adecuada del bagazo de la caña de azúcar permite obtener un residuo mineral con propiedades ricas en sílice y alúmina, de tal manera que sus propiedades puzolánicas dependen mucho de la temperatura con que se realice la incineración, la que debe oscilar entre los 400°C a 800°C, ya que, a estas temperaturas, se consideran cenizas de buena calidad (Farirai, et. Al., 2021).

Diversas investigaciones realizadas en el mundo han llegado a demostrar que podría utilizarse como compuesto para la fabricación de cemento portland, lo cual permitiría reemplazar una parte de cemento portland por la ceniza de bagazo de caña de azúcar, siendo su comportamiento similar en la fabricación de morteros y concretos, sin afectar su resistencia (Rodríguez, et. Al., 2021).

1.1.3.2.1. Características químicas

La ceniza del bagazo de la caña de azúcar, desde de vista de sus propiedades químicas, tiene un alto porcentaje de contenido de elementos puzolánicos, tal es el caso del Dióxido de Silicio (SiO_2) y diversos óxidos con componentes que favorecen la actividad puzolánica, siendo este un requisito necesario para poder trabajarlo como material cementante y de esta manera utilizarlo para lograr la estabilización de suelos y morteros (Subedi, et. Al., 2021).

La característica puzolánica de la ceniza del bagazo de caña de azúcar depende de varios factores, entre los cuales tenemos el tamaño de sus partículas, su naturaleza cristalina, la temperatura a la que se somete para su incineración y su composición química debido a su alto contenido de sílice amorfa en la ceniza del bagazo de la caña de azúcar (Safayat, et. Al., 2018).

La composición química de la ceniza tiene variaciones y esto se debe entre aspectos al tiempo, el tipo de suelo y la cantidad de fertilizante que se usa para la producción, de igual forma la cantidad de producción de la ceniza depende del factor climático. Sin embargo, su característica puzolánica es indiscutible, debido a que posee en su composición más del 70% de óxidos de $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ (Cordeiro, et. Al., 2018).

1.1.3.3. Estabilización de suelos arenosos

La estabilización de suelos es un proceso mediante el cual se logra mejorar sus características referentes a su resistencia a la deformación, de igual forma permitir el control de la erosión, disminuir su susceptibilidad al agua y controlar también los cambios de volumen a los que puede estar comprometido. Por lo tanto, permite reducir la exposición del ambiente del suelo a sus contaminantes, una vez realizado el procedimiento (Kalkan, 2020).

En la práctica hay una serie de suelos por modificar sus propiedades, generalmente se hace a través de medios mecánicos, también por drenaje, por calor o medios químicos. Debido a que estos procesos se hacen de forma limitada dependiendo del tipo de suelo y su composición, no resulta ser económico, ya que tiene que debe hacerse la estabilización para cada suelo (Al-Neami, 2018).

Por este motivo, resulta en algunos casos que la estabilización de suelos no es conveniente por su inversión económica, se debe tomar en cuenta siempre las propiedades que desean mejorarse. Las propiedades más estudiadas para poder realizar la estabilización del suelo son: Estabilidad Volumétrica, Permeabilidad, Compresibilidad, Resistencia y Durabilidad (Dantas., et. Al., 2020).

1.1.3.3.1. Estabilidad Volumétrica

Lograr la estabilidad volumétrica significa realizar una compactación, siendo un procedimiento muy eficaz para permitir el mejoramiento de los suelos y otros materiales, con el fin de que estos puedan hacer frente a solicitudes referentes a deformaciones permitidas de forma permanente. Con este procedimiento se logra que los materiales que forman parte de la infraestructura no experimenten asentamientos irregulares ante la solicitud de la carga a la que está expuesta (Mugnai, et. Al., 2018).

La estabilidad volumétrica, por lo general está orientada al mejoramiento de los suelos expansivos, los cuales presentan cambios de volumen originado por los cambios de humedad y estación. Con la estabilización se desea conseguir una masa de mayor rigidez, con sus partículas unidas de tal forma que se mantengan así para poder resistir las presiones internas de expansión (YARBAŞI y Kalkan, 2020).

La compactación es un procedimiento mecánico que permite una disminución del volumen de vacíos ocupados por el aire en el suelo en estudio, mediante la transferencia de

Pérez Gonzales, D.; Llauce Dávila, Y.

una energía de impacto por volumen unitario de suelo con lo cual se obtiene una curva de compactación. En la actualidad, con el objetivo de estabilizar los suelos, se incluye humedad al suelo en forma regular, se aplican sollicitaciones que equilibran la presión de expansión para luego emplear membranas impermeables (Archibong, et. Al., 2020).

1.1.3.3.2. Resistencia

Uno de los aspectos más relevantes para determinar la resistencia del suelo, es la compactación. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que cuando hay presencia de materia orgánica, resultan otros problemas, por ello, se debe tomar en cuenta otros tipos o métodos por realizar como son la precarga, estabilización mecánica con la participación de otros suelos, estabilización química entre otros (Kalkan, 2020).

La resistencia de los suelos depende específicamente de su compacidad y por consiguiente de su densidad, por lo que se deduce que cuanto más denso y compacto sea el suelo mayor resistencia tendrá. También depende de su contenido de agua, ya que, al haber humedad, se genera la lubricación de sus granos, permitiendo el deslizamiento entre ellos (Dantas, et. Al., 2018).

1.1.3.3.3. Comprensibilidad

Esta es una propiedad que merece un gran cuidado por la sencilla razón de que, si no recibe el control debido, puede ocasionar daños en el suelo, no permitiendo ser apto para su uso. Esto se resume en que la fuerza entre las partículas se torne débiles, lo que origina un desplazamiento o expansión de las partículas del suelo. Esta propiedad se puede mejorar fijando sus partículas con un material rígido para reducir los vacíos entre ellas (Mugnai, et. Al., 2018).

La compresibilidad llega a incidir directamente respecto a las características de los suelos, sobre los cuales se espera incidir en los desplazamientos o la resistencia al corte que se llega a tener (YARBAŞI y Kalkan, 2020).

En el caso de la estabilización de suelos de grano grueso como las arenas y gravas, la compresibilidad es mínima, ya que sus partículas están en contacto y en el caso de los suelos arcillosos, grano fino y limos, al producirse la compresión de humedad en este tipo de suelos, se genera una reducción de su volumen, ya que se perderá la humedad y aire contenido. De igual manera que, la compresibilidad llegó a su punto máximo con presencia de materia orgánica (Archibong, et. Al., 2020).

1.1.3.3.4. Permeabilidad

Esta propiedad se puede definir como la capacidad que tienen los suelos en permitir el paso de fluido a través de estos, no llegando a alterar sus propiedades existentes. Por lo dicho, es muy relevante que el fluido que circula por el suelo tenga un buen medio filtrante, de tal manera, de evitar acumulación en su estructura y así evitar trabajos de bombeo adicionales, perjudicando el comportamiento del suelo. Esta situación puede revertirse incorporando materiales impermeables (Hussein y Ali, 2019).

El suelo se determina como permeable debido a que contiene poros, los mismos que por ser espacios vacíos, le permite absorber el agua. Cabe indicar que a su vez estos poros se encuentran interconectados, de tal manera que el agua puede transitar sin tener ningún obstáculo, de no ser así la cantidad de poros sería mínima y el suelo sería impermeable (Rahmannejad y Toufigh, 2018).

Se pueden hacer modificaciones en la permeabilidad de los suelos mediante procesos como la compactación y la inyección. En el caso de suelos arcillosos, se puede utilizar Hidróxido de Cal, con lo que se logra un aumento en la permeabilidad, caso contrario ocurre Pérez Gonzales, D.; Llauce Dávila, Y.

cuando se utilizan polifosfatos, los mismos que ocasionan una reducción de la permeabilidad (Xing, et. Al., 2018).

1.1.3.3.5. Durabilidad

Para este caso en lo referente a las propiedades de los suelos, la durabilidad está referida a la resistencia de suelos frente a procedimientos de erosión o absorción de cargas por influencia de tráfico. Para evitar estos inconvenientes de durabilidad, es conveniente realizar un trabajo de campo con un determinado espesor, con lo cual se está logrando no afectar los materiales naturales, ni los estabilizados (Hoang, et. Al., 2019).

Tener un comportamiento de resistencia a la intemperie, es lo que debe obtenerse en los suelos estabilizados, como se dijo anteriormente los más importantes problemas de durabilidad, se deben a los suelos que están cercanos a la superficie de rodamiento y para poder mejorar su propiedad de resistencia es necesario la aplicación de químicos, los mismos que dependen del tipo de suelo intervenido (Anemana, et. Al., 2020).

Los problemas de durabilidad involucran tanto a los suelos naturales como a los suelos estabilizados, siendo en estos últimos que en ausencia de esta propiedad su comportamiento es mucho peor y es debido a diseños incorrectos, que podrías devenir de una mala elección del agente estabilizador o en todo caso mal uso (Saberian y Khabiri, 2018).

1.1.3.4. Ensayos de laboratorio de suelos

1.1.3.4.1. Análisis granulométrico por tamizado

Según la ASTM D-421, la granulometría por tamizado viene a ser un ensayo realizado en el laboratorio, luego de haber sido obtenida el material en campo, mediante el cual se procede a la distribución de las partículas del agregado del material a través del uso de tamices de malla de alambre con aberturas cuadradas (Nujid, et. Al., 2020).

El análisis granulométrico procede de una curva granulométrica, el mismo que se propone a través del diámetro del tamiz contra el porcentaje acumulado de partículas de agregado que pasa o que se retiene en el mismo. De acuerdo con el propósito del ensayo existen diversos equipos que se utilizan para su ejecución (Baldovino, et. Al., 2019).

Los equipos que se van a utilizar son: balanza electrónica, cuya aproximación debe ser de 0.1 gr y sensibilidad a 0.1% del peso de la muestra a ensayar, horno de temperatura de 110°C +/- 5°C, juegos de tamices, recipientes de lata y un lavadero para las muestras. Para cualquier caso el procedimiento consiste en primera instancia en la selección, lavado y secado de la muestra (Oluwatuyi, et. Al., 2020).

1.1.3.4.2. Límite de Atterberg

El límite líquido evidencia la diferencia entre el estado líquido y plástico. Este límite se obtiene empleando el ensayo de la copa de Casagrande, el mismo que debe realizarse a manera de sugerencia tres ensayos para el mismo suelo en estudio (Dantas., et. Al., 2020).

Para la determinación del límite plástico, según Atterberg, se debe de tener en cuenta la evaluación de la pérdida de la humedad, entendiéndose la necesidad de evidenciar el estado del suelo (Mugnai, et. Al., 2018).

1.1.3.4.3. Proctor Modificado

Este ensayo busca la evaluación del contenido de agua que ha sido requerido en cuanto a la incidencia de un molde de pisón. Para efectos del ensayo se debe utilizar como equipos una balanza de precisión de 0.1 gr., horno para secado, tamices, molde de 4 pulgadas de diámetro, pisón de 4.55 Kg., material que pasa la malla N°04 y una regla recta (Archibong, et. Al., 2020)

A diferencia del ensayo de Proctor normal o estándar, el ensayo de Proctor modificado requiere de un molde de mayor capacidad, así como una modificación en la energía de compactación, sin embargo, el fin que persiguen ambos ensayos es garantizar las características mecánicas necesarias del suelo (Al-Neami, 2018).

1.1.3.4.4. Ensayo California Ratio CBR

El ensayo CBR se trata de una prueba de resistencia a la penetración, la misma que hace una comparación entre la capacidad portante del material objeto del estudio con un árido bien graduado como referencia es decir con 100% de CBR (Andavan y Kumar, 2020).

Se compacta dicha muestra en tres moldes CBR que están estandarizados, haciéndose la compactación en tres capas por cada molde, para posteriormente ponerles las sobrecargas normadas y proceder a sumergirlas en agua durante un día, imitando las condiciones más críticas y posteriormente someterlas a la prensa de carga con la velocidad indicada (Al-Neami, 2018).

1.1.4. Justificación

Desde el apartado social, el presente estudio buscó poner en evidencia cómo es que la ceniza de la cascarilla de arroz puede llegar a incidir en cuanto al mejoramiento de suelos arenosos, en complementariedad con el empleo de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar, entendiendo que ello, correspondió a poder mejorar no solo la calidad del suelo, sino la calidad de vida de la población que desea cimentar sobre este o en las áreas que cuenten con el potencial de poder mantener la conformación de una vía que promueva la comunicación entre áreas.

Así mismo, desde el apartado práctico, los resultados alcanzados podrán ser tomados en cuenta por empresas constructoras que deseen realizar mejoramiento de suelos, con la finalidad de poder incidir directamente en mejorar la calidad de los procesos, en Pérez Gonzales, D.; Llauce Dávila, Y.

complemento con un aporte ambiental significativo, debido a que hoy en día, se tiende a hacer uso de la ceniza como descarte de los procesos de calcinación de la cascarilla de arroz y el bagazo de la caña de azúcar, contaminando significativamente al ambiente, ante una inadecuada disposición final.

Además, cabe destacar que, desde el apartado metodológico, se contó con el empleo de la guía de observación, con la intención de poder recolectar datos relacionados con los ensayos de laboratorio, por los que tuvo que realizar diversos ensayos tanto el suelo, como los aditivos empleados, con la finalidad de poder garantizar la alta calidad de la información consignada, permitiendo establecer un ensayo de laboratorio que garantice la veracidad y fiabilidad de los datos.

El porqué de la investigación, radica principalmente en lo expuesto por Terrones (2018), el cual en su investigación especifica que el empleo de la ceniza, para su caso, ceniza de caña, puede llegar a concebir la mejora en términos de propiedades físico-mecánicas del suelo arcilloso, entendiéndose con ello que si el autor fundamenta que la ceniza puede contar con este tipo de propiedades, es lógico pensar que el empleo de cenizas de arroz y bagazo de caña de azúcar, entendiéndose que hoy en día, de acuerdo con Torres y Landa (2022), las cenizas tienen que ser comprendidas como un elemento de alta contaminación en términos de su evacuación a zonas no preparadas o por las partículas volátiles, pueden repercutir directamente hacia la mejora en suelos arenosos, como fue el caso del ámbito de estudio.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Pregunta general

¿Cuál de los dos aditivos presentan mejores resultados en el comportamiento de los suelos arenosos, la ceniza de cascarilla de arroz o la ceniza de bagazo de caña de azúcar?

1.2.2. Preguntas específicas

¿Cuáles son las características fisicoquímicas de la ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar?

¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas del suelo arenoso sin estabilizar y estabilizado con el uso de la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar?

¿Qué porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz y qué porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar presenta mejores resultados en suelos arenosos?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar el análisis comparativo del uso de ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar (para) en el mejoramiento de suelos arenosos, Chiclayo – 2021

1.3.2. Objetivos específicos

Identificar las características fisicoquímicas de la ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar

Evaluar las propiedades físico-mecánicas del suelo arenoso sin estabilizar y estabilizado con el uso de la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar, Chiclayo – 2021

Establecer el porcentaje de contenido óptimo de la ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el mejoramiento de suelos arenosos, Chiclayo – 2021

1.4. Hipótesis

Ha: La adición de hasta 15 % de ceniza de cascarilla de arroz presenta mejores resultados en el comportamiento mecánico de suelos arenosos, respecto a la adición de hasta 6% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, Chiclayo – 2021

Ho: La adición de hasta 15 % de ceniza de cascarilla de arroz no presenta mejores resultados en el comportamiento mecánico de suelos arenosos, respecto a la adición de hasta 6% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, Chiclayo – 2021

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

En cuanto al **enfoque** de la investigación, se contó con la consideración del enfoque cuantitativo, comprendiendo con ello, que se puede llegar a generar la exposición de los resultados, en base a valoraciones numéricas para responder a los objetivos planteados. Hernández et al. (2018), lo definen como aquel enfoque que se basa en la valoración estadística que permite responder a los objetivos establecidos por una investigación. Así mismo, con un **tipo de investigación** aplicada, debido a que hubo la posibilidad de mejora de la realidad de estudio, por ello, Hernández et al. (2018), lo define como aquel tipo de inspección que permite ofrecer soluciones respecto a una realidad de investigación. Además, se contó con una **investigación prospectiva**, ya que se basa en la ciencia y la demostración científica con la finalidad de ofrecer solución hacia un problema, en donde Hernández et al. (2018), lo determina como aquella investigación que permite tomar como referencia al método científico y empírico con la intención de responder y demostrar la intervención de la ciencia respecto al objeto de estudio. Mientras que, se constató con una investigación **transversal**, por lo que se recolectó información en una única oportunidad por parte del investigador, respecto a la mejora alcanzada por el empleo de los aditivos naturales empleados, además Hernández et al. (2018), lo consideran como aquel proceso mediante el cual el investigador interviene en una única oportunidad respecto a un problema. Del mismo modo, se contó con una **investigación experimental**, debido a que se incidió directamente en proceder con la manipulación de las muestras de suelo para esperar la mejora alcanzada en cuanto a ello, y también Hernández et al. (2018), lo considera como aquel diseño que espera manipular una realidad determinada para proceder con la mejora respectiva en cuanto a la realidad problemática analizada.

Población y muestra: Se contó con una población conformada por los suelos arenosos de la localidad de Chiclayo; así como, la ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza Pérez Gonzales, D.; Llauce Dávila, Y.

de bagazo de caña de azúcar, en donde se tuvo que recolectar un total de 3 unidades muestrales para cada ensayo realizado. Hernández et al. (2018), define a la población como aquella cantidad de elementos representativos sobre los cuales se puede incidir en la obtención de información relevante para un estudio. Además, se obtuvo un tipo de muestra no probabilístico, en donde se mantuvo un total de 12 ensayos para el caso de la caracterización de la ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar. También, se determinó un total de 12 ensayos físico-mecánicos en cuanto al suelo arenoso y el suelo estabilizado con los aditivos señalados anteriormente. Hernández et al. (2018), concibe a la muestra como aquella cantidad de elementos que tienden a ser seleccionados por el investigador, con la finalidad de poder incidir en el conocimiento de un determinado objeto de estudio. Además, se contó con un muestreo intencional, como consecuencia de que el investigador buscó la selección de los ensayos que puedan aportar significativamente hacia las garantías de calidad de la investigación. Hernández et al. (2018), lo definen como aquel proceso de selección que se basa en el conocimiento técnico y normativo del investigador, respecto a un tema tratado.

Criterios de inclusión

Cenizas provenientes de la cascarilla de arroz y el bagazo de caña de azúcar.

Cenizas que se encuentren sin ningún contaminante como polvo, reto de desperdicio o cualquier otro contaminante que, a criterio del investigador, pueda afectar a los resultados.

Suelos arenosos que se encuentren dentro de la localidad de Chiclayo.

Criterios de exclusión

Cenizas contaminadas.

Suelos que no sean arenosos o que tengan una alta concentración de arcilla.

Materiales, instrumentos y métodos: Se contó con el empleo de la técnica de la observación, en donde se buscó la exposición de los suelos estabilizados y sin estabilizar, hacia una serie de procedimientos de laboratorio, como lo son los ensayos fisicoquímicos para el caso de la ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar, así como, los ensayos físico-mecánicos para el caso del suelo arenoso sin estabilizar y el suelo arenoso estabilizado. En cuanto a los instrumentos de los que se hizo uso, estos corresponden a herramientas y equipos que formaron parte del laboratorio, relacionado con los siguientes ensayos para el caso de los aditivos seleccionados: color, gravedad, límite líquido, límite plástico, contenido de humedad óptimo, densidad seca máxima, sílice, óxido de aluminio, óxido de hierro, óxido de calcio, magnesia, cloruros y sulfatos. Mientras que, para el caso de los suelos, se contó con la siguiente lista de ensayos: CBR, Proctor modificado, Límites de Atterberg y Clasificación de suelos.

Tabla 1

Distribución de ensayos

Ensayos	Ceniza de cascarilla de arroz (CCA)	Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC)	Suelo arenoso	10% CCA	12% CCA	15% CCA	2% CBC	4% CBC	6% CBC
Color	1	1							
Gravedad específica	1	1							
Límite líquido	1	1							
Límite plástico	1	1							
Contenido de humedad óptimo (%)	1	1							
Densidad seca máxima (gm/cm ³)	1	1							
Sílice (SiO ₂)	1	1							
Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	1	1							
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	1	1							
Óxido de calcio (CaO)	1	1							

Óxido de Magnesio (MgO)	1	1							
Cloruros y sulfatos	1	1							
CBR			3	3	3	3	3	3	3
Proctor modificado			3	3	3	3	3	3	3
Límites de Atterberg			3	3	3	3	3	3	3
Clasificación de e suelos			3	3	3	3	3	3	3
Total	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: Elaboración propia

Técnica e instrumento: En cuanto a la **técnica** que se empleó, fue la observación, en donde Hernández et al. (2018), lo definen como aquella que requiere del empleo de la visualización u observación de hechos, con la finalidad de poder inspeccionar o comprender la realidad de campo. Así mismo, se mantuvo el empleo del **instrumento** guía de observación, contando con el recojo de datos por medio de la experimentación de los ensayos expuestos en la tabla anterior, para lo cual Hernández et al. (2018), lo fundamentan como aquella posibilidad o inspección que realiza un investigador en tendencia de validar un resultado que requiere de la participación de este, para poder realizar un proceso experimental. Mientras que, en términos de la **metodología**, se mantuvo una metodología experimental de laboratorio, debido a que se ha tenido que realizar trabajo de campo y de laboratorio para poder mantener la evaluación u ofrecimiento de respuesta de los ensayos y la problemática planteada.

Procedimiento: Se evidenció la recolección de la ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar de la localidad de Chiclayo, principalmente de las zonas agrícolas que se dedican a actividades de cosecha y siembra de este tipo de insumos, en donde de forma posterior hacia la calcinación y conversión en ceniza de dichos insumos, se recolectaron muestras que debieron de ser llevadas al laboratorio para el respectivo ensayo,

el promedio de peso recolectado fue de entre 1 kg a 5 kg, previa coordinación con el asesor de laboratorio. De forma posterior, se evidenció que, para el caso de la ceniza de cascarilla de arroz, se contó con una combinación que ha rondado del 10%, 12% y 15%; mientras que, para el caso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, el porcentaje de adición en peso fue de 2%, 4% y 6%, en donde se realizaron ensayos físico-mecánicos con la finalidad de poder entender el comportamiento o influencia que ha tenido el empleo de dichos aditivos, sobre los suelos arenosos. Cabe destacar que la cantidad de muestra requerida para el caso del ensayo de suelo tiende a rondar de entre los 5 kg a los 10 kg por porcentaje de muestreo, dependiendo de la coordinación previa con el asesor de laboratorio.

En cuanto al procesamiento estadístico, se contó con el empleo de la prueba de Chi cuadrado, en donde al contar con una sigma inferior a 0.050 para el caso de la comparativa entre variables, se pudo demostrar la existencia de la hipótesis alternativa (H_a); mientras que, para el caso de la existencia de la hipótesis nula (H_0), se evidenció un valor de sigma superior o igual a 0.050, en donde dicho proceso ha permitido que se pueda demostrar la influencia que ha tenido la incorporación de la ceniza de cascarilla de arroz y de ceniza de bagazo de caña de azúcar, en cuanto al mejoramiento de suelos arenosos, permitiendo demostrar de forma complementaria, el porcentaje óptimo de reemplazo en peso del objeto de estudio.

En relación con las **consideraciones éticas**, con la determinación de información de campo que ha sido validada por profesionales expertos en ingeniería de suelos, entendiendo que se pudo demostrar la calidad de la información mediante las firmas de los profesionales respectivos, en donde se complementó con el empleo de la normativa APA en su última edición, con la intención de contar con la posibilidad de respetar a los derechos de autor mediante el correcto citado de la investigación en cada uno de los párrafos consignados. Y respecto al uso de las cenizas, no solo habrá mejoría en los suelos, sino también su uso

contribuirá en la calidad de vida de la población, que desea cimentar en dichas áreas; y será un gran aporte para evitar la contaminación al medio ambiente.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Objetivo específico 1

Tabla 2
Características fisicoquímicas de los aditivos (CCA-CBC)

Propiedades	CCA	CBC
Físicas		
Gravedad específica kg/m ³	1.800	1.450
Superficie específica (cm ² /g)	9.487	2.693
Finura (% pasa 325)	86.740	77.240
Análisis químico		
SiO ₂ %	80.330	36.520
Al ₂ O ₃ %	-	-
Fe ₂ O ₃ %	0.850	1.530
CaO%	1.240	2.690
MgO%	0.430	4.160
SO ₃ %	0.310	3.350
K ₂ O%	1.870	22.040
Na ₂ O%	0.330	0.270
Humedad%	9.210	10.720
Pérdida al fuego%	11.430	26.400
TiO ₂ %	Trazas	Trazas
ZnO%	0.040	0.030
MnO%	0.590	0.260
SiO ₂ /Al ₂ O ₃ %	N/A	N/A

Nota: CCA (Ceniza de cascarilla de arroz) / CBC (Ceniza de bagazo de caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla mencionada anteriormente se puede observar que en la gravedad específica, los valores no tienen una diferencia muy marcada, asimismo en lo referente a la superficie específica, el mismo que es un indicador de la finura del material, la molienda se realizó en condiciones similares; pero se puede ver en la tabla que los resultados son muy diferentes, habiéndose obtenido un valor de 9.487 cm²/g para la ceniza de cascarilla de arroz

mucho mayor que el obtenido por la ceniza del bagazo de la caña de azúcar con $2.693 \text{ cm}^2/\text{g}$., lo que podría interpretarse como que la ceniza de la cascarilla de arroz necesita menor tiempo para su molienda para obtener la misma finura, lo que puede transformarse en beneficios económicos. Además, dicha tendencia incide directamente en cuanto a la reactividad de las cenizas respecto al suelo y la resistencia a la compresión.

En lo referente al análisis químico, de todas estas propiedades presentadas, el contenido de Sílice es el más importante en referencia a las cenizas, en el caso de la ceniza de cascarilla de arroz se tiene un valor de 80.33% de contenido de Sílice, mientras que la ceniza del bagazo de caña de azúcar su valor es de 36.52%, un valor bastante bajo que podría deberse probablemente a la variedad de caña de azúcar o las características del suelo. De acuerdo con estos resultados se puede esperar que la ceniza de la cascarilla de arroz sea más reactiva. En cuanto al contenido de humedad y pérdida de fuego los valores obtenidos son bastantes altos, en el caso de la ceniza de la cascarilla de arroz son de 9.21% para la humedad y 11.43% para la pérdida de fuego, los mismos que son menores a los obtenidos por la ceniza del bagazo de la caña de azúcar con 10.72% y 26.40% respectivamente. Se debe tener en cuenta que obtener valores bajos de humedad y pérdida de fuego, contribuye a tener materiales más puros y por lo tanto se incrementaría la capacidad puzolánica.

Objetivo específico 2: Propiedades físico – mecánicas del suelo

Tabla 3

Densidad máxima seca del suelo (gr/cm³), más el porcentaje de los aditivos CCA-CBC

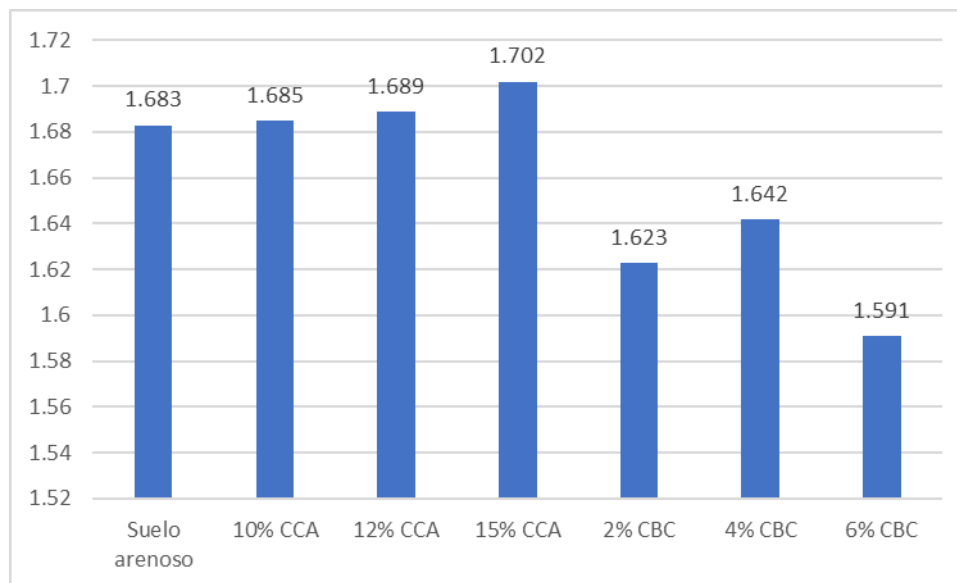
Propiedad	Suelo arenoso	10% CCA	12% CCA	15% CCA	2% CBC	4% CBC	6% CBC
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	1.683	1.685	1.689	1.702	1.623	1.642	1.591

Nota: CCA (Ceniza de cascarilla de arroz) / CBC (Ceniza de bagazo de caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

Figura 1

Densidad máxima seca del suelo (gr/cm³) y de los aditivos CCA-CBC



Nota: CCA (Ceniza de cascarilla de arroz) / CBC (Ceniza de bagazo de caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

En lo referente a la tabla mencionada anteriormente, se puede visualizar un valor de 1.683 gr/cm³ para el caso del suelo patrón, de igual forma el suelo estabilizado con ceniza de cascarilla de arroz arrojó valores de 1.685 gr/cm³, 1.689 gr/cm³, 1.702 gr/cm³ con adición de 10%, 12% y 15% respectivamente. En cuanto a la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar al suelo patrón, se obtuvieron valores de 1.623 gr/cm³, 1.642 gr/cm³ y 1.591 gr/cm³ con adición de 2%, 4% y 6%. Haciendo un análisis de estos valores se puede verificar que

el valor más alto obtenido en cuanto a la densidad máxima seca, es el suelo estabilizado con ceniza de cáscara de arroz con incorporación de 15%, lo que vendría a deducir que su comportamiento sería el más adecuado ya que sus partículas adquieren mayor densificación al momento de compactar, reduciendo la cantidad de vacíos y expulsando el aire de los poros del suelo logrando disminuir su volumen total con lo cual aumenta su densidad y a su vez mejora las propiedades del suelo.

Tabla 4

Óptimo contenido de humedad del suelo(%), más el porcentaje de los aditivos CCA-CBC

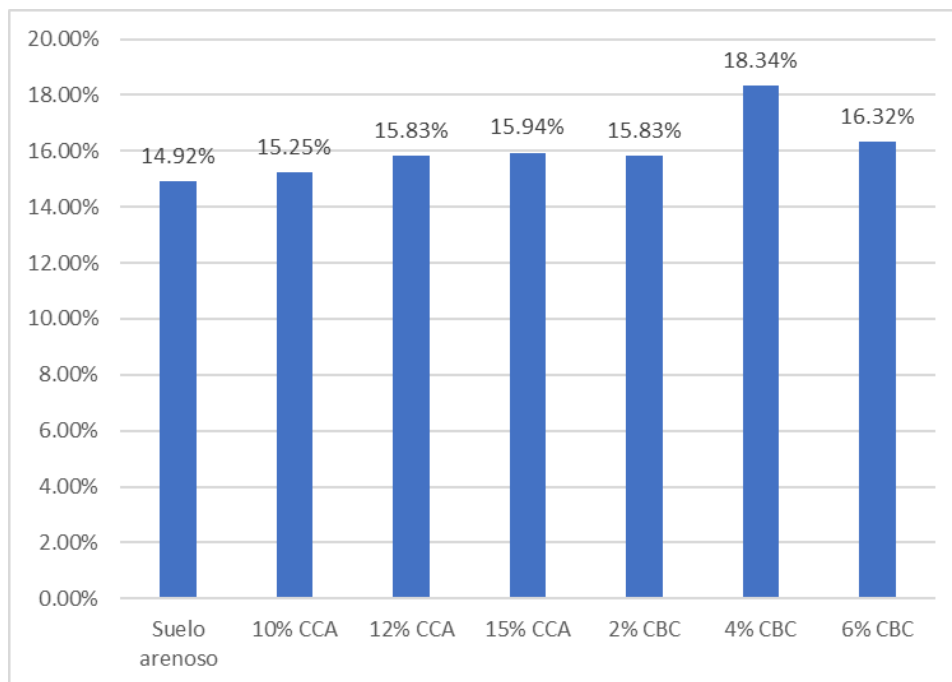
Propiedad	Suelo arenoso	10% CCA	12% CCA	15% CCA	2% CBC	4% CBC	6% CBC
Óptimo contenido de humedad	14.92%	15.25%	15.83%	15.94 %	15.82 %	18.34 %	16.32 %

Nota: CCA (Ceniza de cascarilla de arroz) / CBC (Ceniza de bagazo de caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

Figura 2

Óptimo contenido de humedad del suelo(%), más el porcentaje de los aditivos CCA-CBC



Nota: CCA (Ceniza de cascarilla de arroz) / CBC (Ceniza de bagazo de caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

En lo referente al contenido de humedad, se puede verificar que en el caso del suelo patrón, se ha obtenido un valor de 14.92%, mientras que los suelos estabilizados se ha obtenido valores de 15.25%, 15.83% y 15.94%, datos obtenidos por la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz en proporciones de 10%, 12% y 15% respectivamente, con lo que se puede evidenciar una relación entre el contenido de humedad y el porcentaje de incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, es decir a mayor porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz, mayor será el contenido de humedad en la muestra; en cambio existe un comportamiento distinto con respecto a la ceniza de bagazo de la caña de azúcar, en donde los valores obtenidos son de 15.83%, 18.34% y 16.32% para el contenido de humedad en base a la incorporación de 2%, 4% y 6% de ceniza de bagazo de caña de azúcar.

Tabla 5

CBR del suelo arenoso (%), más el incremento del porcentaje de CCA y CBC

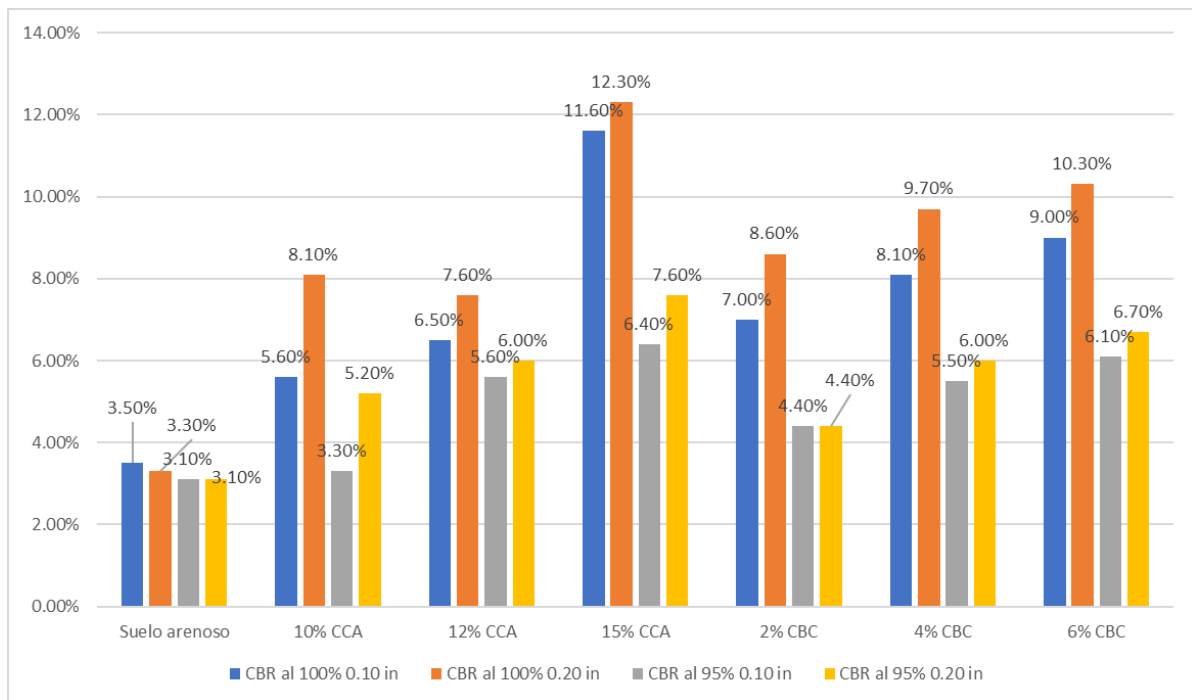
Propiedad	Suelo arenoso	10% CCA	12% CCA	15% CCA	2% CBC	4% CBC	6% CBC
CBR al 100% (0.1 in / 0.2 in)	3.50%	5.60%	6.50%	11.60%	7.00%	8.10%	9.00%
CBR al 95% (0.1 in / 0.2 in)	3.30%	8.10%	7.60%	12.30%	8.60%	9.70%	10.30%
	3.10%	3.30%	5.60%	6.40%	4.40%	5.50%	6.10%
	3.10%	5.20%	6.00%	7.60%	4.40%	6.00%	6.70%

Nota: CCA (Ceniza de cascarilla de arroz) / CBC (Ceniza de bagazo de caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

Figura 3

CBR del suelo arenoso (%), más el incremento del porcentaje de CCA y CBC



Nota: CCA (Ceniza de cascarilla de arroz) / CBC (Ceniza de bagazo de caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

En lo referente a la prueba de CBR al 100%, se puede verificar que con un porcentaje del 15% de incorporación de ceniza de cascarilla de arroz al suelo estabilizado con muestra de 0.1” se obtuvo el valor mayor en cuanto a este ensayo con 11.60%, es decir 3.31 veces más que el suelo arenoso. En este mismo ensayo el valor más alto obtenido con la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar en un 6%, fue de 9.00%, siendo un valor con resultados menores que los obtenidos con la ceniza de cascarilla de arroz. Se puede apreciar también un incremento proporcional de CBR al 100%, conforme va aumentando el porcentaje de la ceniza de cascarilla de arroz; caso contrario sucede con la ceniza del bagazo de la caña de azúcar. Para la muestra de 0.2”, el comportamiento es similar obteniéndose 12.30%, siendo el valor más alto con el 15% de ceniza de cascarilla de arroz, mientras que

para la incorporación del bagazo de la caña de azúcar con un porcentaje del 6%, el valor fue 10.30%.

Para los ensayos de CBR al 95%, los resultados han sido similares, de tal forma que con una incorporación del 15% de ceniza de cascarilla de arroz a la muestra de 0.1", se ha obtenido el valor más alto con 6.40% y para la incorporación de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar en un 6%, se obtuvo un valor de 6.10% de CBR al 95%. En lo que respecta a la muestra de 0.2", el valor fue de 7.60% para la ceniza de cascarilla de arroz al 15% y para la ceniza del bagazo de la caña de azúcar el valor llegó a 6.70%. Ambos valores están por encima del valor del CBR al 100% obtenido en el suelo arenoso tanto de 0.1" como 0.2", con 3.50% y 3.30% respectivamente, y para CBR al 95%, con valores para 0.1" y 0.2" de 3.10% para ambos casos.

Tabla 6

Contenido de humedad y límites de Atterberg del suelo(%) y más los aditivos CCA- CBC

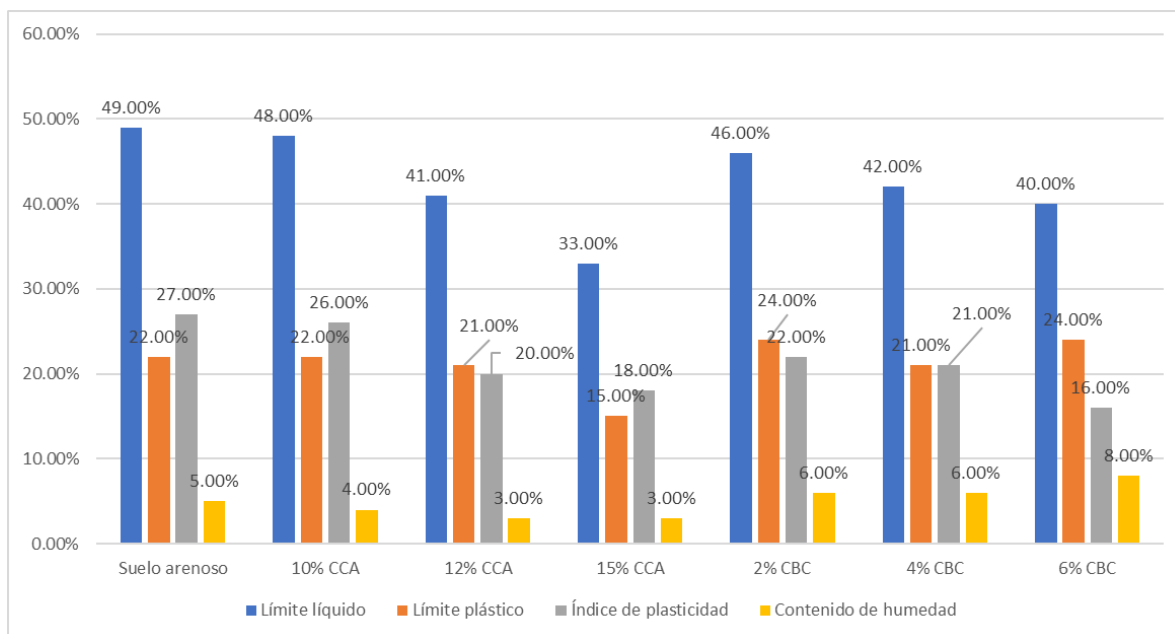
Propiedad	Suelo arenoso	10% CCA	12% CCA	15% CCA	2% CBC	4% CBC	6% CBC
Límite líquido	49%	48%	41%	33%	46%	42%	40%
Límite plástico	22%	22%	21%	15%	24%	21%	24%
Índice de plasticidad	27%	26%	20%	18%	22%	21%	16%
Contenido de humedad	5%	4%	3%	3%	6%	6%	8%

Nota: CCA (Ceniza de cascarilla de arroz) / CBC (Ceniza de bagazo de caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

Figura 4

Contenido de humedad y límites de Atterberg (%) y más los aditivos CCA- CBC



Nota: CCA (Ceniza de cascarilla de arroz) / CBC (Ceniza de bagazo de caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla mencionada anteriormente, se puede observar que no hay comportamiento directamente proporcional en la incorporación de los aditivos al suelo arenoso, de acuerdo a los datos obtenidos tenemos que en lo que respecta a la incorporación de la ceniza de la cascarilla de arroz con 10%, 12% y 15%, se obtienen valores de Índice de plasticidad de 26%, 20% y 18% respectivamente, observándose que conforme se incrementa el porcentaje, disminuye el índice de plasticidad, además el valor más alto que es del 26% es ligeramente menor al valor del suelo arenoso patrón que es de 27%.

En el caso de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar, sucede algo similar, de tal manera que con incorporación del aditivo en 2%, 4% y 6%, se han obtenido resultados de 22%, 21% y 16% respectivamente, con un valor máximo por debajo del obtenido en el suelo arenoso de manera significativa. En relación con los valores obtenidos de contenido de

comportamiento ligeramente similar, ya que los resultados son parecidos, pudiendo decirse que no hay una significancia notoria en la incorporación de la ceniza de cáscara de arroz. Tal es así que para 10%, 12% y 15% los valores del contenido de humedad son de 4%, 3% y 3% respectivamente, en donde el valor más alto del contenido es ligeramente menor al suelo arenoso con 5%. Para la ceniza del bagazo de caña de azúcar los valores con 2%, 4% y 6% han determinado un contenido de humedad de 6%, 6% y 8% respectivamente, observándose de igual forma una relación ligeramente significativa, teniendo su valor mayor al del suelo arenoso.

Tabla 7

Clasificación del suelo

Propiedad	Suelo arenoso	10% CCA	12% CCA	15% CCA	2% CBC	4% CBC	6% CBC
Clasificación del suelo AASHTO	A - 7 - 6 (17) Malo			A - 6 (11) Malo	A - 7 - 6 (14) Malo	A - 7 - 6 (12) Malo	A - 6 (7) Malo
Clasificación del suelo SUCS				CL			
Descripción del suelo		Arcilla de baja plasticidad con arena					Arcilla arenosa de baja plasticidad

Nota: CCA (Ceniza de cascarilla de arroz) / CBC (Ceniza de bagazo de caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla mencionada anteriormente, se observa que, con respecto a la clasificación de los suelos, los resultados son malos para todos los casos en comparación al suelo arenoso, no habiendo significancia de importancia.

Tabla 8

Sales, cloruros y sulfatos del suelo(ppm), más el incremento de porcentaje de CCA y CBC

Propiedad	Suelo arenoso	10% CCA	12% CCA	15% CCA	2% CBC	4% CBC	6% CBC
Sales solubles	1450 ppm	1345 ppm	1412 ppm	1495 ppm	1275 ppm	1312 ppm	1345 ppm
Cloruros	759 ppm	685 ppm	812 ppm	956 ppm	785 ppm	780 ppm	876 ppm
Sulfatos	524 ppm	542 ppm	526 ppm	645 ppm	642 ppm	624 ppm	580 ppm

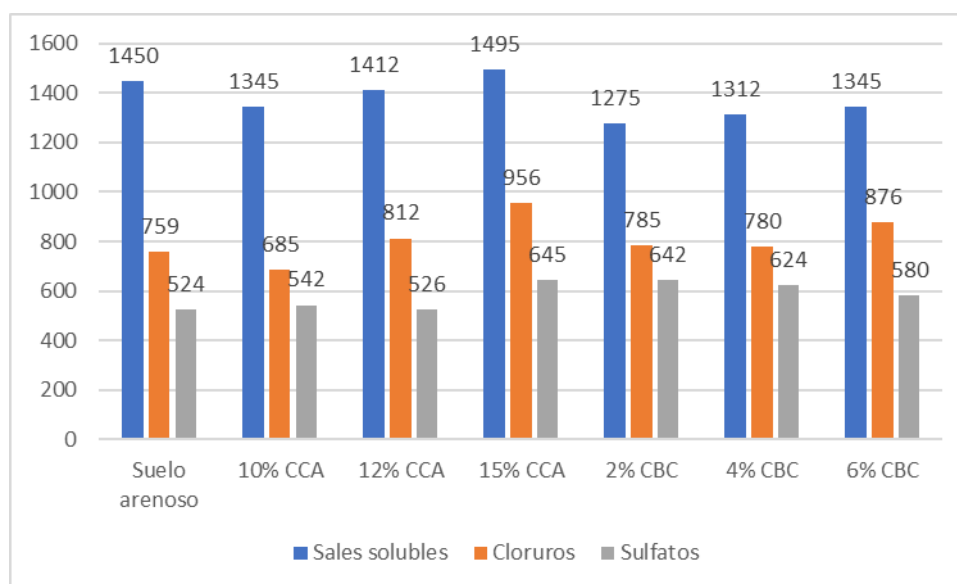
Nota: CCA (Ceniza de cascarilla de arroz) / CBC (Ceniza de bagazo de caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

Pérez Gonzales, D.; Llauce Dávila, Y.

Figura 5

Sales, cloruros y sulfatos del suelo(ppm), más el incremento de porcentaje de CCA y CBC



Nota: CCA (Ceniza de cascarilla de arroz) / CBC (Ceniza de bagazo de caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

La presencia de sales, cloruros y sulfatos en un suelo es de sumo interés debido a que tiene influencia en la resistencia del suelo, por lo tanto, es muy importante presentar la tabla N° 07 para definir en qué magnitud influye la incorporación de estos dos tipos de cenizas al suelo patrón. Para el caso de la incorporación de ceniza de la cascarilla de arroz en 10%, 12% y 15% al suelo, se obtuvieron valores de 1345 ppm, 1412 ppm y 1495 ppm respectivamente en cuanto a cloruros los valores fueron de 685 ppm, 812 ppm y 956 ppm y para sulfatos los valores fueron de 542 ppm, 526 ppm y 625 ppm. Se puede evidenciar que para los tres casos el contenido de sales solubles, cloruros y sulfatos ha aumentado con un valor máximo de incorporación de la ceniza de cascarilla de arroz es decir con 15%; de igual forma esto valores para los tres casos son mayores al suelo patrón que arrojó 1450 ppm, 759 ppm, y 524 ppm con respecto a sales solubles, cloruros y sulfatos.

En lo que respecta a la incorporación de ceniza del bagazo de caña de azúcar se han obtenido para 2%, 4% y 6% los resultados de 1275 ppm, 1312 ppm y 1345 ppm
Pérez Gonzales, D.; Llauce Dávila, Y.

respectivamente en relación a las sales solubles, para los cloruros los valores obtenidos son de 785 ppm, 780 ppm y 876 ppm; podemos observar en estos resultados dos cosas, la primera es que son resultados menores a la ceniza de las cascarilla de arroz y segundo para las sales solubles y cloruros los valores máximos corresponden a una incorporación de 6%, siendo el valor máximo de sulfatos obtenidos con una incorporación del 2%. Además, se verifica que sólo en el caso de las sales solubles, el valor del suelo arenoso es mayor al valor obtenido con el 6% de incorporación de ceniza del bagazo de caña de azúcar.

Objetivo específico 3: Porcentaje de contenido óptimo

Tabla 9

Propiedades físico – mecánicas del suelo

Propiedad	Suelo arenoso	10% CCA	12% CCA	15% CCA	2% CBC	4% CBC	6% CBC
Densidad máxima seca	1.683 gr/cm ³			1.702 gr/cm ³			
Óptimo contenido de humedad	14.92%			15.94 %			
CBR al 100%	3.50% (0.1 in)			11.60% (0.1 in)			
	3.30% (0.2 in)			12.30% (0.2 in)			
	3.10% (0.1 in)			6.40% (0.1 in)			
CBR al 95%	3.10% (0.2 in)			7.60% (0.2 in)			
Límite líquido	49%	48%					
Límite plástico	22%				24%		
Índice de plasticidad	27%	26%					
Contenido de humedad	5%						8%
Clasificación del suelo AASHTO	A – 7 – 6 (17) Malo			A – 6 (11) Malo	A – 7 – 6 (14) Malo	A – 7 – 6 (12) Malo	A – 6 (7) Malo
Clasificación del suelo SUCS	CL						
Descripción del suelo	Arcilla de baja plasticidad con arena						Arcilla arenosa de baja plasticidad
Sales solubles	1450 ppm			1495 ppm			
Cloruros	759 ppm			956 ppm			

Sulfatos

524 ppm

645 ppm

Nota: CCA (Ceniza de cascarilla de arroz) / CBC (Ceniza de bagazo de caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

Tal como lo indicado en la tabla mencionada anteriormente, los mayores resultados obtenidos van acorde a una tendencia creciente, por lo que con respecto al valor máximo de incorporación de ceniza de cascarilla de arroz en 15%, se ha obtenido valores mayores y superiores al suelo patrón, en los ensayos de densidad máxima seca, contenido óptimo de humedad y CBR al 95% y 100% con 1.702 Kg/cm³, 15.94% y 11.60%, respectivamente, esto es debido probablemente a que la ceniza de la cascarilla de arroz por tener un módulo de finura alto permite reducir los vacíos en el suelo, de tal forma que incide en una mejor compactación, generando un material cementante que endurece al suelo patrón. Con respecto al índice de plasticidad y el contenido de humedad, los resultados son variables y no guardan una relación significativa, por lo que los valores obtenidos corroboran el tipo de suelo, habiendo una consistencia lijosa por el alto contenido de agua.

En cuanto a la clasificación del suelo existen dos formas de clasificarlos, tal como lo indica la tabla mencionada anteriormente, de tal forma que para la clasificación AASHTO, la clasificación es A-6 y A-7, los mismos que pertenecen a suelos finos, que vienen a ser suelos arcillosos cuyo comportamiento varía de aceptable a malo, siendo el de mejor comportamiento la clasificación A-1. En lo que respecta al contenido de sales solubles, cloruros y sulfatos, la tendencia es creciente siendo estos valores de 1495 ppm, 956 ppm y 645 ppm, respectivamente, los cuales son superiores a los resultados del suelo patrón y su aumento probablemente sucede debido a que la ceniza de la cascarilla de arroz proviene de un material orgánico.

En cuanto a buscar validar la siguiente pregunta de investigación ¿La ceniza de cascarilla de arroz presenta mejores resultados en el comportamiento de suelos arenosos, Pérez Gonzales, D.; Llauce Dávila, Y.

respecto a la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar? en los párrafos consiguientes se ha podido ofrecer un detalle acerca de la comparativa del empleo y efectividad o efecto que ha tenido la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar, respecto a la mejora de las propiedades de los suelos arenosos:

Objetivo general

Tabla 10

Influencia del uso de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar para mejorar las propiedades de los suelos arenosos (Sigma)

Propiedades del suelo arenoso	CCA (Sigma)	CBC (Sigma)
Densidad máxima seca	0.236	0.200
Óptimo contenido de humedad	0.086	0.200
CBR al 100% 0.1 in	0.159	0.057
CBR al 100% 0.2 in	0.064	0.107
CBR al 95% 0.1 in	0.193	0.012
CBR al 95% 0.2 in	0.029	0.010
Límite líquido	0.206	0.007
Límite plástico	0.051	0.789
Índice de plasticidad	0.169	0.027
Contenido de humedad	0.049	0.051
Sales solubles	0.600	0.523
Cloruros	0.200	0.139
Sulfatos	0.200	0.632
E (Módulo de elasticidad)	0.051	0.800
Clasificación del suelo AASHTO	No se puede determinar por tener datos cualitativos	
Clasificación del suelo SUCS	No se puede determinar por tener datos cualitativos	
Descripción del suelo	No se puede determinar por tener datos cualitativos	

Nota: CCA (Ceniza de cascarilla de arroz) / CBC (Ceniza de bagazo de caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

Se ha podido demostrar la existencia de relación significativa entre las propiedades del suelo arenoso y el uso de la ceniza de cascarilla de arroz. Así mismo, este comportamiento se ha evidenciado en la propiedad del CBR al 95% 0.20” y el contenido de humedad, debido a que se ha contado con una valoración de sigma inferior a 0.050, siendo estas respectivamente de 0.029 y 0.049, en donde al aumentar el uso de la ceniza de cascarilla

de arroz, se puede exponer el aumento de los valores que representan a las propiedades de CBR al 95% 0.20” y el contenido de humedad.

De igual forma en el caso de la incorporación de la ceniza del bagazo de caña de azúcar, existe una relación significativa la misma que se expresa en el ensayo de CBR al 95% con 0.1” y 0.2”, así como el límite líquido e índice de plasticidad. Se confirma lo anterior debido a que el valor de la sigma obtenida para los casos indicados fue de 0.012, 0.010, 0.007 y 0.027 respectivamente, menores al 0.050; esto significa que, al aumentar el porcentaje de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar, se genera un aumento en los valores del ensayo de CBR al 95% con 0.1” y 0.2”, así como el límite líquido e índice de plasticidad.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En relación con el **objetivo general**, se puede decir que la incorporación de la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza del bagazo de la caña de azúcar ha mejorado los resultados en las propiedades mecánicas del suelo patrón, debido a los resultados obtenidos y al hacer el comparativo respectivo entre el suelo estabilizado y el suelo patrón, encontrándose una relación significativa. En base a los estudios realizados por Lizcano y Ramos (2020), en cuya investigación analizaron el comportamiento mecánico de mezcla asfáltica con ceniza de cascarilla de arroz, obteniendo valores mejorados con respecto al suelo patrón. De igual forma sucedió en la investigación realizada por Clavería et. Al. (2018), en donde analizaron el comportamiento de suelo estabilizado con ceniza del bagazo de la caña de azúcar y la ceniza de la cascarilla de arroz, obteniendo resultados positivos en cuanto a sus propiedades, debido a las características cementantes de estos aditivos. De acuerdo a lo señalado anteriormente si ha habido coincidencia en la investigación realizada, así como en los resultados obtenidos. La ceniza de la cascarilla de arroz se define como el desperdicio de la producción de arroz, la misma que representa el 20% de la producción total en el mundo. La ceniza de la cascarilla de arroz cuya producción es deficiente, perjudica su actividad puzolánica, siendo el rango de incineración óptimo entre los 500°C y 700°C para evitar la presencia de alto contenido de carbono (Poltue et. Al., 2020).

En referencia al **objetivo específico 1**, se procedió a realizar el análisis de las características fisicoquímica de la ceniza de la cascarilla de arroz y la ceniza del bagazo de azúcar, obteniendo dentro de los resultados del análisis químico más significativos el de contenido de sílice con un valor de 80.33% para la ceniza de la cascarilla de arroz y de 36.52% para la ceniza del bagazo de la caña de azúcar, lo que evidencia con respecto al

primero su alta predisposición como material cementante para la solidez del suelo. De igual forma en lo que respecta a la superficie específica para el primer aditivo se obtuvo 9.487 cm²/g y para el segundo aditivo su valor fue de 2.693 cm²/g, siendo esta característica de mucha importancia ya que incide en la reactividad de las cenizas y por ende se debe tomar en cuenta en los ensayos de compresión. Según el estudio realizado por Terrones (2019), el mismo que para establecer la influencia de la incorporación de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar para mejorar las propiedades físico – mecánicas del suelo, tuvo que determinar las diferentes características del suelo como el aditivo para tomarlas como base en las diferentes muestras que realizó para los ensayos respectivos. De igual forma, Torres y Landa (2020), propusieron determinar el porcentaje requerido de ceniza del bagazo de la caña de azúcar para mejorar las propiedades físico – mecánicas del suelo, es por ello, que en primera instancia hizo un estudio general para definir las características físicas y químicas del suelo patrón y el aditivo, de tal forma que se evidencia la existencia de estudios semejantes a este objetivo de la investigación. La ceniza del bagazo de la caña de azúcar es considerada como un producto que es consecuencia de la fabricación del azúcar, sobre el cual se incide en un 50% de representación de la producción (Youssef, et. Al., 2018).

En el **objetivo 2**, se procedió a realizar muestras con 10%, 12% y 15% de ceniza de cascarilla de arroz para poder determinar la densidad máxima seca y hacer un comparativo con el suelo arenoso sin alteración, donde se obtuvieron valores de 1.685 gr/cm³, 1.689 gr/cm³, 1.702 gr/cm³, respectivamente, siendo el valor del suelo patrón de 1.683 gr/cm³. De igual forma se procedió con la ceniza del bagazo de la caña de azúcar en donde los valores obtenidos fueron de 1.623 gr/cm³, 1.642 gr/cm³ y 1.591 gr/cm³ para una incorporación de 2%, 4% y 6% respectivamente, siendo valores menores al suelo arenoso, para el primer caso se observa una tendencia creciente, es decir conforme aumenta el porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz, aumenta también la máxima densidad seca; en lo referente a la ceniza

del bagazo de la caña de azúcar se evidencia un aumento hasta la incorporación del 4% para luego bajar con el 6%, demostrando no haber una relación entre la densidad máxima seca y el porcentaje de ceniza del bagazo de la caña de azúcar. En cuanto al contenido de humedad óptimo, índice de CBR, los resultados siguen la misma relación, de tal forma que sus valores aumentan conforme aumentan los porcentajes de incorporación, tanto de la ceniza de la cascarilla de arroz como de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar. En el estudio realizado por Terrones (2019), llegó a un caso de tal forma que conforme aumentaba el porcentaje del bagazo de la caña de azúcar, iba aumentando la resistencia de comprensión en los suelos arcillosos conforme iba aumentando el porcentaje del bagazo de la caña de azúcar, siendo un comportamiento de tendencia creciente. Por ello, en la investigación realizada por Requejo (2020), obtuvo resultados en referencia a CBR de manera creciente, ya que conforme iba aumentando el porcentaje de adición de la ceniza de cascarilla de arroz, también aumentaban los valores de CBR e iba mejorando la resistencia mecánica del suelo. Por consiguiente, cabe indicar que sí hubo similitud en base a los estudios hechos y los resultados obtenidos. La estabilización de los suelos arenosos corresponde a ser un proceso que altera directamente a las propiedades mecánicas y físicas (Bheel et. Al., 2018).

Con respecto al **objetivo específico 3**, se hizo un estudio para analizar el contenido óptimo, obteniéndose que para un 15% en lo referente a la ceniza de la cascarilla de arroz se obtuvieron valores mayores y superiores al suelo patrón, en los ensayos de densidad máxima seca, contenido óptimo de humedad y CBR al 95% y 100% con 1.702 Kg/cm³, 15.94% y 11.60%, respectivamente. En el estudio realizado por Mory (2020), los resultados de las distintas muestras realizadas por el investigador, evidenció un aumento de los distintos ensayos conforme iba aumentando el porcentaje de la ceniza de la cascarilla de arroz. Asimismo, Romero y Solar (2020), realizaron estudios para analizar la influencia de la ceniza e la cascarilla de arroz y las conchas de abanico sobre el índice de CBR para la

estabilización de suelo arcilloso, encontrando una relación directamente proporcional con el porcentaje de incorporación de ceniza de cascarilla de arroz. En consecuencia, existe una similitud de resultados y procedimientos con respecto a otras investigaciones. El Ensayo California Ratio o más conocido como CBR, viene a ser un estudio que consiste en una prueba de penetración y a su vez hace un comparativo entre la capacidad portante del material de estudio con un árido bien gradado como referencia, es decir 100% de CBR (Rodríguez, et. Al., 2021).

Limitaciones: Debido al COVID 19, la única limitación para el desarrollo de la presente investigación que se tuvo, es la disponibilidad de utilización de los laboratorios de la Universidad Privada Del Norte, la cual fue superada, mediante la aprobación para el uso de un laboratorio externo, con la condición, de que éste sea un laboratorio certificado y cuente con los equipos requeridos para el desarrollo de los ensayos de la presente investigación, lo cual se cumplió eligiendo un laboratorio de estas características.

Implicancias: Las implicaciones del presente trabajo de investigación pueden agruparse en: (a) implicaciones académicas, tanto para la literatura de mejoramiento de suelos con cenizas y la apertura a nuevas investigaciones producto de las conclusiones de esta investigación (b), implicaciones prácticas para los profesionales responsables de la ejecución de proyectos de diferente índole que tengan que cimentar estructuras en suelos arenosos y que deseen mejorar sus propiedades mecánicas.

Desde un punto de vista académico, nuestro estudio permitió: (1) realizar una integración de la literatura que hasta el momento ha pretendido abordar la problemática al respecto de mejorar las propiedades mecánicas de los suelos arenosos; (2) analizar las características de suelos arenosos, y las propiedades físico-químicas de la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar; (3) analizar y comparar el efecto

de adicionar la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de suelos arenosos; (4) de forma adicional la investigación permitió encontrar resultados importantes respecto a las propiedades físicas del suelo, demostrando que una mayor adición de ceniza, ya sea de cascarilla de arroz o de bagazo de caña, aumenta la permeabilidad del suelo, lo que podría significar, dependiendo del uso de éste, una alteración en su estabilidad en presencia del agua, haciendo más inestable; (6) estos resultados permiten abrir nuevas líneas de investigación, como sería el caso de adicionar suelos arcillosos a un suelo arenoso con adición de ceniza, lo cual por las características de estos suelos podrían mejorar la cohesión de las partículas del suelo y probablemente reducir la permeabilidad y lograr obtener suelos más estables frente al agua, resultados que se demostrarán al incurrir en realizar nuevas investigaciones.

Desde un punto de vista práctico, las conclusiones de esta investigación permiten la toma de decisiones para los profesionales que se encuentran con este tipo de suelos en la ejecución de sus proyectos, lo cual permite decidir sobre que agente estabilizador sería más útil para mejorar el suelo, como en este caso se pudo demostrar que, con las proporciones de adición ensayadas, la ceniza de cascarilla de arroz obtuvo mejores resultados al adicionar un 15 % ; (2) por otro lado, saber que las cenizas por sí mismas mejoran la capacidad portante del suelo, sin embargo aumentan la permeabilidad, y dependiendo la zona o el nivel freático del suelo que se tengan in situ, tomar la decisión de utilizar o no un suelo mejorado solo con ceniza o incluir tratamientos adicionales antes de su uso.

4.2. Conclusiones

Con respecto al **objetivo general**, se realizó el análisis comparativo de la incorporación de la ceniza de la cascarilla de arroz y la ceniza del bagazo de la caña de azúcar, logrando obtener mejores resultados en las propiedades mecánicas del suelo patrón, encontrándose una relación significativa de 0.029 para la ceniza de cascarilla de arroz y el ensayo de CBR al 95% con 0.2”. Una relación significativa entre la ceniza del bagazo de la caña de azúcar y las pruebas de CBR al 95% con 0.1” fue de 0.12, CBR al 95% con 0.2.” fue de 0.01, para el Límite líquido fue 0.007 y índice de plasticidad 0.027.

Del mismo modo expuesto anteriormente, la problemática de estudio radicó en validar el empleo de las cenizas como un medio de mejora significativa en términos de mejoramiento de suelos y reducir la contaminación producida no solo por la inadecuada disposición final, sino por una práctica de eliminación muy conocida en las zonas agrícolas para reducir la incidencia de bagazo de caña de azúcar o cascarilla de arroz que resultaría muy costoso para la población, evacuar hacia zonas diseñadas para ello.

Con respecto al **objetivo específico 1**, se concluyó que la ceniza de cáscara de arroz contó con una gravedad específica de 1.80 kg/m³, a diferencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, contando con una representación de 1.45 kg/m³, en donde la finura respectivamente ha sido de 86.74% y 77.24%; mientras que, el análisis químico ha puesto en evidencia que se ha contado con valores de CaO de 1.24% y 2.69% respectivamente, manteniendo una humedad de 9.21% para la ceniza de cascarilla de arroz y el 10.72% para la ceniza de bagazo de caña de azúcar.

En referencia al **objetivo específico 2**, se ha concluido que los mayores resultados obtenidos van acorde a una tendencia creciente, por lo que con respecto al valor máximo de incorporación de ceniza de cascarilla de arroz en 15%, se ha obtenido valores mayores y

superiores al suelo patrón, en los ensayos de densidad máxima seca, se obtuvo 1.702 Kg/cm³, con un contenido óptimo de humedad de 15.94% y en el CBR al 95% y 100% con 11.60%; mientras que, en lo que respecta al contenido de sales solubles, cloruros y sulfatos, la tendencia es creciente siendo estos valores de 1495 ppm, 956 ppm y 645 ppm, respectivamente, los cuales son superiores a los resultados 1450 ppm, 759 ppm y 524 ppm del suelo patrón y su aumento probablemente sucede debido a que la ceniza de la cascarilla de arroz proviene de un material orgánico.

Por último como **objetivo específico 3**, se realizó el comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del suelo arenoso, así como de las muestras de suelo estabilizado con cenizas de cascarilla de arroz y cenizas del bagazo de la caña de azúcar llegándose a la conclusión que el valor óptimo de incorporación de ceniza de cascarilla de arroz es del 15%, obteniéndose valores máximos en densidad máxima seca, se obtuvo el valor de 1.702 gr/cm³, con un contenido de humedad de 15.94% y ensayo de CBR al 100% y 95% con 0.1” y 0.2”, siendo estos valores, 11.60%, 12.30%, 6.40% y 7.40% respectivamente, los cuales son mayores a los resultados hallados en el suelo patrón. Mientras que, respecto a la ceniza de caña de azúcar su porcentaje óptimo es del 6%.

Adicionalmente, en los resultados analizados, se pudo observar, que ambos casos, la adición de ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar aumentan la permeabilidad del suelo, lo cual podría causar problemas de estabilidad, esto podría deberse a que la ceniza no genera adición entre las partículas del suelo arenoso.

REFERENCIAS

- Al-Neami, M. (2018). Stabilization of sandy soil using recycle waste tire chips. *GEOMATE Journal*, 15(48), 175-180.
<https://geomatejournal.com/geomate/article/download/911/777>
- Andavan, S., y Kumar, B. (2020). Case study on soil stabilization by using bitumen emulsions—A review. *Materials Today: Proceedings*, 22(1), 1200-1202.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478531934132X>
- Anemana, T., Óvári, M., Szegedi, Á., Uzinger, N., Rékási, M., Tatár, E., ... y Mihucz, V. (2020). Optimization of lignite particle size for stabilization of trivalent chromium in soils. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 29(3), 272-291.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15320383.2019.1703100>
- Archibong, G., Sunday, E., Akudike, J., Okeke, O., y Amadi, C. (2020). A review of the principles and methods of soil stabilization. *International Journal of Advanced Academic Research/ Sciences*, 6(3), 2488-9849.
https://www.researchgate.net/profile/John-Akudike/publication/342448451_A_REVIEW_OF_THE_PRINCIPLES_AND_METHODS_OF_SOIL_STABILIZATION/links/5ef4ba6792851c52d6fabf6f/A-REVIEW-OF-THE-PRINCIPLES-AND-METHODS-OF-SOIL-STABILIZATION.pdf
- Athira, G., Bahurudeen, A., y Vishnu, V. (2021). Quantification of geographical proximity of sugarcane bagasse ash sources to ready-mix concrete plants for sustainable waste management and recycling. *Waste Management y Research*, 39(2), 279-290.
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0734242X20945375>
- Baldovino, J., dos Santos, R., Moreira, E., y Rose, J. (2019). Optimizing the evolution of Pérez Gonzales, D.; Llauce Dávila, Y.

strength for lime-stabilized rammed soil. *Journal of rock mechanics and geotechnical engineering*, 11(4), 882-891.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775518302932>

Bernal, E. y Cueva, V. (2021). *Aplicación de ecoestabilizantes de suelo cohesivo a partir de ceniza de Oryza Sativa del camino Collique Alto - Pucalá – Lambayeque 2021*(Informe de pregrado). Universidad Cesar Vallejo: Perú.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/87659>

Bheel, N., Jokhio, M., Abbasi, J., Lashari, H., Qureshi, M., y Qureshi, A. (2020). Rice husk ash and fly ash effects on the mechanical properties of concrete. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 10(2), 5402-5405.

[https://www.researchgate.net/profile/Narain-](https://www.researchgate.net/profile/Narain-Bheel/publication/340435729_Rice_Husk_Ash_and_Fly_Ash_Effects_on_the_Mechanical_Properties_of_Concrete/links/5e889874a6fdcca789f4688d/Rice-Husk-Ash-and-Fly-Ash-Effects-on-the-Mechanical-Properties-of-Concrete.pdf)

[Bheel/publication/340435729_Rice_Husk_Ash_and_Fly_Ash_Effects_on_the_Mechanical_Properties_of_Concrete/links/5e889874a6fdcca789f4688d/Rice-Husk-Ash-and-Fly-Ash-Effects-on-the-Mechanical-Properties-of-Concrete.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Narain-Bheel/publication/340435729_Rice_Husk_Ash_and_Fly_Ash_Effects_on_the_Mechanical_Properties_of_Concrete/links/5e889874a6fdcca789f4688d/Rice-Husk-Ash-and-Fly-Ash-Effects-on-the-Mechanical-Properties-of-Concrete.pdf)

Bheel, N., Meghwar, S., Abbasi, S., Marwari, L., Muger, J., y Abbasi, R. (2018). Effect of rice husk ash and water-cement ratio on strength of concrete. *Civil Engineering Journal*, 4(10), 2373-2382.

<http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=821542&val=11492&title=Effect%20of%20Rice%20Husk%20Ash%20and%20Water-Cement%20Ratio%20on%20Strength%20of%20Concrete>

Capuñay, C. y Pastor, C. (2020). *Estabilización de suelos con cenizas de bagazo de caña de azúcar para uso como subrasante mejorada en los pavimentos de Chimbote* (Informe de pregrado). Universidad Nacional del Santa: Perú.

<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3754>

- Clavería, P., Triana, D. y Varon, Y. (2018). *Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante* (Informe pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia: Colombia.
- http://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/6314/1/2018_caracterizacion_comportamiento_geotecnico.pdf
- Cordeiro, G., Barroso, T., y Toledo Filho, R. (2018). Enhancement the properties of sugar cane bagasse ash with high carbon content by a controlled re-calcination process. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 22(4), 1250-1257.
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s12205-017-0881-6>
- Dantas, S., Pereira, C., y Abreu, A. (2020). Stabilization of sandy soil with high content of asphalt emulsion. *REM-International Engineering Journal*, 73(1), 163-169.
- <https://www.scielo.br/j/remi/a/wVh4dFDTkZJ5LCjLzg8VfyC/?format=html&lang=en>
- Farirai, F., Mupa, M., y Daramola, M. (2021). An improved method for the production of high purity silica from sugarcane bagasse ash obtained from a bioethanol plant boiler. *Particulate Science and Technology*, 39(2), 252-259.
- <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02726351.2020.1734700>
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill: México. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hidalgo, F. y Saavedra, J. (2022). *Análisis de la adición de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar en la subrasante de pavimentos para la estabilización de suelos arcillosos en el departamento de San Martín* (Informe de pregrado). Universidad
- Pérez Gonzales, D.; Llauce Dávila, Y.

Privada del Norte: Perú.

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652531/Hidalgo_RF.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Hoang, T., Alleman, J., Cetin, B., Ikuma, K., y Choi, S. (2019). Sand and silty-sand soil stabilization using bacterial enzyme-induced calcite precipitation (BEICP). *Canadian Geotechnical Journal*, 56(6), 808-822.

<https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/cgj-2018-0191>

Hussein, S., y Ali, H. (2019). Stabilization of expansive soils using polypropylene fiber. *Civil Engineering Journal*, 5(3), 624-635.

<https://core.ac.uk/download/pdf/267923747.pdf>

Jibaja, G. (2021). *Influencia del aditivo perma- zyme y cenizas del bagazo de caña de azúcar en las propiedades de la subrasante, Av. Bonavista- Carabayllo 2021* (Informe pregrado). Universidad César Vallejo: Perú.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/84975/Jibaja_OGG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kalkan, E. (2020). A Review on the Microbial Induced Carbonate Precipitation MICP for Soil Stabilization. *International Journal of Earth Sciences Knowledge and Applications*, 2(1), 38-47. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijeska/issue/55459/760031>

Lizcano, O. y Ramos, D. (2020). *Estudio del comportamiento físico-mecánico de mezclas asfálticas modificadas con llenante mineral de ceniza de la cascarilla resultante de la molienda del arroz* (Informe pregrado). Universidad Católica de Colombia: Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24575>

Méndez, J. y López, C. (2020). *Evaluación del comportamiento físico-mecánico de la resistencia de un suelo arcilloso con adición de cal y cenizas de cascarilla de arroz*

Pérez Gonzales, D.; Llauce Dávila, Y.

(Informe pregrado). Universidad Piloto de Colombia: Colombia.

<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/7447/Monografia%20J.D.%20M%c3%a9ndez%20-%20C.F.%20L%c3%b3pez..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mugnai, G., Rossi, F., Felde, V., Colesie, C., Büdel, B., Peth, S., ... y De Philippis, R. (2018).

The potential of the cyanobacterium *Leptolyngbya ohadii* as inoculum for stabilizing bare sandy substrates. *Soil biology and Biochemistry*, 127(1), 318-328.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071718302608>

Nujid, M., Idrus, J., Tholibon, D., Bawadi, N., y Firoozi, A. (2020). Bearing capacity of soft

marine soil stabilization with Cockel Shell Powder (CSP). *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(3), 1490-1497.

[https://www.researchgate.net/profile/Ali-Firoozi-](https://www.researchgate.net/profile/Ali-Firoozi-3/publication/340575098_Bearing_Capacity_of_Soft_Marine_Soil_Stabilization_wi)

[th_Cockel_Shell_Powder_CSP/links/5e91970492851c2f5294ce01/Bearing-](https://www.researchgate.net/profile/Ali-Firoozi-3/publication/340575098_Bearing_Capacity_of_Soft_Marine_Soil_Stabilization_wi)

[Capacity-of-Soft-Marine-Soil-Stabilization-with-Cockel-Shell-Powder-CSP.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ali-Firoozi-3/publication/340575098_Bearing_Capacity_of_Soft_Marine_Soil_Stabilization_wi)

Oluwatuyi, O., Ojuri, O., y Khoshghalb, A. (2020). Cement-lime stabilization of crude oil

contaminated kaolin clay. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 12(1), 160-167.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775519307450>

Poltue, T., Suddepong, A., Horpibulsuk, S., Samingthong, W., Arulrajah, A., y Rashid, A.

S. A. (2020). Strength development of recycled concrete aggregate stabilized with fly ash-rice husk ash based geopolymer as pavement base material. *Road Materials and*

Pavement Design, 21(8), 2344-2355.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14680629.2019.1593884>

- R. K, Selvan M, Rai, M., Priyadharshini, M., y Singh, R. (2020). Removal of Reactive Orange 16 by adsorption onto activated carbon prepared from rice husk ash: statistical modelling and adsorption kinetics. *Separation Science and Technology*, 55(1), 26-34.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01496395.2018.1559856>
- Rahmannejad, M., y Toufigh, V. (2018). Influence of curing time and water content on unconfined compressive strength of sand stabilized using epoxy resin. *International Journal of Engineering*, 31(8), 1187-1195. https://www.ije.ir/article_73234.html
- Requejo, R. (2020). *Estabilización de suelos arenosos utilizando Oryza Sativa (arroz), pueblo joven Las Dunas – Lambayeque- Perú 2019* (Informe de pregrado). Universidad Señor de Sipán: Perú.
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7706>
- Rincón, L. y Cortes, A. (2020). *Análisis de la resistencia a la compresión inconfiada y CBR de un afirmado estabilizado con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal* (Informe pregrado). Universidad de la Salle: Colombia.
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1881&context=ing_civil
- Rodríguez, J., Andrade, C., Zambrano, L., Sacon, E., Quiroz, L., da Silva, M., y da Silva, V. L. (2021). Laboratory adsorption studies on Ni (II) and Zn (II) solutions by sugarcane-bagasse ash. *Water, Air, & Soil Pollution*, 232(3), 1-14.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-021-05046-x>
- Saberian, M., y Khabiri, M. (2018). Effect of oil pollution on function of sandy soils in protected deserts and investigation of their improvement guidelines (case study: Kalmand area, Iran). *Environmental geochemistry and health*, 40(1), 243-254.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10653-016-9897-y>
- Safayat, M., Islam, M., Rubieyat, B., y Hasan, M. (2018). Investigation on the workability Pérez Gonzales, D.; Llauce Dávila, Y.

and compressive strength of concrete by using bagasse ash from sugar mill. World

Scientific News, 96(1), 191-201.

<https://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.psjd-a1b85131-220e-4297-b2d5-51dc7fe9bcaf>

Subashi, G., y Priyamali, M. (2022). Potential use of waste rice husk ash for concrete paving blocks: Strength, durability, and run-off properties. *International Journal of Pavement Engineering*, 23(7), 2265-2277. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10298436.2020.1851029> }

Subedi, S., Arce, G., Hassan, M., Barbato, M., y Mohammad, L. (2021). Effect of raw sugarcane bagasse ash as sand replacement on the fiber-bridging properties of Engineered Cementitious Composites. *Transportation Research Record*, 2675(11), 1028-1042. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/03611981211023762>

Terrones, A. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo* (Informe de pregrado). Universidad Privada del Norte: Perú. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14971>

Terrones, A. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo- 2018* (Informe pregrado). Universidad Privada del Norte: Perú. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14971>

Torres, S. y Landa, J. (2022). *Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal en el tramo de la carretera Tingo María - Monzón en la provincia de Leoncio Prado* (Informe de

pregrado). Universidad Privada del Norte: Perú.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653977>

Xing, C., Liu, X., y Anupam, K. (2018). Response of sandy soil stabilized by polymer additives. *Open Access Journal of Environmental and Soil Sciences*, 1(3), 64-71.

<https://pdfs.semanticscholar.org/fe77/fee7099a7cc68b2c22f1cf733b2e1253124a.pdf>

YARBAŞI, N., y Kalkan, E. (2020). The mechanical performance of clayey soils reinforced with waste PET fibers. *International Journal of Earth Sciences Knowledge and Applications*, 2(1), 19-26. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijeska/issue/55459/760026>

Youssef, W., Hagag, M., y Ali, A. (2018). Synthesis, characterization and application of composite derived from rice husk ash with aluminium oxide for sorption of uranium.

Adsorption Science & Technology, 36(6), 1274-1293.

<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0263617418768920>

Mory, W. (2020). *Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas*. (Informe Pregrado). Universidad de Piura: Perú.

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4476/ICI_2004.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Romero, V. y Solar, H. (2020). Influencia del porcentaje de ceniza de cáscaras de arroz y residuos de conchas de abanico sobre el índice de CBR en la estabilización de un suelo arcilloso, en el distrito de San Pedro de Lloc. (Informe de Pregrado).

Universidad Privada del Norte: Perú.

[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24322/Solar%20Zegarra%20](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24322/Solar%20Zegarra%20Henry%20Rub%c3%a9n%20-%20Romero%20Ferrer%20Vagner%20Manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[Henry%20Rub%c3%a9n%20-](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24322/Solar%20Zegarra%20Henry%20Rub%c3%a9n%20-%20Romero%20Ferrer%20Vagner%20Manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[%20Romero%20Ferrer%20Vagner%20Manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24322/Solar%20Zegarra%20Henry%20Rub%c3%a9n%20-%20Romero%20Ferrer%20Vagner%20Manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
Variable independiente: Ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar	Las cenizas de los materiales son consideradas como aquellos residuos consecuencia de la calcinación de dichos elementos, los cuales generan una gran contaminación al suelo y al aire en cuanto a los particulados que se liberan como consecuencia del proceso en sí mismo (Terrones, 2018).	La variable de análisis se centró en la evaluación del porcentaje de contenido óptimo, así como, los ensayos fisicoquímicos, en cuanto a la caracterización del objeto de estudio, recolectando los datos por medio de la guía de observación.	Ceniza de cascarilla de arroz	Ensayos fisicoquímicos Porcentaje de contenido óptimo (10%, 12% y 15%)	Nominal	Guía de observación
			Ceniza de bagazo de caña de azúcar	Ensayos fisicoquímicos Porcentaje de contenido óptimo (2%, 4% y 6%)		
Variable dependiente: Suelos arenosos	Los suelos arenosos son considerados como aquellos compuestos que cuentan con una textura granular con una profundidad de hasta 50 cm y han contado con la posibilidad de retener una carente cantidad de nutrientes; así como, la carente capacidad de retención hídrica (Terrones, 2018).	La variable de investigación buscó la caracterización físico-mecánica de los suelos arenosos estabilizados y sin estabilizar, recolectando los datos por medio de la guía de observación.	Suelo arenoso sin estabilizar Suelo arenoso estabilizado con ceniza de cascarilla de arroz Suelo arenoso estabilizado con bagazo de caña de azúcar	CBR Comprensión simple Proctor modificado de Límites de Atterberg Clasificación de e suelos	Nominal	Guía de observación

Anexo 2. Matriz de consistencia.

Problemas de investigación	Objetivos de investigación	Hipótesis de investigación	Variables	Metodología
Problema general	Objetivo general		Variable independiente	Enfoque
¿Cuál es el análisis comparativo del uso de ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el mejoramiento de suelos arenosos, Chiclayo – 2021?	Realizar el análisis comparativo del uso de ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el mejoramiento de suelos arenosos, Chiclayo – 2021		Ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar	Cuantitativo
Problemas específicos	Objetivos específicos		Dimensiones	Tipo de investigación
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son las características fisicoquímicas de la ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar? ¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas del suelo arenoso sin estabilizar y estabilizado con el uso de la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar, Chiclayo – 2021? ¿Cuál es el porcentaje de contenido óptimo de la ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el mejoramiento de suelos arenosos, Chiclayo – 2021? 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar las características fisicoquímicas de la ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar Evaluar las propiedades físico-mecánicas del suelo arenoso sin estabilizar y estabilizado con el uso de la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar, Chiclayo – 2021 Establecer el porcentaje de contenido óptimo de la ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el mejoramiento de suelos arenosos, Chiclayo – 2021 	<p>Ha: El uso de ceniza de cascarilla de arroz al 15% y la ceniza de bagazo de caña de azúcar al 6% mejorará significativamente las propiedades físico-mecánicas de los suelos arenosos, Chiclayo – 2021</p> <p>Ho: El uso de ceniza de cascarilla de arroz al 15% y la ceniza de bagazo de caña de azúcar al 6% no mejorará significativamente las propiedades físico-mecánicas de los suelos arenosos, Chiclayo - 2021</p>	<p>Ceniza de cascarilla de arroz</p> <p>Ceniza de bagazo de caña de azúcar</p> <p>Suelos arenosos</p> <p>Suelo arenoso estabilizado con ceniza de cascarilla de arroz</p> <p>Suelo arenoso estabilizado con bagazo de caña de azúcar</p>	<p>Aplicada</p> <p>Diseño de la investigación: Experimental</p> <p>Población y muestra Población: Suelos arenosos estabilizados y sin estabilizar Muestra: Suelos arenosos estabilizados y sin estabilizar</p> <p>Tipo de muestra no probabilística Muestreo intencional</p> <p>Técnica de recolección de datos Observación Instrumento Guía de observación</p>

ANEXO 3. Instrumento de recolección de datos.



**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE
ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL
MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021**

Objetivo: Realizar el análisis comparativo del uso de ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el mejoramiento de suelos arenosos, Chiclayo – 2021

ENSAYOS HACIA LAS CENIZAS

Ensayos	Ceniza de cascarilla de arroz (CCA)	Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC)
Color	1	1
Gravedad específica	1	1
Límite líquido	1	1
Límite plástico	1	1
Contenido de humedad óptimo (%)	1	1
Densidad seca máxima (gm/cm ³)	1	1
Sílice (SiO ₂)	1	1
Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	1	1

Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	1	1
Óxido de calcio (CaO)	1	1
Magnesia (MgO)	1	1
Cloruros y sulfatos	1	1

ENSAYOS AL SUELO ESTABILIZADO Y SIN ESTABILIZAR

Ensayos	Suelo arenoso	10% CCA	12% CCA	15% CCA	2% CBC	4% CBC	6% CBC
CBR	3	3	3	3	3	3	3
Comprensión simple	3	3	3	3	3	3	3
Proctor modificado	3	3	3	3	3	3	3
Límites de Atterberg	3	3	3	3	3	3	3
Clasificación de e suelos	3	3	3	3	3	3	3

ANEXO 4. Protocolos de ensayo N° 3926.



ENSAYO DE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-19

La prueba del CBR consiste en determinar la carga que hay que aplicar a un pistón circular de 19,35 cm² para introducirlo en una muestra de suelo a una velocidad de 1,27 mm/min y hasta obtener una penetración de 2,54 mm.

Equipos:

- ✓ Moldes cilíndricos de metal.
 - ✓ Prensa de carga.
 - ✓ Disco espaciador metálico
 - ✓ Un trípode de metal
 - ✓ Pistón de penetración.
 - ✓ Horno controlado.
 - ✓ Balanza, tamices.
 - ✓ Aparatos medidores de expansión.
 - ✓ Pesas.
-

Y se procede de la siguiente manera:

- Determinación de la humedad óptima y densidad máxima de las muestras de suelo mediante el ensayo Proctor modificado o normal.
 - Añadir agua a una muestra de suelo para alcanzar la humedad óptima.
 - Compactar la muestra en tres moldes CBR estandarizados de 15,24 cm de diámetro y 17,78 cm de altura. La muestra se compacta en 3 capas por molde siendo la energía de compactación de cada molde de 12, 25 o 56 golpes por
-

capa mediante una maza de 2,5 kg que se deja caer libremente desde una altura de 305 mm.

- Posteriormente se enraza el molde, se desmonta y se vuelve a montar invertido.
 - Se sumergen los moldes en agua (en algunas modalidades de ensayo no se sumerge la muestra).
 - Colocación de la placa perforada y el vástago, así como los pesos necesarios para calcular la sobrecarga calculada.
 - Colocar el trípode de medida sobre el borde del molde, coincidiendo el vástago del microcomparador.
 - Toma de medidas diarias del microcomparador durante al 1 día.
 - Sacar la muestra del agua, escurrir y secar exteriormente.
 - Aplicar la carga sobre el pistón de penetración mediante la **prensa CBR** y tomar las lecturas de la curva presión penetración.
 - Una vez finalizado el ensayo se debe presentar los resultados en una gráfica densidad seca – índice CBR. También conviene mostrar los datos de compactación, humedad, densidad, hinchamiento y absorción.
-

PROCTOR MODIFICADO

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

Este ensayo busca la evaluación del contenido de agua que ha sido requerido en cuanto a la incidencia de un molde de pisón.

Equipos:

- ✓ Moldes.
 - ✓ El collar de extensión de molde
 - ✓ Base metálica
 - ✓ Pisón de metal.
 - ✓ Maza.
 - ✓ Balanza de 20 Kg (1 ± 0.1 g)
 - ✓ Horno de secado.
 - ✓ Regla metálica.
 - ✓ Enrasador de borde recto.
 - ✓ Tamices.
-

Y se procede de la siguiente manera:

- Extender la muestra y dejar secar al aire o en horno.
 - Determinar y anotar peso del molde y molde y el plato de base.
 - Ensamble y asegure el molde y el collar al plato base
 - Compactar el espécimen en cinco capas
 - Compactar cada capa con 25 golpes para el molde de 4 pulgadas
 - Al utilizar el pisón, se debe tener cuidado de evitar la elevación de la guía mientras el pisón sube. Mantener firmemente y dentro de 5° de la vertical. Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes y
-

de tal manera que proporcione una cobertura uniforme de la superficie del espécimen.

- Después de la compactación de la última capa, remover el collar y plato base del molde.
 - Enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta a través de la parte superior e inferior del molde para formar una superficie plana en la parte superior e inferior del molde.
 - Determine y registre el peso del espécimen y molde. Cuando se deja unido el plato base al molde, determine y anote el peso del espécimen, molde y plato de base.
 - Remueva el material del molde. Obtener un espécimen para determinar el contenido de agua utilizando todo el espécimen.
 - Después de la compactación del último espécimen, comparar los Pesos Unitarios Húmedos para asegurar que el patrón deseado de obtención de datos en cada lado del óptimo contenido de humedad sea alcanzado en la curva de compactación para cada Peso Unitario Seco y el Peso Unitario Húmedo y Contenido de Agua de cada espécimen compactado puede ser una ayuda para realizar esta evaluación.
-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88.

Método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo.

Equipos:

- ✓ Horno de secado.
 - ✓ Balanza.
 - ✓ Serie de Tamices.
 - ✓ Tamiz de lavado N° 200
 - ✓ Pipeta, vasijas.
 - ✓ Bandejas, cepillo y brocha
-

Y se procede de la siguiente manera:

- Pasar la muestra seca de suelo por la malla 3/8" y separar el material que pasa esta malla, a fin de determinar el porcentaje de finos de forma confiable.
 - Pasar el material retenido en la malla 3/8" por las mallas 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2" y 3/8" y pesar las porciones de material retenido en cada una de ellas.
 - Mezclar homogéneamente el material que pasó por la malla 3/8" y tomar una muestra representativa según indicación del instructor.
 - Colocar la muestra obtenida en etapa (3) sobre la malla #200 y lavar el material, utilizando agua común, de tal manera que el agua arrastre los finos haciéndolos pasar por esta malla, hasta que el agua que pasa a través de la malla mantenga su transparencia.
-

- Verter cuidadosamente el residuo, en un recipiente desecador y permitirle sedimentar por un período de tiempo suficiente hasta lograr que el agua en la parte superficial de la suspensión se vuelva transparente, eliminar esta agua transparente y colocar el recipiente con la suspensión suelo y agua remanentes en el horno para secado.
 - Al día siguiente, regresar al laboratorio y pesar el residuo secado al horno o, en su defecto, el instructor les entregará otras indicaciones.
 - Finalmente, pasar la muestra (lavada y seca) por las mallas #4 a la #200, registrando el peso retenido en cada malla.
-

LIMITE DE ATTERBERG DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90.

Es el contenido de humedad, expresado en por ciento del peso del suelo seco, existente en un suelo en el límite entre el estado plástico y el estado líquido del mismo.

Equipos:

- ✓ Copa Casagrande.
 - ✓ Acanalador.
 - ✓ Balanza.
 - ✓ Espátula de acero flexible.
 - ✓ Cápsulas de porcelana.
 - ✓ Placa de vidrio.
 - ✓ Tamiz, recipientes metálicos.
 - ✓ Horno.
-

Y se procede de la siguiente manera:

- Se deberá iniciar el ensayo preparando una pasta de suelo en la cápsula de porcelana con una humedad ligeramente superior al límite líquido.
 - Secar la cápsula de la máquina de Casagrande, asegurándose que ella se encuentre perfectamente limpia y seca antes de iniciar el procedimiento.
 - Montar la cápsula en su posición para el ensayo.
 - Colocar suelo húmedo en la cápsula, alisando la superficie a una altura de 1 cm con la espátula, cuidando de no dejar burbujas de aire en la masa de suelo,
 - Usando el acanalador separar el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula.
-

- Girar la manivela de manera uniforme a una velocidad de dos revoluciones/seg; continuar hasta que el surco se cierre en $\frac{1}{2}$ " de longitud; anotar el número de golpes, cuando éste sea inferior a 40,
 - Revolver el suelo en la cápsula de Casagrande con la espátula y repetir las operaciones
 - Ahora se procederá a dar vuelta la manija y contaremos los golpes hasta lograr que se cierre a 12-13 mm.
 - Tomar una muestra de aproximadamente 5 g de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesarla de inmediato para obtener su contenido de humedad.
 - Vaciar el suelo de la cápsula de Casagrande a la de porcelana (que todavía contiene la mezcla de suelo inicial), continuar revolviendo el suelo con la espátula (durante el cual el suelo pierde humedad).
 - Repetir el procedimiento, hasta llegar a un número de golpes de 15 a 25.
 - Tomada la muestra se pondrán en el horno por 24 horas.
 - Pasadas las 24 horas se sacarán las muestras del horno y se pesarán en la balanza.
-

LÍMITE DE ATTERBERG DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90.

El límite plástico es el contenido de humedad para el cual el suelo se fractura al ser amasado en bastoncitos de diámetro 1/8” (3 mm) cuando se amasa una pequeña porción de suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa.

Equipos:

- ✓ Balanza.
 - ✓ Espátula de acero flexible.
 - ✓ Placa de vidrio.
 - ✓ Tamiz, recipientes metálicos.
 - ✓ Horno.
-

Y se procede de la siguiente manera:

- Utilizar una porción del material que queda del ensayo del límite líquido.
 - Es necesario secar el material al aire durante un cierto tiempo extendiéndolo sobre la placa de vidrio; es necesario asegurarse que se seque de manera uniforme.
 - Tomar una bolita de suelo de 1 cm³ y amasarla sobre el vidrio con la palma de la mano hasta formar bastoncitos de 3 mm de diámetro.
 - Reconstruir la bolita de suelo, uniendo el material con fuerte presión de las puntas de los dedos y amasar nuevamente un bastoncito hasta llegar al límite plástico.
-

- El límite plástico, corresponde al contenido de humedad para el cual un bastoncito de 3 mm, así formado, se rompe en trozos de 0.5 a 1 cm de largo, si no se está seguro de haber alcanzado límite plástico, es recomendable amasar una vez más el bastoncito.
 - Pesar inmediatamente el bastoncito así formado para determinar su contenido de humedad.
-

ANEXO 4. Informe de ensayo N° 3926.

INFORME DE ENSAYO N°3926

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
 Tesis : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
 Lugar : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Julio del 2022

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos (G_s)-Material que pasa la malla N° 4
 REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

Calicata	C-1	C-1	C-1	C-1	C-1	C-1
Muestra	M-1	10% CCA	12% CCA	15% CCA	2% CCA	4% CCA
1. N° de fiola	F-2	F-3	F-2	F-3	F-3	F-4
2. Peso de la fiola	g. 91.65	92.65	96.8	118.17	107.6	96.8
3. Peso de la muestra de suelo - seco	g. 50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola (2+3)	g. 141.7	142.7	146.8	168.2	157.6	146.8
5. Peso de la muestra + Fiola + agua	g. 370.3	375.6	380.0	397.8	396.5	385.5
6. Peso de la fiola + peso de agua	g. 340.8	346.0	350.3	368.0	367.1	356.0
7. Peso específico relativo de sólidos (G_s) (3)/((3+6)-5) g/cm ³	2.443	2.451	2.463	2.470	2.427	2.439

Calicata	C-1
Muestra	6% CCA
1. N° de fiola	F-2
2. Peso de la fiola	g. 110.03
3. Peso de la muestra de suelo - seco	g. 50.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola (2+3)	g. 160.0
5. Peso de la muestra + Fiola + agua	g. 389.7
6. Peso de la fiola + peso de agua	g. 360.0
7. Peso específico relativo de sólidos (G_s) (3)/((3+6)-5) g/cm ³	2.465

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



German Gastelo Chirinos
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 Pate Carlos Ferra Benda Jorda
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO 2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN:** miércoles, 13 de julio de 2022

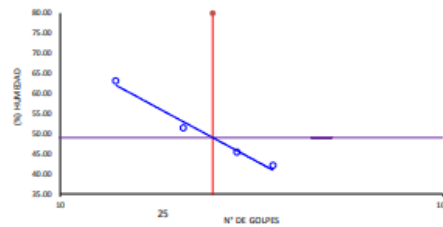
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 10/07/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	A-01	A-02	A-03	A-04	T-1	T-1
Número de capsula	A-01	A-02	A-03	A-04	T-1	T-1
Número de golpes	14	21	29	36	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	32.61	31.42	29.80	31.4	10.42	10.42
Peso de capsula + suelo seco (g)	25.40	25.5	24.90	26.2	9.85	9.85
Peso del Agua (g)	7.21	5.92	4.9	5.2	0.57	0.57
Peso de la capsula (g)	13.97	13.97	14.06	13.82	7.25	7.25
Peso del suelo seco (g)	11.43	11.53	10.84	12.38	2.6	2.6
Porcentaje de humedad (%)	63.08	51.34	45.20	42.00	21.92	21.92

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 49 %
LÍMITE PLÁSTICO = 22 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 27 %

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

German Gastelo Chirinos



Perez Carlos Poma Ojeda Arevalo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 122351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
SOLICITANTE: Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION:** miércoles, 13 de julio de 2022

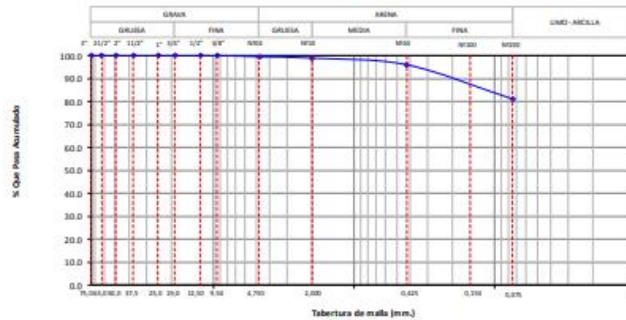
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 07/07/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
	(PULG)	(mm)					TOTAL	100 %	
	3"	75.000					% GRAVA	GRAVA GRUESA	01 %
	2 1/2"	63.000			100.0				
	2"	50.000	0.0	0.0	100.0				
	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0				
	1"	25.000	0.0	0.0	100.0				
	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0				
	1/2"	12.500	0.0	0.0	100.0				
	3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0				
	1/4"	6.300						GRAVA FINA	
	Nº104	4.750	1.6	0.6	0.6	99.4		% FINO	
	Nº108	2.360	1.8	0.6	1.2	98.8			
	Nº110	2.000	0.0	0.0	0.0	98.8			
	Nº118	1.190	4.1	1.4	2.6	97.4			
	Nº120	0.850							
	Nº130	0.600	4.2	1.5	4.1	95.9			
	Nº140	0.425	0.0	0.0	0.0	95.9			
	Nº150	0.300	6.5	2.3	6.3	93.7			
	Nº80	0.177							
	Nº100	0.150	19.5	6.8	13.1	86.9			
	Nº200	0.075	16.9	5.9	18.9	81.1	% LIMO - ARCILLA	81 %	
	< Nº200 FONDO	234.0			81.1	100.0			0.0

CURVA GRANULOMÉTRICA



ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.)	: 49 %
Límite Plástico (L.P.)	: 22 %
Índice de Plasticidad (I.P.)	: 27 %
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	: 05 %

Análisis de las constantes físicas de los suelos:

Índice de Liquidez de la Arcilla	LL =	0.65	Est. Sólido
Compresibilidad	Cc =	0.351	C. Media
Índice de consistencia	I.C. =	1.65	Sólido
Potencial de Expansión			P. Alto

DESCRIPCIÓN DEL SUELO :

Arcilla de baja plasticidad con arena	
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO	A-7-6(17) Mto
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCS	CL

German Gastelo Chámoza
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 Av. Carlos Fermín Uceda Arellano
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022. L.E.M. FERMATI S.A.C.
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN: lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION:** miércoles, 13 de julio de 2022

JELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea:

NORMA: NTP 399.152

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.

NORMA NTP 399.177 :2002

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

NORMA NTP 399.176 :2008

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural **CALICATA:** C-1 **MUESTRA:** M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno **CANTIDAD:** 97 kg aprox. **FECHA DEL ENSAYO:** 07/07/2022


Sales Solubles Totales	ppm	1450
	%	0.15
Cloruros	ppm	759
	%	0.08
Sulfatos	ppm	524
	%	0.05

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)


German Gastelo Chórtos




Yanela Idalina Llauce Dávila
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN:** miércoles, 13 de julio de 2022

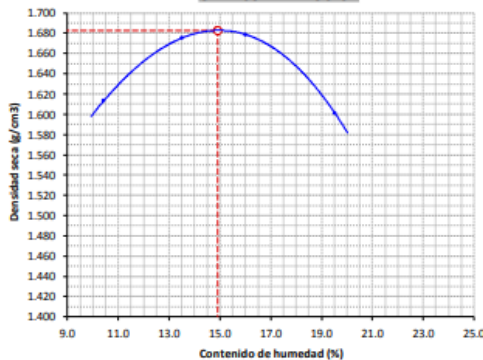
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pe³)).
NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 07/07/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET. ACUM.	% Q. PASA	
Peso del suelo + molde (g)	5498	5612	5656	5624	2"	0.0	0.0	0.0	100.0
Peso del molde (g)	3802	3802	3802	3802	3/4"	0	0.0	0.0	100.0
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1696	1810	1854	1822	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
Volumen del molde (cm ³)	952	952	952	952	N°04	1.6	0.6	0.6	99.4
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.782	1.901	1.947	1.914	<N°04	285	99.4	100.0	0.0
CONTENIDO DE HUMEDAD					1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo + tara (g)	221.5	198.5	163.5	204.0	PESO: g				
Peso del suelo seco + tara (g)	203.0	178.0	145.0	174.5	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso de tara (g)	25.6	26.1	29.4	23.4	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4				
Peso de agua (g)	18.5	20.5	18.5	29.5	NÚMERO DE GOLPES : 25				
Peso de suelo seco (g)	177.4	151.9	115.6	151.1	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Contenido de agua (%)	10.4	13.5	16.0	19.5	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.613	1.675	1.679	1.601	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				

GRÁFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:
 AASTHO: A-7-6(17)
 SUCS: CL
DESCRIPCIÓN:
 Arcilla de baja plasticidad con arena

DENSIDAD MÁXIMA SECA : 1.683 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.92 %

German Gustavo Chélinos



Jose Carlos Ferrero Oyola Arriola
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 02

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN: : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN:** : miércoles, 13 de julio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1583 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural **CALICATA:** C-1 **MUESTRA:** M-1 **FECHA DEL ENSAYO:** 07/07/2022
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	3		5			4									
Nº Capa	5		5			5									
Nº Golpes por capa	55		26			12									
CONDICION DE LA MUESTRA			Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado							
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12508	12772	12185	12592	12099	12755									
Peso de molde (g)	8393	8393	8281	8281	8473	8473									
Peso del suelo húmedo (g)	4115	4379	3904	4311	3626	4282									
Volumen del molde (cm³)	2126	2126	2115	2115	2119	2119									
Densidad húmeda (g/cm³)	1.936	2.060	1.846	2.038	1.711	2.021									
Densidad seca (g/cm³)	1.686	1.686	1.599	1.599	1.477	1.477									
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-		-			-									
Tara + Suelo húmedo (g)	95.6	4379.0	86.9	4311.0	104.5	4282.0									
Tara + Suelo seco (g)	86.9	4115.0	80.2	3904.0	94.1	3626.0									
Peso del Agua (g)	8.7	264	6.7	407	10.4	656									
Peso del tara (g)	28.0	0.0	36.8	0.0	28.5	0.0									
Peso del suelo seco (g)	58.9	3585.4	43.4	3381.9	65.6	3129.8									
Porcentaje de humedad (%)	14.8	22.1	15.4	27.5	15.9	36.8									
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN			
			DIAL	Pulg.	%	DIAL	Pulg.	%	DIAL	Pulg.	%	DIAL	Pulg.	%	
08/07/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	
09/07/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		
10/07/2022	11.3	48	310.5	0.311		356.5	0.357		369.0	0.369		369.0	0.369		
11/07/2022	11.3	72	396.0	0.396		485.9	0.486		485.0	0.485		485.0	0.485		
12/07/2022	11.3	96	425.0	0.425		524.0	0.524		524.0	0.524		524.0	0.524		
			11.62	total	2.67	11.61	total	3.07	11.66	total	3.17				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN											
	Mm.	Pulg.		MOLDE Nº 3				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 4			
				CARGA L. Digital	kgf	kg/cm2	%	CARGA L. Digital	kgf	kg/cm2	%	CARGA L. Digital	kgf	kg/cm2	%
0'00"	0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		0	0		
0'30"	0.640	0.025	19	19		13	13		10	10		10	10		
1'00"	1.270	0.050	28	28		24	24		16	16		16	16		
1'30"	1.910	0.075	36	36		32	32		24	24		24	24		
2'00"	2.540	0.100	70.31	48	48	2.4	3.5	44	44	2.2	3.1	36	36	1.8	2.6
2'30"	3.170	0.125	59	59		51	51		42	42		42	42		
3'00"	3.810	0.150	60	60		58	58		49	49		49	49		
4'00"	5.080	0.200	105.46	68	68	3.5	3.3	62	62	3.2	3.1	53	53	2.7	2.6
6'00"	7.620	0.300	75	75		69	69		59	59		59	59		
8'00"	10.160	0.400	79	79		76	76		61	61		61	61		
10'00"	12.700	0.500	98	98		84	84		65	65		65	65		

German Gastelo Chirinos



Alexis Carlos Fierro Udo Arellano
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 02 de 02

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: : *ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : miércoles, 13 de julio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural

FECHA DEL ENSAYO: 07/07/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACION

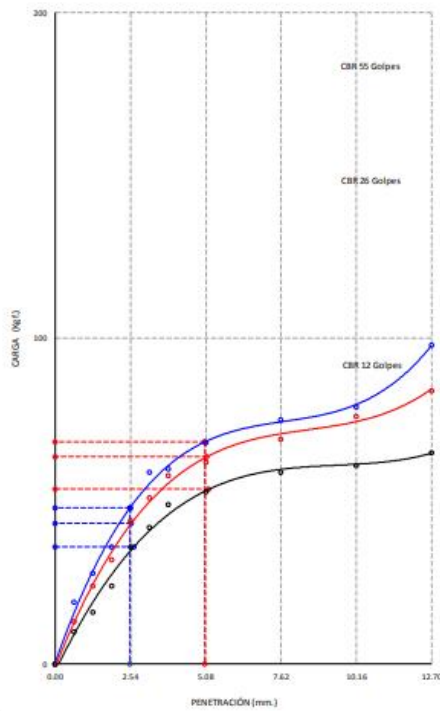


GRAFICO DEL PROCTOR

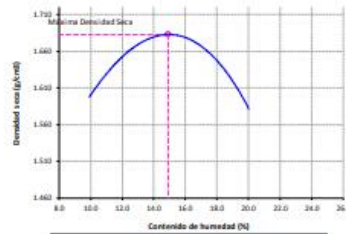
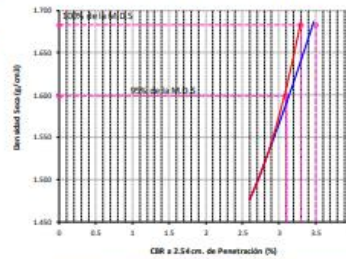


GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpes	Densidad seca	C.B.R.	
		2.54 cm	5.08 cm
55	1.686 g/cm³	3.5 %	3.3 %
26	1.599 g/cm³	3.1 %	3.1 %
12	1.477 g/cm³	2.6 %	2.6 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	3.5 %	3.3 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	3.1 %	3.1 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

German Gastelo Chávez



Jess Carla Ferro Ujeda Arreola
INGENIERO CIVIL
Reg. CIR. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN:** miércoles, 13 de julio de 2022

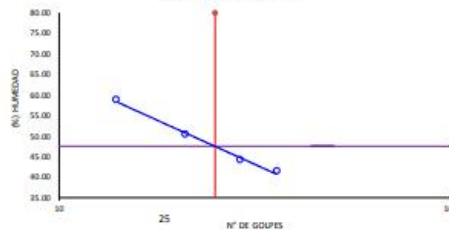
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+10% de CCA CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 10/07/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	A-05	A-06	A-07	A-08	T-2	T-2
Número de capsula	A-05	A-06	A-07	A-08	T-2	T-2
Número de golpes	14	21	29	36	---	---
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	29.40	24.6	28.40	23.4	9.75	9.75
Peso de capsula + suelo seco (g)	23.60	21.09	24.05	19.05	9.38	9.38
Peso del Agua (g)	5.8	3.51	4.35	4.35	0.37	0.37
Peso de la capsula (g)	13.73	14.12	14.18	8.54	7.73	7.73
Peso del suelo seco (g)	9.87	6.97	9.87	10.51	1.65	1.65
Porcentaje de humedad (%)	58.76	50.36	44.07	41.39	22.42	22.42

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 48 %
LÍMITE PLÁSTICO = 22 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 26 %

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+10% de CCA
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

German Gastelo Cármones



Alex Carlos Ferro Ujeda Arends
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág.: 01 de 04

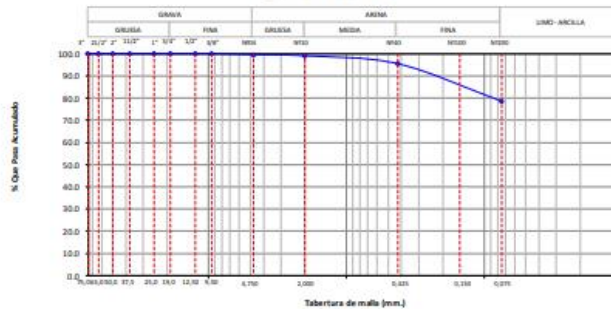
EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN:** : miércoles, 13 de julio de 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural +10% de CCA CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 07/07/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
	(PULG)	(mm)					TOTAL	100 %	
	3"	75.000					100.0		
2 1/2"	63.000					100.0			
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	% GRAVA	GRAVA GRUESA	00 %
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0			
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0			
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0			
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0			
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		GRAVA FINA	00 %
1/4"	6.300								
Nº4	4.750	1.3	0.4	0.5	99.5		% FINO	ARENA GRUESA	21 %
Nº8	2.360	1.4	0.5	0.9	99.1				
Nº10	2.000	0.0	0.0	0.0	99.1				
Nº16	1.190	4.9	1.7	2.6	97.4				
Nº20	0.850								
Nº30	0.600	5.4	1.9	4.5	95.5				
Nº40	0.425	0.0	0.0	0.0	95.5				
Nº50	0.300	8.1	2.8	7.3	92.7				
Nº60	0.177								
Nº100	0.150	21.5	7.4	14.7	85.3				
Nº200	0.075	19.2	6.6	21.3	78.7				
< Nº200	FONDO	228.5	78.7	100.0	0.0			% LIMO - ARCILLA	79 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.)	: 48 %
Límite Plástico (L.P.)	: 22 %
Índice de Plasticidad (I.P.)	: 26 %

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL : 04 %

Análisis de las constantes físicas de los suelos:

Índice de Liquidez de la Arcilla	I.L. =	0.70	Ext. Sólido
Compresibilidad	Cc =	0.342	C. Media
Índice de consistencia	I.C. =	1.70	Sólido
Potencial de Expansión			P. Alto

DESCRIPCIÓN DEL SUELO :

Arcilla de baja plasticidad con arena	
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO	A-7-6(16) Malo
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCS	CL

German Gastelo Chirinos



Jose Carlos Rivera López Arriola
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION:** miércoles, 13 de julio de 2022

JELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea:

NORMA: NTP 339.152

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.

NORMA NTP 339.177 :2002

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

NORMA NTP 339.178 :2003

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+10% de CCA **CALICATA:** C-1 **MUESTRA:** M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno **CANTIDAD:** 97 kg aprox. **FECHA DEL ENSAYO:** 07/07/2022

Sales Solubles Totales	ppm	1345
	%	0.13
Cloruros	ppm	685
	%	0.07
Sulfatos	ppm	542
	%	0.05

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+10% de CCA
- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)


German Gastelo Chirinos




Axel Carlos Ferra Ujeda Aranda
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123391

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 01

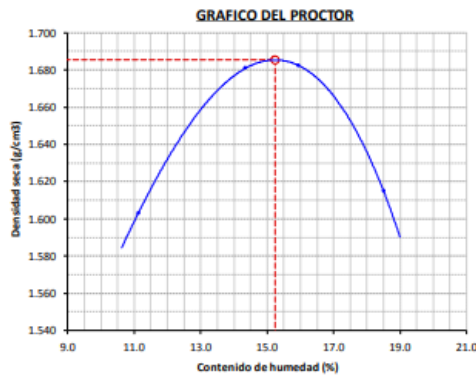
EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN:** miércoles, 13 de julio de 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).
NORMA: MTC E 115 / NTP 399.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+10% de CCA CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1 FECHA DEL ENSAYO: #####
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	5498	5632	5659	5624	2"	0.0	0.0	0.0	100.0
Peso del molde (g)	3802	3802	3802	3802	3/4"	0	0.0	0.0	100.0
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1696	1830	1857	1822	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
Volumen del molde (cm ³)	952	952	952	952	N°04	1.3	0.4	0.5	99.5
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.782	1.922	1.951	1.914	<N°04	288	99.5	100.0	0.0
CONTENIDO DE HUMEDAD					1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo + tara (g)	96.8	104.0	121.4	136.0	PESO:	g			
Peso del suelo seco + tara (g)	88.0	92.5	106.0	116.5	MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"			
Peso de tara (g)	8.9	12.4	9.4	11.1	MOLDE UTILIZADO (pulg.)	: 4			
Peso de agua (g)	8.8	11.5	15.4	19.5	NÚMERO DE GOLPES	: 25			
Peso de suelo seco (g)	79.1	80.1	96.6	105.4	NÚMERO DE CAPAS	: 5			
Contenido de agua (%)	11.1	14.4	15.9	18.5	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO	: Húmedo			
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.603	1.681	1.682	1.615	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO	: Manual			



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 399.134)

CLASIFICACIÓN:
 AASTHO: A-7-6(16)
 SUCS: CL
DESCRIPCIÓN:
 Arcilla de baja plasticidad con arena

DENSIDAD MÁXIMA SECA : 1.685 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 15.25 %

German Gastelo Chirinos



Yanela Idalina Llauce Dávila
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 02

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 I.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN: Lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN**: miércoles, 13 de julio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1583 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+10% de CCA CAUCATA: C-1 MUESTRA: M-1 **FECHA DEL ENSAYO**: 07/07/2022
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	6		7		8										
Nº Capa	5		5		5										
Nº Golpes por capa	55		26		12										
CONDICIÓN DE LA MUESTRA			Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado									
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12199	12395	12325	12522	12299	12523									
Peso de molde (g)	8029	8029	8384	8384	8558	8558									
Peso del suelo húmedo (g)	4170	4366	3941	4138	3741	3965									
Volumen del molde (cm3)	2144	2144	2122	2122	2122	2122									
Densidad húmeda (g/cm3)	1.945	2.036	1.857	1.950	1.763	1.869									
Densidad seca (g/cm3)	1.683	1.683	1.608	1.608	1.527	1.527									
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-		-		-										
Tara + Suelo húmedo (g)	104.5	4366.0	124.0	4138.0	98.6	3965.0									
Tara + Suelo seco (g)	94.2	4170.0	112.3	3941.0	89.2	3741.0									
Peso del Agua (g)	10.3	196	11.7	197	9.4	224									
Peso del tara (g)	28.0	0.0	36.8	0.0	28.5	0.0									
Peso del suelo seco (g)	66.2	3608.5	75.5	3412.2	60.7	3239.4									
Porcentaje de humedad (%)	15.6	21.0	15.5	21.3	15.5	22.4									
			EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		
			Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%			
08/07/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	
09/07/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		
10/07/2022	11.3	48	152.0	0.152		162.0	0.162		245.0	0.245		245.0	0.245		
11/07/2022	11.3	72	265.0	0.265		298.0	0.298		360.0	0.360		360.0	0.360		
12/07/2022	11.3	96	345.0	0.345		304.0	0.304		410.0	0.410		410.0	0.410		
			11.63	total	1.31	11.63	total	1.39	11.65	total	2.10	11.65	total	2.10	
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN											
	Mm.	Pulg.		MOLDE Nº 6				MOLDE Nº 7				MOLDE Nº 8			
				CARGA Digital	CORRECCIÓN kgf	CORRECCIÓN Kg/cm2	%	CARGA Digital	CORRECCIÓN kgf	CORRECCIÓN Kg/cm2	%	CARGA Digital	CORRECCIÓN kgf	CORRECCIÓN Kg/cm2	%
0'00"	0.000	0.000	0	0			0	0			0	0			
0'30"	0.640	0.025	19	19			15	15			11	11			
1'00"	1.270	0.050	36	36			26	26			19	19			
1'30"	1.910	0.075	45	45			31	31			22	22			
2'00"	2.540	0.100	70.31	75	3.8	5.6	61	61	2.4	3.4	34	34	1.9	2.7	
2'30"	3.170	0.125	96	96			74	74			46	46			
3'00"	3.810	0.150	124	124			86	86			52	52			
4'00"	5.080	0.200	105.46	168	8.6	8.0	104	104	5.7	5.4	69	69	3.3	3.2	
6'00"	7.620	0.300	245	245			186	186			85	85			
8'00"	10.160	0.400	304	304			244	244			96	96			
10'00"	12.700	0.500	326	326			263	263			104	104			

German Gastelo Chirinos



Juan Carlos Fermo Huelo Arevalo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag. 02 de 02

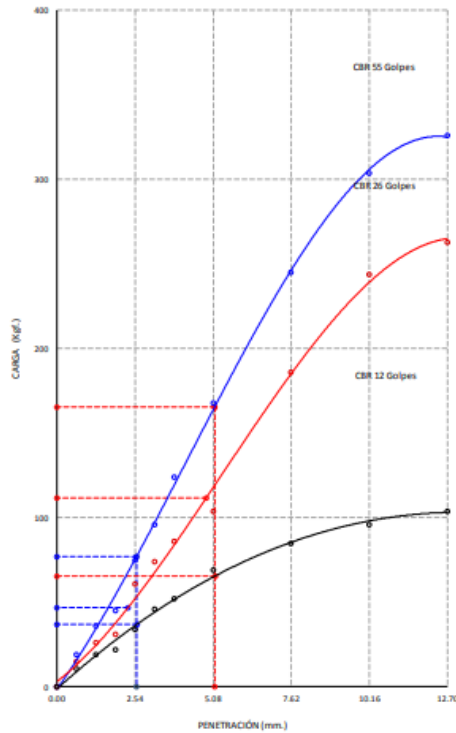
EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: Denilson Pérez Gonzales / Yamela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 13 de julio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+10% de CCA

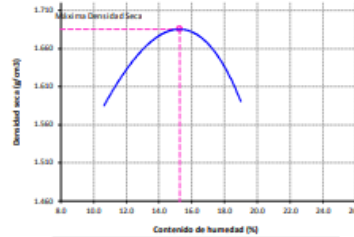
FECHA DEL ENSAYO: 07/07/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



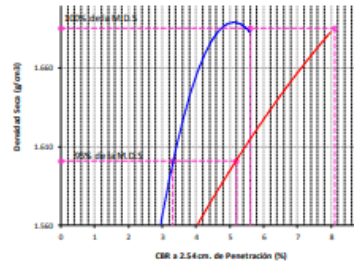
CARGA STAND. kg/cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	3.8	5.6	2.4	3.4	1.9	2.7
105.46	5.08	0.2	8.6	8.0	5.7	5.4	3.3	3.2

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.685 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 15.25 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.683 g/cm ³	5.6 %	8.0 %
26	1.608 g/cm ³	3.4 %	5.4 %
12	1.527 g/cm ³	2.7 %	3.2 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
2.54 cm. <td>5.6 %</td> <td>8.1 %</td>	5.6 %	8.1 %
5.08 cm. <td>3.3 %</td> <td>5.2 %</td>	3.3 %	5.2 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

Germán Gastelo Chirinos



Jose Carlos Fermo (Jolo) Arends
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN:** miércoles, 13 de julio de 2022

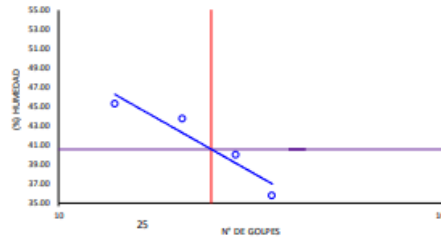
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
(MORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+12% de CCA CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 10/07/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	A-09	A-10	A-11	A-12	T-3	T-3
Número de capsula	A-09	A-10	A-11	A-12	T-3	T-3
Número de golpes	14	21	29	36	---	---
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	23.10	27.6	32.50	26.9	11.24	11.24
Peso de capsula + suelo seco (g)	18.60	21.99	25.91	21.94	10.72	10.72
Peso del Agua (g)	4.5	5.61	6.59	4.96	0.52	0.52
Peso de la capsula (g)	8.66	9.16	9.42	8.06	8.22	8.22
Peso del suelo seco (g)	9.94	12.83	16.49	13.88	2.5	2.5
Porcentaje de humedad (%)	45.27	43.73	39.96	35.73	20.80	20.80

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 41 %
LÍMITE PLÁSTICO = 21 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 20 %

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+12% de CCA
- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

German Gastelo Chirinos
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 Av. Carlos Fermín Urdinola
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág.: 01 de 04

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022. L.E.M. FERMATI S.A.C.
SOLICITANTE: Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN: lunes, 27 de junio de 2022
FECHA EMISIÓN: miércoles, 13 de julio de 2022

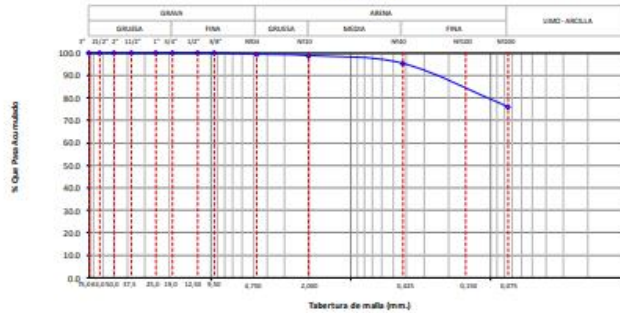
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural +12% de CCA. CALICATA: C-1. MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno. CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 07/07/2022

TAMICES (PULG)	(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
						TOTAL	100 %	
3"	75.000							
2 1/2"	63.000				100.0			
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	% GRAVA	GRAVA GRUESA	00 %
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0			
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0			
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
1/4"	6.300						GRAVA FINA	00 %
Nº4	4.750	1.4	0.5	0.5	99.5	% FINO	ARENA GRUESA	23 %
Nº8	2.360	1.9	0.6	1.1	98.9			
Nº10	2.000	0.0	0.0	0.0	98.9			
Nº16	1.190	4.1	1.4	2.5	97.5			
Nº20	0.850							
Nº30	0.600	6.1	2.1	4.6	95.4			
Nº40	0.425	0.0	0.0	0.0	95.4			
Nº50	0.300	7.5	2.6	7.2	92.8			
Nº60	0.250							
Nº100	0.150	22.4	7.7	14.8	85.2			
Nº200	0.075	26.7	9.1	24.0	76.0			
< Nº200	FONDO	222.3	76.0	100.0	0.0	% LIMO - ARCILLA		76 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.)	: 41 %
Límite Plástico (L.P.)	: 21 %
Índice de Plasticidad (I.P.)	: 20 %
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	: 03 %

Análisis de las constantes físicas de los suelos:

Índice de Liquidez de la Arcilla	I.L. = -0.90	Est. Sólido
Compresibilidad	Cc = 0.279	C. Media
Índice de consistencia	I.C. = 1.90	Sólido
Potencial de Expansión		P. Medio

German Gosselo Cárdenas



José Carlos Pizarro Huidobro
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

DESCRIPCIÓN DEL SUELO :

Arcilla de baja plasticidad con arena

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO
A-7-6(12) Malo

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCS
CL

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION:** miércoles, 13 de julio de 2022

SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea:
NORMA: NTP 339.152

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.
NORMA NTP 339.177 :2002

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.
NORMA NTP 339.178 :2003

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+12% de CCA **CALICATA:** C-1 **MUESTRA:** M-1
PRESENTACIÓN: Balsa de Polietileno **CANTIDAD:** 97 kg aprox. **FECHA DEL ENSAYO:** 07/07/2022

Sales Solubles Totales	ppm	1412
	%	0.14
Cloruros	ppm	812
	%	0.08
Sulfatos	ppm	526
	%	0.05

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+12% de CCA
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)





INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION:** : miércoles, 13 de julio de 2022

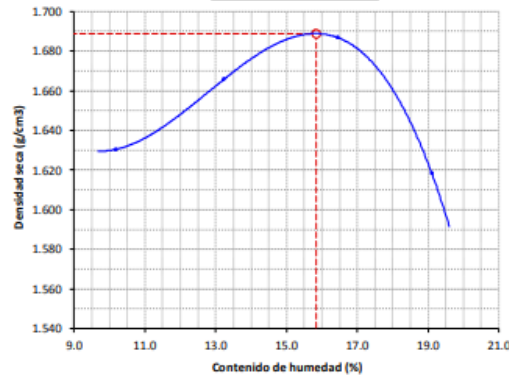
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).
NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+12% de CCA CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 07/07/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	5512	5598	5672	5637	2"	0.0	0.0	0.0	100.0
Peso del molde (g)	3802	3802	3802	3802	3/4"	0	0.0	0.0	100.0
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1710	1796	1870	1835	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
Volumen del molde (cm ³)	952	952	952	952	N°04	1.4	0.5	0.5	99.5
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.796	1.887	1.964	1.928	<N°04	290	99.5	100.0	0.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4					
Peso del suelo húmedo + tara (g)	115.4	126.4	134.5	175.0	PESO: g.				
Peso del suelo seco + tara (g)	105.9	113.5	117.5	148.5	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso de tara (g)	12.5	16.1	14.2	9.8	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4				
Peso de agua (g)	9.5	12.9	17	26.5	NÚMERO DE GOLPES : 25				
Peso de suelo seco (g)	93.4	97.4	103.3	138.7	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Contenido de agua (%)	10.2	13.2	16.5	19.1	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.630	1.666	1.687	1.618	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:
 AASTHO: A-7-6(12)
 SUCS: CL
DESCRIPCIÓN:
 Arcilla de baja plasticidad con arena

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.689 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 15.83 %

German Gastelo Charinos
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 Juan Carlos Forno Ojeda Ayendo
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 02

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
SOLICITANTE : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN: lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN**: miércoles, 13 de julio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+12% de CCA CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno **FECHA DEL ENSAYO:** 07/07/2022

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	3		5		4										
Nº Capa	5		5		5										
Nº Golpes por capa	55		26		12										
CONDICION DE LA MUESTRA			Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado							
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12205	12425	12125	12382	12219	12463									
Peso de molde (g)	8065	8065	8281	8281	8473	8473									
Peso del suelo húmedo (g)	4140	4360	3844	4101	3746	3990									
Volumen del molde (cm ³)	2126	2126	2115	2115	2119	2119									
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.947	2.051	1.817	1.939	1.768	1.883									
Densidad seca (g/cm ³)	1.687	1.687	1.573	1.573	1.528	1.528									
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-		-		-		-								
Tara + Suelo húmedo (g)	124.5	4360.0	136.3	4101.0	98.5	3990.0									
Tara + Suelo seco (g)	111.6	4140.0	122.9	3844.0	89.0	3746.0									
Peso del Agua (g)	12.9	220	13.4	257	9.5	244									
Peso del tara (g)	28.0	0.0	36.8	0.0	28.5	0.0									
Peso del suelo seco (g)	83.6	3586.6	86.1	3326.3	60.5	3237.6									
Porcentaje de humedad (%)	15.4	21.6	15.6	23.3	15.7	23.2									
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			MOLDE Nº 3			MOLDE Nº 5			MOLDE Nº 4						
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%				
08/07/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0				
09/07/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010					
10/07/2022	11.3	48	345.0	0.345		324.0	0.324		336.0	0.336					
11/07/2022	11.3	72	485.0	0.485		498.0	0.498		504.0	0.504					
12/07/2022	11.3	96	562.0	0.562		578.0	0.578		621.0	0.621					
			11.62	total	2.97	11.61	total	2.79	11.66	total	2.88				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN											
	Mm.	Pulg.		MOLDE Nº 3				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 4			
				CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
			Digital	kgf	Kg/cm ²	%	Digital	kgf	Kg/cm ²	%	Digital	kgf	Kg/cm ²	%	
0'00"	0.000	0.000		0	0		0	0		0	0		0	0	
0'30"	0.640	0.025		19	19		13	13		11	11		11	11	
1'00"	1.270	0.050		36	36		26	26		21	21		21	21	
1'30"	1.910	0.075		65	65		49	49		36	36		36	36	
2'00"	2.540	0.100	70.31	75	75	3.8	6.4	68	68	3.4	4.9	49	49	2.8	3.9
2'30"	3.170	0.125		98	98		89	89		62	62		62	62	
3'00"	3.810	0.150		121	121		84	84		74	74		74	74	
4'00"	5.080	0.200	105.46	165	165	8.4	7.6	104	104	5.5	5.2	86	86	4.3	4.0
6'00"	7.620	0.300		214	214		123	123		94	94		94	94	
8'00"	10.160	0.400		236	236		145	145		96	96		96	96	
10'00"	12.700	0.500		296	296		152	152		101	101		101	101	

German Gastelo Cárminos



Azuc Carlos Fierro Ojeda Agreda
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 02 de 02

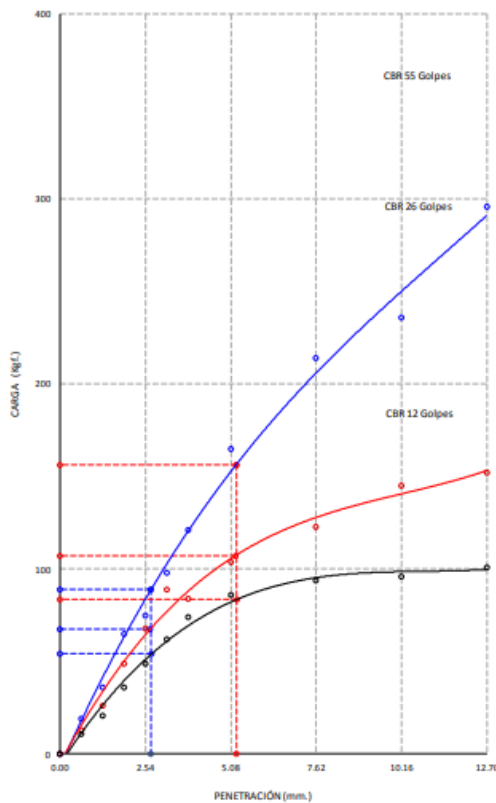
EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : miércoles, 13 de julio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1583 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural +12% de CCA

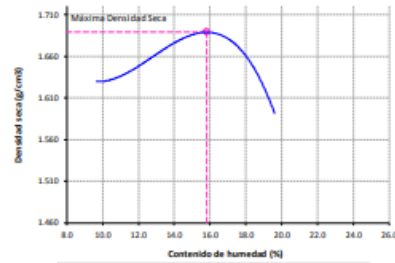
FECHA DEL ENSAYO: 07/07/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



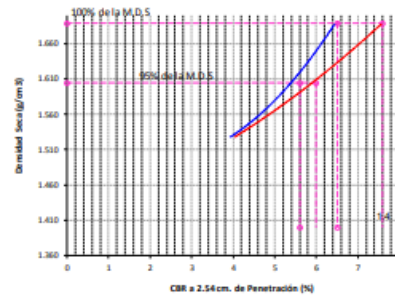
CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	3.8	6.4	3.4	4.9	2.8	3.9
105.46	5.08	0.2	8.4	7.6	5.5	5.2		

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.689 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 15.83 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.687 g/cm ³	6.4 %	7.6 %
26	1.573 g/cm ³	4.9 %	5.2 %
12	1.528 g/cm ³	3.9 %	4.0 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	6.5 %	7.6 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	5.6 %	6.0 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

German Gastelo Chirinos



Yvett Corles Forno (Firma Apreta)
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION:** martes, 05 de julio de 2022

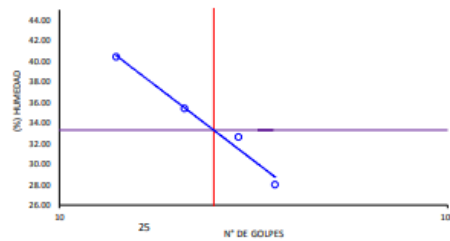
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+15% de CCA **CALICATA:** C-1 **MUESTRA:** M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno **CANTIDAD:** 97 kg aprox. **FECHA DEL ENSAYO:** 23/07/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	A-13	A-14	A-15	A-16	T-4	T-4
Número de capsula	14	21	29	36	---	---
Número de golpes	14	21	29	36	---	---
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	26.40	28.9	33.40	29.4	12.42	12.42
Peso de capsula + suelo seco (g)	21.32	23.59	27.61	24.94	11.92	11.92
Peso del Agua (g)	5.08	5.31	5.79	4.46	0.50	0.5
Peso de la capsula (g)	8.74	8.56	9.83	8.95	8.69	8.69
Peso del suelo seco (g)	12.58	15.03	17.78	15.99	3.23	3.23
Porcentaje de humedad (%)	40.38	35.33	32.56	27.89	15.48	15.48

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 33 %
LÍMITE PLÁSTICO = 15 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 18 %

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+15% de CCA
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

Germon Gastelo Cárminez



Jose Carlos Firme Ojeda Aranda
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág. 01 de 04

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: Denilson Pérez Gonzales / Yanela Ildalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 05 de julio de 2022

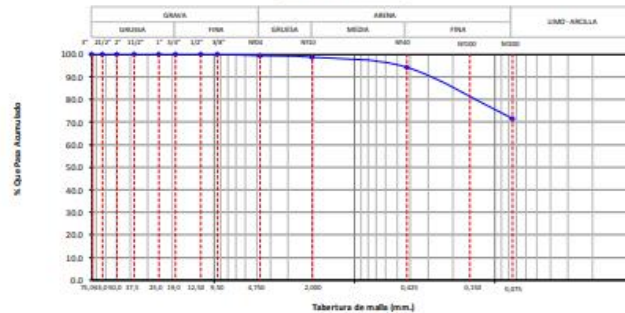
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-307 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+15% de CCA CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 20/07/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA			
	(PULG)	(mm)					TOTAL		100 %	
	3"	75.000					% GRAVA	GRAVA GRUESA	00 %	01 %
	2 1/2"	63.000				100.0				
	2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
	3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1/4"	6.300								
	Nº4	4.750	3.6	0.5	0.5	99.5		% FINO	ARENA GRUESA	
	Nº8	2.360	2.1	0.7	1.3	98.7				
	Nº10	2.000	0.0	0.0	0.0	98.7				
	Nº16	1.190	5.2	1.8	3.0	97.0				
	Nº20	0.850								
	Nº30	0.600	7.9	2.7	5.7	94.3				
	Nº40	0.425	0.0	0.0	0.0	94.3				
	Nº50	0.300	8.6	2.9	8.7	91.3				
	Nº80	0.177								
	Nº100	0.150	25.6	8.7	17.4	82.6				
	Nº200	0.075	32.1	10.9	28.3	71.7				
	< Nº200	FONDO	210.5	71.7	100.0	0.0	% LIMO - ARCILLA			72 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.)	: 33 %
Límite Plástico (L.P.)	: 15 %
Índice de Plasticidad (I.P.)	: 18 %
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	: 03 %

Análisis de las constantes físicas de los suelos:

Índice de Líquidez de la Arcilla	I.L. = -0.68	Est. Sólido
Compresibilidad	Cc = 0.207	C. Media
Índice de consistencia	I.C. = 1.68	Sólido
Potencial de Expansión		P. Medio

German Gastelo Chirinos



Jose Carlos Ferrero Oyola Arevalo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123393

DESCRIPCIÓN DEL SUELO :

Arcilla de baja plasticidad con arena
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO
A-6(11) Malo
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCS
CL

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 05 de julio de 2022

JELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea:

NORMA: NTP 339.152

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.

NORMA NTP 339.177 :2002

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

NORMA NTP 339.178 :2003

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+15% de CCA **CALICATA:** C-1 **MUESTRA:** M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno **CANTIDAD:** 97 kg aprox. **FECHA DEL ENSAYO:** 20/07/2022

Sales Solubles Totales	ppm	1495
	%	0.15
Cloruros	ppm	956
	%	0.10
Sulfatos	ppm	645
	%	0.06

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+15% de CCA
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)


German Gastelo Cármon




Anes Carlos Forno-Ayala
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION:** martes, 05 de julio de 2022

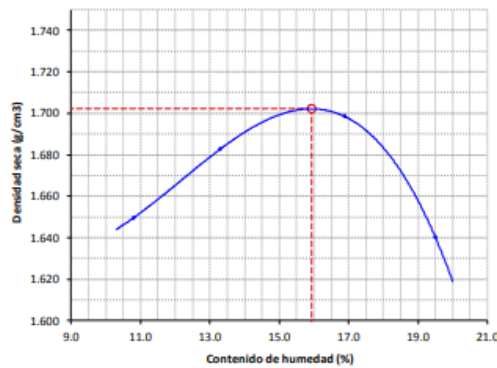
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).
NORMA: MTC E 115 / NTP 839.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+15% de CCA CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 20/07/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	5542	5617	5692	5668	2"	0.0	0.0	0.0	100.0
Peso del molde (g)	3802	3802	3802	3802	3/4"	0	0.0	0.0	100.0
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1740	1815	1890	1866	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
Volumen del molde (cm ³)	952	952	952	952	N°04	1.6	0.5	0.5	99.5
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.828	1.907	1.985	1.960	<N°04	290	99.5	100.0	0.0
CONTENIDO DE HUMEDAD					1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo + tara (g)	132.1	116.9	121.4	136.5	PESO: g				
Peso del suelo seco + tara (g)	120.9	105.2	107.0	116.3	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso de tara (g)	17.2	16.8	21.4	12.4	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4				
Peso de agua (g)	11.2	11.75	14.45	20.25	NÚMERO DE GOLPES : 25				
Peso de suelo seco (g)	103.7	88.35	85.55	103.85	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Contenido de agua (%)	10.8	13.3	16.9	19.5	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.650	1.683	1.698	1.640	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 839.134)

CLASIFICACIÓN:
 AASTHO: A-6(11)
 SUCS: CL
DESCRIPCIÓN:
 Arcilla de baja plasticidad con arena

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.702 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 15.94 %



INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 02

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN: : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 05 de julio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+15% de CCA CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno **FECHA DEL ENSAYO:** 20/07/2022

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	3		5		4										
Nº Capa	5		5		5										
Nº Golpes por capa	55		26		12										
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado									
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12289	12495	12425	12692	12329	12653									
Peso de molde (g)	8065	8065	8281	8281	8473	8473									
Peso del suelo húmedo (g)	4224	4430	4144	4411	3856	4180									
Volumen del molde (cm ³)	2126	2126	2115	2115	2119	2119									
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.987	2.084	1.959	2.086	1.820	1.973									
Densidad seca (g/cm ³)	1.709	1.709	1.678	1.678	1.561	1.561									
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-		-		-		-								
Tara + Suelo húmedo (g)	89.7	4430.0	156.3	4411.0	98.6	4180.0									
Tara + Suelo seco (g)	82.1	4224.0	138.0	4144.0	89.5	3856.0									
Peso del Agua (g)	7.55	206	18.3	267	9.1	324									
Peso del tara (g)	35.6	0.0	28.9	0.0	34.6	0.0									
Peso del suelo seco (g)	46.5	3634.0	109.1	3548.7	54.9	3307.7									
Porcentaje de humedad (%)	16.2	21.9	16.8	24.3	16.6	26.4									
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN												
			DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN						
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%				
21/07/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0				
22/07/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010					
23/07/2022	11.3	48	298.0	0.298		296.5	0.297		365.5	0.366					
24/07/2022	11.3	72	342.0	0.342		386.9	0.387		411.5	0.412					
25/07/2022	11.3	96	415.0	0.415		425.6	0.426		436.9	0.437					
			11.62	total	2.57	11.61	total	2.55	11.66	total	3.14				
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN											
				MOLDE Nº 3				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 4			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.		L. Digital	kgf	Kg/cm ²	%	L. Digital	kgf	Kg/cm ²	%	L. Digital	kgf	Kg/cm ²	%
0'00"	0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0'30"	0.640	0.025		23	23			19	19			15	15		
1'00"	1.270	0.050		45	45			36	36			21	21		
1'30"	1.910	0.075		86	86			65	65			34	34		
2'00"	2.540	0.100	70.31	148	148	7.5	11.9	98	98	6.0	8.6	56	56	3.1	4.4
2'30"	3.170	0.125		175	175			124	124			79	79		
3'00"	3.810	0.150		245	245			186	186			86	86		
4'00"	5.080	0.200	105.46	269	269	13.7	12.8	215	215	11.1	10.5	92	92	5.2	4.9
6'00"	7.620	0.300		304	304			286	286			142	142		
8'00"	10.160	0.400		325	325			304	304			169	169		
10'00"	12.700	0.500		341	341			312	312			245	245		

German Giselle Chirinos



Perez Carlos Ferra-Ujeda Aranda
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123391

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 02 de 02

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : martes, 05 de julio de 2022

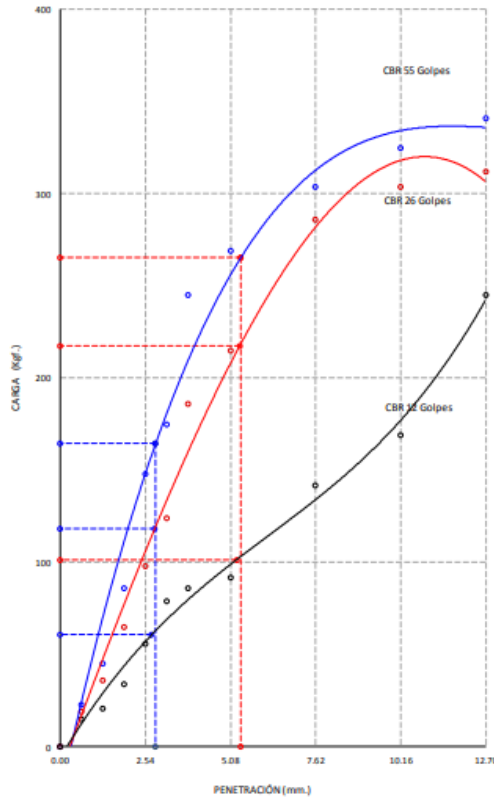
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+15% de CCA

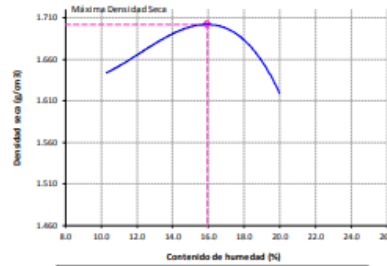
FECHA DEL ENSAYO: 20/07/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



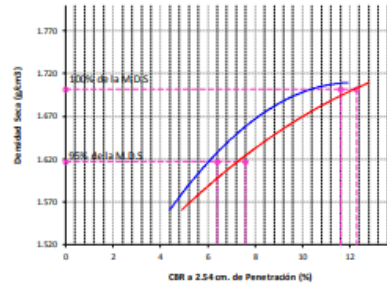
CARGA STAND. kg/cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31	2.54	0.1	7.5	11.9	6.0	8.6		
105.46	5.08	0.2	13.7	12.8	11.1	10.5		

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.702 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 15.94 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.709 g/cm3	11.9 %	12.8 %
26	1.678 g/cm3	8.6 %	10.5 %
12	1.561 g/cm3	4.4 %	4.9 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	11.6 %	12.3 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	6.4 %	7.6 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

German Gastelo Chirinos



Peter Carlos Fierro Jorda Amato
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llaucé Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN:** miércoles, 13 de julio de 2022

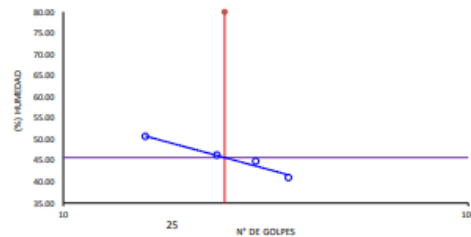
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89 / T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+2% de CBC CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 10/07/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	A-17	A-18	A-19	A-20	T-5	T-5
Número de capsula	A-17	A-18	A-19	A-20	T-5	T-5
Número de golpes	36	30	24	16	---	---
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	35.60	31.2	26.40	32.5	11.20	11.20
Peso de capsula + suelo seco (g)	28.00	24.5	20.70	24.5	10.75	10.75
Peso del Agua (g)	7.6	6.7	5.7	8	0.45	0.45
Peso de la capsula (g)	9.39	9.50	8.37	8.66	8.86	8.86
Peso del suelo seco (g)	18.61	15.00	12.33	15.84	1.89	1.89
Porcentaje de humedad (%)	40.84	44.67	46.23	50.51	23.81	23.81

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 46 %
LÍMITE PLÁSTICO = 24 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 22 %

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+2% de CBC
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

German Gastelo Chirinos
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 Pisco Corina Franco Ujeda Aranda
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág.: 01 de 04

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 I.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN : DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022
FECHA EMISION : miércoles, 13 de julio de 2022

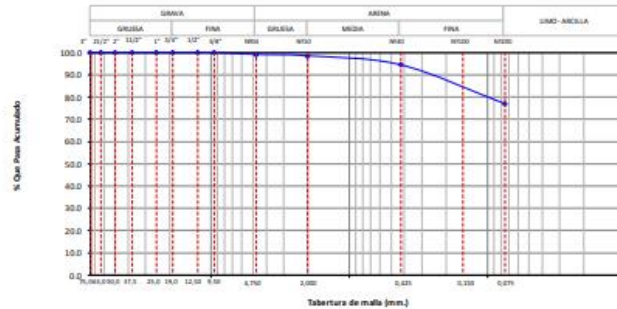
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural +2% de CBC CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 07/07/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA			
	(PULG)	(mm)					TOTAL		100 %	
	3"	75.000				100.0	% GRAVA	GRAVA GRUESA	00 %	01 %
	2 1/2"	63.000				100.0				
	2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
	3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1/4"	6.300								
	Nº104	4.750	2.1	0.7	0.7	99.3		% FINO	ARENA GRUESA	
	Nº108	2.360	1.8	0.6	1.4	98.6				
	Nº110	2.000	0.0	0.0	0.0	98.6				
	Nº116	1.190	5.1	1.8	3.2	96.8				
	Nº120	0.850								
	Nº130	0.600	6.5	2.3	5.5	94.5				
	Nº140	0.425	0.0	0.0	0.0	94.5				
	Nº150	0.300	10.4	3.7	9.1	90.9				
	Nº180	0.177								
	Nº200	0.150	16.9	5.9	15.1	84.9				
	Nº250	0.075	22.4	7.9	23.0	77.0				
	< Nº200	FONDO	218.9	77.0	100.0	0.0	% LIMO - ARCILLA	77 %	77 %	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.)	: 46 %
Límite Plástico (L.P.)	: 24 %
Índice de Plasticidad (I.P.)	: 22 %
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	: 06 %

Análisis de las constantes físicas de los suelos:

Índice de Liquidez de la Arcilla	I.L. = 0.80	Est. Sólido
Compresibilidad	Cc = 0.324	C. Media
Índice de consistencia	I.C. = 1.80	Sólido
Potencial de Expansión		P. Medio

DESCRIPCIÓN DEL SUELO :

Arcilla de baja plasticidad con arena
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO
A-7-6(1)
Malo
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SÚCS
CL

German Gastelo Chinos



Jose Carlos Forno Verde Arellano
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123353

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION:** miércoles, 13 de julio de 2022

JELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea:

NORMA: NTP 339.152

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.

NORMA NTP 339.177 :2002

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

NORMA NTP 339.178 :2003

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+2% de CBC **CALICATA:** C-1 **MUESTRA:** M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno **CANTIDAD:** 97 kg aprox. **FECHA DEL ENSAYO:** 07/07/2022


Sales Solubles Totales	ppm	1275
	%	0.13
Cloruros	ppm	785
	%	0.08
Sulfatos	ppm	642
	%	0.06

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+2% de CBC
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)


German Gastelo Chárrinos




José Carlos Forno Ojeda Arends
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION:** : miércoles, 13 de julio de 2022

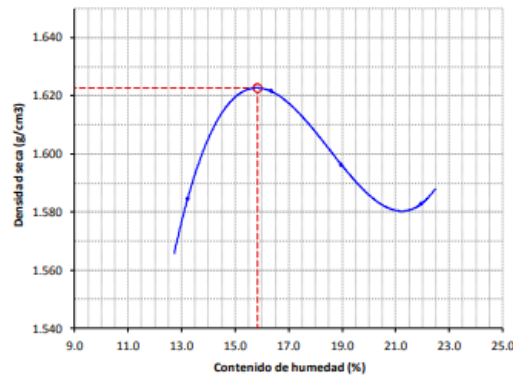
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).
NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+2% de CBC CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1 FECHA DEL ENSAYO: #####
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	5510	5598	5610	5640	2"	0.0	0.0	0.0	100.0
Peso del molde (g)	3802	3802	3802	3802	3/4"	0	0.0	0.0	100.0
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1708	1796	1808	1838	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
Volumen del molde (cm ³)	952	952	952	952	N°04	2.1	0.7	0.7	99.3
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.794	1.887	1.899	1.931	<N°04	280	99.3	100.0	0.0
CONTENIDO DE HUMEDAD					1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo + tara (g)	357.3	323.8	240.0	337.9	PESO: 8.				
Peso del suelo seco + tara (g)	324.0	289.1	213.9	290.0	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso de tara (g)	72.2	76.8	76.4	72.0	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4				
Peso de agua (g)	33.3	34.7	26.1	47.9	NÚMERO DE GOLPES : 25				
Peso de suelo seco (g)	251.8	212.3	137.5	218	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Contenido de agua (%)	13.2	16.3	19.0	22.0	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.585	1.622	1.596	1.583	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:
 AASTHO: A-7-6(14)
 SUCS: CL
DESCRIPCIÓN:
 Arcilla de baja plasticidad con arena

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.623 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 15.82 %

German Gastelo Chirinos
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 Ana Carolina Ferrero Ujeda Arriaga
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 02

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 I.E.M. FERMATI S.A.C.
SOLICITANTE : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION**: miércoles, 13 de julio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+2% de CBC CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno **FECHA DEL ENSAYO**: 07/07/2022

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN																	
Nº Molde	10		11		12															
Nº Capa	5		5		5															
Nº Golpes por capa	55		26		12															
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado														
Peso molde + Suelo húmedo (g)	12499	12960	11825	11922	11699	12053														
Peso de molde (g)	8453	8453	7646	7646	7973	7973														
Peso del suelo húmedo (g)	4046	4507	4179	4276	3726	4080														
Volumen del molde (cm3)	2161	2161	2106	2106	2100	2100														
Densidad húmeda (g/cm3)	1.873	2.086	1.984	2.031	1.775	1.943														
Densidad seca (g/cm3)	1.619	1.619	1.586	1.586	1.510	1.510														
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD																	
Nº Tara	-	-	-	-	-	-														
Tara + Suelo húmedo (g)	258.1	4507.0	124.0	4276.0	98.6	4080.0														
Tara + Suelo seco (g)	233.5	4046.0	112.3	4179.0	89.2	3726.0														
Peso del Agua (g)	24.6	461	11.7	97	9.4	354														
Peso del tara (g)	76.5	0.0	65.8	0.0	35.6	0.0														
Peso del suelo seco (g)	157.0	3497.9	46.5	3338.9	53.6	3170.1														
Porcentaje de humedad (%)	15.7	28.8	25.2	28.1	17.5	28.7														
FECHA			TIEMPO			EXPANSIÓN														
HORA			Hr.			DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN								
						Pulg.		%		Pulg.		%								
08/07/2022			11.3			0		0.000		0		0.000								
09/07/2022			11.3			24		10.0		0.010		0								
10/07/2022			11.3			48		152.0		0.152		162.0								
11/07/2022			11.3			72		265.0		0.265		298.0								
12/07/2022			11.3			96		345.0		0.345		304.0								
						11.51		total		1.32		11.59								
										total		1.40								
						11.54		total		2.12										
TIEMPO			PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN														
			Mm.			MOLDE N° 10				MOLDE N° 11				MOLDE N° 12						
			Pulg.			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN				
					L. Digital		kgf		Kg/cm2		%		L. Digital		kgf		Kg/cm2		%	
0'00"			0.000			0		0		0		0		0		0		0		
0'30"			0.640			74		74		32		32		25		25				
1'00"			1.270			56		56		48		48		34		34				
1'30"			1.910			100		100		85		85		42		42				
2'00"			2.540			118		118		6.0		6.9		90		90		2.4		
2'30"			3.170			128		128		95		95		55		55				
3'00"			3.810			140		140		105		105		61		61				
4'00"			5.080			190		190		9.7		8.4		115		115		3.5		
6'00"			7.620			240		240		145		145		75		75				
8'00"			10.160			310		310		190		190		82		82				
10'00"			12.700			340		340		210		210		90		90				

German Gastelo Chirinos



Alex Corlas Firmo-Ugola Arends
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 02 de 02

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021
UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN miércoles, 13 de julio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 182, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+2% de CBC

FECHA DEL ENSAYO: 07/07/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

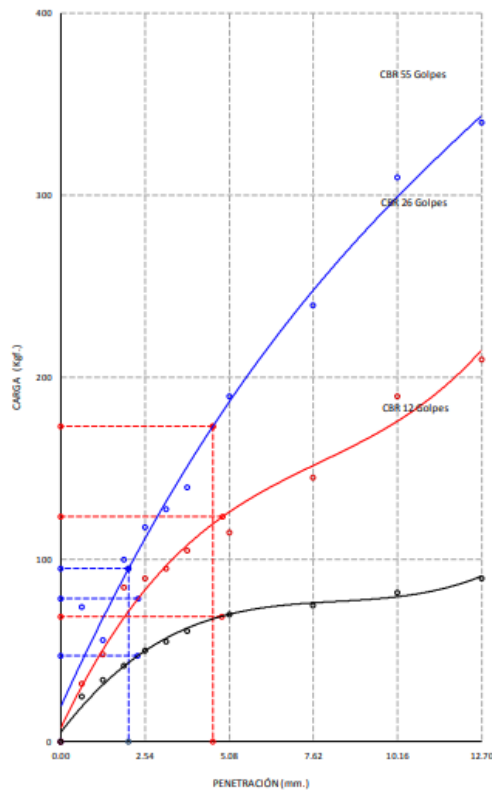
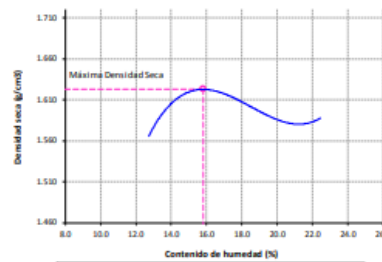
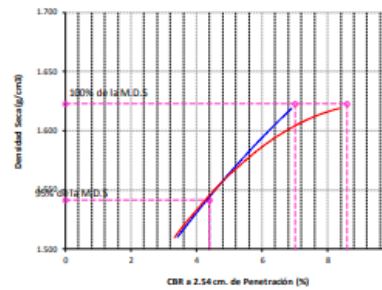


GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.623 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 15.82 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.619 g/cm³	6.9 %	8.4 %
26	1.586 g/cm³	5.7 %	6.0 %
12	1.510 g/cm³	3.4 %	3.3 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	7.0 %	8.6 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	4.4 %	4.4 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm²	%	Kg/cm²	%	Kg/cm²	%
70.31	2.54	0.1	6.0	6.9	4.0	5.7	2.4	3.4
105.46	5.08	0.2	9.7	8.4	6.3	6.0	2.4	3.4

German Gastelo Chirinos
 INGENIERO CIVIL
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

José Carlos Fierro Ujeda Arellano
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 I.E.M. FERMATI S.A.C.
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION:** miércoles, 13 de julio de 2022

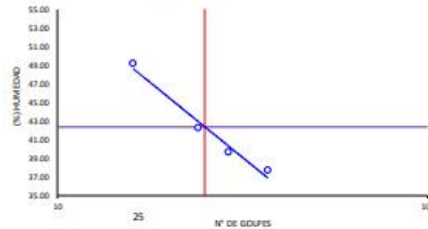
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4918 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+04% de CBC CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 30/07/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	A-01	A-02	A-03	A-04	T-8	T-8
Número de capsula	A-01	A-02	A-03	A-04	T-8	T-8
Número de golpes	37	29	24	16	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	32.60	35.1	34.60	30.5	12.10	12.10
Peso de capsula + suelo seco (g)	27.50	29.1	28.50	25	11.54	11.54
Peso del Agua (g)	5.1	6	6.1	5.5	0.56	0.56
Peso de la capsula (g)	13.97	13.97	14.06	13.82	8.83	8.83
Peso del suelo seco (g)	13.53	15.13	14.44	11.18	2.71	2.71
Porcentaje de humedad (%)	37.69	39.66	42.24	49.19	20.66	20.66

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 42 %
LÍMITE PLÁSTICO = 21 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 21 %

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+04% de CBC
- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

German Gastelo Cármona



Alan Carlos Forno Ujeda Arellano
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág.: 01 de 04

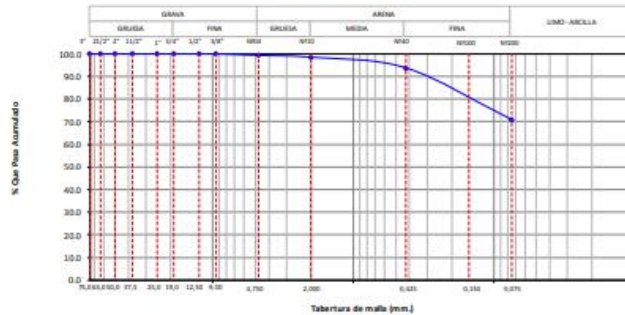
EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
SOLICITANTE: Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION:** miércoles, 13 de julio de 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural +04% de CBC CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 07/07/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DISTRIBUCION GRANULOMÉTRICA		
	(PULG)	(mm)					TOTAL	100 %	
	3"	75.000							
	2 1/2"	63.000				100.0			
	2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	% GRAVA	GRAVA GRUESA	00 %
	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
	1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0			
	3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0			
	1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
	3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
	1/4"	6.300							
	Nº104	4.750	1.9	0.7	0.7	99.3	% FINO	ARENA GRUESA	01 %
	Nº108	2.360	2.4	0.8	1.5	98.5			
	Nº110	2.000	0.0	0.0	0.0	98.5			
	Nº116	1.190	5.6	2.0	3.5	96.5			
	Nº120	0.850							
	Nº130	0.600	7.8	2.7	6.2	93.8			
	Nº140	0.425	0.0	0.0	0.0	93.8			
	Nº150	0.300	9.5	3.3	9.6	90.4			
	Nº180	0.177							
	Nº200	0.150	26.4	9.3	18.8	81.2			
	Nº200	0.075	29.5	10.4	29.2	70.8			
	< Nº200	FONDO	201.8	70.8	100.0	0.0		% LIMO - ARCILLA	71 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.)	: 42 %
Límite Plástico (L.P.)	: 21 %
Índice de Plasticidad (I.P.)	: 21 %
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	: 06 %

Análisis de las constantes físicas de los suelos:

Índice de Liquidez de la Arcilla	LL =	0.71	Est. Sólido
Compresibilidad	Cc =	0.288	C. Media
Índice de consistencia	I.C. =	1.71	Sólido
Potencial de Expansión			P. Medio

German Gastelo Chirinos



Juan Carlos Fermo Huelo Agüero
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

DESCRIPCIÓN DEL SUELO :

Arquilla de bajo plasticidad con arena
SISTEMA DE CLASIFICACION AASHTO
A-7-6(1)
Malo
SISTEMA DE CLASIFICACION SUCS
CL

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN:** miércoles, 13 de julio de 2022

JELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea:

NORMA: NTP 339.152

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.

NORMA NTP 339.177 :2002

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

NORMA NTP 339.178 :2003

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+04% de CBC. **CALICATA:** C-1 **MUESTRA:** M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno **CANTIDAD:** 97 kg aprox. **FECHA DEL ENSAYO:** 07/07/2022


Sales Solubles Totales	ppm	1312
	%	0.13
Cloruros	ppm	780
	%	0.08
Sulfatos	ppm	624
	%	0.06

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+04% de CBC
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)


German Gastelo Chérinos




Axel Carlos Ferra-Ojeda Aranda
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123331

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION:** miércoles, 13 de julio de 2022

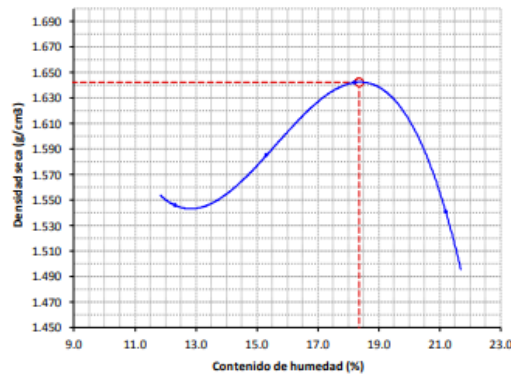
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/ple3)).
NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+04% de CBC CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1 FECHA DEL ENSAYO: 07/07/2022
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	5455	5542	5650	5580					
Peso del molde (g)	3802	3802	3802	3802	2"	0.0	0.0	0.0	100.0
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1653	1740	1848	1778	3/4"	0	0.0	0.0	100.0
Volumen del molde (cm ³)	952	952	952	952	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.736	1.828	1.941	1.868	N°04	1.9	0.7	0.7	99.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4	<N°04	281	99.3	100.0	0.0
Peso del suelo húmedo + tara (g)	357.3	323.8	240.0	337.9	PESO: g.				
Peso del suelo seco + tara (g)	326.0	291.0	214.8	291.4	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso de tara (g)	72.2	76.8	76.4	72.0	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4				
Peso de agua (g)	31.3	32.8	25.2	46.5	NÚMERO DE GOLPES : 25				
Peso de suelo seco (g)	253.8	214.2	138.4	219.4	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Contenido de agua (%)	12.3	15.3	18.2	21.2	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.546	1.585	1.642	1.541	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:
 AASTHO: A-7-6(12)
 SUCS: CL
DESCRIPCIÓN:
 Arcilla de baja plasticidad con arena

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.642 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 18.34 %



INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag. 01 de 02

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
SOLICITANTE: Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO.
UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN: lunes, 27 de junio de 2022 FECHA EMISIÓN: miércoles, 13 de julio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+04% de CBC CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 07/07/2022

DATOS DEL ENSAYO		COMPACTACIÓN										
Nº Molde		16		17		18						
Nº Capa		5		5		5						
Nº Golpes por capa		55		26		12						
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo (g)		11925	12325	11885	12292	11719	12123					
Peso de molde (g)		7805	7805	7910	7910	7836	7836					
Peso del suelo húmedo (g)		4120	4520	3975	4382	3883	4287					
Volumen del molde (cm³)		2114	2114	2119	2119	2121	2121					
Densidad húmeda (g/cm³)		1.949	2.138	1.876	2.068	1.831	2.021					
Densidad seca (g/cm³)		1.649	1.649	1.581	1.581	1.537	1.537					
DATOS DEL ENSAYO		HUMEDAD										
Nº Tara		-	-	-	-	-	-					
Tara + Suelo húmedo (g)		414.2	4520.0	385.6	4382.0	415.5	4287.0					
Tara + Suelo seco (g)		363.0	4120.0	337.0	3975.0	360.6	3883.0					
Peso del Agua (g)		51.2	400	48.6	407	54.9	404					
Peso del tara (g)		81.0	0.0	76.8	0.0	73.3	0.0					
Peso del suelo seco (g)		282.0	3486.9	260.2	3349.4	287.3	3260.0					
Porcentaje de humedad (%)		18.2	29.6	18.7	30.8	19.1	31.5					
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN									
			DIAL		EXPANSIÓN Pulg. %		DIAL		EXPANSIÓN Pulg. %			
08/07/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.000	0	
09/07/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010		10.0	0.010		
10/07/2022	11.3	48	285.0	0.285		294.0	0.294		316.0	0.316		
11/07/2022	11.3	72	365.0	0.365		398.0	0.398		474.0	0.474		
12/07/2022	11.3	96	412.0	0.412		478.0	0.478		591.0	0.591		
			11.59	total	2.46	11.66	total	2.52	11.69	total	2.70	
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN								
	Mm.	Pulg.		MOLDE N° 16			MOLDE N° 17			MOLDE N° 18		
				CARGA	CORRECCIÓN	%	CARGA	CORRECCIÓN	%	CARGA	CORRECCIÓN	%
0'00"	0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0'30"	0.640	0.025	15	15		16	16		14	14		
1'00"	1.270	0.050	42	42		32	32		24	24		
1'30"	1.910	0.075	80	80		65	65		42	42		
2'00"	2.540	0.100	70.31	105	105	5.3	8.3	86	86	4.7	6.7	
2'30"	3.170	0.125		136	136			98	98			
3'00"	3.810	0.150		180	180			126	126			
4'00"	5.080	0.200	105.46	206	206	10.5	9.9	176	176	8.1	7.6	
6'00"	7.620	0.300		236	236			190	190			
8'00"	10.160	0.400		380	380			260	260			
10'00"	12.700	0.500		420	420			320	320			

German Gustavo Chirinos



Alex Carlos Ferrero Ojeda Arellano
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 02 de 02

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : miércoles, 13 de julio de 2022

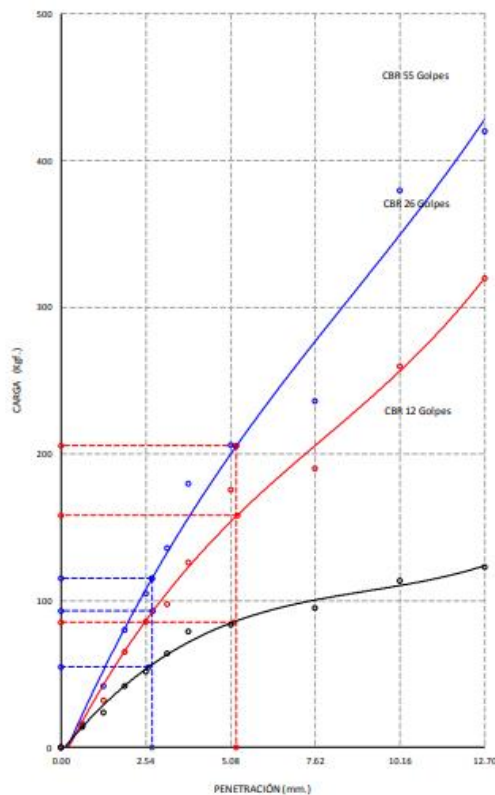
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+04% de CBC

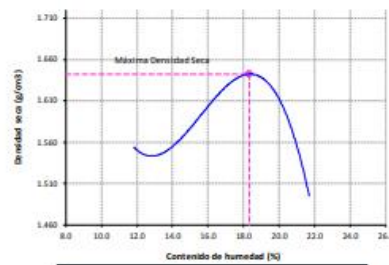
FECHA DEL ENSAYO: 07/07/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



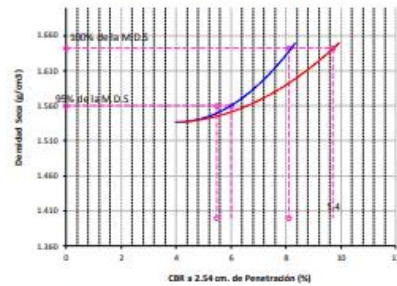
CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	5.3	8.3	4.7	6.7	2.8	4.0
105.46	5.08	0.2	10.5	9.9	8.1	7.6		

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.642 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 18.34 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.649 g/cm ³	8.3 %	9.9 %
26	1.581 g/cm ³	6.7 %	7.6 %
12	1.537 g/cm ³	4.0 %	4.1 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	8.1 %	9.7 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	5.5 %	6.0 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

German Gastelo Chirinos



Perez Carlos Firso Ojeda Arevalo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 127331

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION:** martes, 05 de julio de 2022

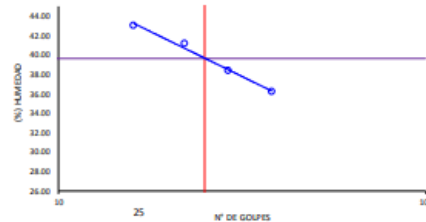
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+06% de CBC CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 23/07/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	A-01	A-02	A-03	A-04	T-9	T-9
Número de capsula	A-01	A-02	A-03	A-04	T-9	T-9
Número de golpes	38	29	22	16	---	---
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	35.60	37.4	39.10	34.1	11.50	11.50
Peso de capsula + suelo seco (g)	29.85	30.9	31.80	28	11.10	11.10
Peso del Agua (g)	5.75	6.5	7.3	6.1	0.40	0.4
Peso de la capsula (g)	13.97	13.97	14.06	13.82	9.40	9.40
Peso del suelo seco (g)	15.88	16.93	17.74	14.18	1.7	1.7
Porcentaje de humedad (%)	36.21	38.39	41.15	43.02	23.53	23.53

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 40 %
LÍMITE PLÁSTICO = 24 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 16 %

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el petionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+06% de CBC
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

German Gastelo Cármones



Peter Carlos Fierro Queda Ayala
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123291

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pág. 01 de 04

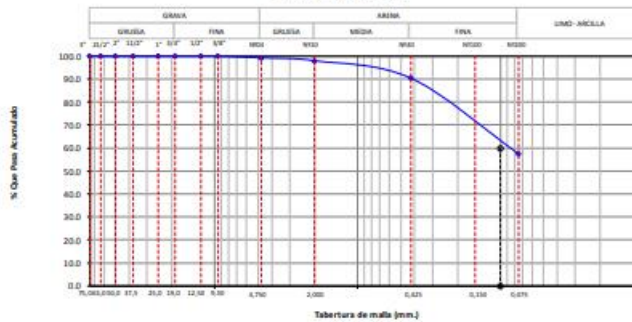
EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 05 de julio de 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: **MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88**)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural +06% de CBC CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 20/07/2022

	TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DISTRIBUCION GRANULOMETRICA			
	(PULG)	(mm)					TOTAL	100 %		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	75.000					% GRAVA	GRAVA GRUESA	00 %	01 %
	2 1/2"	63.000				100.0				
	2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
	3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1/4"	6.300					% FINO	ARENA GRUESA	01 %	42 %
	Nº4	4.750	2.1	0.8	0.8	99.2				
	Nº8	2.360	3.5	1.2	2.0	98.0				
	Nº10	2.000	0.0	0.0	0.0	98.0				
	Nº16	1.190	8.9	3.2	5.2	94.8				
	Nº20	0.850								
	Nº30	0.600	12.4	4.4	9.6	90.4				
	Nº40	0.425	0.0	0.0	0.0	90.4				
	Nº50	0.300	15.6	5.5	15.1	84.9				
	Nº60	0.177					ARENA FINA	08 %	33 %	
Nº100	0.150	36.5	13.0	28.1	71.9					
Nº200	0.075	40.2	14.3	42.4	57.6					
< Nº200	FONDO	161.9	57.6	100.0	0.0		% LIMO - ARCILLA	58 %	58 %	

CURVA GRANULOMETRICA



ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.)	: 40 %
Límite Plástico (L.P.)	: 24 %
Índice de Plasticidad (I.P.)	: 16 %
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	: 08 %

Análisis de las constantes físicas de los suelos:

Índice de Liquidez de la Arcilla	LL =	-1.03	Est. Sólido
Compresibilidad	Cc =	0.27	C. Media
Índice de consistencia	I.C. =	2.03	Sólido
Potencial de Expansión			P. Medio

German Gastelo Chirinos



Yanela Idalina Llauce Dávila
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

DESCRIPCIÓN DEL SUELO :

Arcilla arenosa de baja plasticidad
SISTEMA DE CLASIFICACION AASHTO
A-6(7) Malo
SISTEMA DE CLASIFICACION SUCS
CL

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 -2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISION:** martes, 05 de julio de 2022

JELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea:

NORMA: NTP 339.152

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.

NORMA NTP 339.177 :2002

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

NORMA NTP 339.178 :2003

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+06% de CBC **CALICATA:** C-1 **MUESTRA:** M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno **CANTIDAD:** 97 kg aprox. **FECHA DEL ENSAYO:** 20/07/2022

Sales Solubles Totales	ppm	1345
	%	0.13
Claruros	ppm	876
	%	0.09
Sulfatos	ppm	580
	%	0.06

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural+06% de CBC
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)


German Gastelo Cárminos




Abel Carlos Forno Ojeda Arevalo
INGENIERO CIVIL
R.O. Nº 137343

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 01

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C

SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila

ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"

UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE

FECHA RECEPCIÓN : lunes, 27 de junio de 2022

FECHA EMISION: martes, 05 de julio de 2022

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).
NORMA: MTC E 115 / NTP 399.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+06% de CBC

CALICATA: C-1

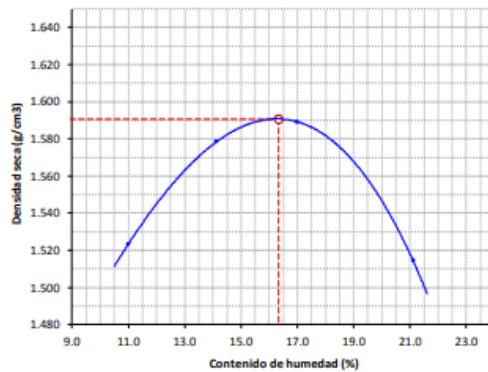
MUESTRA: M-1

FECHA DEL ENSAYO: 20/07/2022

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4	DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A, B ó C) EMPLEADO.				
					TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM	% Q. PASA
Peso del suelo + molde (g)	5412	5517	5572	5548	2"	0.0	0.0	0.0	100.0
Peso del molde (g)	3802	3802	3802	3802	3/4"	0	0.0	0.0	100.0
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1610	1715	1770	1746	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
Volumen del molde (cm ³)	952	952	952	952	N°04	2.1	0.8	0.8	99.2
Peso del volumen húmedo (g/cm ³)	1.691	1.801	1.859	1.834	<N°04	277	99.2	100.0	0.0
CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4				
Peso del suelo húmedo + tara (g)	412.1	380.5	310.5	410.5	PESO: g.				
Peso del suelo seco + tara (g)	378.4	342.9	276.5	351.5	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"				
Peso de tara (g)	72.2	76.8	76.4	72.0	MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4				
Peso de agua (g)	33.7	37.6	34	59	NÚMERO DE GOLPES : 25				
Peso de suelo seco (g)	306.2	266.1	200.1	279.5	NÚMERO DE CAPAS : 5				
Contenido de agua (%)	11.0	14.1	17.0	21.1	MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo				
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.524	1.578	1.589	1.514	DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual				

GRÁFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 399.134)

CLASIFICACIÓN:
AASHTO: A-6(7)
SUCS: CL
DESCRIPCIÓN:
Arcilla arenosa de baja plasticidad

DENSIDAD MÁXIMA SECA : 1.591 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 16.32 %

German Gastelo Chirinos



Yanela Idalina Llauce Dávila
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 01 de 02

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE: : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO: : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN: : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN: : lunes, 27 de junio de 2022 **FECHA EMISIÓN:** : martes, 05 de julio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+06% de CBC **CALICATA:** C-1 **MUESTRA:** M-1 **FECHA DEL ENSAYO:** 20/07/2022
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

DATOS DEL ENSAYO			COMPACTACIÓN												
Nº Molde	19		20		21										
Nº Capa	5		5		5										
Nº Golpes por capa	55		26		12										
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado									
Peso molde + Suelo húmedo (g)	11589	11980	11625	11892	11199	11853									
Peso de molde (g)	7640	7640	7728	7728	7657	7657									
Peso del suelo húmedo (g)	3949	4340	3897	4164	3542	4196									
Volumen del molde (cm ³)	2134	2134	2126	2126	2122	2122									
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.850	2.034	1.833	1.959	1.669	1.977									
Densidad seca (g/cm ³)	1.591	1.591	1.571	1.571	1.429	1.429									
DATOS DEL ENSAYO			HUMEDAD												
Nº Tara	-		-		-										
Tara + Suelo húmedo (g)	389.5	4340.0	374.5	4164.0	398.5	4196.0									
Tara + Suelo seco (g)	346.2	3949.0	332.0	3897.0	351.8	3542.0									
Peso del Agua (g)	43.3	391	42.5	267	46.7	654									
Peso del tara (g)	81.0	0.0	76.8	0.0	73.3	0.0									
Peso del suelo seco (g)	265.2	3394.7	255.2	3340.7	278.5	3033.4									
Porcentaje de humedad (%)	16.3	27.8	16.7	24.6	16.8	38.3									
			EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN						
			Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%							
21/07/2022	11.3	0	0.0	0.000	0	0.000	0	0.0	0.000	0					
22/07/2022	11.3	24	10.0	0.010		10.0	0.010	10.0	0.010						
23/07/2022	11.3	48	275.0	0.275		298.0	0.298	320.0	0.320						
24/07/2022	11.3	72	312.0	0.312		365.0	0.365	410.0	0.410						
25/07/2022	11.3	96	398.0	0.398		410.0	0.410	490.0	0.490						
			11.73	total	2.34	11.70	total	2.55	11.68	total	2.74				
			PENETRACIÓN												
TIEMPO	PENETRACIÓN		CARGA STAND. Kg./cm ²	MOLDE Nº 19			MOLDE Nº 20			MOLDE Nº 21					
	Mm.	Pulg.		CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN				
	L. Digital	kgf		Kg/cm ²	%	L. Digital	kgf	Kg/cm ²	%	L. Digital	kgf	Kg/cm ²	%		
0'00"	0.000	0.000		0	0			0	0						
0'30"	0.640	0.025		20	20			19	19		14	14			
1'00"	1.270	0.050		45	45			45	45		24	24			
1'30"	1.910	0.075		96	96			65	65		37	37			
2'00"	2.540	0.100	70.31	114	114	5.8	9.0	98	98	5.8	8.3	45	45	2.2	3.2
2'30"	3.170	0.125		145	145			124	124		48	48			
3'00"	3.810	0.150		190	190			175	175		52	52			
4'00"	5.080	0.200	105.46	215	215	10.9	10.3	198	198	9.6	9.1	80	80	3.6	3.4
6'00"	7.620	0.300		242	242			212	212		89	89			
8'00"	10.160	0.400		390	390			280	280		95	95			
10'00"	12.700	0.500		450	450			312	312		110	110			

German Gastelo Chirinos



Perez Carlos Fermo Olinda Arends
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Pag.: 02 de 02

EXPEDIENTE N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
SOLICITANTE : Denilson Pérez Gonzales / Yanela Idalina Llauce Dávila
ATENCIÓN : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
UBICACIÓN : DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
FECHA RECEPCIÓN martes, 05 de julio de 2022

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural+06% de CBC

FECHA DEL ENSAYO: 20/07/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

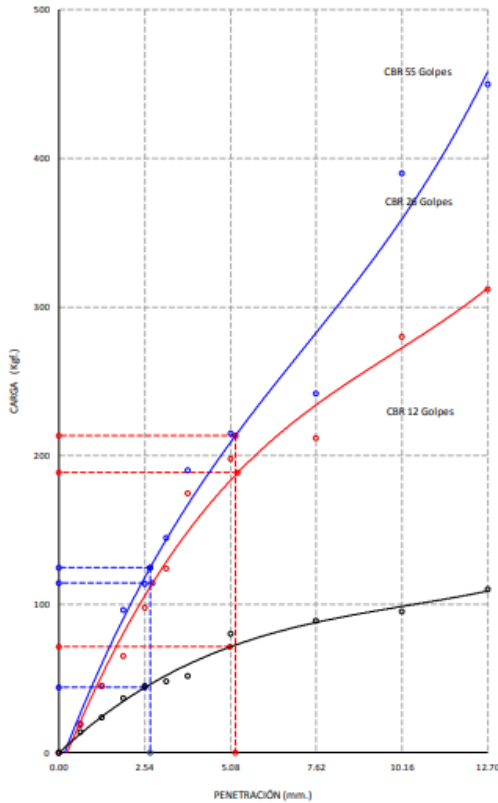
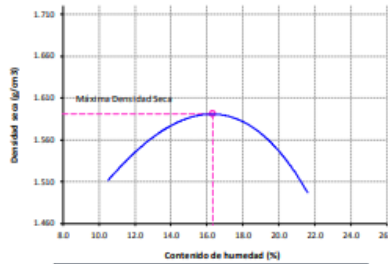
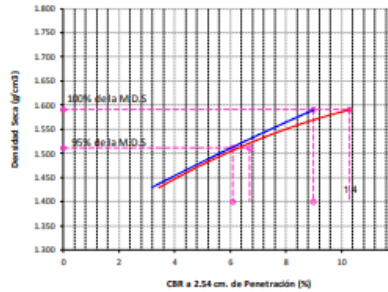


GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.591 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 16.32 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.591 g/cm3	9.0 %	10.3 %
26	1.571 g/cm3	8.3 %	9.1 %
12	1.429 g/cm3	3.2 %	3.4 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1* 2.54 cm.	0.2* 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	9.0 %	10.3 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	6.1 %	6.7 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31	2.54	0.1	5.8	9.0	5.8	8.3		
105.46	5.08	0.2	10.9	10.3	9.6	9.1		

German Gastelo Chirinos

Alex Carlos Forno Ujeda Arevalo
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Expediente N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI.S.A.C
 SOLICITANTE : Denilson Pérez Gonzales
 Yanela Idalina Llauce Dávila
 ATENCIÓN : Escuela de Ingeniería Civil
 TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
 Ubicación : DISTRITO DE CHICLAYO, REGION LAMBAYEQUE
 FECHA ENSAYO : 09/07/2022
 ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.167 : 2002 (Revisado 2015)

Identificación de la Muestra			
Muestra :	Arcilla	MUESTRA:	C-01 M-01
		PROFUNDIDAD :	1.50 m.
Datos de la muestra			
Tipo:	Forma:	Relación Altura / Diámetro:	Tipo de Falla
Remoldeado	Cilíndrico	0.5	
Diámetro:	Altura:	Área:	
5.38 cm	10.79 cm	22.73 cm ²	
Densidad Humeda:	Humedad:	Densidad Seca:	
1.871 g/cm ³	19.96 %	1.560 g/cm ³	
Datos de ensayo			
Deformación (%)	Esfuerzo (Kg/cm ²)		
0.00	0.028		
5.51	0.153		
9.42	0.402		
14.95	0.661		
19.87	0.822		
24.91	1.206		
26.37	1.853		
29.43	2.067		
30.60	1.861		
35.31	1.712		
qumax :	2.067		
Su(Cu/kgf)	0.69 Kg/cm ²		
E(Kgf)	0.05 Kg/cm ²		

qumax : Resistencia a la compresión última
 Su(Cu/kgf) Resistencia a la compresión no drenada
 E(Kgf) Módulo de elasticidad

Observaciones:



- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante.

German Gastelo Chirinos

 Asst Carlos Flores Ojeda Arends
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123251

INFORME DE ENSAYO N°3926

Expediente N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATIS.A.C
 SOLICITANTE : Denilson Pérez Gonzales
 Yanela Idalina Llauce Dávila
 ATENCIÓN : Escuela de Ingeniería Civil
 TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
 Ubicación : DISTRITO DE CHICLAYO, REGION LAMBAYEQUE
 FECHA ENSAYO : 09/07/2022
 ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.167 : 2002 (Revisado 2015)

Identificación de la Muestra			
Muestra :	Arcilla	MUESTRA :	10% CCA PROFUNDIDAD : 1.50 m.
Datos de la muestra			
Tipo:	Forma:	Relación Altura / Diámetro:	Tipo de Falla 
Remoldeado	Cilíndrico	0.5	
Diámetro:	Altura:	Área:	
5.35 cm	10.78 cm	22.48 cm ²	
Densidad Humeda:	Humedad:	Densidad Seca:	
2.012 g/cm ³	19.96 %	1.677 g/cm ³	
Datos de ensayo			
Deformación (%)	Esfuerzo (Kg/cm ²)		
0.00	0.000		
5.51	0.138		
9.42	0.331		
14.96	0.511		
19.89	0.696		
24.93	0.753		
26.39	0.825		
29.45	0.968		
30.63	1.127		
34.17	1.290		
35.34	2.357		
36.52	2.251		
38.88	2.116		
q_{max} :	2.357		
Su(Cu/kgf)	0.79 Kg/cm²		
E(Kgf)	0.03 Kg/cm²		

q_{max} : Resistencia a la compresión última
Su(Cu/kgf) Resistencia a la compresión no drenada
E(Kgf) Módulo de elasticidad

Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante.


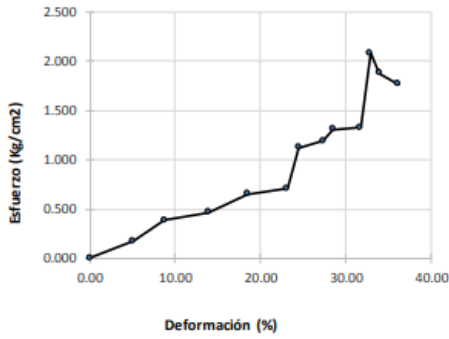

Germán Gastelo Cárminez


LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES


José Carlos Forno Ujeda Arends
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Expediente N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 SOLICITANTE : Denilson Pérez Gonzales
 Yanela Idalina Llauce Dávila
 ATENCIÓN : Escuela de Ingeniería Civil
 TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
 Ubicación : DISTRITO DE CHICLAYO, REGION LAMBAYEQUE
 FECHA ENSAYO : 09/07/2022
 ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.167 : 2002 (Revisado 2015)

Identificación de la Muestra			
Muestra :	Arcilla	MUESTRA :	12% CCA PROFUNDIDAD : 1.50 m.
Datos de la muestra			
Tipo:	Forma:	Relación Altura / Diámetro:	Tipo de Falla 
Remoldeado	Cilíndrico	0.5	
Diámetro:	Altura:	Área:	
5.30 cm	11.60 cm	22.06 cm ²	
Densidad Humeda:	Humedad:	Densidad Seca:	
1.856 g/cm ³	18.20 %	1.570 g/cm ³	
Datos de ensayo			
Deformación (%)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Esfuerzo - Deformación 	
0.00	0.000		
5.12	0.174		
8.76	0.386		
13.90	0.468		
18.48	0.652		
23.17	0.707		
24.52	1.120		
27.37	1.190		
28.47	1.306		
31.75	1.328		
32.84	2.084		
33.94	1.882		
36.13	1.765		
q_{umax} :	2.084		
Su(Cu/kgf)	0.69 Kg/cm²		
E(Kgf)	0.03 Kg/cm²		

q_{umax} : Resistencia a la compresión última
Su(Cu/kgf) Resistencia a la compresión no drenada
E(Kgf) Módulo de elasticidad

Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante.



German Gastelo Chirinos



Alan Carlos Forno Ujeda Arends
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123331

INFORME DE ENSAYO N°3926

Expediente N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATIS.A.C
 SOLICITANTE : Denilson Pérez Gonzales
 Yanela Idalina Llauce Dávila
 ATENCIÓN : Escuela de Ingeniería Civil
 TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
 Ubicación : DISTRITO DE CHICLAYO, REGION LAMBAYEQUE
 FECHA ENSAYO : 09/07/2022
 ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.167 : 2002 (Revisado 2015)

Identificación de la Muestra			
Muestra :	Arcilla	MUESTRA :	15% CCA PROFUNDIDAD : 1.50 m.
Datos de la muestra			
Tipo:	Forma:	Relación Altura / Diámetro:	Tipo de Falla 
Remoldeado	Cilíndrico	0.5	
Diámetro:	Altura:	Área:	
5.32 cm	11.10 cm	22.23 cm ²	
Densidad Humeda:	Humedad:	Densidad Seca:	
1.949 g/cm ³	18.36 %	1.647 g/cm ³	
Datos de ensayo			
Deformación (%)	Esfuerzo (Kg/cm ²)		
0.00	0.000		
5.12	0.189		
8.76	0.397		
13.90	0.490		
18.48	0.682		
23.17	0.782		
24.52	1.209		
27.37	1.523		
28.47	1.582		
31.75	1.629		
32.84	1.857		
33.94	1.661		
36.13	1.286		
qumax :	1.857		
Su(Cu/kgf)	0.62 Kg/cm²		
E(Kgf)	0.03 Kg/cm²		

qumax : Resistencia a la compresión última
Su(Cu/kgf) Resistencia a la compresión no drenada
E(Kgf) Módulo de elasticidad

Observaciones:
 - Muestreo e identificación realizado por el Solicitante.


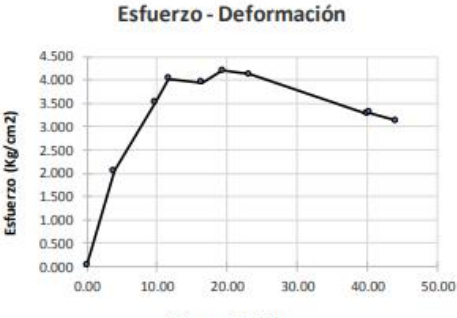

 German Gastelo Chirinos


 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES


 Anis Carlos Forno Ojeda Arellano
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Expediente N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 SOLICITANTE : Denilson Pérez Gonzales
 Yanela Idalina Llauce Dávila
 ATENCIÓN : Escuela de Ingeniería Civil
 TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
 Ubicación : DISTRITO DE CHICLAYO, REGION LAMBAYEQUE
 FECHA ENSAYO : 09/07/2022
 ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.167 : 2002 (Revisado 2015)

Identificación de la Muestra			
Muestra :	Arcilla	MUESTRA :	2% CBC
		PROFUNDIDAD :	1.50 m.
Datos de la muestra			
Tipo: Remoldeado	Forma: Cilíndrico	Relación Altura / Diámetro: 0.5	Tipo de Falla 
Diámetro: 5.44 cm	Altura: 9.84 cm	Área: 23.24 cm ²	
Densidad Humeda: 1.930 g/cm ³	Humedad: 20.39 %	Densidad Seca: 1.603 g/cm ³	
Datos de ensayo			
Deformación (%)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	<p>Esfuerzo - Deformación</p> 	
0.00	0.028		
3.87	2.055		
9.81	3.529		
11.62	4.027		
16.39	3.944		
19.36	4.192		
23.23	4.113		
40.01	3.272		
40.27	3.296		
44.14	3.122		
q_{max} :	4.192		
Su(Cu/kgf)	1.40 Kg/cm²		
E(Kgf)	0.20 Kg/cm²		

q_{max} : Resistencia a la compresión ultima
Su(Cu/kgf) Resistencia a la compresión no drenada
E(Kgf) Módulo de elasticidad

Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante.


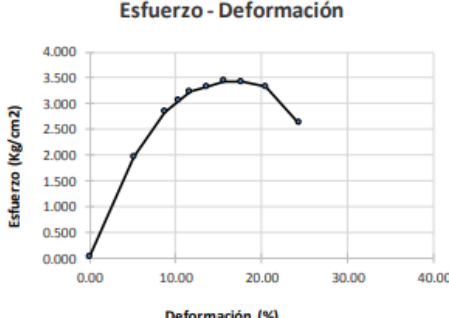

German Gastelo Chirinos




Yanela Llauce Dávila
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Expediente N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 SOLICITANTE : Denilson Pérez Gonzales
 Yanela Idalina Llauce Dávila
 ATENCIÓN : Escuela de Ingeniería Civil
 TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
 Ubicación : DISTRITO DE CHICLAYO, REGION LAMBAYEQUE
 FECHA ENSAYO : 09/07/2022
 ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.167 : 2002 (Revisado 2015)

Identificación de la Muestra			
Muestra :	Arcilla	MUESTRA :	4% CBC
			PROFUNDIDAD : 1.50 m.
Datos de la muestra			
Tipo:	Forma:	Relación Altura / Diámetro:	 Tipo de Falla
Remoldeado	Cilíndrico	0.5	
Diámetro:	Altura:	Área:	
5.44 cm	10.32 cm	23.24 cm ²	
Densidad Humeda:	Humedad:	Densidad Seca:	
1.834 g/cm ³	18.50 %	1.547 g/cm ³	
Datos de ensayo			
Deformación (%)	Esfuerzo (Kg/cm ²)		
0.00	0.028		
5.14	1.966		
8.74	2.840		
10.31	3.051		
11.72	3.227		
13.68	3.322		
15.65	3.436		
17.72	3.418		
20.48	3.324		
24.37	2.617		
q _{max} :	4.192		
Su(Cu/kgf)	1.40 Kg/cm ²		
E(Kgf)	0.25 Kg/cm ²		

q_{max} : Resistencia a la compresión última
 Su(Cu/kgf) Resistencia a la compresión no drenada
 E(Kgf) Módulo de elasticidad

Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante.

 German Gastelo Chirinos
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 Anis Carlos Fermo-Huade Arellano
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N°3926

Expediente N° : 1921 - 2022 L.E.M. FERMATIS.A.C
 SOLICITANTE : Denilson Pérez Gonzales
 Yanela Idalina Llauce Dávila
 ATENCIÓN : Escuela de Ingeniería Civil
 TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS, CHICLAYO-2021"
 Ubicación : DISTRITO DE CHICLAYO, REGION LAMBAYEQUE
 FECHA ENSAYO : 09/07/2022
 ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.167 : 2002 (Revisado 2015)

Identificación de la Muestra			
Muestra :	Arcilla	MUESTRA: 6% CBC	PROFUNDIDAD : 1.50 m.
Datos de la muestra			
Tipo:	Remoldeado	Forma:	Cilíndrico
Diámetro:	5.44 cm	Relación Altura / Diámetro:	0.5
Densidad Humeda:	1.930 g/cm3	Altura:	9.84 cm
		Área:	23.24 cm2
		Humedad:	20.39 %
		Densidad Seca:	1.603 g/cm3
Datos de ensayo			
Deformación (%)	Esfuerzo (Kg/cm2)		
0.00	0.028		
3.87	2.055		
9.81	3.529		
11.62	4.027		
16.39	3.944		
19.36	4.192		
23.23	4.113		
40.01	3.272		
40.27	3.296		
44.14	3.122		
qumax :	4.192		
Su(Cu/kgf)	1.40 Kg/cm2		
E(Kgf)	0.20 Kg/cm2		

qumax : Resistencia a la compresión ultima
 Su(Cu/kgf) Resistencia a la compresión no drenada
 E(Kgf) Módulo de elasticidad

Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante.

Germon Gastelo Cármones



Axel Carlos Flores Ojeda Arevalo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

ANEXO 5. Fotografías.







