



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS
ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO
DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA CIVIL

Autor:

Bach. Kehila Bethsua Elipheleth Guerra Armas

Asesor:

Ing. Iván Hedilbrando Mejía Díaz

Cajamarca - Perú

2019

Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes.

DEDICATORIA

A la promesa a un angelito que desde el cielo me cuida,
y a uno que en la tierra me acompaña.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis hermanos y a mi sobrina; a mi padre por sus consejos y aliento constante y en especial a mi madre, por su esfuerzo y entrega incondicional para hacer de mí, una profesional con valores. Gracias por ser el pilar y ejemplo más grande en mi vida personal y profesional.

Agradezco a quienes creyeron en mí.

A quienes estuvieron y están.

A quienes tratando de ser obstáculo,
se convirtieron en mi mayor motivación.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática.....	9
1.2. Formulación del problema	24
1.3. Objetivos	24
1.3.1. Objetivo general	24
1.3.2. Objetivos específicos.....	24
1.4. Hipótesis.....	24
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	25
2.1. Tipo de investigación	25
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	25
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	26
2.4. Procedimiento.....	29
CAPÍTULO III. RESULTADOS	46
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	55
4.1 Discusión.....	55
4.2 Conclusiones	59
REFERENCIAS	61
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 SÍMBOLOS DEL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS	18
TABLA 2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	19
TABLA 3 POBLACIÓN SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS	25
TABLA 4 LÍMITES DE ATTERBERG	46
TABLA 5 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO N° 01	47
TABLA 6 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO N° 02.....	47
TABLA 7 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO N° 03	48
TABLA 8 RESULTADOS DE PROCTOR MODIFICADO.....	50
TABLA 9 RESULTADOS DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)	52
TABLA 10 INCREMENTO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR).....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO (ASTM D 3282, 1993).....	20
FIGURA 2. PROTOCOLO DE LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE PARA EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.	26
FIGURA 3. PROTOCOLO DE LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE PARA EL ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR).	27
FIGURA 4. PROTOCOLO DE LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE PARA EL ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR).	28
FIGURA 5. CURVA GRANULOMÉTRICA DEL SUELO N° 01.....	47
FIGURA 6. CURVA GRANULOMÉTRICA DEL SUELO N° 02.....	48
FIGURA 7. CURVA GRANULOMÉTRICA DEL SUELO N° 03.....	48
FIGURA 8. DENSIDAD MÁXIMA SECA (GR/CM ³).	49
FIGURA 9. CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO.	50
FIGURA 10. CBR A 0.1” Y 0.2” SUELO N° 01.....	51
FIGURA 11. CBR A 0.1” Y 0.2” SUELO N° 02.....	51
FIGURA 12. CBR A 0.1” Y 0.2” SUELO N° 03.....	52
FIGURA 13. RESULTADOS DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 0.1".	53
FIGURA 14. RESULTADOS DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 0.2".	53

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1: CONTENIDO DE HUMEDAD.	30
ECUACIÓN 2: CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL.	30
ECUACIÓN 3: CONTENIDO DE HUMEDAD.....	31
ECUACIÓN 4: PORCENTAJE DE PESO RETENIDO EN CADA TAMIZ.	32
ECUACIÓN 5: PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO EN CADA TAMIZ.....	32
ECUACIÓN 6: PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA EN CADA TAMIZ.	33
ECUACIÓN 7: ÍNDICE PLÁSTICO.....	36
ECUACIÓN 8: ÍNDICE DE GRADO.....	36
ECUACIÓN 9: DENSIDAD SECA.	40
ECUACIÓN 10: CAPACIDAD DE SOPORTE.....	40
ECUACIÓN 11: ESFUERZO.	43
ECUACIÓN 12: CAPACIDAD DE SOPORTE.....	44

RESUMEN

El objetivo principal de esta tesis fue determinar la capacidad portante de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en tres diferentes porcentajes. Se obtuvieron muestras de suelos arcillosos de calicatas aledañas a la carretera Namora - Llacanora, que fueron analizadas en laboratorio con los ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico y límites de Atterberg, para clasificarlos según SUCS, y AASHTO; además, se realizaron los ensayos de Proctor modificado y CBR. Los datos obtenidos se analizaron para determinar la influencia de la incorporación de pseudotallo de plátano en el CBR de los suelos, obteniendo que: para el suelo N° 01 para un CBR al 0.1” y al 0.2” la muestra patrón obtuvo valores de 0.577 y 0.615, con incorporación del 0.25% de 0.870 y 0.900, con incorporación del 0.50% de 0.405 y 0.405 y con incorporación del 0.75% de 0.358 y 0.365, respectivamente. Para el suelo N° 02 para un CBR al 0.1” y al 0.2” la muestra patrón obtuvo valores de 0.370 y 0.465, con incorporación del 0.25% de 1.185 y 1.310, con incorporación del 0.50% de 0.592 y 0.633 y con incorporación del 0.75% de 0.468 y 0.485, respectivamente. Para el suelo N° 03 para un CBR al 0.1” y al 0.2” la muestra patrón obtuvo valores de 0.873 y 0.980, con incorporación del 0.25% de 1.150 y 1.165, con incorporación del 0.50% de 0.794 y 0.808 y con incorporación del 0.75% de 0.433 y 0.515, respectivamente. Confirmando parcialmente la hipótesis planteada.

Palabras clave: suelo, clasificación, densidad máxima seca, óptimo contenido de humedad, CBR, muestra patrón, incorporación.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En toda obra de ingeniería civil, el suelo juega un papel muy importante; más aún cuando hablamos de obras que impliquen la estabilización de taludes, construcción de terraplenes, refuerzos de bases de pavimentos, mejoramiento de suelos licuables, u otras similares. El estudio de las propiedades mecánicas y físicas del suelo, su composición mineralógica y clasificación, son aspectos que al ejecutar una obra civil deben adaptarse a las exigencias que ésta presenta. No obstante, al realizarse este tipo de obras no siempre se encuentra el suelo adecuado que garantice la estabilidad y durabilidad de una explanada. Si unimos a ello la creciente importancia medioambiental y la presión social por minimizar la apertura de nuevos préstamos y vertederos necesarios para el movimiento de tierras de una infraestructura, es evidente que deberíamos esforzarnos en utilizar materiales calificados como tolerables, marginales e incluso inadecuados (Yepes, 2014).

Al lidiar con estos sitios la práctica convencional suele estar limitada a remplazar el suelo problemático con un material de relleno de buena calidad o, evitarlo construyendo con cimentaciones profundas; ambas soluciones suelen ser altamente costosas, razón por la cual, se vuelven atractivas las técnicas de mejoramiento o refuerzo de suelos.

En el último siglo, el ser humano ha ido desarrollando numerosos métodos y técnicas para mejorar las propiedades mecánicas y las características resistentes a la compresión y a la tracción de los suelos, todos ellos precisamente, mediante la

incorporación de materiales o sustancias conocidos como refuerzo. Este material de refuerzo cumple una función específica que es incrementar la estabilidad, capacidad de carga y disminuir los asentamientos del suelo; producto de estos estudios es que actualmente existen numerosos métodos de mejoramiento o estabilización de suelos. Muchos de estos estudios han empleado técnicas como: mallas de acero, inyecciones de concreto, anclajes, fibras naturales, etc. (Vettorelo & Clariá, 2014).

Si bien el refuerzo de suelos mediante la adición de fibras es una técnica antigua, su estudio ha adquirido interés recién en los últimos 20 años. Diversos investigadores han estudiado en los últimos años el comportamiento de suelos reforzados mediante la adición de fibras. En general, los diferentes estudios concuerdan en que la resistencia al corte se incrementa al introducir fibras a la matriz de suelo (Vettorelo & Clariá, 2014)

Existen ya algunas investigaciones que han sido publicadas en las cuales se propone la utilización de fibras naturales de origen orgánico, el refuerzo de suelo mediante estas fibras es un método eco amigable y de bajo costo. Además, considerando que, en un país como el nuestro, las fibras naturales son fáciles de conseguir a partir de los restos de frutas y plantas que se utilizan en la industria alimentaria, se puede establecer como un método bastante innovador y prometedor.

En el año 2017, se presentó un proyecto en la cuarta edición de los Premios Latinoamérica Verde, que establecía un hormigón con refuerzo de fibra de pseudotallo de plátano, debido a que, como lo menciona el proyecto, de las propiedades del

pseudotallo de plátano se obtendría que es un material óptimo y resistente para la construcción; además, varios países latinoamericanos producen grandes cantidades de plátano, pero sus tallos son desechados y contaminan el medio ambiente.

En nuestro país, se da una gran cantidad de producción de plátano debido a los diversos climas que permiten el cultivo de este fruto en diversos departamentos y ciudades. Casi todos los bananos exportados por Perú son orgánicos, representando alrededor del 3% de la producción mundial de banano orgánico (FAO, 2017).

Del mismo modo referente a la producción de plátano en nuestra ciudad, el Instituto Nacional de Estadística e Informática señala: “en octubre 2009, la producción de plátano se incrementó en los departamentos de Tumbes (123,3%), Huánuco (25,7%), Cajamarca (9,3%), Piura (8,5%), Pasco (6,6%) y Junín (4,8%), que en conjunto representaron el 72,5% de la producción nacional” (INEI, 2009).

En Cajamarca, específicamente la zona norte, corresponde a un clima de selva tropical, con temperaturas que en promedio se sitúan en 26°C y precipitaciones que varían de 900 - 1 100 mm. Cuenta con el mayor potencial agrícola, alta productividad en café, frutas como papaya, piña, plátano, cacao, café, arroz y leguminosas. Comprende a las provincias de Jaén, San Ignacio y, algunos distritos ubicados en la parte norte de la provincia de Cutervo (BCRP, 2007).

Entre las múltiples técnicas de estabilización de suelos existe una que es el reforzamiento o estabilización mediante la adición de fibras, sean naturales o

sintéticas, el mejorar un suelo mediante el uso de fibras naturales, implicaría una solución eco amigable y de costo reducido, fácil de implementar con el uso de equipos convencionales, sin riesgo de dañar el material de refuerzo y no viéndose modificado por condiciones climáticas como sucede con otro tipo de estabilizantes. Sin embargo; hasta ahora las investigaciones desarrolladas en esta novedosa y prometedora técnica son escasas. La fibra de pseudotallo de plátano es una fibra bastante resistente, tal como lo han demostrado estudios previos de sus propiedades, además de ser de fácil obtención y bajo costo.

Por ello se realizó la presente investigación a fin de brindar información de la influencia de dicha fibra en la estabilización de tres suelos, sentando un precedente para futuras investigaciones. Así también, la presente investigación tuvo como finalidad determinar la influencia de la incorporación de fibra de pseudotallo de plátano en la capacidad portante de los suelos, puesto que, al comprobarse la posibilidad de mejorar los suelos con estas fibras naturales, este método de mejoramiento de suelos sería idóneo para implementarse en la estabilización de taludes, construcción de terraplenes, refuerzos de bases de pavimentos, mejoramiento de suelos potencialmente licuables, entre otros. Investigaciones anteriores han podido determinar que el uso de fibras orgánicas o naturales influyen positivamente en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de los suelos, así tenemos a:

Serin y Neethu (2018) en su artículo científico “Estabilización de arcilla de Kuttanad expansiva utilizando Fibras de paja de arroz tratadas con cal” presentado en la Revista Internacional de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología de Ingeniería,

determinaron el efecto de la incorporación de fibras de lima y paja de arroz en Arcilla Kuttanad.

Para ello, realizaron pruebas de gravedad específica, límite líquido, límite plástico, límite de contracción, análisis de hidrómetro, prueba de compresión no concentrada, consolidación, prueba de CBR y prueba de compactación.

Se obtuvo suelo arcilloso de Kuttanad y fue mezclado con diferentes porcentajes de Cal (2%, 4%, 6% y 8%), fue sometido a pruebas correspondientes para encontrar el valor óptimo de cal y de contenido de humedad. Luego se obtuvo fibra de paja de arroz y se incorporó en la arcilla en cuatro diferentes porcentajes (0.25%, 0.5%, 0.75% y 1%), determinándose el porcentaje óptimo de fibra correspondiente a la máxima resistencia a la compresión no confinada, también encontraron la densidad seca y contenido óptimo de humedad.

Las propiedades de la arcilla Kuttanad mejoraron debido a la adición de fibra de paja de arroz, se obtuvo un valor máximo de CBR de 5.095 para un porcentaje de 0.5% de paja de arroz en un contenido óptimo de Cal del 6%. Así también el porcentaje de aumento en la resistencia obtenida para la prueba de resistencia a la compresión no limitada fue de 19.7%. El resultado obtenido para la arcilla Kuttanad es satisfactorio y el suelo tratado muestra un mayor aumento en resistencia y da mejores resultados para material de pavimento.

Chaple (2013) en su artículo “Rendimiento de la tierra arcillosa reforzada con fibra de Coco”, presentado en la Revista Internacional de Ingeniería y Ciencia (IJES), dicho trabajo se centró en dos parámetros que fueron el porcentaje de refuerzo de fibra y la profundidad de colocación de la fibra. Permitiendo así determinar el efecto de la fibra

de Coco en la capacidad de carga y asentamiento de zapatas con parámetros tales como espesor de capa reforzada (B, B/2, B/4) con 0.25%, 0.5%, 0.75% y 1.0% de fibra de Coco.

Para ello, se tomó una muestra de suelo arcilloso y se incorporaron fibras de Coco al azar, que se mezclaron manualmente, hasta que se obtuvo una mezcla homogénea entre fibras y arcilla; estas fibras se utilizaron como un refuerzo de tamaño de 20 a 30 mm. Se elaboró una zapata modelo, hecha de hierro fundido para que tenga perfecta rigidez y mecanizado a las dimensiones adecuadas. Todas las pruebas se realizaron sobre una base cuadrada de 100 mm. en un tanque cuadrado de tamaño 500 mm x 500 mm x 400 mm. El interior del tanque fue marcado cada 5 cm.

Se colocó en un primer momento la arcilla no reforzada y en un segundo momento la arcilla reforzada con fibra de coco en el tanque, en capas de 50 mm de espesor y cada capa se compactó para alcanzar la densidad y altura requeridas. Cada capa se compactó adecuadamente con un tamper que tiene una base circular de 150 mm de diámetro para obtener la densidad requerida. Después de llenar el tanque, se niveló la superficie superior de arcilla.

Se aplicó una carga de asiento de 7 kN/m^2 y se liberó después de 30 minutos antes de comenzar la prueba. La carga se aplicó y aumentó un incremento de aproximadamente una décima parte de la carga final estimada. El cambio fue observado para cada incremento de carga después de un intervalo de 1, 2.25, 4, 6.25, 9, 16 y 25 min y luego cada hora. Intervalos al más cercano 0.01 mm.

El incremento de carga se aplicó cuando la tasa de liquidación se redujo a 0.01 mm por hora. Se graficaron curvas de asentamiento de carga para suelos no reforzados y reforzados con fibra. Los resultados obtenidos fueron un aumento significativo en el

CBR del suelo arcilloso con la inclusión de fibras de coco. La capacidad máxima de carga para suelo no reforzado fue de 250.0 kN/m^2 .

La capacidad de carga máxima para suelo reforzado con fibra de fibra de coco del 0.25% para la profundidad 100 mm, de 50 mm y 25 mm fue 360.0 kN/m^2 , 415.0 kN/m^2 y 570.0 kN/m^2 respectivamente.

Se encontró que la capacidad de carga para suelo reforzado con fibra de fibra de 0,5% para 100 mm, 50 mm y 25 mm de profundidad fue 425.0 kN/m^2 , 495.0 kN/m^2 y 665.0 kN/m^2 respectivamente.

De manera similar la capacidad de carga última para suelo reforzado con 0,75% de fibra de coco para 100 mm, 50 mm y 25 mm de profundidad fue de 375.0 kN/m^2 , 445.0 kN/m^2 y 590.0 kN/m^2 respectivamente. Y la capacidad de carga máxima para suelos reforzados con fibra de fibra de coco del 1.0% para 100 mm, 50 de mm y 25 mm fue de 320.0 kN/m^2 , 360.0 kN/m^2 y 525.0 kN/m^2 respectivamente.

Se concluyó que la capacidad de carga máxima se incrementa con el aumento del contenido de fibra hasta un 0,50% y luego empieza a disminuir con la inclusión de las fibras. Y la capacidad máxima de carga es máxima en 0,50% de fibra, con 25 mm de profundidad de suelo reforzado con fibra (B/4).

Marandi y Bagheripour (2008) en su artículo “Resistencia y ductilidad de los suelos de arena limosa reforzada con fibras de palma distribuidas al azar” presentado en la Revista Americana de Ciencias Aplicadas; investigaron el comportamiento de la tensión-deformación, rigidez, máxima resistencia, resistencia residual y ductilidad de los suelos limo-arenosos reforzados con fibras de palmera datilera.

El suelo utilizado en la investigación fue una arena limosa tal como fue clasificada por el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y fibras de palma con diferentes longitudes e incorporadas en diferentes porcentajes. Los contenidos de fibra de palma para los especímenes fueron 0.25%, 0.50%, 0.75%, 1.00% y 1.5% por peso total seco y las longitudes de dicha fibra fueron de 20mm. y 40mm.

Se realizaron pruebas de CBR, para evaluar los efectos de la fibra de palma en la máxima resistencia del medio fibra-suelo. La prueba fue realizada en muestras con inclusión de fibra de 0.25%, 0.50%, 0.75%, 1.00% y 1.50%, para longitudes de fibra de 20mm y 40mm y para estados húmedos y saturados. Las pruebas de CBR se llevaron a cabo según ASTM D 1883.

Los especímenes se realizaron en un molde de acero CBR con un diámetro interior de 152 mm y altura de 172 mm. las muestras fueron compactadas según la norma ASTM D 1557 que consta de cinco capas con óptimo contenido de humedad del 12,42%. La mezcla de suelo-fibra se realizó como fue anteriormente descrito, las muestras húmedas se ensayaron inmediatamente después de la fase de compactación, mientras que las muestras saturadas se sumergieron en agua potable durante 24 horas y luego probado dentro de los 10 minutos de la eliminación del depósito de remojo.

Una placa de recargo que proporciona una presión de 2.44 kPa. se colocó en cada espécimen antes de la prueba. Cada espécimen se colocó en un marco de carga y se midió la deformación de estos con ayuda de un dial y penetración del pistón de carga. El pistón de carga utilizado tenía un área de sección transversal de 1940mm². Todas Las pruebas se realizaron a una tasa de penetración de 1.27mm/min, hasta una penetración de 12,5 mm. Se concluyó que los valores de CBR fueron afectados por los aumentos en la inclusión de la fibra y la longitud de la fibra.

El aumento promedio entre muestras saturadas y húmedas, para longitudes de fibra de 20 mm y 40 mm, es de 18% y 24,8%, respectivamente. Se encontraron diferencias similares entre los resultados para los especímenes húmedos con aumento, para longitudes de fibra de 20 mm y 40 mm, siendo estos 8,6% y 2,9%, respectivamente. Se puede concluir que; el aumento en la longitud de la fibra aumenta efectivamente el CBR, y esta tendencia es más incrementada con el aumento de la inclusión de la fibra. Las muestras que saturan disminuyen considerablemente los valores de CBR.

Es necesario para el desarrollo de la presente investigación tener en cuenta conceptos básicos como:

Suelo.

Para la ingeniería civil el término “suelo” se define como el depósito de partículas no cementadas de granos minerales, materia orgánica descompuesta, junto con líquido y gases, los cuales ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas, el suelo es de gran importancia ya que forma parte del apoyo de las estructuras construidas por el hombre, además el suelo se usa como material de construcción si cumple con las características geotécnicas necesarias para su fin, de no cumplirlas se pueden usar métodos para mejorarse (Campos & Vásquez, 1992).

Clasificación de suelos.

Para la clasificación de los suelos tenemos diversos sistemas de clasificación siendo los más comunes: El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y el American Association of State Highway Officials (AASTHO).

SUCS

Este sistema fue presentado por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en 1942 para aeropuertos. El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema divide los suelos primero en dos grandes grupos: granos gruesos y granos finos.

Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. Cada letra es descrita debajo (con la excepción de Pt). Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado u otros. También se le denomina clasificación modificada de Casagrande (Crespo, 2004).

De acuerdo a la norma ASTM D2487 la cual tomo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) como parte de sus métodos normalizados, nos muestra que para este sistema usaremos símbolos de grupo consistentes en un prefijo que designa la composición del suelo y un sufijo que matiza sus propiedades.

Tabla 1

Símbolos Del Sistema Unificado De Clasificación De Suelos

TIPO SUELO	DE PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	0	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

Fuente: ASTM 2487, 2004

En función de estos símbolos, pueden establecerse diferentes combinaciones que definen uno y otro tipo de suelo:

Tabla 2

Clasificación de Suelos

SÍMBOLO		CARACTERÍSTICAS GENERALES			
GW GP GM GC	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas Pobrementemente graduadas		
		Con finos (Finos>12%)	Componente limoso Componente arcilloso		
		SW SP SM SC	ARENAS (<50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas Pobrementemente graduadas
				Con finos (Finos>12%)	Componente limoso Componente arcilloso
ML MH	LIMOS	Baja plasticidad (LL<50)	Alta plasticidad (LL>50)		
CL CH	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL<50)	Alta plasticidad (LL>50)		
OL	SUELOS	Baja plasticidad (LL<50)			
OH	ORGÁNICOS	Alta plasticidad (LL>50)			
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos			

Fuente: ASTM 2487, 2004

AASHTO

La norma ASTM D-3282 (1973) define lo siguiente: este sistema clasifica a los suelos según el tamaño del grano, y según su plasticidad; sin embargo, este sistema no da mucha descripción del material, pero si su aplicación en cuanto a carreteras y a tecnología del concreto (ASTM D-3282, 1973).

La clasificación se basa en tres criterios: tamaño del grano, plasticidad, índice de grupo (IG).

Clasificación	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)						Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2-4				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	51 mín 10 máx	- - 35 máx			- - 36 mín				
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40											
Límite líquido	-		-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)
Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				

- (1) : No plástico
 (2) : El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menos a LL menos 30
 El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30

Figura 1. Clasificación de suelos AASHTO (ASTM D 3282, 1993).

Propiedades físico-mecánicas de suelos.

El conocimiento de las principales propiedades de los suelos es de vital importancia, pues mediante su correcta interpretación se puede predecir el futuro comportamiento del terreno bajo cargas (Crespo, 2004).

Las propiedades más relevantes al momento de realizar algún tipo de estabilización son la estabilidad volumétrica, la resistencia, permeabilidad y compresibilidad. Al elegir algún tipo de producto para mejorar las características de los suelos los estudios se deben concentrar en verificar si mejora alguna de estas propiedades (Ravines, 2010).

Estabilización de suelos.

Según la normativa peruana la estabilización agrupa a un concepto general que considera el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de un suelo a través

de procedimientos mecánicos y fisicoquímicos. Se puede decir que la estabilización es el proceso mediante el cual se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento para corregir alguna deficiencia o alterar sus propiedades físicas o mecánicas, de modo que se incremente o mejore un suelo, para que sea capaz de soportar los efectos del tránsito y las condiciones de clima más severas dándole estabilidad en cualquier condición de tiempo y servicio (Fratelli, 1993).

Se pueden clasificar los suelos en:

- Estabilización Mecánica: puede ser por compactación si busca mejorar el suelo sobre el que se va a construir, sin cambiar su estructura ni su composición inicial o puede ser por cambio de granulometría cuando el suelo sobre el que se va a construir se mezcla con uno o más materiales que contengan propiedades complementarias a éste, con la finalidad de obtener un material de mejor calidad en cuanto a plasticidad y a granulometría (Quezada, 2007, págs. 11-12).
- Estabilización Química: se define como “la compactación o impermeabilización de los mismos por la reacción o precipitación de dos o más sustancias químicas puras, que entran en contacto en la masa del suelo” (Fratelli, 1993, pág. 114).
- Estabilización Física: “este tipo de estabilización se utiliza para mejorar las características de un suelo produciendo cambios físicos en el mismo. Algunos de los tipos de estabilización física son mezclas de suelos, vibro flotación, geotextiles y consolidación previa” (Quezada, 2007, pág. 11).

Estabilización con fibras.

Consiste en adicionar un porcentaje de fibras sean de origen natural o sintético al suelo, para alterar sus propiedades y estabilizarlo.

Gray y Ohashi, 1983, citado en Vettorelo & Clariá, 2014, señalan:

- Características de la fibra: tipo de fibra, longitud, forma, relación de aspecto (longitud – diámetro), rugosidad.
- Características del suelo: distribución granulométrica; tamaño, forma y rugosidad de partículas; contenido de humedad; entre otros.
- Contenido de fibras.
- Orientación de las fibras.
- Relación de vacíos del suelo reforzado.
- Método de compactación del suelo reforzado (pág, 28).

Estabilización con fibras sintéticas

Son muchas las posibilidades, en general, se buscan materiales sintéticos caracterizados por una alta resistencia mecánica y alta durabilidad. Las fibras más frecuentemente utilizadas son las de polipropileno, fibras de monofilamento de poliamida y alcohol de polivinilo (Vettorelo & Clariá, 2014).

Estabilización con fibras naturales.

Sobre las fibras naturales, “son biopolímeros y por su estructura (celulosa, lignina, hemicelulosa, entre otros) considerados como materiales compuestos. Los biopolímeros son definidos como materiales biodegradables, pues pueden sufrir fácil descomposición o degradación” (Rodríguez, 2014, pág. 12)

Para reforzar un suelo se pueden utilizar fibras naturales, las mismas que tienen un origen orgánico pues son obtenidas de frutos y plantas, y poseen características que permiten utilizar este material fibroso para mejorar la resistencia del suelo, muchas veces de igual manera que una fibra sintética, pero considerando que su costo es

menor. Existen innumerables tipos de fibras naturales, debido a su origen; sin embargo, en materia de construcción se han trabajado solo algunas debido a sus características, como son: fibra de coco, fibra de palma, fibra de celulosa procesada, fibra de paja de arroz, fibra de pseudotallo de plátano.

Fibra de pseudotallo de plátano.

La fibra de pseudotallo de plátano es un material obtenido del tallo mismo del plátano, el cuál al recogerse el fruto se desperdicia. El pseudotallo es cortado después de la cosecha y mediante un proceso de desfibrado manual o mecánico son extraídas las fibras. Las fibras son cepilladas para remover los residuos, secadas en la sombra o al sol hasta una humedad de $13 \pm 2\%$. Posteriormente son almacenadas a una temperatura de 20°C y humedad de $62 \pm 2\%$ humedad relativa, hasta su uso (Rodríguez, Sarache, & Orrego, 2014)

Ensayos de suelos.

Según la normatividad peruana se deberán considerar además ensayos de mecánica de suelos para poder caracterizar y clasificar los mismos, en ese sentido se deberán tomar en cuenta las Normas Técnicas Peruanas siguientes:

- Contenido de Humedad, (NTP 339.127, 1999).
- Análisis granulométrico, (NTP 339.128, 1999).
- Clasificación de Suelos SUCS (NTP 339.134, 1999).
- Límites de Atterberg, (NTP 339.129, 1999).
- Proctor Modificado, (NTP 339.141, 1999).
- CBR (California Bearing Ratio) de suelos compactados en el laboratorio, (NTP 339.145, 1999).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la influencia de incorporar tres diferentes porcentajes de fibra de pseudotallo de plátano en la capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la capacidad portante de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en tres diferentes porcentajes.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar y clasificar las muestras de suelo por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y por AASHTO.
- Determinar la capacidad portante de las muestras de suelo sin incorporación (muestra patrón) y de las muestras de suelos con incorporación de 0.25%, 0.5%, 0.75% de fibra de pseudotallo de plátano.
- Comparar los resultados de la capacidad portante (CBR) de la muestra patrón y las muestras de suelo con incorporación de 0.25%, 0.5%, 0.75% de fibra de pseudotallo de plátano.

1.4. Hipótesis

La incorporación de fibra de pseudotallo de plátano influye positivamente en la capacidad portante (CBR) de los tres suelos incrementando su valor hasta en 25% por cada 0.25% de incorporación de fibra.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es del tipo experimental.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Unidad de estudio: Espécimen de suelo sin incorporación y con incorporación de fibra de pseudotallo de plátano para el índice California Bearing Ratio (CBR).

Población: De acuerdo a la norma NTP 339.175, que establece tres especímenes de suelo sin incorporación de fibra de pseudotallo de plátano para obtener el índice California Bearing Ratio (CBR) de la muestra patrón y, tres especímenes para cada incorporación de 0.25%, 0.5% y 0.75% de fibra de pseudotallo de plátano por cada tipo de suelo, lo que daría un total de 36 especímenes.

Muestra: Igual a la población, tomada de acuerdo a la NTP 339.175, que establece tres especímenes de suelo para el ensayo de CBR.

Tabla 3

Población según la Clasificación de Suelos.

	Suelo N° 01	Suelo N° 02	Suelo N° 03
Muestra patrón			
0 %	3	3	3
0.25 %	3	3	3
0.50 %	3	3	3
0.75 %	3	3	3
TOTAL		36	

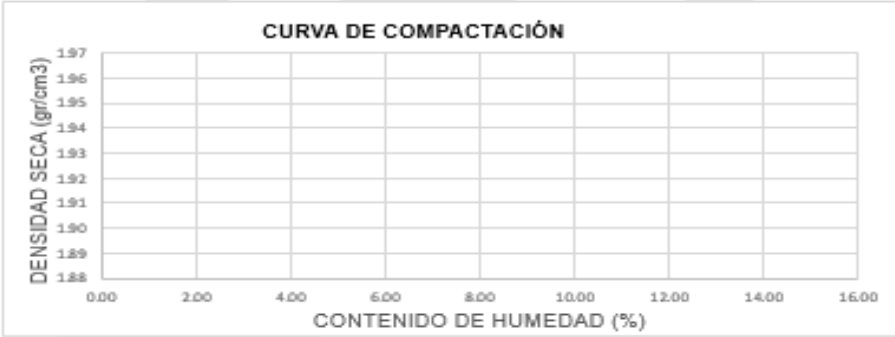
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

La recolección de datos se realizó mediante la técnica de observación directa y los instrumentos que se utilizaron fueron los protocolos de laboratorio normados para cada uno de los ensayos que se han realizado.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141				CPM-LS-UPNC:			
PROYECTO:									
CALICATA:		ESTRATO:		TIPO DE MATERIAL:					
UBICACIÓN:				COLOR DE MATERIAL:					
FECHA DE MUESTREO:				RESPONSABLE:					
FECHA DE ENSAYO:				REVISADO POR:					

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr								
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr								
C	Peso Muestra Húmeda	gr								
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³								
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³								
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr								
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr								
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr								
K	Peso del Agua	gr								
L	Peso Muestra seca	gr								
M	Contenido de Humedad W%	%								
N	Promedio Contenido de humedad Optimo	%								
O	Densidad Seca Máxima; D _s	gr/cm ³								

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 2. Protocolo de laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte para el ensayo de Proctor Modificado.

Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes.


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
		ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LB-UPNC:			
		NORMA: MTC E132 / ASTM D188								
		PROYECTO:								
CALIGATA:		ESTRATO:		TIPO DE MATERIAL:						
UBICACIÓN:				COLOR DE MATERIAL:						
FECHA DE MUESTREO:				RESPONSABLE:						
FECHA DE ENSAYO:				REVISADO POR:						
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
DESCRIPCIÓN		UND	1		2		3			
Nº Golpes			5		6		5			
Nº Golpes por Capa			13		27		55			
Condición de Muestra			Antes	Despu.	Antes	Despu.	Antes	Despu.		
Peso Molde		gr								
Peso Muestra húmeda + Molde		gr								
Peso Muestra húmeda		gr								
Volumen Muestra húmeda		cm ³								
Densidad húmeda ; D _h		gr/cm ³								
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	Nº	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
Peso Recipiente	gr									
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr									
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr									
Peso del Agua	gr									
Peso Muestra Seca	gr									
Contenido de Humedad ; W%	%									
Promedio Contenido de Humedad	%									
Densidad Máxima Seca; D _s	gr/cm ³									
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento	
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%
OBSERVACIONES:										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO				DOCENTE			
NOMBRE:			NOMBRE:				NOMBRE:			
FECHA:			FECHA:				FECHA:			


Figura 3. Protocolo de laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte para el ensayo de California Bearing Ratio (CBR).

Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188					CBR-LB-UPNC:		
PROYECTO:									
CALICATA:		ESTRATO:		TIPO DE MATERIAL:					
UBICACIÓN:				COLOR DE MATERIAL:					
FECHA DE MUESTREO:				RESPONSABLE:					
FECHA DE ENSAYO:				REVIBADO POR:					

CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo	
mm	Pulg.	kg	kg/cm ²	Lb/pl ²	kg	kg/cm ²	Lb/pl ²	kg	kg/cm ²	Lb/pl ²

CURVAS ESFUERZO - PENETRACIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 4. Protocolo de laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte para el ensayo de California Bearing Ratio (CBR).

La técnica que se utilizó para el análisis de datos en la fase de gabinete, fue el procesamiento de información usando el software Microsoft Excel versión 2016, y los instrumentos que se emplearon fueron hojas de cálculo diseñadas para procesar los datos obtenidos de cada uno de los ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte.

2.4.Procedimiento

2.4.1. Selección y extracción de material: se realizó la selección de los tres suelos estudiados, los cuales han sido extraídos de calicatas que se ubicaron en tres tramos distintos de la carretera Namora a Llacanora. Así también, los pseudotallos de plátano fueron obtenidos de la zona de Chilete y Tembladera y la fibra utilizada se obtuvo mediante un proceso de desfibrado manual.

2.4.2. Realización de ensayos: se realizaron los ensayos de mecánica de suelos que a continuación se describen:

A. Contenido de Humedad, (NTP 339.127, 1999).

Según la Norma Técnica Peruana: Contenido de Humedad, (NTP 339.127, 1999), define lo siguiente:

Esta propiedad física del suelo es de gran utilidad en la construcción civil y se obtiene de una manera sencilla, pues el comportamiento y la resistencia de los suelos en la construcción están regidos por la cantidad de agua que contienen. El contenido de humedad de un suelo se determina como la relación que existe entre el peso del agua (W_w) contenida en la muestra y el peso de su fase sólida (W_s). Se expresa en porcentaje.

Se puede definir el contenido de humedad como “el cociente entre la masa de agua contenida y la masa de los sólidos de una masa de suelo” (Campos & Guardia, 2005, pág. 757)

$$W(\%) = \frac{M_w}{M_s} * 100$$

Ecuación 1: Contenido de humedad.

- La masa de la muestra de suelo fue: M1.
- La muestra de suelo fue secada en un horno de laboratorio de tal manera que ya no tenía contenido de agua, la masa de la muestra sin contenido de agua fue: M2.
- Entonces la masa del agua que contiene el suelo fue: M1 - M2. Por lo tanto, el contenido de humedad del suelo fue:

$$W(\%) = \frac{M_1 - M_2}{M_2} * 100$$

Ecuación 2: Contenido de humedad final.

a. Material:

Muestra alterada extraída del estrato en estudio.

b. Equipo y herramientas

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperatura.
- Taras.

c. Procedimiento

- Se pesó la tara (Wt).
- Se pesó la muestra húmeda en la tara (Wh + t).

- Se secó la muestra en la estufa durante 24 horas a 105 °C
- Una vez pasada las 24 horas esta se retiró del horno y se procedió a pesar la muestra seca más tara ($W_s + t$).
- Se determinó el peso del agua $W_w = (W_m + t) - (W_s + t)$
- Se determinó el peso de la muestra seca $W_s = (W_s + t) - W_t$
- Se determinó el contenido de humedad w %, mediante la siguiente formula.

$$W(\%) = \frac{W_w}{w_s} * 100$$

Ecuación 3: Contenido de humedad.

B. Análisis granulométrico, (NTP 339.128, 1999).

Según la Norma Técnica Peruana: Análisis granulométrico, (NTP 339.128, 1999), define lo siguiente:

La función de este ensayo es determinar las proporciones de los distintos tamaños de granos existentes en el suelo. Sobre esto debemos tener en cuenta sobre los tamices:

El tamiz es la herramienta fundamental para efectuar este ensayo; se trata de un instrumento compuesto por un marco rígido al que se halla sujeta una malla caracterizada por un espaciamiento uniforme denominado abertura, a través del cual se hace pasar la muestra de suelo a analizar. Se emplea una serie normalizada de tamices de malla cuadrada y abertura decreciente, a través de los cuales se hace pasar una determinada cantidad de suelos seco, quedando retenida en cada tamiz la parte de suelo cuyas partículas tengan un tamaño superior a la abertura de dicho tamiz (Roldán, 2010, págs. 38-39).

a. Material

Muestra seca aproximadamente 500 gr de suelo.

b. Equipo y herramientas

- Juego de mallas
- Balanza con aproximación de 0.1 gr.
- Horno
- Taras

c. Procedimiento

- Se secó la muestra.
- Se pesó la muestra seca (W_{ms}).
- Se colocó la muestra en un recipiente, se cubrió con agua y se dejó durante algunas horas dependiendo del tipo de material
- Se tamizó la muestra por la malla N° 200 mediante chorro de agua.
- La muestra retenida en la malla N° 200 se retiró en un recipiente y se dejó secar al aire por 24 horas.
- Se pasó la muestra seca por el juego de tamices, agitando en forma manual o mediante equipo vibrador.
- Se determinó los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz (% R.P.) mediante la siguiente expresión:

$$\%RP = \frac{P.R.P}{W_{ms}}$$

Ecuación 4: Porcentaje de peso retenido en cada tamiz.

- Se determinó los porcentajes retenidos acumulados en cada tamiz P.R.A, para lo cual se sumaron en forma progresiva los P.R.P., es decir:

$$\%R. A. 1 = \%R. P. 1$$

$$\%R. A. 2 = \%R. P. 1 + \%R. P. 2$$

$$\%R. A. 3 = \%R. P. 1 + \%R. P. 2 + \%R. P. 3, \text{ etc.}$$

Ecuación 5: Porcentaje retenido acumulado en cada tamiz.

- Se determinó los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz

$$\% \text{ que pasa} = 100\% - \%R.A.$$

Ecuación 6: Porcentaje acumulado que pasa en cada tamiz.

- Se dibujó la curva granulométrica en escala semilogarítmica, en el eje de abscisas se registró la abertura de las mallas en milímetros, y en el eje de ordenadas se registró los porcentajes acumulados que pasaron en las mallas que se utilizan.

C. Límites de Atterberg, (NTP 339.129, 1999).

Límite líquido

Según la Norma Técnica Peruana: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos, (NTP 339.129, 1999), define lo siguiente:

El límite líquido está definido como la humedad en la cual una masa de suelo se encuentra entre el estado plástico y el estado líquido.

a. Material

Suelo seco que pasa la malla N° 40

b. Equipo y herramientas

- Malla N° 40
- Copa de Casagrande y ranurador o acanalador
- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperatura
- Espátula
- Probeta de 100 ml.
- Cápsula de porcelana

- Taras

c. Procedimiento

- En una cápsula de porcelana se mezcló el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme.
- Se colocó una porción de la pasta en la copa de Casagrande, y se niveló mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1 cm.
- En el centro se hizo una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra quedó dividida en dos partes.
- Se elevó y dejó caer la copa mediante la manivela a razón de 2 caídas por segundo hasta que las dos mitades de suelo se pusieron en contacto en la parte inferior de la ranura y a lo largo de $1/2$ "(1.27 cm), registrar el número de golpes.
- Mediante la espátula se retiró la porción de suelo que se puso en contacto en la parte inferior de la ranura y se colocó en una tara para determinar su contenido de humedad.
- Se retiró el suelo remanente de la copa de Casagrande y se colocó en la cápsula de porcelana, se agregó agua dependiendo de si el número de golpes del ensayo anterior fue alto, o se agregó suelo si el número de golpes fue bajo. (el número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35).
- Se repitió el ensayo 2 veces más, de esta manera se obtuvieron 3 valores del número de golpes correspondientes a 3 diferentes contenidos de humedad.

- Se dibujó la curva de fluidez (fue una recta) en escala semilogarítmica, en el eje de abscisas se registró el número de golpes en escala logarítmica, en el eje de ordenadas los contenidos de humedad en escala natural.
- Se determinó la ordenada correspondiente a los 25 golpes en la curva de fluidez, este valor fue el límite líquido del suelo.

Límite plástico

Según la Norma Técnica Peruana: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos, (NTP 339.129, 1999), define lo siguiente:

Es la frontera convencional entre los estados plástico y semisólido; es el contenido de humedad más bajo, para el cual el suelo comienza a fracturarse, cuando es amasado en rollitos de 3 mm de diámetro.

a. Material

Una porción de la mezcla preparada para el límite líquido.

b. Equipo y herramientas

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa
- Espátula
- Cápsula de porcelana
- Placa de vidrio
- Taras

c. Procedimiento

- A la porción de la mezcla preparada para el límite líquido se agregó suelo seco de tal manera que la pasta bajó su contenido de humedad.

- Se enrolló la muestra con la mano sobre una placa de vidrio para obtener cilindros de 3 mm. de diámetro y hasta que presentaran agrietamientos, se determinó su contenido de humedad.
- Se repitió el ensayo una vez más.
- El límite plástico fue el promedio de los 2 valores de contenidos de humedad, si la diferencia entre estos 2 valores hubiera sido mayor que dos puntos de porcentaje, se hubiera repetido el ensayo.

Índice Plástico (IP)

El índice plástico de los suelos está definido por la siguiente ecuación:

$$IP = LL - LP$$

Ecuación 7: Índice plástico.

D. Clasificación de Suelos SUCS (NTP 339.134, 1999).

Se desarrolló tomando en cuenta los protocolos establecidos para la clasificación de suelos, además de los resultados obtenidos de los ensayos anteriores, y según los cuadros de símbolos establecidos para la clasificación SUCS en la NTP 339.134, se determinó que tipos de suelos se están estudiando.

E. Clasificación de Suelos AASHTO (ASTM D 3282, 1993).

Para clasificar los suelos mediante esta clasificación se tomaron en cuenta tres criterios: tamaño del grano y plasticidad, obtenidos de ensayos anteriores y, el índice de grupo, cuyo valor debe ir siempre en paréntesis después del símbolo de grupo y puede ser como máximo igual a 20; fue calculado mediante la siguiente ecuación:

$$IG = 0.2(a) + 0.005(a)(c) + 0.01(b)(d)$$

Ecuación 8: Índice de grado.

Donde:

a = % que pasa N° 200 (35 - 75)

b = % que pasa N° 200 (15 - 55)

c = % LL (40 - 60)

d = % IP (10 - 30)

2.4.3. Se incorporaron tres porcentajes (0.25%, 0.50%, 0.75%) de fibra de pseudotallo de plátano según el peso seco de cada tipo de suelo, dichas fibras tuvieron una longitud de 2.5 cm y se mezclaron con el material de manera manual hasta obtener una mezcla homogénea de suelo y fibra. Posterior a ello se realizaron los siguientes ensayos, tanto para las muestras de suelo sin incorporación (muestras patrón) como para las muestras de suelo con incorporación de fibra de pseudotallo de plátano.

A. Proctor Modificado, (NTP 339.141, 1999).

Según la Norma Técnica Peruana: Ensayo de Proctor Modificado, (NTP 339.141, 1999), define lo siguiente:

La relación existente entre la densidad seca de un suelo (su grado de compacidad) y su contenido en agua es de gran utilidad en la compactación de suelos. Su regulación se realiza mediante el ensayo de Proctor en sus dos variantes, normal y modificado.

La diferencia entre las dos variantes (Proctor Estándar y Proctor Modificado) radica únicamente en la energía de compactación empleada, del orden de 4.5 veces superior en el segundo caso que en el primero. Esta diferencia puede explicarse fácilmente, ya que el Proctor Modificado no es más que la lógica evolución del Estándar.

Para medir el grado de compactación de un material o un relleno se debe establecer la densidad seca del material. En la obtención de ésta se debe tener en

cuenta los parámetros de la energía utilizada durante la compactación y también depende del contenido de humedad durante el mismo. Para obtener una buena compactación será necesario controlar debidamente la cantidad de agua, porque si ésta es muy poca, no existirá lubricación y no se podrá disminuir la fricción existente entre las partículas; en caso de que la humedad sea en exceso, las partículas podrán ser separadas por el agua.

La situación anterior, demuestra que es necesario determinar la cantidad de agua para obtener una excelente lubricación, que permita la mayor densidad posible llamada “Densidad Máxima o Peso Unitario Seco Máximo”; y a la cantidad de agua necesaria para obtener dicha densidad recibe el nombre de “Humedad Óptima”. En general, es conveniente compactar un suelo para:

- Aumentar la resistencia al corte y por consiguiente, mejorar la estabilidad y la capacidad de carga de pavimentos.
- Disminuir la compresibilidad y así reducir los asentamientos.
- Disminuir la relación de vacíos y por consiguiente, reducir la permeabilidad.
- Reducir el potencial de expansión, contracción o expansión por congelamiento.

a. Material

Muestra alterada seca aproximadamente 30 kg. - Papel filtro

b. Equipo

- Equipo Proctor modificado (molde cilíndrico, placa de base y anillo de extensión)
- Pisón Proctor modificado.

- Balanza con precisión de 1 gr.
- Estufa con control de temperatura.
- Probeta de 1000 ml, recipiente de 6 kg. de capacidad, espátula, taras identificadas.

c. Procedimiento

- Primero se verificó el análisis granulométrico para ver cuál de los métodos era aplicable, entendiéndose que según el tipo de material existen distintos moldes para el ensayo de Proctor.
- Se obtuvo aproximadamente 30 kg. de muestra seca para el ensayo, de acuerdo al método a utilizar (método A, B o C) establecido en la norma NTP.
- Se prepararon 5 muestras (cada una de ellas aproximadamente de 6 kg.) con una determinada cantidad de agua, de tal manera que el contenido de humedad de cada una de ellas varió aproximadamente en 1 ½ % entre ellas.
- Se ensambló el molde cilíndrico con la placa de base y se determinó el peso.
- Se colocó el collar de extensión y el papel filtro y luego se colocó la muestra que se compactó.
- Se compactó cada muestra en 5 capas y cada capa con 25 ó 56 golpes (depende del método A, B ó C), al terminar de compactar la última capa, se retiró el collar de extensión, se enrasó con la espátula y se determinó la densidad húmeda (Dh).
- Se determinó el contenido de humedad de cada muestra compactada (w%), utilizando muestras representativas de la parte superior e inferior.

- Se determinó la densidad seca de cada muestra compactada (D_s).

$$D_s = \frac{D_h}{\frac{1+w\%}{100}}$$

Ecuación 9: Densidad seca.

- Se dibujó la curva de compactación en escala natural, los datos de contenido de humedad se registraron en el eje de abscisas y los datos de densidad seca en el eje de ordenadas.
- Se determinó la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

B. CBR (California Bearing Ratio) de suelos compactados en el laboratorio, (NTP 339.145, 1999).

Según la Norma Técnica Peruana: Método de ensayo de CBR (California Bearing Ratio) de suelos compactados en el laboratorio, (NTP 339.145, 1999), define lo siguiente:

El ensayo de C.B.R. es el más empleado para el diseño de pavimentos, y mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas.

$$C. B. R = 100 * \frac{\text{Carga Unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}}$$

Ecuación 10: Capacidad de soporte.

La finalidad de este ensayo es determinar la capacidad de soporte (CBR, California Bearing Ratio) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. El ensayo se desarrolló por parte de la División de Carreteras de California, como una forma de clasificación y evaluación de la capacidad de un suelo para ser

utilizado como sub-base o material de base en construcciones de carreteras (Roldán, 2010, págs. 70-71).

También es importante saber que este ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, que permite obtener un porcentaje de la relación de soporte. El porcentaje de CBR está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, una muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la fuerza necesario para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, una probeta con una muestra estándar de material triturado (Roldán, 2010, págs. 70-71)

a. Material

- Muestra alterada seca.
- Papel filtro.

b. Equipo y herramientas

- Equipo CBR. (3 moldes cilíndricos con placa de base y collar de extensión, 3 discos espaciadores, 3 placas de expansión, 3 sobrecargas cada una de 4.5 kg. de peso y 3 trípodes)
- Pisón Proctor modificado
- Balanza con precisión de 1 gr.
- 3 diales de expansión.
- Estufa con control de temperatura.
- Probeta de 1000 ml.
- Recipiente de 6 kg. de capacidad.

- Espátula.
- Taras identificadas

c. Procedimiento

Constó de 3 fases:

Ensayo de compactación CBR (determinación de la densidad y humedad del suelo:

- Se preparó la muestra con el contenido óptimo de humedad determinado en el ensayo de compactación Proctor modificado.
- Se compactó la muestra en 5 capas en cada uno de los 3 moldes CBR, el primero con 13 golpes, el segundo con 27 golpes y el tercero con 56 golpes por capa.
- Se determinó la densidad húmeda y el contenido de humedad de las muestras de cada molde.
- Se determinó la densidad seca de las muestras de cada molde.

Ensayo de hinchamiento (Determinación de las propiedades expansivas del material)

- Se invirtió las muestras de tal manera que la superficie libre quedó en la parte superior cuando se ensambló nuevamente los moldes en sus placas de base.
- Se colocó sobre cada muestra el papel filtro, la placa de expansión, la sobrecarga, el trípode y el dial de expansión.
- Se colocó los tres moldes debidamente equipados en un tanque de agua durante 4 días (96 horas), se registró las lecturas de expansión cada 24 horas.

Ensayo carga – penetración (determinación de la resistencia a la penetración)

- Después de los 4 días se retiraron los moldes del tanque de agua y de cada uno de ellos se retiró el dial, el trípode, la sobrecarga y la placa de expansión, se los dejó drenar durante 15 minutos.
- Se colocó la sobrecarga en cada molde, se llevó a la prensa hidráulica y se procedió al ensayo de penetración aplicando un pisón a una velocidad de 0.05 pulg/min., se registraron las lecturas de carga de cada muestra.
- Se determinó nuevamente la densidad humedad y el contenido de humedad de las muestras de cada molde.
- Se calculó el esfuerzo aplicado correspondiente a cada carga.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Ecuación 11: Esfuerzo.

Donde:

σ : Esfuerzo
P: Carga aplicada
A: Área del pisón

- Se dibujó las 03 curvas esfuerzo – deformación correspondiente a las muestras de cada molde, en escala natural, los valores de la deformación se registraron en el eje de abscisas y los valores de los esfuerzos en el eje de ordenadas. Si es necesario se debe corregir las curvas indicando su nuevo origen.
- Se determinaron los esfuerzos correspondientes de penetración de cada una de las curvas esfuerzo – deformación.

- Se determinaron los índices CBR de penetración, los cuales se obtuvieron dividiendo cada valor de esfuerzo correspondiente de la muestra ensayada entre el esfuerzo patrón correspondiente.

$$C.B.R = 100 * \frac{Carga\ Unitaria\ del\ ensayo}{Carga\ unitaria\ patrón}$$

Ecuación 12: Capacidad de soporte.

- Se dibujaron las curvas densidad seca versus CBR correspondientes a 0.1” y 0.2” de penetración.
- El índice CBR de diseño fue el valor correspondiente a 0.1” y 0.2” de penetración, expresado en porcentaje de su respectivo valor estándar.
- El número CBR usualmente se basa en la relación de carga para una penetración de 2.54 mm (0,1”), sin embargo, si el valor del CBR para una penetración de 5.08 mm (0,2”) fue menor, dicho valor debió aceptarse como valor final de CBR.
- Si el valor de CBR correspondiente a 0.2” es muy inferior al valor de CBR correspondiente a 0.1” deberá repetirse el ensayo para comprobar.

2.4.4. Se pasó a fase en gabinete para procesar con ayuda del software Microsoft Excel 2016 los datos e información obtenida, analizarlos y así se obtuvieron los resultados de la influencia de la fibra de pseudotallo de plátano en la capacidad portante del suelo.

Se utilizó para ello hojas de cálculo programadas previamente, en las cuales se ingresaron los datos de los ensayos realizados que fueron tomados en los protocolos normados de la Universidad Privada del Norte para el área correspondiente a Mecánica de Suelos.

Se elaboraron tablas y gráficos estadísticos de los diferentes resultados, para poder comparar los datos obtenidos de cada suelo, tanto de las muestras patrón como de las muestras con incorporación de los tres diferentes porcentajes considerados.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos de los ensayos de mecánica de suelos realizados en el laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte, los cuales fueron:

A. CONTENIDO DE HUMEDAD

Los resultados del contenido de humedad de los tres suelos analizados fueron los siguientes: 58.30% para el suelo N° 01, 38.52% para el suelo N° 02 y, 53.27% para el suelo N° 03.

B. LÍMITES DE ATTERBERG

De los datos recolectados de los ensayos de laboratorio en los protocolos LP-LS-UPNC 01, LP-LS-UPNC 02 y LP-LS-UPNC 03, para el límite líquido y plástico de cada suelo, así como su índice de plasticidad, se obtuvo:

Tabla 4

Límites de Atterberg

DESCRIPCIÓN	SUELO N° 01	SUELO N° 02	SUELO N° 03
Límite líquido	77.33	67.15	122.25
Límite plástico	52.04	44.82	52.95
Índice de plasticidad	25.29	22.33	69.31

C. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Los resultados del análisis granulométrico de cada suelo se muestran en las tablas 5, 6 y 7 y en las figuras 5, 6 y 7 respectivamente, que se muestran a continuación:

Tabla 5

Análisis granulométrico del suelo N° 01

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N°10	2	0.64	0.13	0.13	99.87
N°20	0.84	1.44	0.29	0.42	99.58
N°30	0.59	1.67	0.33	0.75	99.25
N°40	0.42	2.70	0.54	1.29	98.71
N°60	0.25	6.31	1.26	2.55	97.45
N°100	0.15	8.20	1.64	4.19	95.81
N°200	0.074	9.27	1.85	6.05	93.95
Perdida	Lavado	469.77	93.95	100.00	-
Total	-	500.00	-	-	-

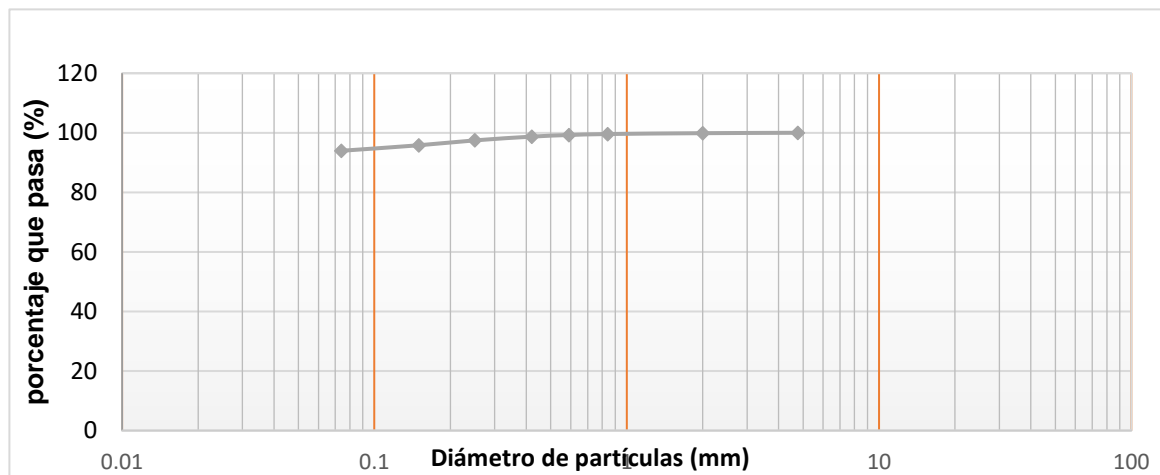


Figura 5. Curva Granulométrica del suelo N° 01.

Tabla 6

Análisis granulométrico del suelo N° 02

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N°10	2	2.20	0.44	0.44	99.56
N°20	0.84	2.80	0.56	1.00	99.00
N°30	0.59	1.20	0.24	1.24	98.76
N°40	0.42	1.50	0.30	1.54	98.46
N°60	0.25	3.70	0.74	2.28	97.72
N°100	0.15	10.20	2.04	4.32	95.68
N°200	0.074	22.60	4.52	8.84	91.16
Perdida	Lavado	455.80	91.16	100.00	-
Total	-	500.00	-	-	-

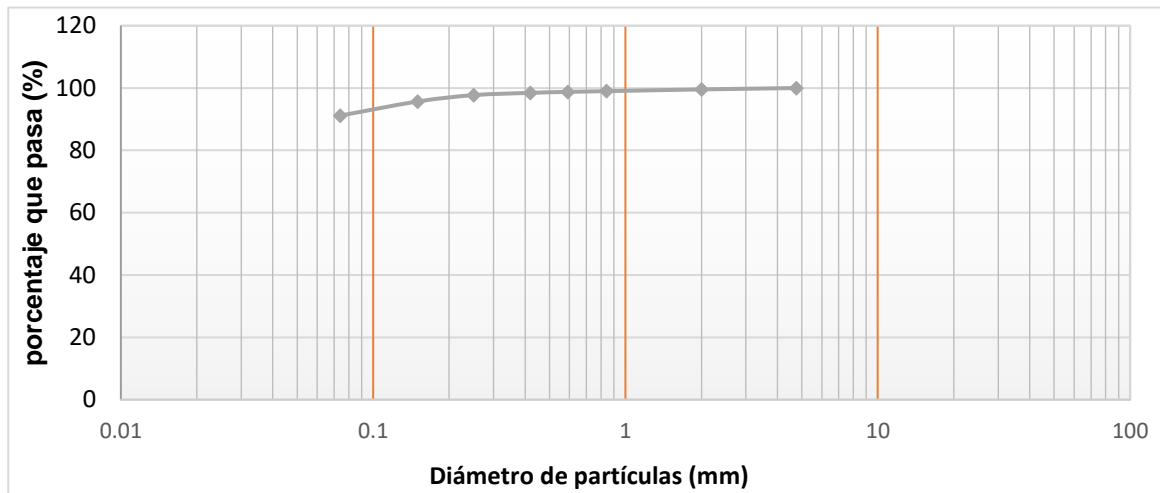


Figura 6. Curva Granulométrica del suelo N° 02.

Tabla 7

Análisis Granulométrico del suelo N° 03

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N°10	2	4.81	0.96	0.96	99.04
N°20	0.84	5.34	1.07	2.03	97.97
N°30	0.59	2.60	0.52	2.55	97.45
N°40	0.42	2.37	0.47	3.02	96.98
N°60	0.25	4.63	0.93	3.95	96.05
N°100	0.15	6.25	1.25	5.20	94.80
N°200	0.074	9.06	1.81	7.01	92.99
Perdida	Lavado	464.94	92.99	100.00	-
Total	-	500.00	-	-	-

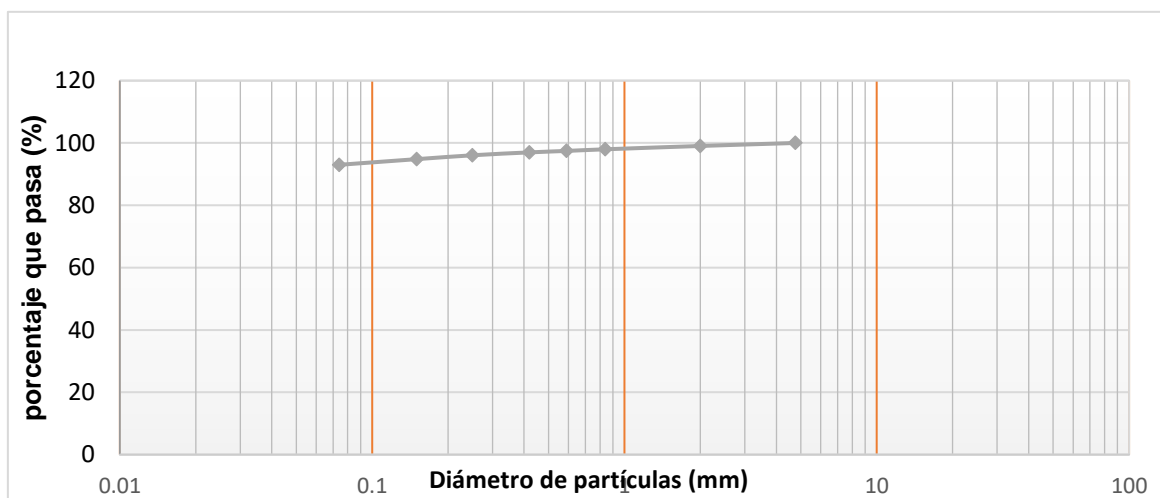


Figura 7. Curva Granulométrica del suelo N° 03.

D. CLASIFICACIÓN S.U.C.S.

La clasificación de suelos por el método de SUCS proporcionó como resultado que los tres suelos pertenecen a la categoría OH perteneciente a las arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada.

E. CLASIFICACIÓN AASHTO.

La clasificación de suelos por el método AASHTO proporcionó como resultado el siguiente:

Suelo N° 01: A-7-5 (18) Suelo arcilloso pobre a malo.

Suelo N° 02: A-7-5 (17) Suelo arcilloso pobre a malo.

Suelo N° 03: A-7-5 (20) Suelo arcilloso pobre a malo.

F. PROCTOR MODIFICADO

Se realizó el ensayo de Proctor Modificado en el molde tipo A según la norma técnica peruana debido a la clasificación de los suelos materia de investigación y, se obtuvieron los siguientes resultados:

a. Densidad máxima seca.

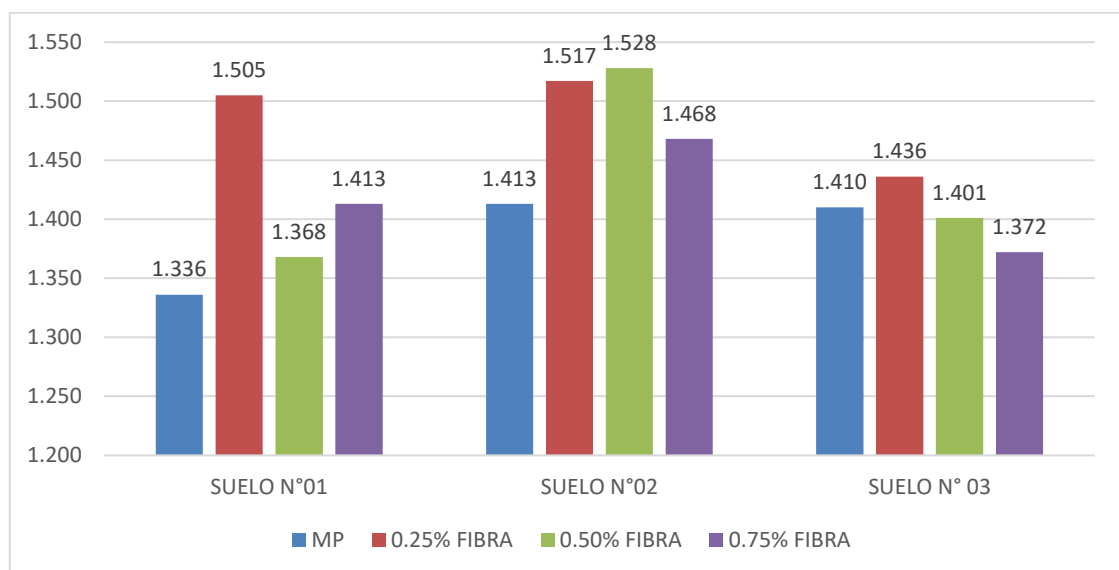


Figura 8. Densidad máxima seca (gr/cm³).

b. Contenido de humedad óptimo.

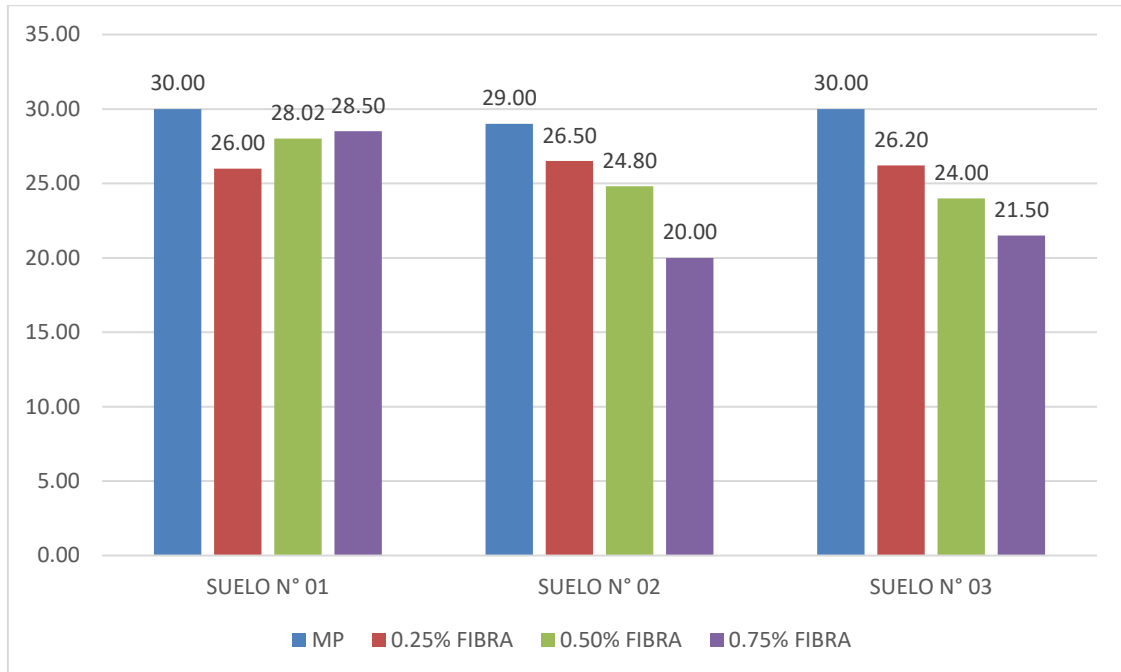


Figura 9. Contenido de humedad óptimo.

Tabla 8

Resultados de Proctor Modificado

DESCRIPCIÓN		MUESTRA PATRÓN	0.25% FIBRA	0.50% FIBRA	0.75% FIBRA
SUELO N° 01	Densidad seca máxima (gr/cm ³)	1.336	1.505	1.368	1.413
	Contenido Óptimo de Humedad (%)	30.000	26.000	28.020	28.500
SUELO N° 02	Densidad seca máxima (gr/cm ³)	1.413	1.517	1.528	1.468
	Contenido Óptimo de Humedad (%)	29.000	26.500	24.800	20.000
SUELO N° 03	Densidad seca máxima (gr/cm ³)	1.410	1.436	1.401	1.372
	Contenido Óptimo de Humedad (%)	30.000	26.200	24.000	21.500

G. CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

En base a los resultados de Proctor se realizaron los ensayos de Capacidad portante (CBR), de los cuales se obtuvo resultados de CBR al 0.1" y al 0.2", los que se muestran a continuación:

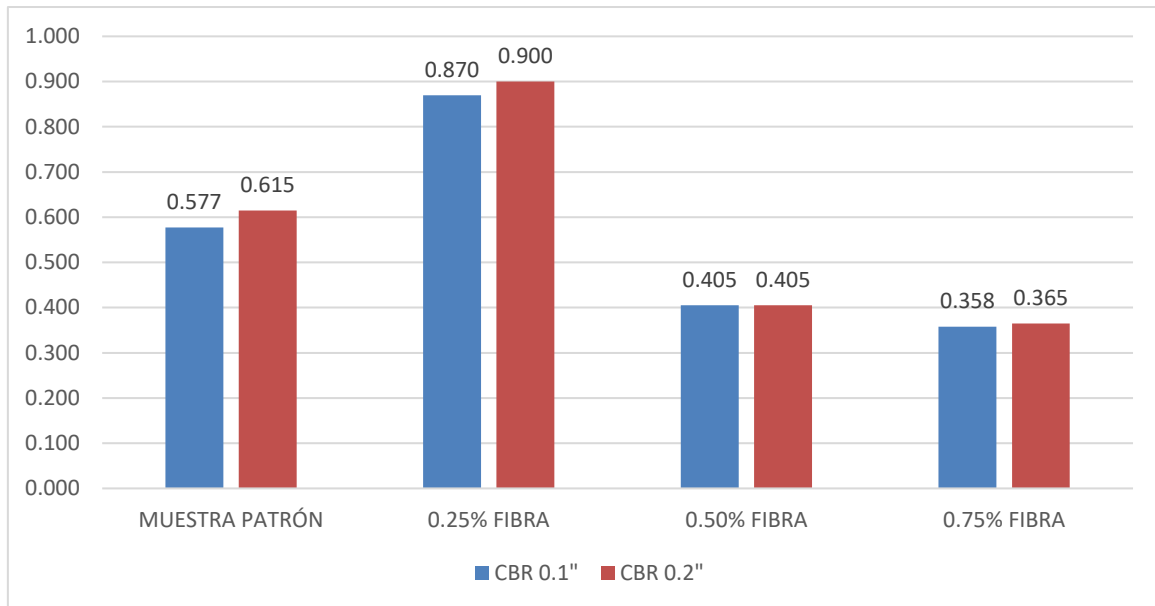


Figura 10. CBR A 0.1" y 0.2" Suelo N° 01.

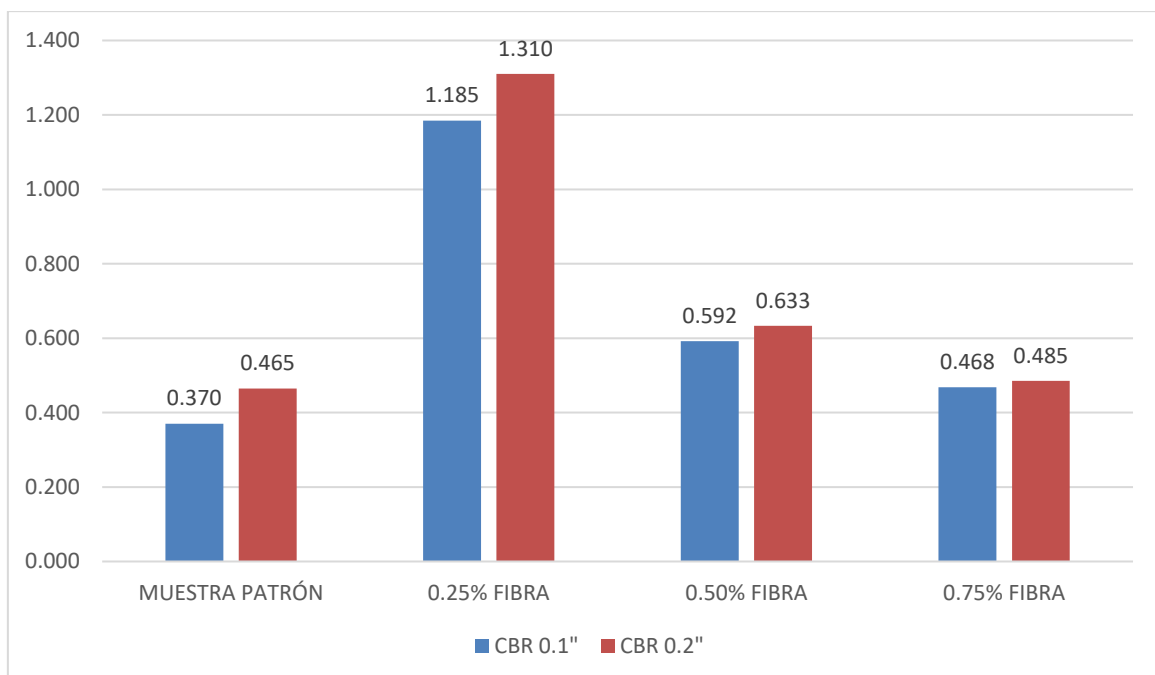


Figura 11. CBR A 0.1" y 0.2" Suelo N° 02.

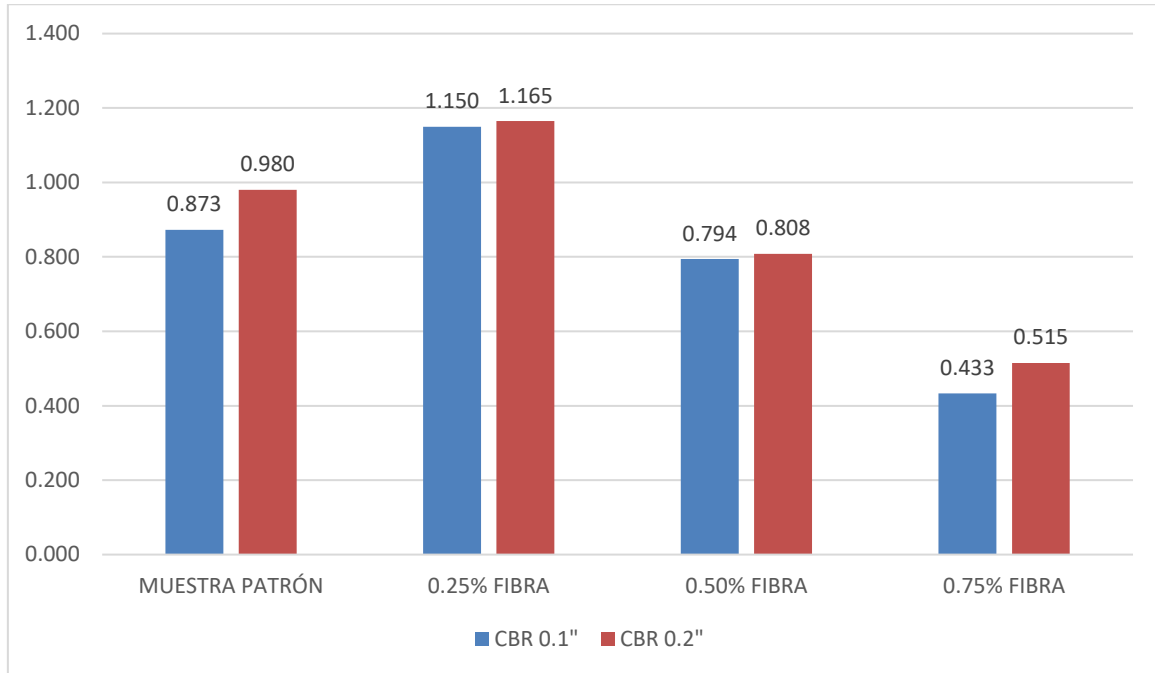


Figura 12. CBR A 0.1" y 0.2" Suelo N° 03.

Tabla 9:

Resultados De California Bearing Ratio (CBR)

DESCRIPCIÓN	MUESTRA PATRÓN	0.25% FIBRA	0.50% FIBRA	0.75% FIBRA
SUELO N° 01	CBR 0.1"	0.577	0.870	0.405
	CBR 0.2"	0.615	0.900	0.405
SUELO N° 02	CBR 0.1"	0.370	1.385	0.592
	CBR 0.2"	0.465	1.310	0.633
SUELO N° 03	CBR 0.1"	0.873	1.150	0.794
	CBR 0.2"	0.980	1.165	0.808

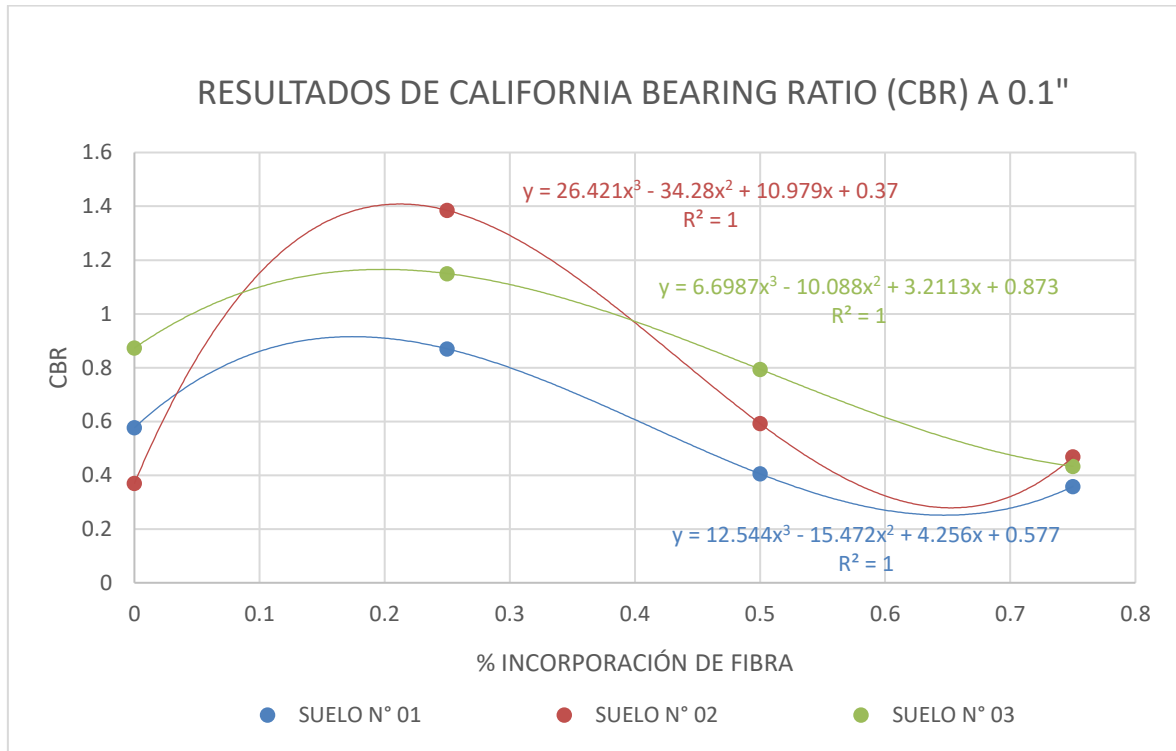


Figura 13. Resultados de California Bearing Ratio (CBR) a 0.1".

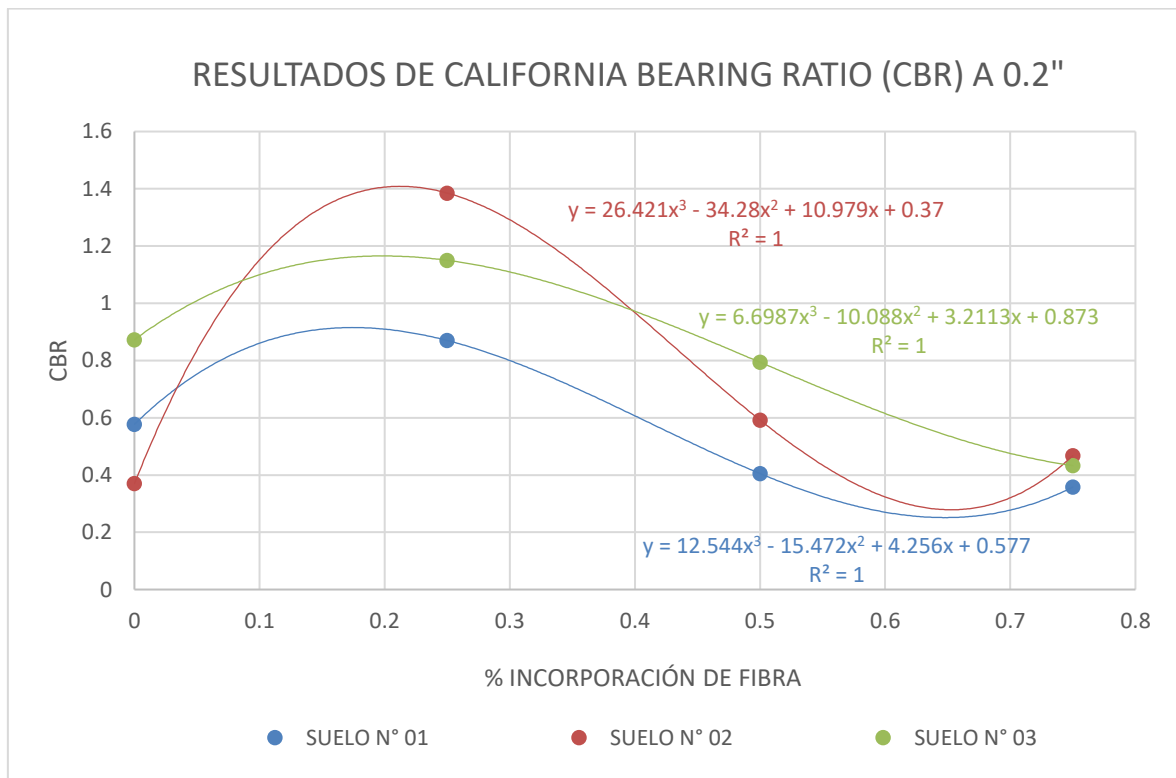


Figura 14. Resultados de California Bearing Ratio (CBR) a 0.2".

Tabla 10

Incremento De California Bearing Ratio (CBR)

DESCRIPCIÓN	ÍNDICE CBR MUESTRA PATRÓN	0.25%		0.50%		0.75%	
		INCREMENTO		INCREMENTO		INCREMENTO	
		ÍNDICE CBR	RESPECTO A MUESTRA PATRÓN	ÍNDICE CBR	RESPECTO A MUESTRA PATRÓN	ÍNDICE CBR	RESPECTO A MUESTRA PATRÓN
SUELO N° 01	CBR 0.1"	0.577	0.870 50.78%	0.405	-29.81%	0.358	-37.95%
	CBR 0.2"	0.615	0.900 46.34%	0.405	-34.15%	0.365	-40.65%
SUELO N° 02	CBR 0.1"	0.370	1.185 220.27%	0.592	60.00%	0.468	26.49%
	CBR 0.2"	0.465	1.310 181.72%	0.633	36.13%	0.485	4.30%
SUELO N° 03	CBR 0.1"	0.873	1.150 31.73%	0.794	-9.05%	0.433	-50.40%
	CBR 0.2"	0.980	1.165 18.88%	0.808	-17.55%	0.515	-47.45%

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

De la figura N° 08 se puede observar que, por un lado, para los suelos N° 01 y N° 02, hubo un incremento en las densidades máximas secas de las muestras incorporadas con fibra de pseudotallo de plátano a los distintos porcentajes (0.25%, 0.50% y 0.75%) respecto de las muestras sin incorporar. Por otro lado, en el caso del suelo N°03 se observa que las densidades máximas secas varían, incrementaron para una incorporación de 0.25% de fibra y disminuyeron para las incorporaciones de 0.50% y 0.75%.

Tal como se puede apreciar no existe un patrón específico a seguir entre las distintas incorporaciones en lo referente a densidad máxima seca, lo cual no es determinante sino relativo a cada uno de los suelos.

De la figura N° 09 podemos observar que, en el caso de los tres suelos, los porcentajes de humedad óptimos fueron inferiores al requerido por la muestra patrón respectiva, en porcentajes que varían para el suelo N° 01 desde un 1.50% hasta un 4.00% menos de agua. Para el suelo N° 02, se tuvieron disminuciones de agua desde un 2.50% hasta un 9.00% y en el caso del suelo N° 03 estas variaciones fueron desde un 3.80% hasta un 8.50% de disminución de agua.

Como podemos observar en los tres suelos se presentó una disminución de contenidos óptimos de humedad con respecto a la muestra patrón, para el suelo N° 01 se aprecia que para la incorporación de 0.25% de fibra el porcentaje óptimo de humedad fue menor respecto de los porcentajes necesarios para la incorporación de 0.50% y 0.75%, y a su vez estos tres porcentajes fueron de menor valor que el porcentaje necesario

para la muestra patrón. Para los suelos N° 02 y N° 03 se puede observar que los contenidos de humedad óptimo disminuyeron a medida que el porcentaje de fibra de pseudotallo de plátano aumentó.

De la figura N° 10 de CBR al 0.1” y 0.2” para el suelo N° 01, se puede observar que la incorporación de 0.25% incrementó la resistencia del suelo respecto de la muestra patrón para 0.1” en un 0.293 y para 0.2” en 0.285, además se puede establecer de dicha figura que los porcentajes de incorporación de 0.50% y 0.75% disminuyeron la resistencia del suelo para 0.1” en 0.172 y 0.219 respectivamente; mientras que para un 0.2” la disminución de valores fue de 0.210 y 0.250 respectivamente.

De la figura N° 11 de CBR al 0.1” y 0.2” para el suelo N° 02, se puede observar que la incorporación de 0.25% incrementó la resistencia del suelo respecto de la muestra patrón para 0.1” en un 0.815 y para 0.2” en 0.845, además se puede establecer de dicha figura que la incorporación de 0.50% incrementó la resistencia del suelo para 0.1” en 0.222 y para 0.2” en 0.168; mientras que la incorporación de 0.75% incrementó la resistencia del suelo para 0.1” en un 0.098 y para 0.2” en 0.020.

De la figura N° 12 de CBR al 0.1” y 0.2” para el suelo N° 03, se puede observar que la incorporación de 0.25% incrementó la resistencia del suelo respecto de la muestra patrón para 0.1” en un 0.277 y para 0.2” en 0.185, además se puede establecer de dicha figura que los porcentajes de incorporación de 0.50% y 0.75% disminuyeron la resistencia del suelo para 0.1” en 0.079 y 0.440 respectivamente; mientras que para un 0.2” la disminución de valores fue de 0.172 y 0.465 respectivamente.

Tal como se puede apreciar del análisis de las figuras 10, 11 y 12 de CBR para los tres suelos y de la tabla N° 10 de incremento de valores de CBR, se tiene que estos mejoraron su índice de California Bearing Ratio (CBR) con una incorporación de fibra de 0.25% y que este incremento varía desde un 31.73% hasta valores como 220.27%; por ende, es recomendable el mejoramiento de suelos arcillosos de alta plasticidad mediante la incorporación de fibra de pseudotallo de plátano. Además, se puede apreciar que el índice CBR de los suelos disminuyó con incorporaciones mayores como fue el caso de 0.50% y 0.75%; esto podría deberse, a la cantidad de vacíos que se generaron en el suelo a raíz de la inclusión de fibra en él.

De las figuras N° 13 y N° 14, correspondientes a gráficos estadísticos para la variación de los valores CBR a 0.1” y 0.2”, se puede observar la posible respuesta de los suelos respecto de la incorporación de fibra; se aprecia como a medida que se incrementó el porcentaje de fibra ascendió la capacidad portante de todos los suelos hasta alcanzar un punto máximo y luego empezó a descender para porcentajes de incorporación mayores. De las mismas figuras se puede observar que, si bien con la incorporación de 0.25% de fibra de pseudotallo de plátano los valores de la capacidad portante se incrementaron a un nivel máximo (para la presente investigación); según la línea de tendencia obtenida, para un porcentaje menor a 0.25% de incorporación podría obtenerse incrementos mayores en el valor de CBR.

Al comparar los resultados obtenidos en la presente investigación, con los antecedentes “Estabilización de arcilla de Kuttanad expansiva utilizando Fibras de

paja de arroz tratadas con cal” de Serin y Neethu (2018) y “Rendimiento de la tierra arcillosa reforzada con fibra de Coco” de Chaple (2013); se puede observar que en ambos antecedentes el porcentaje de incorporación de fibras naturales que maximizó los valores de CBR fue el de 0.50% mientras que, en la presente investigación se obtuvo que dicho porcentaje fue el de 0.25%.

Del mismo modo en el antecedente “Resistencia y ductilidad de los suelos de arena limosa reforzada con fibras de palma distribuidas al azar” de Marandi y Bagheripour (2008), se encontró un incremento de 24.8% en CBR al utilizar fibras naturales; en la presente investigación la incorporación de fibra obtuvo incrementos que superaron el 25% en los valores CBR.

Así también, conforme a los antecedentes de esta investigación y a los resultados obtenidos se puede observar que podría ser factible, por un lado, el estudio de la incorporación de pseudotallo de plátano en porcentajes menores a los considerados en este trabajo; por otro lado, considerar el estudio en longitudes mayores a la que se tomó en la presente investigación (25.00 mm).

Del mismo modo, considerando que las fibras naturales u orgánicas se degradan al contacto con el medio ambiente; se podría recomendar la investigación de la degradación de la fibra de pseudotallo de plátano para generar mayor seguridad en su uso en la estabilización de suelos.

Los suelos arcillosos que se han estudiado son considerados dentro de las clasificaciones de suelos, entre los de propiedades mecánicas muy bajas, y comúnmente llamados suelos malos; los resultados que se obtuvieron demostrarían que la estabilización con fibras naturales puede ser una alternativa para mejorar la

resistencia de este tipo de suelos siempre y cuando dicha incorporación sea de un porcentaje de 0.25% de fibra de pseudotallo como máximo.

Es necesario tomar en cuenta que la Ciudad de Cajamarca muchos de los suelos tienen resistencias de este tipo, que son muy bajas a comparación de otras zonas del país, donde los suelos poseen una capacidad portante más elevada; en ese sentido, al utilizarse este refuerzo para mejorar tanto taludes, terraplenes como suelos base y otros caracterizados por ser arcillas de alta plasticidad, deberá ser en longitud de 25.00mm y en porcentaje de 0.25%; si bien su capacidad de soporte se incrementaría no sería suficiente para resistir la erosión e intemperismo constante al que se encuentran expuestos este tipo de formaciones de tierra; por ello, deberán evaluarse otros métodos de estabilización y refuerzo de suelos que permitan seguir cumpliendo con los fines de adaptarnos a los materiales existentes.

4.2 Conclusiones

- Se determinó que para el suelo N° 01 para un CBR al 0.1” y un CBR al 0.2” la muestra patrón obtuvo un valor de 0.577 y 0.615, con incorporación del 0.25% los valores fueron de 0.870 y 0.900, con incorporación del 0.50% fueron de 0.405 y 0.405 y con incorporación del 0.75% los valores fueron de 0.358 y 0.365, respectivamente.
- Se determinó que para el suelo N° 02 para un CBR al 0.1” y un CBR al 0.2” la muestra patrón obtuvo un valor de 0.370 y 0.465, con incorporación del 0.25% los valores fueron de 1.185 y 1.310, con incorporación del 0.50% fueron de 0.592 y 0.633 y con incorporación del 0.75% los valores fueron de 0.468 y 0.485, respectivamente.

- Se determinó que para el suelo N° 03 para un CBR al 0.1” y un CBR al 0.2” la muestra patrón obtuvo un valor de 0.873 y 0.980, con incorporación del 0.25% los valores fueron de 1.150 y 1.165, con incorporación del 0.50% fueron de 0.794 y 0.808 y con incorporación del 0.75% los valores fueron de 0.433 y 0.515, respectivamente.
- Se determinó que los tres suelos estudiados pertenecen a la clasificación OH del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos correspondiente a arcillas orgánicas de plasticidad media elevada y que también los tres pertenecen al grupo A-7-5 y por sus índices de grupo, siendo suelos considerados pobres a malos.
- La fibra de pseudotallo de plátano influye positivamente en la capacidad portante de los tres suelos pues con una incorporación de 0.25% incrementó en un 50.78% el valor de CBR para el suelo N° 01; en un 220.27 % para el suelo N°02 y en un 31.73% para el suelo N°03. Con ello se cumple parcialmente la hipótesis, pues para los porcentajes de 0.50% y 0.75% de incorporación en los diferentes suelos, en unos casos los valores del CBR incrementan sin alcanzar el valor de 25% y en otros casos disminuyen dichos valores.

REFERENCIAS

- BCRP. (2007). *Proyección Institucional. Encuentros regionales: potencialidades productivas*. Recuperado el 13 de diciembre de 2018, de Banco Central de Reserva del Perú: <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros-Regionales/2007/Cajamarca/Informe-Economico-Social/IES-Cajamarca-03.pdf>
- Campos, A., & Vásquez, O. (1992). *Seminario taller mecánica de suelos y exploración geotécnica*. Lima.
- Campos, J., & Guardia, G. (2005). *Apoyo didáctico al aprendizaje de la mecánica de suelos mediante problemas resueltos*. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba.
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Limusa.
- FAO. (2017). *Foro Mundial Bananero*. Recuperado el 13 de diciembre de 2018, de <http://www.fao.org/world-banana-forum/projects/good-practices/organic-production-peru/es/>
- Fratelli, G. (1993). *Suelos, Fundaciones y Muros*. Venezuela: Print book.
- INEI. (Diciembre de 2009). *boletines Perú: Panorama Económico Departamental*. Recuperado el 13 de diciembre de 2018, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/9554.pdf>
- NTP 339.127 (1999). *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo*
- NTP 339.128 (1999). *Método de ensayo para el análisis granulométrico*.
- NTP 339.129 (1999). *Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos*.

NTP 339.134 (1999). *Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)*

NTP 339.141 (1999). *Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada.*

NTP 339.145 (1999). *Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.*

Quezada, S. (2007). *Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación*. Tesis de grado , Universidad de Piura, Ingeniería Civil, Piura

Rodríguez, L. (2014). *Elaboración de un material biocompuesto a partir de fibra de plátano*. Manizales.

Rodríguez, L., Sarache, W., & Orrego, C. (07 de mayo de 2014). *Información Tecnológica: Compuestos de Poliéster Reforzados con Fibra de Plátano/Banano (Musa paradisiaca) Modificada Químicamente*. Recuperado el 13 de diciembre de 2018, de Scientific Electronic Library Online:
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v25n5/art05.pdf>

Roldán, J. (2010). *Estabilización de suelos con Cloruro de Sodio (nacl) para bases y sub bases*. Universidad de San Carlos de Guatemala , Guatemala.

Ravines, M. (23 de agosto de 2010). *bitstream*. Recuperado el 13 de diciembre de 2018, de Repositorio Institucional de la Universidad de Piura:
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1354/ICI_185.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vettorelo, P., & Clariá, J. (2014). Suelos Reforzados con Fibras: Estado del Arte y Aplicaciones. *Revista Facultad de ciencias exactas, físicas y naturales.*, I(1), 27-34.

Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de
https://www.researchgate.net/publication/273763093_Suelos_Reforzados_con_Fibras_Estado_del_Arte_y_Aplicaciones

Yepes, V. (15 de Diciembre de 2014). *La estabilización de suelos*. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia:
<http://procedimientosconstruccion.blogs.upv.es/tag/estabilizacion-de-suelos/>

Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes.

ANEXOS

Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes.

ANEXO N° 01: Panel Fotográfico



Fotografía N° 01: Se observan recipientes con las muestras de los tres suelos para el ensayo de contenido de humedad.

Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes.



Fotografía N° 02: Se aprecia a la estudiante realizando el ensayo de límites de Atterberg – límite líquido.



Fotografía N° 03: Se aprecia a la estudiante realizando el ensayo de Proctor Modificado tipo "A".

Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes.



Fotografía N° 04: Se puede apreciar a la estudiante en compañía del asesor durante la preparación de la muestra de material para el ensayo de CBR.

Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes.



Fotografía N° 05: Se aprecia a la estudiante realizando la compactación de los especímenes de CBR.



Fotografía N° 06: Se puede apreciar al técnico de laboratorio colocando los deformímetros para el ensayo de hinchamiento de los especímenes de CBR.






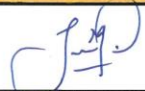
Fotografía N° 07: Se puede apreciar los tres especímenes (13 golpes, 27 golpes y 56 golpes) mientras se encuentran sumergidos.





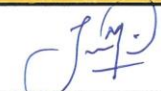
Fotografía N° 08: Se puede apreciar los especímenes luego del ensayo de Penetración.

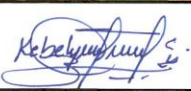

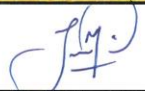
Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes.

ANEXO N° 02: Protocolos de Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
	ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA: MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			CH-LS-UPNC:	
	PROYECTO: CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-1	ESTRATO	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso
UBICACIÓN:	Carretera Namora - Llacanora			COLOR DE MATERIAL:	Sepia
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018		RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:	19/10/2018		REVISADO POR:		
Temperatura de Secado 60 °C / 110 °C / Ambiente			Método Horno 110 ± 5 °C		
II CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente		T-1	T-2	T-3
B	Peso del Recipiente	gr	26.90	26.60	27.10
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	166.20	153.70	171.30
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	114.60	106.80	118.60
E	Peso del suelo húmedo = C - B	Ww gr	139.30	127.10	144.20
F	Peso Suelo Seco Ws = D - B	gr	87.70	80.20	91.50
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	58.84	58.48	57.60
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	58.30		
OBSERVACIONES:					
COORDINADOR DE LABORATORIO		RESPONSABLE DEL ENSAYO		ASESOR DE TESIS	
					
Ing. Eneck Rafael Muñoz Barboza		Kehila Bethsua Elipheleth Guerra Armas		Ing. Ivan Hedilbrando Mejia Diaz	
FECHA: 22 / 10 / 2018		FECHA: 22 / 10 / 2018		FECHA: 22 / 10 / 2018	

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			CH-LS-UPNC:	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-2	ESTRATO	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso
UBICACIÓN:	Carretera Namora - Llacanora			COLOR DE MATERIAL:	Rojizo
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018		RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:	19/10/2018		REVISADO POR:		
Temperatura de Secado 60 °C / 110 °C / Ambiente			Método Horno 110 ± 5 °C		
II					
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente		T-1	T-2	T-3
B	Peso del Recipiente	gr	26.70	25.90	26.70
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	210.80	193.20	194.20
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	159.70	146.60	147.60
E	Peso del suelo húmedo $W_w = C - B$	gr	184.10	167.30	167.50
F	Peso Suelo Seco $W_s = D - B$	gr	133.00	120.70	120.90
W%	Porcentaje de humedad $(E / F) * 100$	%	38.42	38.61	38.54
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	38.52		
OBSERVACIONES:					
COORDINADOR DE LABORATORIO		RESPONSABLE DEL ENSAYO		ASESOR DE TESIS	
					
Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza		Kehila Bethsua Elipheleth Guerra Armas		Ing. Iván Hedibrando Mejía Díaz	
FECHA: 22 / 10 / 2018		FECHA: 22 / 10 / 2018		FECHA: 22 / 10 / 2018	

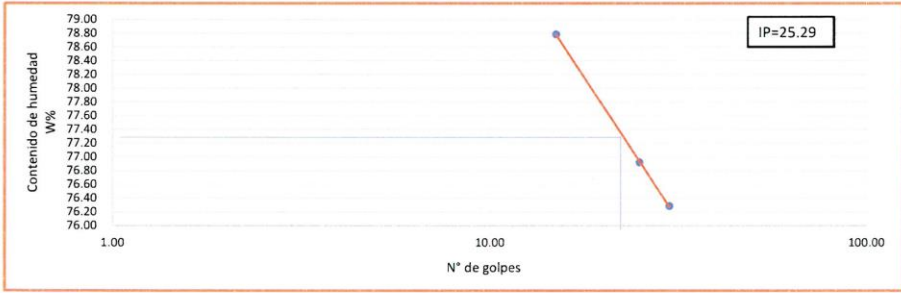
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			CH-LS-UPNC:	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-3	ESTRATO	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso
UBICACIÓN:	Carretera Namora - Llacanora			COLOR DE MATERIAL:	Ocre
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018		RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:	19/10/2018		REVISADO POR:		
Temperatura de Secado 60 °C / 110 °C / Ambiente			Método Horno 110 ± 5 °C		
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente		T-1	T-2	T-3
B	Peso del Recipiente	gr	26.80	26.80	26.80
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	163.30	197.90	184.10
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	117.40	138.00	128.10
E	Peso del suelo húmedo = C - B	Ww gr	136.50	171.10	157.30
F	Peso Suelo Seco Ws = D - B	gr	90.60	111.20	101.30
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	50.66	53.87	55.28
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	53.27		
OBSERVACIONES:					
COORDINADOR DE LABORATORIO		RESPONSABLE DEL ENSAYO		ASESOR DE TESIS	
					
Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza		Kehila Bethsua Elipheleth Guerra Armas		Ing. Iván Hedilbrando Mejía Díaz	
FECHA: 22 / 10 / 2018		FECHA: 22 / 10 / 2018		FECHA: 22 / 10 / 2018	



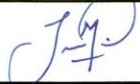
$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:		LÍMITES DE PLASTICIDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:		ASTM D4318 / NTP E339.130 - NTP E111			LP-LS-UPNC:
PROYECTO:		CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES			
CALICATA:	C-1	ESTRATO	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso
UBICACIÓN:	Carretera Namora - Llacanora			COLOR DE MATERIAL:	Sepia
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018		RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua E.	
FECHA DE ENSAYO:	24/10/2018		REVISADO POR:		

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	48.80	54.40	56.20
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	43.60	47.40	48.80
D	Peso Recipiente	gr	37.00	38.30	39.10
E	Peso del Agua	gr	5.20	7.00	7.40
F	Peso Suelo Seco	gr	6.60	9.10	9.70
G	Número de Golpes	N	15.00	24.00	30.00
H	Contenido de Humedad	%	78.79	76.92	76.29
I	Promedio Limite Líquido		77.33		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP) - NP					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	31.80	30.20	28.10
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	30.30	29.10	27.90
D	Peso Recipiente	gr	27.00	26.60	27.60
E	Peso del Agua	gr	1.50	1.10	0.20
F	Peso Suelo Seco	gr	3.30	2.50	0.30
G	Contenido de Humedad	%	45.45	44.00	66.67
H	Promedio Limite Plástico		52.04		

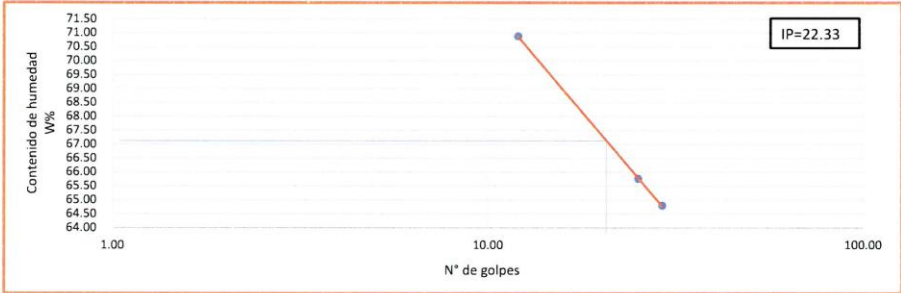


OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	CORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Iván Hedibrando Mejía Díaz
FECHA: 25 / 10 / 2018	FECHA: 25 / 10 / 2018	FECHA: 25 / 10 / 2018



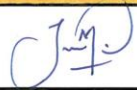
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 - NTP E111			LP-LS-UPNC:
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES			
CALICATA:	C-2	ESTRATO	III	TIPO DE MATERIAL: Arcilloso
UBICACIÓN:	Carretera Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL: Rojizo	
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018		RESPONSABLE: Guerra Armas Kehila Bethsua E.	
FECHA DE ENSAYO:	24/10/2018		REVISADO POR:	

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	Nº	T-1	T-2	T-3
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	39.50	45.20	48.00
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	33.90	37.90	39.90
D	Peso Recipiente	gr	26.00	26.80	27.40
E	Peso del Agua	gr	5.60	7.30	8.10
F	Peso Suelo Seco	gr	7.90	11.10	12.50
G	Número de Golpes	N	12.00	19.00	34.00
H	Contenido de Humedad	%	70.89	65.77	64.80
I	Promedio Límite Líquido			67.15	

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP) - NP					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	Nº	T-1	T-2	T-3
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	32.30	31.70	32.10
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	30.60	29.90	30.40
D	Peso Recipiente	gr	26.80	25.90	26.60
E	Peso del Agua	gr	1.70	1.80	1.70
F	Peso Suelo Seco	gr	3.80	4.00	3.80
G	Contenido de Humedad	%	44.74	45.00	44.74
H	Promedio Límite Plástico			44.82	



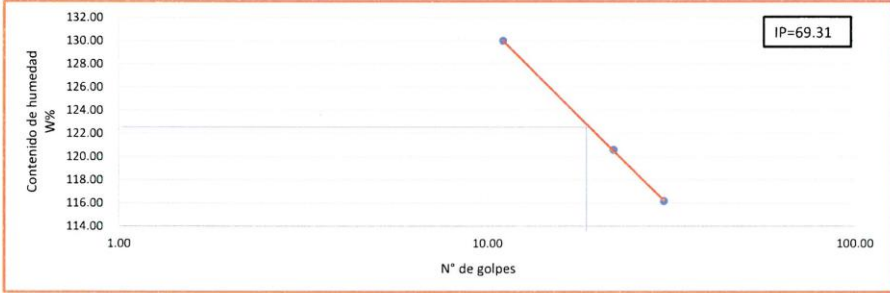
IP=22.33

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 25 / 10 / 2018	FECHA: 25 / 10 / 2018	FECHA: 25 / 10 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:		LÍMITES DE PLASTICIDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:		ASTM D4318 / NTP E339.130 - NTP E111			LP-LS-UPNC
PROYECTO: CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES					
CALICATA:	C-3	ESTRATO	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso
UBICACIÓN:	Carretera Namora - Llacanora			COLOR DE MATERIAL:	Ocre
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018			RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua E.
FECHA DE ENSAYO:	24/10/2018			REVISADO POR:	

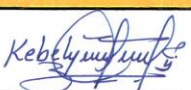


DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	40.60	41.80	50.60
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	32.80	33.60	42.70
D	Peso Recipiente	gr	26.80	26.80	35.90
E	Peso del Agua	gr	7.80	8.20	7.90
F	Peso Suelo Seco	gr	6.00	6.80	6.80
G	Número de Golpes	N	14.00	18.00	31.00
H	Contenido de Humedad	%	130.00	120.59	116.18
I	Promedio Límite Líquido			122.25	


DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP) - NP					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	32.20	31.80	32.50
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	30.30	30.10	30.70
D	Peso Recipiente	gr	26.80	26.90	27.20
E	Peso del Agua	gr	1.90	1.70	1.80
F	Peso Suelo Seco	gr	3.50	3.20	3.50
G	Contenido de Humedad	%	54.29	53.12	51.43
H	Promedio Límite Plástico			52.95	



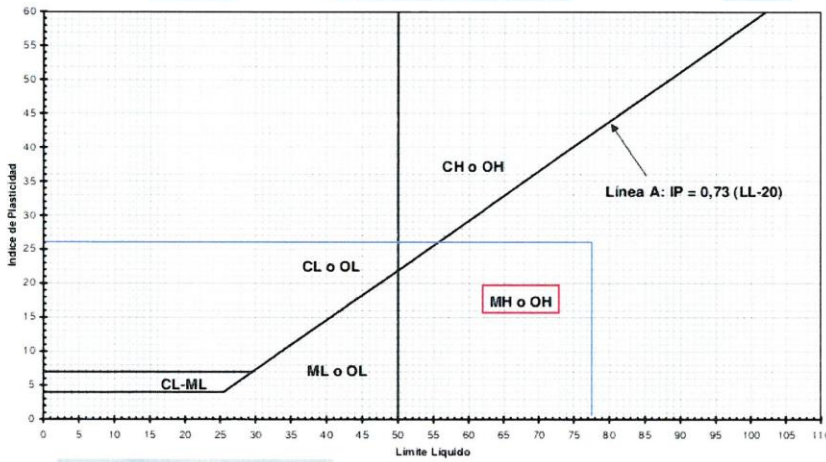
IP=69.31




OBSERVACIONES:		


RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 25 / 10 / 2018	FECHA: 25 / 10 / 2018	FECHA: 25 / 10 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADOS SUCS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: SUCS-LS-UPNC: 01	
	NORMA:	ASTM D2487 / NTP 339.134			
	PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES			
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Carretera Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL:	Sepia	
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	19/10/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza		

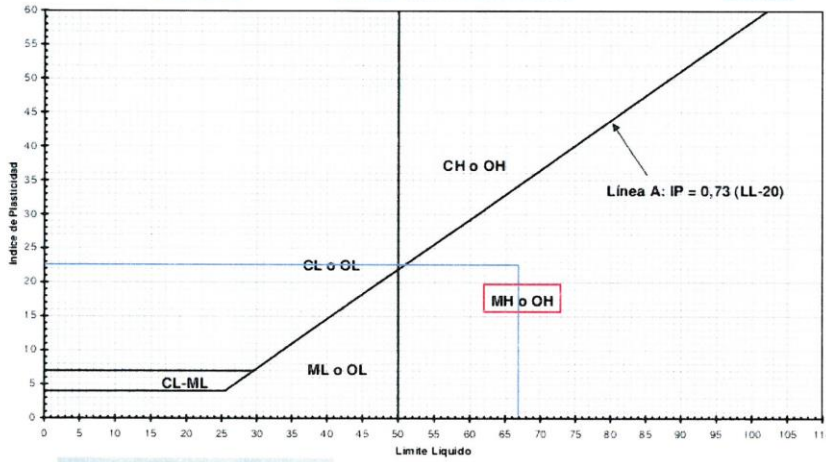
SUELOS DE GRANO FINO	LIMOS Y ARCILLAS	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad
Más de la mitad del material pasa por el tamiz N° 200	LÍMITE LÍQUIDO < 50	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas
	LIMOS Y ARCILLAS	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad
LÍMITE LÍQUIDO > 50	Suelos muy Orgánicos	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica, limos elásticos.
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media elevada, limos orgánicos.
		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.







OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
 Kehila B. E. Guerra Armas FECHA: 22/10/2018	 Ing. Erick Muñoz Barboza FECHA: 22/10/2018	 Ing. Iván Hedilbrando Mejía Díaz FECHA: 22/10/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADOS SUCS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: SUCS-LS-UPNC: 01
	NORMA:	ASTM D2487 / NTP 339.134	
	PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES	
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III TIPO DE MATERIAL:
			Arcilla
UBICACIÓN:	Carretera Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL:
			Rojizo
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth
FECHA DE ENSAYO:	19/10/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza

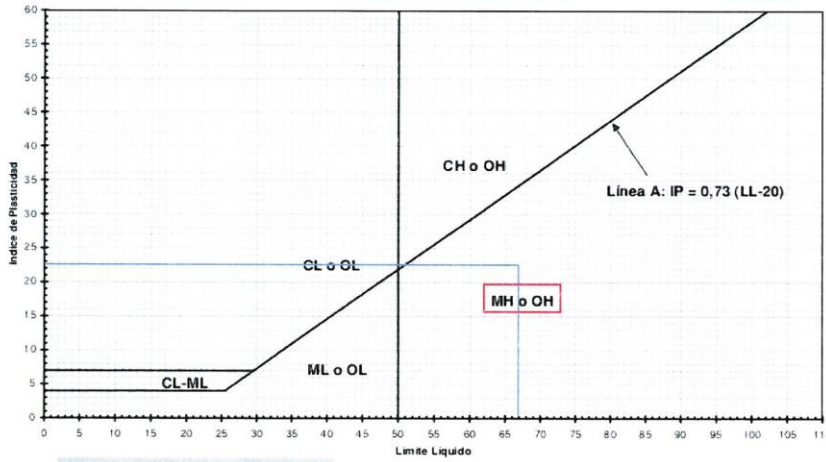
SUELOS DE GRANO FINO	LIMOS Y ARCILLAS	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad
Más de la mitad del material pasa por el tamiz N° 200	LÍMITE LÍQUIDO < 50	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas
	LIMOS Y ARCILLAS	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad
LÍMITE LÍQUIDO > 50	Suelos muy Orgánicos	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica, limos elásticos.
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media elevada, limos orgánicos.
		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.






OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 22/10/2018	FECHA: 22/10/2018	FECHA: 22/10/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADOS SUCS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: SUCS-LS-UPNC: 01
	NORMA:	ASTM D2487 / NTP 339.134	
	PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES	
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III TIPO DE MATERIAL:
			Arcilla
UBICACIÓN:	Carretera Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL:
			Rojizo
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth
FECHA DE ENSAYO:	19/10/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza

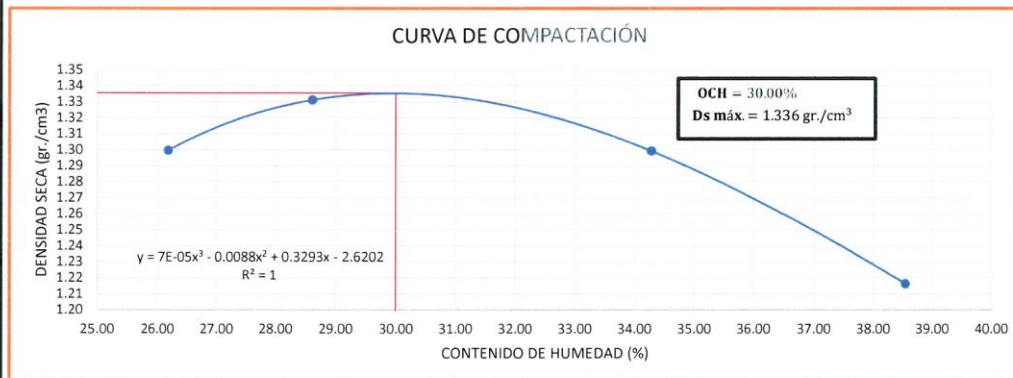
SUELOS DE GRANO FINO	LIMOS Y ARCILLAS	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad
Más de la mitad del material pasa por el tamiz N° 200	LÍMITE LÍQUIDO < 50	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas
	LIMOS Y ARCILLAS	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad
LÍMITE LÍQUIDO > 50	Suelos muy Orgánicos	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica, limos elásticos.
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media elevada, limos orgánicos.
		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.



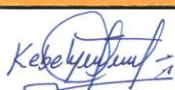

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 22/10/2018	FECHA: 22/10/2018	FECHA: 22/10/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141			CPM-LS-UPNC 01	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth
FECHA DE ENSAYO:	15/11/2018	REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4174.00		4174.00		4182.00		4174.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5722.00		5790.00		5829.00		5765.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1548.00		1616.00		1647.00		1591.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	944.00		944.00		944.00		944.00	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.64		1.71		1.74		1.69	
G	Recipiente	Nº	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
H	Peso Recipiente	gr	27.20	26.80	27.00	27.10	26.80	25.90	26.60	26.90
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	173.70	183.80	136.90	151.10	119.70	163.10	140.50	150.10
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	143.70	150.80	112.20	123.80	96.10	127.90	108.20	116.50
K	Peso del Agua	gr	30.00	33.00	24.70	27.30	23.60	35.20	32.30	33.60
L	Peso Muestra seca	gr	116.50	124.00	85.20	96.70	69.30	102.00	81.60	89.60
M	Contenido de Humedad W%	%	25.75	26.61	28.99	28.23	34.05	34.51	39.58	37.50
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	26.18		28.61		34.28		38.54	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.30		1.33		1.30		1.22	

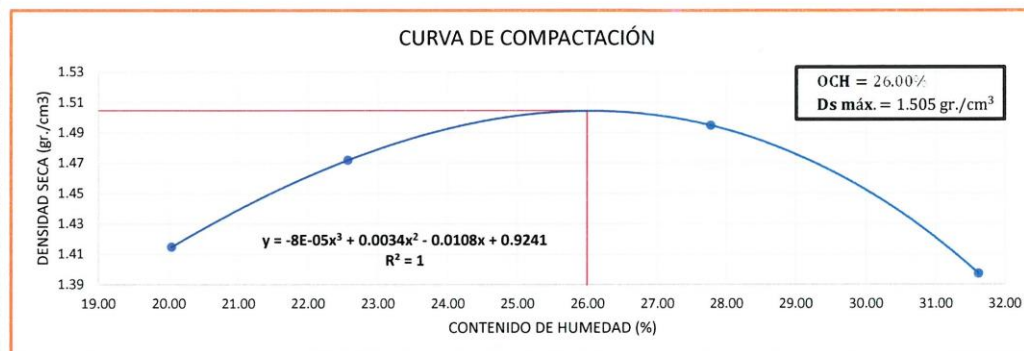


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141			CPM-LS-UPNC: 02	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:		Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:	16/11/2018	REVISADO POR:		Ing. Erick Muñoz Barboza	

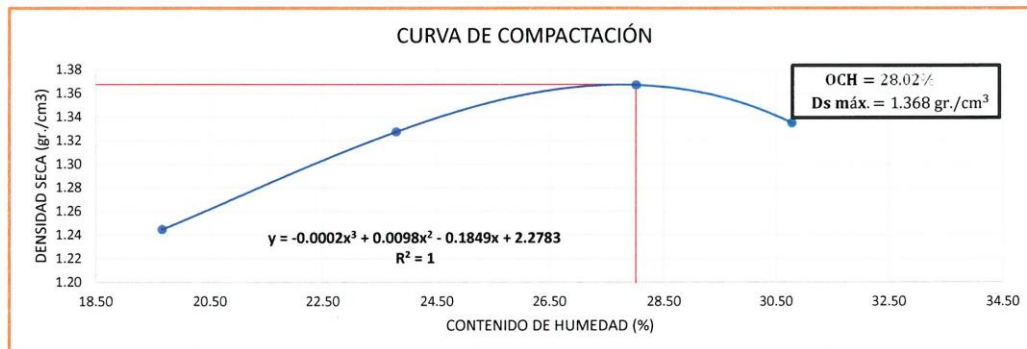
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4182.00		4182.00		4182.00		4174.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5785.00		5885.00		5985.00		5910.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1603.00		1703.00		1803.00		1736.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	944.00		944.00		944.00		944.00	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.70		1.80		1.91		1.84	
G	Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
H	Peso Recipiente	gr	28.20	27.20	26.20	27.00	26.00	26.80	28.50	26.80
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	164.00	164.20	145.80	162.10	221.20	229.00	191.60	203.70
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	143.10	139.60	124.70	136.20	180.00	183.80	151.70	162.00
K	Peso del Agua	gr	20.90	24.60	21.10	25.90	41.20	45.20	39.90	41.70
L	Peso Muestra seca	gr	114.90	112.40	98.50	109.20	154.00	157.00	123.20	135.20
M	Contenido de Humedad W%	%	18.19	21.89	21.42	23.72	26.75	28.79	32.39	30.84
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	20.04		22.57		27.77		31.61	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.41		1.47		1.49		1.40	



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilibrando Mejia Diaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		CPM-LS-UPNC: 03
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES		
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	III
		TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL:
			Sepia
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth
FECHA DE ENSAYO:	17/11/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza

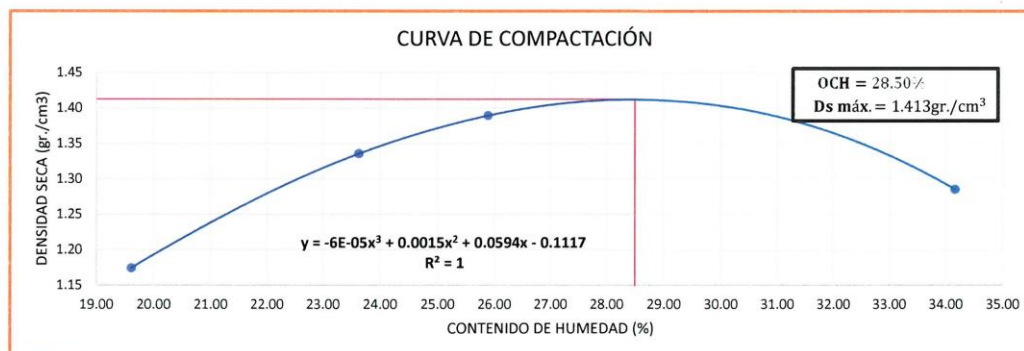
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3	
A	Peso Molde	gr	4174.00		4174.00		4182.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5580.00		5725.00		5834.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1406.00		1551.00		1652.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm3	944.00		944.00		944.00	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.49		1.64		1.75	
G	Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6
H	Peso Recipiente	gr	27.00	27.00	27.50	27.20	27.10	26.70
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	168.90	160.60	133.60	165.20	244.00	232.40
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	145.10	139.10	113.20	138.70	196.30	187.60
K	Peso del Agua	gr	23.80	21.50	20.40	26.50	47.70	44.80
L	Peso Muestra seca	gr	118.10	112.10	85.70	111.50	169.20	160.90
M	Contenido de Humedad W%	%	20.15	19.18	23.80	23.77	28.19	27.84
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	19.67		23.79		28.02	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm3	1.24		1.33		1.37	



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141			CPM-LS-UPNC: 04	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	18/11/2018		REVISADO POR:		
				Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
				Ing. Erick Muñoz Barboza	

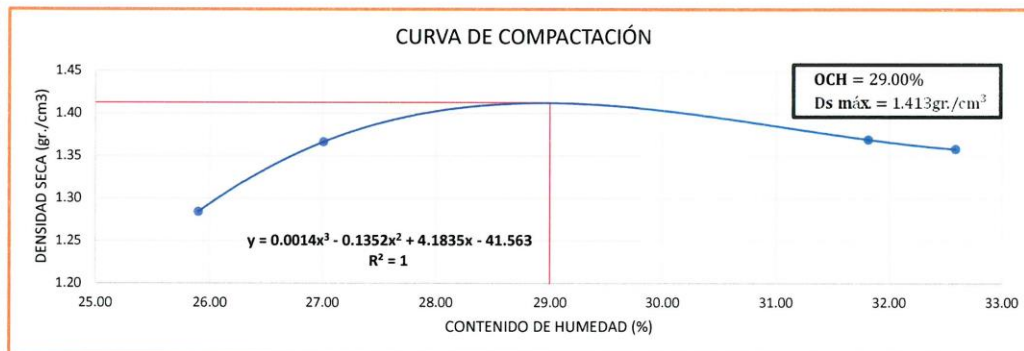
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4		
A	Peso Molde	gr	4174.00	4182.00	4174.00	4175.00		
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5500.00	5740.61	5825.00	5803.00		
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1326.00	1558.61	1651.00	1628.00		
D	Volumen Muestra húmeda	cm3	944.00	944.00	944.00	944.00		
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.40	1.65	1.75	1.72		
G	Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6
H	Peso Recipiente	gr	27.60	27.20	26.70	27.10	27.50	27.00
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	165.30	170.61	245.90	230.70	136.60	170.20
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	140.85	149.10	198.60	197.12	114.20	140.70
K	Peso del Agua	gr	24.45	21.51	47.30	33.58	22.40	29.50
L	Peso Muestra seca	gr	113.25	121.90	171.90	170.02	86.70	113.70
M	Contenido de Humedad W%	%	21.59	17.65	27.52	19.75	25.84	25.95
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	19.62	23.63	25.89	34.16		
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm3	1.17	1.34	1.39	1.29		

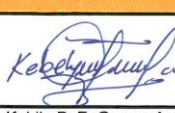
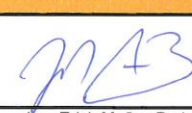
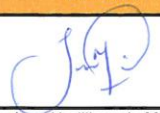


OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejia Diaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:		COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:		MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		CPM-LS-UPNC: 05	
PROYECTO:		CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES			
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:		Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:	19/11/2018	REVISADO POR:		Ing. Erick Muñoz Barboza	

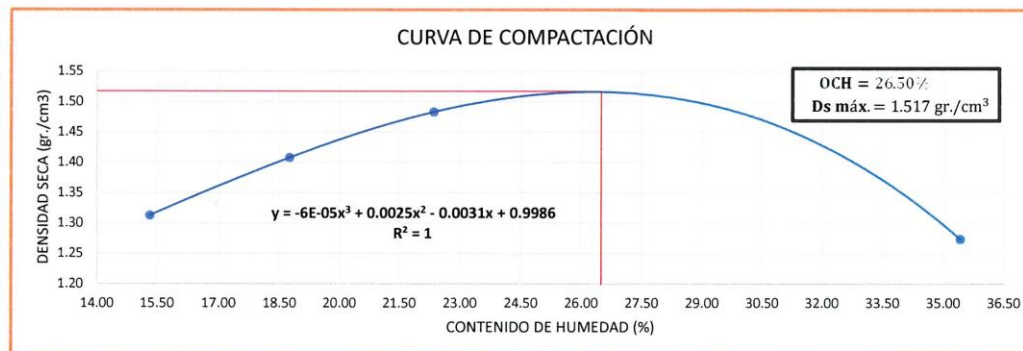
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4174.00		4174.00		4174.00		4174.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5700.00		5812.00		5878.00		5874.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1526.00		1638.00		1704.00		1700.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm3	944.00		944.00		944.00		944.00	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.62		1.74		1.81		1.80	
G	Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
H	Peso Recipiente	gr	26.60	27.70	27.00	26.80	26.70	36.00	26.90	26.90
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	125.40	172.50	115.60	173.20	119.60	165.50	150.50	161.50
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	103.20	145.60	96.80	142.00	96.30	135.50	118.80	129.90
K	Peso del Agua	gr	22.20	26.90	18.80	31.20	23.30	30.00	31.70	31.60
L	Peso Muestra seca	gr	76.60	117.90	69.80	115.20	69.60	99.50	91.90	103.00
M	Contenido de Humedad W%	%	28.98	22.82	26.93	27.08	33.48	30.15	34.49	30.68
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	25.90		27.01		31.81		32.59	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm3	1.28		1.37		1.37		1.36	



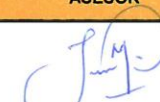


OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141			CPM-LS-UPNC. 06	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:		Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:	20/11/2018	REVISADO POR:		Ing. Erick Muñoz Barboza	

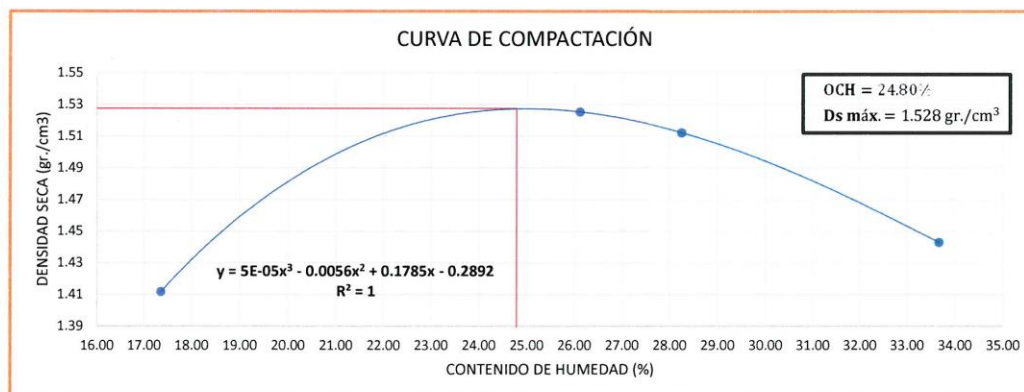
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	
A	Peso Molde	gr	4182.00	4174.00	4182.00	4174.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5611.00	5752.00	5895.00	5803.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1429.00	1578.00	1713.00	1629.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm3	944.00	944.00	944.00	944.00	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.51	1.67	1.81	1.73	
G	Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-7
H	Peso Recipiente	gr	26.90	26.70	26.80	27.80	26.80
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	134.40	134.40	223.60	162.80	141.50
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	120.00	120.20	192.50	141.50	120.50
K	Peso del Agua	gr	14.40	14.20	31.10	21.30	21.00
L	Peso Muestra seca	gr	93.10	93.50	165.70	113.70	93.70
M	Contenido de Humedad W%	%	15.47	15.19	18.77	18.73	22.41
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	15.33		18.75		22.36
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm3	1.31	1.41	1.48	1.27	

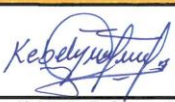
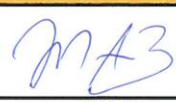
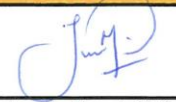


OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas FECHA: 07 / 12 / 2018	Ing. Erick Muñoz Barboza FECHA: 07 / 12 / 2018	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141			CPM-LS-UPNC 07	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL:	Rojizo	
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	21/11/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza		

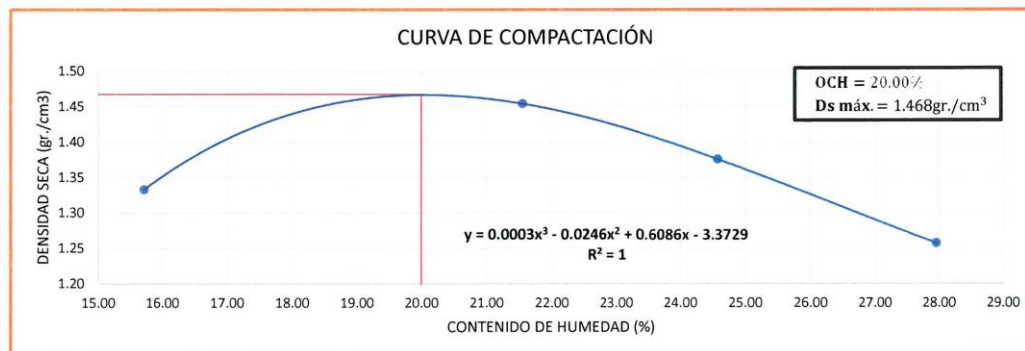
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4264.00		4174.00		4174.00		4174.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5828.00		5990.00		6005.00		5995.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1564.00		1816.00		1831.00		1821.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm3	944.00		944.00		944.00		944.00	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.66		1.92		1.94		1.93	
G	Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
H	Peso Recipiente	gr	28.20	28.60	27.10	26.80	25.90	27.20	26.80	27.20
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	114.30	185.60	140.60	163.70	193.80	165.60	132.30	202.70
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	101.60	162.30	117.30	135.10	156.70	135.20	105.60	158.70
K	Peso del Agua	gr	12.70	23.30	23.30	28.60	37.10	30.40	26.70	44.00
L	Peso Muestra seca	gr	73.40	133.70	90.20	108.30	130.80	108.00	78.80	131.50
M	Contenido de Humedad W%	%	17.30	17.43	25.83	26.41	28.36	28.15	33.88	33.46
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	17.36		26.12		28.26		33.67	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm3	1.41		1.53		1.51		1.44	



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141			CPM-LS-UPNC: 08	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:		Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:	22/11/2018	REVISADO POR:		Ing. Erick Muñoz Barboza	

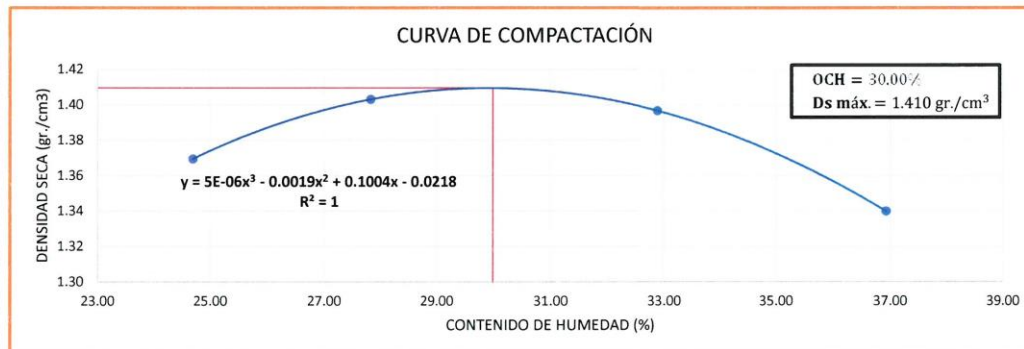
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4174.00		4182.00		4182.00		4182.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5630.00		5850.50		5800.00		5701.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1456.00		1668.50		1618.00		1519.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm3	944.00		944.00		944.00		944.00	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.54		1.77		1.71		1.61	
G	Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
H	Peso Recipiente	gr	28.60	26.70	26.70	26.70	26.90	27.10	26.80	27.00
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	148.00	133.50	112.70	165.20	129.80	172.70	151.40	167.70
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	131.90	118.90	98.70	138.70	110.20	143.00	125.60	135.40
K	Peso del Agua	gr	16.10	14.60	14.00	26.50	19.60	29.70	25.80	32.30
L	Peso Muestra seca	gr	103.30	92.20	72.00	112.00	83.30	115.90	98.80	108.40
M	Contenido de Humedad W%	%	15.59	15.84	19.44	23.66	23.53	25.63	26.11	29.80
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	15.71		21.55		24.58		27.96	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm3	1.33		1.45		1.38		1.26	



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejia Diaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141			CPM-LS-UPNC: 09	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth
FECHA DE ENSAYO:	23/11/2018	REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza

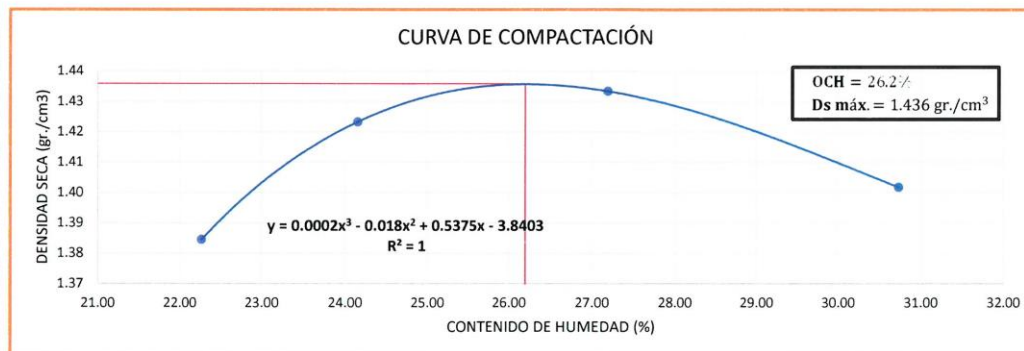
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4174.00		4174.00		4182.00		4174.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5786.00		5867.00		5934.00		5906.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1612.00		1693.00		1752.00		1732.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	944.00		944.00		944.00		944.00	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.71		1.79		1.86		1.83	
G	Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
H	Peso Recipiente	gr	26.80	36.00	25.90	26.80	27.10	26.80	27.10	27.10
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	144.30	162.60	136.90	183.60	155.60	164.20	178.90	131.00
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	119.70	139.00	113.00	149.10	123.80	130.20	137.50	103.30
K	Peso del Agua	gr	24.60	23.60	23.90	34.50	31.80	34.00	41.40	27.70
L	Peso Muestra seca	gr	92.90	103.00	87.10	122.30	96.70	103.40	110.40	76.20
M	Contenido de Humedad W%	%	26.48	22.91	27.44	28.21	32.89	32.88	37.50	36.35
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	24.70		27.82		32.88		36.93	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.37		1.40		1.40		1.34	

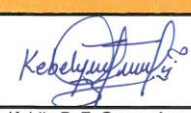
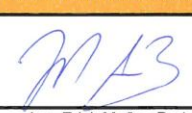
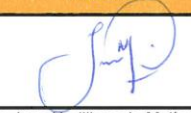


OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivah Hedilibrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141			CPM-LS-UPNC: 10	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:		Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:	24/11/2018	REVISADO POR:		Ing. Erick Muñoz Barboza	

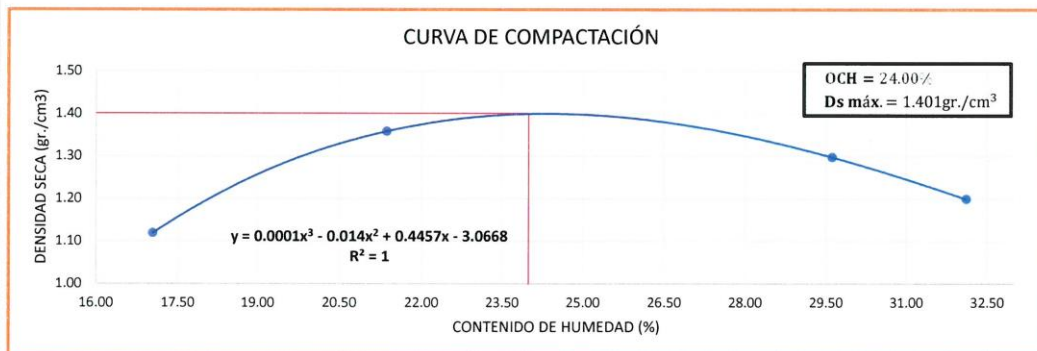
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3	
A	Peso Molde	gr	4182.00		4264.00		4264.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5780.00		5932.00		5985.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1598.00		1668.00		1721.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm3	944.00		944.00		944.00	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.69		1.77		1.82	
G	Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6
H	Peso Recipiente	gr	27.80	27.20	27.60	27.00	27.00	26.90
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	175.20	200.30	176.50	188.80	145.60	163.10
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	153.60	163.10	148.40	156.40	121.30	132.80
K	Peso del Agua	gr	21.60	37.20	28.10	32.40	24.30	30.30
L	Peso Muestra seca	gr	125.80	135.90	120.80	129.40	94.30	105.90
M	Contenido de Humedad W%	%	17.17	27.37	23.26	25.04	25.77	28.61
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	22.27		24.15		27.19	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm3	1.38		1.42		1.43	



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejia Diaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141			CPM-LS-UPNC: 11	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora - Llacanora		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	25/11/2018		REVISADO POR:		
					Ing. Erick Muñoz Barboza

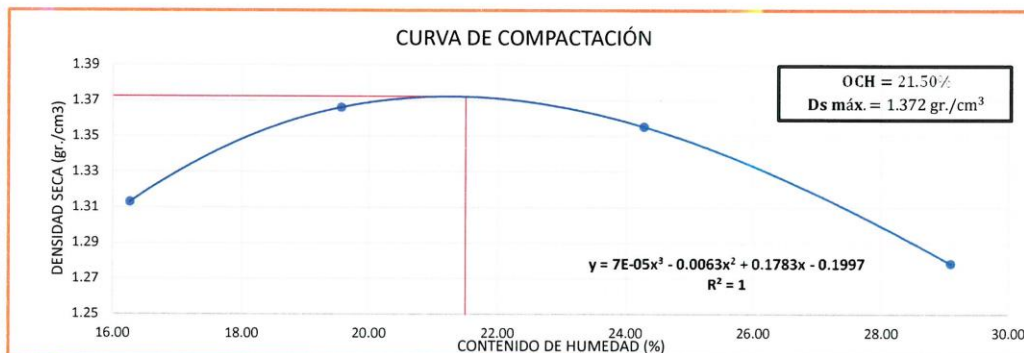
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3	
A	Peso Molde	gr	4264.00		4174.00		4182.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5500.00		5730.00		5770.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1236.00		1556.00		1588.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm3	944.00		944.00		944.00	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.31		1.65		1.68	
G	Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6
H	Peso Recipiente	gr	26.90	36.00	26.60	28.20	26.50	27.20
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	183.50	189.00	126.90	169.40	120.00	182.40
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	162.20	165.30	110.60	142.70	108.10	134.50
K	Peso del Agua	gr	21.30	23.70	16.30	26.70	11.90	47.90
L	Peso Muestra seca	gr	135.30	129.30	84.00	114.50	81.60	107.30
M	Contenido de Humedad W%	%	15.74	18.33	19.40	23.32	14.58	44.64
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	17.04		21.36		29.61	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm3	1.12		1.36		1.30	


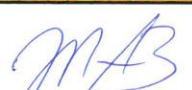
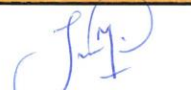


OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilibrando Mejia Diaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07/ 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		CPM-LS-UPNC: 12
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES		
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	III
UBICACIÓN:	C-3	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	COLOR DE MATERIAL:	Ocre
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth
		REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4182.00		4174.00		4174.00		4174.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5623.00		5716.00		5764.00		5732.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1441.00		1542.00		1590.00		1558.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	944.00		944.00		944.00		944.00	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.53		1.63		1.68		1.65	
G	Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
H	Peso Recipiente	gr	27.20	27.50	27.50	27.90	26.90	27.90	27.20	26.80
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	136.80	150.40	132.50	156.00	141.60	189.10	130.70	159.80
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	122.20	132.40	116.70	133.40	118.70	158.30	106.20	131.40
K	Peso del Agua	gr	14.60	18.00	15.80	22.60	22.90	30.80	24.50	28.40
L	Peso Muestra seca	gr	95.00	104.90	89.20	105.50	91.80	130.40	79.00	104.60
M	Contenido de Humedad W%	%	15.37	17.16	17.71	21.42	24.95	23.62	31.01	27.15
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	16.26		19.57		24.28		29.08	
O	Densidad Seca Máxima; D _s	gr/cm ³	1.31		1.37		1.36		1.28	



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejia Diaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07/ 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

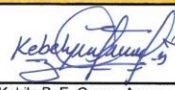

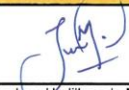
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188				CBR-LS-UPNC 01			
PROYECTO:		CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES							
CALICATA:	C - 1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:		Namora-Llacanora		COLOR DE MATERIAL:			Sepia		
FECHA DE MUESTREO:		19/10/2018		RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:		26/11/2018		REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza		

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR							
DESCRIPCIÓN	UND	C		3		3	
N° de Capas		5		5		5	
N° de Golpes por capa		13		27		56	
Condición de muestra		Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Peso Molde	gr	8370.00	8370.00	7625.00	7625.00	7785.00	7785.00
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	12080.00	12465.00	11895.00	11955.00	12110.00	12240.00
Peso Muestra húmeda	gr	3710.00	4095.00	4270.00	4330.00	4325.00	4455.00
Volumen muestra húmeda	cm3	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.64	1.81	1.89	1.91	1.91	1.97

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	2 - A	2 - B	2 - C	3 - A	3 - B	3 - C
Peso Recipiente	gr	27.2	26.80	27.30	27.00	27.90	26.90	26.70	26.80	23.30
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	218.7	212.90	184.00	198.80	206.90	185.80	198.50	198.90	136.90
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	174.0	169.00	130.10	158.20	165.30	137.30	159.00	157.30	108.80
Peso del Agua	gr	44.70	43.90	53.90	40.60	41.60	48.50	39.50	41.60	28.30
Peso Muestra Seca	gr	146.80	142.20	102.80	131.20	137.40	110.40	132.30	130.50	85.30
Contenido de humedad ; W%	%	30.66		52.43	30.61		43.93	30.87		33.18
Promedio Contenido de Humedad	%	41.55			37.27			32.02		
Densidad Máxima seca;Ds	gr/cm3	1.16			1.37			1.45		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (NP)										
TIEMPO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
ACUMULADO		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento	
Horas	Dias	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%
12	-	257.800	2.578	2.079	88.200	0.882	0.711	47.300	0.473	0.381
24	1	259.000	2.590	2.089	196.100	1.961	1.581	150.000	1.500	1.210
48	2	297.600	2.976	2.400	205.100	2.051	1.654	160.000	1.600	1.290
72	3	314.250	3.143	2.534	223.000	2.230	1.798	165.000	1.650	1.331
96	4	351.100	3.511	2.831	230.000	2.300	1.855	168.000	1.680	1.355

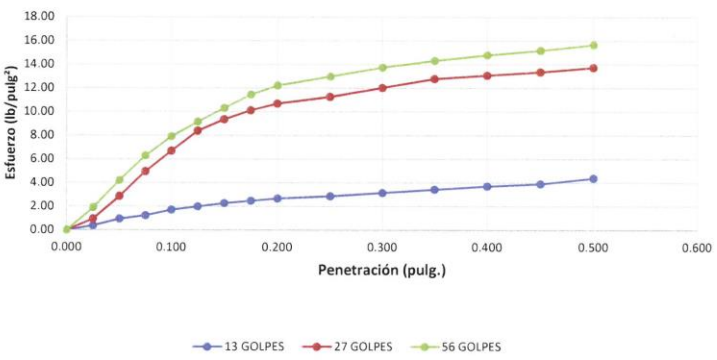
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hédlibrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

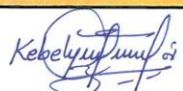
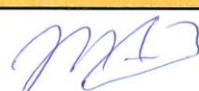
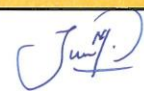
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188					CBR-LS-UPNC_01			
PROYECTO: CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES										
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla			
UBICACIÓN:		Namora-Llacanora			COLOR DE MATERIAL:			Sepia		
FECHA DE MUESTREO:		19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:		26/11/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza		

CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
mm	Pulg.	Carga Kg	Esfuerzo Kg/cm2 Lb/pl2		Carga Kg	Esfuerzo Kg/cm2 Lb/pl2		Carga Kg	Esfuerzo Kg/cm2 Lb/pl2	
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.635	0.025	0.17	0.03	0.38	0.43	0.07	0.96	0.87	0.13	1.91
1.270	0.050	0.43	0.07	0.96	1.30	0.20	2.87	1.91	0.30	4.20
1.905	0.075	0.56	0.09	1.24	2.25	0.35	4.97	2.86	0.44	6.31
2.540	0.100	0.78	0.12	1.72	3.03	0.47	6.69	3.60	0.56	7.93
3.175	0.125	0.91	0.14	2.01	3.81	0.59	8.41	4.16	0.65	9.17
3.810	0.150	1.04	0.16	2.29	4.25	0.66	9.36	4.68	0.73	10.32
4.445	0.175	1.13	0.17	2.48	4.59	0.71	10.13	5.20	0.81	11.46
5.080	0.200	1.21	0.19	2.68	4.85	0.75	10.70	5.55	0.86	12.23
6.350	0.250	1.30	0.20	2.87	5.11	0.79	11.27	5.89	0.91	12.99
7.620	0.300	1.43	0.22	3.15	5.46	0.85	12.04	6.24	0.97	13.76
8.890	0.350	1.56	0.24	3.44	5.81	0.90	12.80	6.50	1.01	14.33
10.160	0.400	1.69	0.26	3.73	5.94	0.92	13.09	6.72	1.04	14.81
11.430	0.450	1.78	0.28	3.92	6.07	0.94	13.38	6.89	1.07	15.19
12.700	0.500	1.99	0.31	4.39	6.24	0.97	13.76	7.11	1.10	15.67

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN

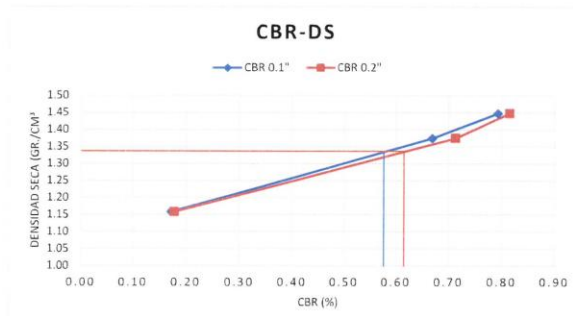


— 13 GOLPES — 27 GOLPES — 56 GOLPES


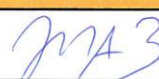
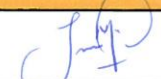
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E132 / ASTM D188			CBR-LS-UPNC: 01	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACION:	Namora-Llacanora	COLOR DE MATERIAL:	Sepia		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza		

ESFUERZOS PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	1.72	2.68	6.69	10.70	7.93	12.23
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00
CBR (%)	0.17	0.18	0.67	0.71	0.79	0.82
Ds (gr/cm ³)	1.16		1.37		1.45	



RESULTADOS	
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.336
CBR 0.1" (%)	0.577
CBR 0.2" (%)	0.615

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas FECHA: 07 / 12 / 2018	Ing. Erick Muñoz Barboza FECHA: 07 / 12 / 2018	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz FECHA: 07 / 12 / 2018

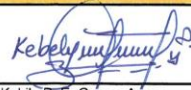
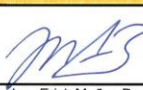
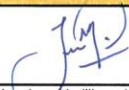
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
	ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA: MTC E132 / ASTM D188					CBR-LS-UPNC. 02				
PROYECTO: CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES									
CALICATA:	C -1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:		Namora-Llacanora			COLOR DE MATERIAL:		Sepia		
FECHA DE MUESTREO:		19/10/2018			RESPONSABLE:		Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:		26/11/2018			REVISADO POR:		Ing. Erick Muñoz Barboza		

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR							
DESCRIPCIÓN	UND	1		3		3	
N° de Capas		5		5		5	
N° de Golpes por capa		13		27		56	
Condición de muestra		Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Peso Molde	gr	8370.00	8370.00	7625.00	7625.00	7745.00	7745.00
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	12005.00	12545.00	11565.00	12045.00	12345.00	12115.00
Peso Muestra húmeda	gr	3635.00	4175.00	3940.00	4420.00	4600.00	4370.00
Volumen muestra húmeda	cm3	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.61	1.84	1.74	1.95	2.03	1.93

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	2 - A	2 - B	2 - C	3 - A	3 - B	3 - C
Peso Recipiente	gr	28.50	27.10	27.20	26.90	26.80	26.90	27.50	26.10	26.90
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	176.30	183.70	179.40	130.70	151.50	213.50	112.80	115.20	163.50
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	143.20	153.10	121.50	109.10	125.60	145.10	96.20	95.10	129.30
Peso del Agua	gr	33.10	30.60	57.90	21.60	25.90	68.40	16.60	20.10	34.20
Peso Muestra Seca	gr	114.70	126.00	94.30	82.20	98.80	118.20	68.70	69.00	102.40
Contenido de humedad ; W%	%	26.57		61.40	26.25		57.87	26.65		33.40
Promedio Contenido de Humedad	%	43.99			42.06			30.02		
Densidad Máxima seca;Ds	gr/cm3	1.12			1.23			1.56		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (NP)										
TIEMPO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
ACUMULADO		Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%
Horas	Días	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%
12	-	210.300	2.103	1.696	102.000	1.02	0.823	30.600	0.306	0.247
24	1	220.100	2.201	1.775	114.000	1.14	0.919	31.200	0.312	0.252
48	2	231.200	2.312	1.865	131.200	1.312	1.058	96.200	0.962	0.776
72	3	246.300	2.463	1.986	143.600	1.436	1.158	103.400	1.034	0.834
96	4	251.700	2.517	2.030	157.400	1.574	1.269	125.500	1.255	1.012

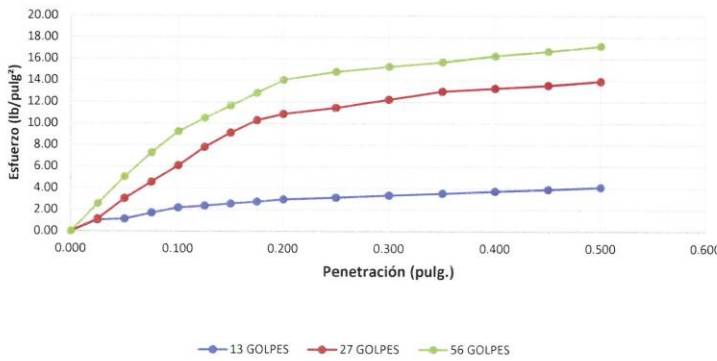
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivap Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018



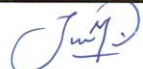
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188					CBR-LS-UPNC. 02			
PROYECTO:		CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES								
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla			
UBICACIÓN:	Namora-Llacanora			COLOR DE MATERIAL:			Sepia			
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth			
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza			

CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo	
mm	Pulg.	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.635	0.025	0.48	0.07	1.05	0.52	0.08	1.15	1.17	0.18	2.58
1.270	0.050	0.52	0.08	1.15	1.39	0.22	3.06	2.30	0.36	5.06
1.905	0.075	0.78	0.12	1.72	2.08	0.32	4.59	3.31	0.51	7.31
2.540	0.100	1.00	0.15	2.20	2.77	0.43	6.11	4.20	0.65	9.27
3.175	0.125	1.08	0.17	2.39	3.55	0.55	7.83	4.77	0.74	10.51
3.810	0.150	1.17	0.18	2.58	4.16	0.65	9.17	5.29	0.82	11.66
4.445	0.175	1.26	0.19	2.77	4.68	0.73	10.32	5.83	0.90	12.85
5.080	0.200	1.34	0.21	2.96	4.94	0.77	10.89	6.37	0.99	14.04
6.350	0.250	1.43	0.22	3.15	5.20	0.81	11.46	6.72	1.04	14.81
7.620	0.300	1.52	0.24	3.34	5.55	0.86	12.23	6.93	1.08	15.29
8.890	0.350	1.60	0.25	3.54	5.89	0.91	12.99	7.13	1.11	15.72
10.160	0.400	1.69	0.26	3.73	6.02	0.93	13.28	7.39	1.15	16.29
11.430	0.450	1.78	0.28	3.92	6.15	0.95	13.57	7.58	1.18	16.72
12.700	0.500	1.86	0.29	4.11	6.33	0.98	13.95	7.80	1.21	17.20

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN



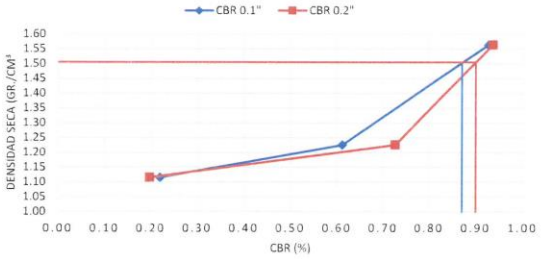
Legend: 13 GOLPES (blue), 27 GOLPES (red), 56 GOLPES (green)

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas FECHA: 07 / 12 / 2018	Ing. Erick Muñoz Barboza FECHA: 07 / 12 / 2018	Ing. Ivan Hedibrando Mejia Diaz FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E132 / ASTM D188			CBR-LS-UPNC: 02	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACION:	Namora-Llacanora	COLOR DE MATERIAL:	Sepia		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza		

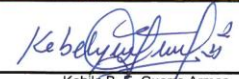
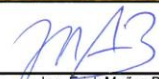
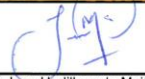
ESFUERZOS PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	2.20	2.96	6.11	10.89	9.27	14.04
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00
CBR (%)	0.22	0.20	0.61	0.73	0.93	0.94
Ds (gr/cm ³)	1.12		1.23		1.56	


CBR-DS



RESULTADOS	
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.505
CBR 0.1" (%)	0.870
CBR 0.2" (%)	0.900

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

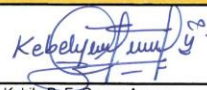
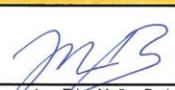
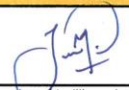
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
	ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:				
NORMA: MTC E132 / ASTM D188				CBR-LS-UPNC 03					
PROYECTO: CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES									
CALCATA:	C - 1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:		Namora-Llacanora		COLOR DE MATERIAL:			Sepia		
FECHA DE MUESTREO:		19/10/2018		RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:		26/11/2018		REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza		

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR							
DESCRIPCIÓN	UND	1		3		3	
N° de Capas		5		5		5	
N° de Golpes por capa		13		27		56	
Condición de muestra		Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Peso Molde	gr	7055.60	7055.60	7240.20	7240.20	7246.20	7246.20
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	10563.40	10960.00	11067.70	11340.00	11209.30	11420.00
Peso Muestra húmeda	gr	3507.80	3904.40	3827.50	4099.80	3963.10	4173.80
Volumen muestra húmeda	cm3	2146.37	2146.37	2142.50	2142.50	2123.68	2123.68
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.63	1.82	1.79	1.91	1.87	1.97

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	2 - A	2 - B	2 - C	3 - A	3 - B	3 - C
Peso Recipiente	gr	123.70	123.70	77.50	122.20	122.20	73.30	124.70	124.70	125.40
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	922.80	921.50	928.70	1068.90	1050.30	918.60	1061.90	1061.90	1077.80
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	746.10	742.80	659.00	857.60	848.00	689.20	855.30	855.30	832.10
Peso del Agua	gr	176.70	178.70	269.70	211.30	202.30	229.40	206.60	206.60	245.70
Peso Muestra Seca	gr	622.40	619.10	581.50	735.40	725.80	615.90	730.60	730.60	706.70
Contenido de humedad ; W%	%	28.63		46.38	28.30		37.25	28.28		34.77
Promedio Contenido de Humedad	%	37.50			32.77			31.52		
Densidad Máxima seca;Ds	gr/cm3	1.19			1.35			1.42		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (NP)										
TIEMPO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
ACUMULADO		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento	
Horas	Dias	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%
12	-	238.100	2.381	1.920	88.200	0.882	0.711	47.300	0.473	0.381
24	1	269.200	2.692	2.171	196.100	1.961	1.581	150.000	1.500	1.210
48	2	317.200	3.172	2.558	205.100	2.051	1.654	160.000	1.600	1.290
72	3	344.200	3.442	2.776	223.000	2.230	1.798	165.000	1.650	1.331
96	4	352.200	3.522	2.840	230.000	2.300	1.855	168.000	1.680	1.355

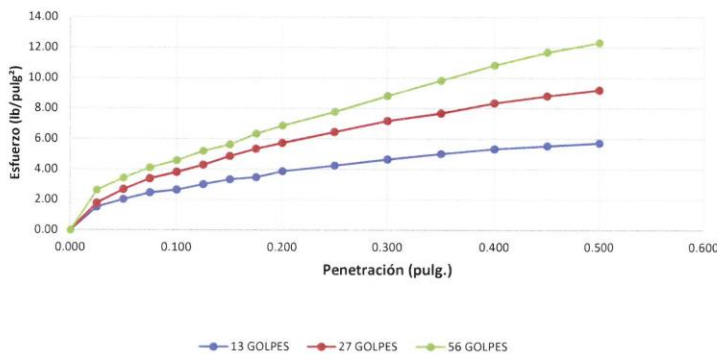
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Iván Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

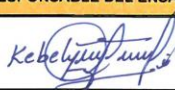

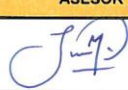
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188				CBR-LS-UPNC: 03			
PROYECTO: CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES									
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:	Namora-Llacanora			COLOR DE MATERIAL:			Sepia		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza		

CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo	
mm	Pulg.	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.635	0.025	0.69	0.11	1.53	0.81	0.13	1.80	1.19	0.18	2.63
1.270	0.050	0.92	0.14	2.03	1.22	0.19	2.69	1.56	0.24	3.44
1.905	0.075	1.12	0.17	2.46	1.54	0.24	3.40	1.86	0.29	4.11
2.540	0.100	1.20	0.19	2.66	1.73	0.27	3.82	2.08	0.32	4.59
3.175	0.125	1.36	0.21	3.01	1.95	0.30	4.30	2.36	0.37	5.21
3.810	0.150	1.52	0.24	3.34	2.21	0.34	4.87	2.56	0.40	5.64
4.445	0.175	1.58	0.25	3.49	2.43	0.38	5.35	2.88	0.45	6.35
5.080	0.200	1.76	0.27	3.88	2.60	0.40	5.73	3.12	0.48	6.88
6.350	0.250	1.93	0.30	4.25	2.92	0.45	6.45	3.53	0.55	7.79
7.620	0.300	2.11	0.33	4.66	3.26	0.51	7.18	4.01	0.62	8.84
8.890	0.350	2.27	0.35	5.02	3.49	0.54	7.69	4.46	0.69	9.84
10.160	0.400	2.43	0.38	5.35	3.80	0.59	8.37	4.92	0.76	10.85
11.430	0.450	2.51	0.39	5.54	4.01	0.62	8.84	5.31	0.82	11.70
12.700	0.500	2.60	0.40	5.73	4.18	0.65	9.22	5.59	0.87	12.32

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN

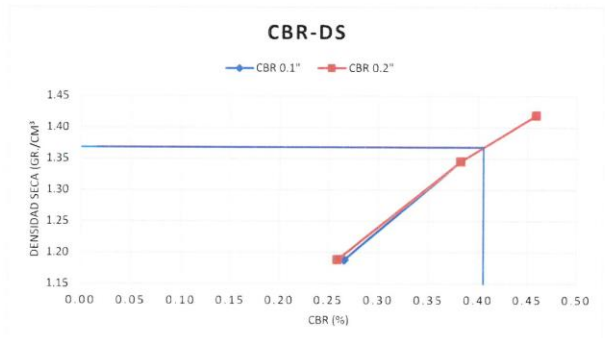


—●— 13 GOLPES —●— 27 GOLPES —●— 56 GOLPES

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 Kehila B. E. Guerra Armas FECHA: 07 / 12 / 2018	 Ing. Erick Muñoz Barboza FECHA: 07 / 12 / 2018	 Ing. Ivan Hediabrando Mejia Diaz FECHA: 07 / 12 / 2018

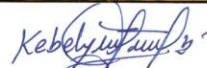


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E132 / ASTM D188			CBR-LS-UPNC: 03	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C - 1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora-Llacanora		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:		Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018	REVISADO POR:		Ing. Erick Muñoz Barboza	

ESFUERZOS PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	2.66	3.88	3.82	5.73	4.59	6.88
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00
CBR (%)	0.27	0.26	0.38	0.38	0.46	0.46
Ds (gr/cm ³)	1.19		1.35		1.42	



RESULTADOS	
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.368
CBR 0.1" (%)	0.405
CBR 0.2" (%)	0.405

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

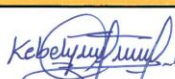

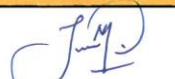
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188				CBR-LS-UPNC: 04			
PROYECTO:		CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES							
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:		Namora-Llacanora		COLOR DE MATERIAL:			Sepia		
FECHA DE MUESTREO:		19/10/2018		RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:		26/11/2018		REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza		

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR									
DESCRIPCIÓN	UND	1		3		3			
Nº de Capas		5		5		5			
Nº de Golpes por capa		13		27		56			
Condición de muestra		Antes		Despues		Antes		Despues	
Peso Molde	gr	8405.00	8405.00	8655.00	8655.00	8805.00	8805.00		
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	12105.00	12635.00	12595.00	12965.00	13165.00	13270.00		
Peso Muestra húmeda	gr	3700.00	4230.00	3940.00	4310.00	4360.00	4465.00		
Volumen muestra húmeda	cm3	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94		
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.64	1.87	1.74	1.90	1.93	1.97		

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	Nº	1 - A	1 - B	1 - C	2 - A	2 - B	2 - C	3 - A	3 - B	3 - C
Peso Recipiente	gr	27.20	26.70	27.10	28.10	27.10	26.80	28.20	27.30	26.70
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	110.70	122.40	202.80	213.90	210.50	157.70	128.70	136.20	157.60
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	90.90	102.80	136.90	172.90	168.70	112.90	105.90	112.50	118.40
Peso del Agua	gr	19.80	19.60	65.90	41.00	41.80	44.80	22.80	23.70	39.20
Peso Muestra Seca	gr	63.70	76.10	109.80	144.80	141.60	86.10	77.70	85.20	91.70
Contenido de humedad ; W%	%	28.42		60.02	28.92		52.03	28.58		42.75
Promedio Contenido de Humedad	%	44.22			40.47			35.66		
Densidad Máxima seca;Ds	gr/cm3	1.13			1.24			1.42		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (NP)										
TIEMPO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
ACUMULADO		Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%
Horas	Días	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%
12	-	203.200	2.032	1.639	185.300	1.853	1.494	128.200	1.282	1.034
24	1	301.600	3.016	2.432	210.000	2.100	1.694	196.200	1.962	1.582
48	2	406.100	4.061	3.275	221.400	2.214	1.785	203.100	2.031	1.638
72	3	408.200	4.082	3.292	230.100	2.301	1.856	208.200	2.082	1.679
96	4	410.100	4.101	3.307	231.300	2.313	1.865	220.750	2.208	1.780

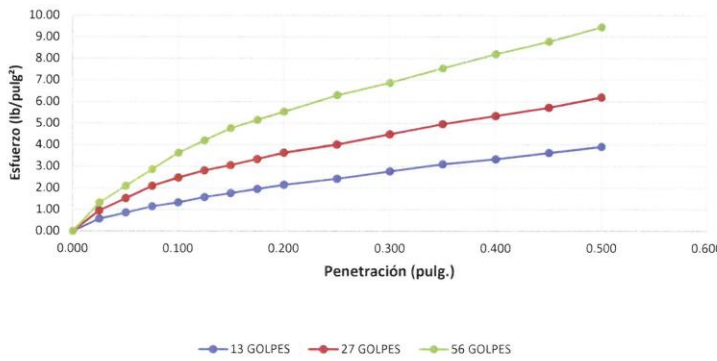
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas FECHA: 07 / 12 / 2018	Ing. Erick Muñoz Barboza FECHA: 07 / 12 / 2018	Ing. Ivan Hedibrando Mejía Díaz FECHA: 07 / 12 / 2018

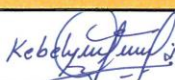

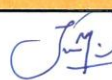
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188					CBR-LS-UPNC: 04			
PROYECTO:		CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES								
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla			
UBICACIÓN:	Namora-Llacanora			COLOR DE MATERIAL:			Sepia			
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth			
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza			

CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo	
mm	Pulg.	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.635	0.025	0.26	0.04	0.57	0.43	0.07	0.96	0.61	0.09	1.34
1.270	0.050	0.39	0.06	0.86	0.69	0.11	1.53	0.95	0.15	2.10
1.905	0.075	0.52	0.08	1.15	0.95	0.15	2.10	1.30	0.20	2.87
2.540	0.100	0.61	0.09	1.34	1.13	0.17	2.48	1.65	0.26	3.63
3.175	0.125	0.71	0.11	1.58	1.28	0.20	2.82	1.91	0.30	4.20
3.810	0.150	0.80	0.12	1.77	1.39	0.22	3.06	2.17	0.34	4.78
4.445	0.175	0.89	0.14	1.96	1.52	0.24	3.34	2.34	0.36	5.16
5.080	0.200	0.97	0.15	2.15	1.65	0.26	3.63	2.51	0.39	5.54
6.350	0.250	1.10	0.17	2.44	1.82	0.28	4.01	2.86	0.44	6.31
7.620	0.300	1.26	0.19	2.77	2.04	0.32	4.49	3.12	0.48	6.88
8.890	0.350	1.41	0.22	3.11	2.25	0.35	4.97	3.42	0.53	7.55
10.160	0.400	1.52	0.24	3.34	2.43	0.38	5.35	3.73	0.58	8.22
11.430	0.450	1.65	0.26	3.63	2.60	0.40	5.73	3.99	0.62	8.79
12.700	0.500	1.78	0.28	3.92	2.82	0.44	6.21	4.29	0.67	9.46

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN



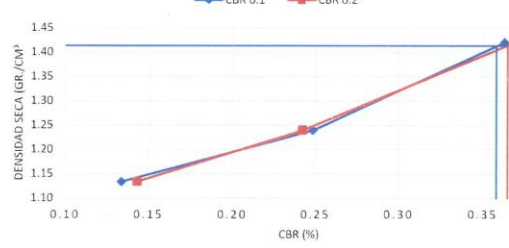
Legend: 13 GOLPES (blue), 27 GOLPES (red), 56 GOLPES (green)

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hediibrando Mejia Diaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E132 / ASTM D188			CBR-LS-UPNC-04	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACION:	Namora-Liacañora	COLOR DE MATERIAL:	Sepia		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza		

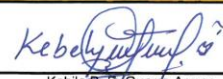
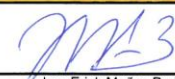

ESFUERZOS PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	1.34	2.15	2.48	3.63	3.63	5.54
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00
CBR (%)	0.13	0.14	0.25	0.24	0.36	0.37
Ds (gr/cm ³)	1.13		1.24		1.42	

CBR-DS



RESULTADOS	
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.413
CBR 0.1" (%)	0.358
CBR 0.2" (%)	0.365

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedibrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018



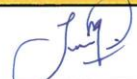
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188					CBR-LS-UPNC: 05		
PROYECTO:		CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES							
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:		Namora-Llacanora			COLOR DE MATERIAL:			Rojizo	
FECHA DE MUESTREO:		19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:		26/11/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza	

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR							
DESCRIPCIÓN	UND	1		3		3	
Nº de Capas		5		5		5	
Nº de Golpes por capa		13		27		56	
Condición de muestra		Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Peso Molde	gr	7265.00	7265.00	7255.00	7255.00	7215.00	7215.00
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	11555.00	11600.00	11585.00	11650.00	11555.00	11650.00
Peso Muestra húmeda	gr	4290.00	4335.00	4330.00	4395.00	4340.00	4435.00
Volumen muestra húmeda	cm3	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.90	1.92	1.91	1.94	1.92	1.96

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	Nº	1 - A	1 - B	1 - C	2 - A	2 - B	2 - C	3 - A	3 - B	3 - C
Peso Recipiente	gr	26.90	28.00	27.00	27.00	27.90	28.30	27.50	29.30	26.90
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	207.10	192.80	211.60	183.00	184.90	220.50	181.40	204.00	203.40
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	165.70	155.30	158.30	146.90	149.30	165.70	147.60	162.90	155.30
Peso del Agua	gr	41.40	37.50	53.30	36.10	35.60	54.80	33.80	41.10	48.10
Peso Muestra Seca	gr	138.80	127.30	131.30	119.90	121.40	137.40	120.10	133.60	128.40
Contenido de humedad ; W%	%	29.64		40.59	29.72		39.88	29.45		37.46
Promedio Contenido de Humedad	%	35.12			34.80			33.46		
Densidad Máxima seca;Ds	gr/cm3	1.40			1.42			1.44		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (NP)										
TIEMPO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
ACUMULADO		Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%
Horas	Días	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%
12	-	55.000	0.550	0.444	52.000	0.520	0.419	14.200	0.142	0.115
24	1	60.000	0.600	0.484	52.000	0.520	0.419	14.500	0.145	0.117
48	2	60.500	0.605	0.488	52.500	0.525	0.423	14.500	0.145	0.117
72	3	60.800	0.608	0.490	52.800	0.528	0.426	14.800	0.148	0.119
96	4	61.000	0.610	0.492	53.000	0.530	0.427	15.000	0.150	0.121

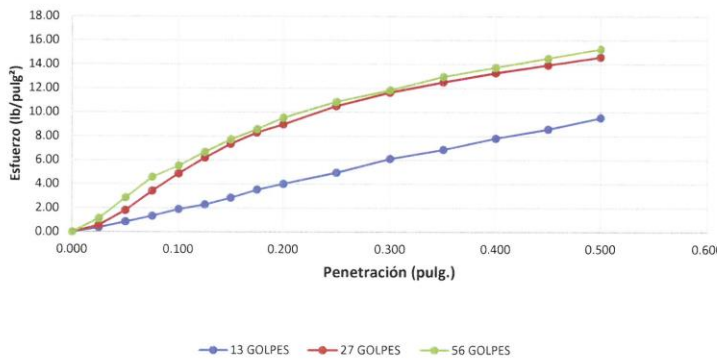
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018



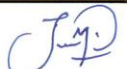
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188					CBR-LS-UPNC. 05			
PROYECTO:		CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES								
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla			
UBICACIÓN:	Namora-Llacanora			COLOR DE MATERIAL:			Rojizo			
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth			
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza			

CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo	
mm	Pulg.	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.635	0.025	0.17	0.03	0.38	0.26	0.04	0.57	0.52	0.08	1.15
1.270	0.050	0.39	0.06	0.86	0.82	0.13	1.82	1.30	0.20	2.87
1.905	0.075	0.61	0.09	1.34	1.56	0.24	3.44	2.08	0.32	4.59
2.540	0.100	0.87	0.13	1.91	2.21	0.34	4.87	2.51	0.39	5.54
3.175	0.125	1.04	0.16	2.29	2.82	0.44	6.21	3.03	0.47	6.69
3.810	0.150	1.30	0.20	2.87	3.34	0.52	7.36	3.51	0.54	7.74
4.445	0.175	1.60	0.25	3.54	3.77	0.58	8.31	3.90	0.60	8.60
5.080	0.200	1.82	0.28	4.01	4.07	0.63	8.98	4.33	0.67	9.55
6.350	0.250	2.25	0.35	4.97	4.77	0.74	10.51	4.94	0.77	10.89
7.620	0.300	2.77	0.43	6.11	5.29	0.82	11.66	5.37	0.83	11.85
8.890	0.350	3.12	0.48	6.88	5.68	0.88	12.52	5.89	0.91	12.99
10.160	0.400	3.55	0.55	7.83	6.02	0.93	13.28	6.24	0.97	13.76
11.430	0.450	3.90	0.60	8.60	6.33	0.98	13.95	6.59	1.02	14.52
12.700	0.500	4.33	0.67	9.55	6.63	1.03	14.62	6.93	1.08	15.29

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN



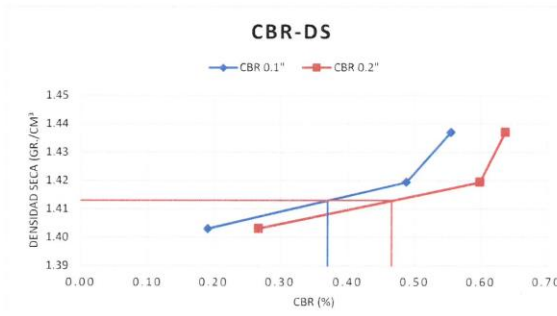
Legend: 13 GOLPES (blue), 27 GOLPES (red), 56 GOLPES (green)

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejia Diaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

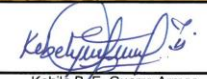
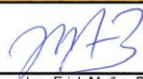
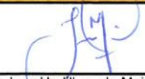
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E132 / ASTM D188			CBR-LS-UPNC: 05	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACION:	Namora-Llacanora	COLOR DE MATERIAL:	Rojizo		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza		

ESFUERZOS PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	1.91	4.01	4.87	8.98	5.54	9.55
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00
CBR (%)	0.19	0.27	0.49	0.60	0.55	0.64
Ds (gr/cm ³)	1.40		1.42		1.44	

CBR-DS



RESULTADOS	
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.413
CBR 0.1" (%)	0.370
CBR 0.2" (%)	0.465

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B/E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Iván Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018



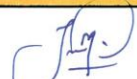
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:	MTC E132 / ASTM D188					CBR-LS-UPNC: 06			
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES								
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:	Namora-Liacanora			COLOR DE MATERIAL:			Rojizo		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza		

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR							
DESCRIPCIÓN	UND	1		3		3	
N° de Capas		5		5		5	
N° de Golpes por capa		13		27		56	
Condición de muestra		Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Peso Molde	gr	8405.00	8405.00	8655.00	8655.00	8805.00	8805.00
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	12290.00	12765.00	12905.00	13230.00	13295.00	13490.00
Peso Muestra húmeda	gr	3885.00	4360.00	4250.00	4575.00	4490.00	4685.00
Volumen muestra húmeda	cm ³	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94
Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.72	1.93	1.88	2.02	1.98	2.07

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	2 - A	2 - B	2 - C	3 - A	3 - B	3 - C
Peso Recipiente	gr	27.10	28.30	28.20	26.80	27.20	27.00	26.90	28.20	27.00
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	171.50	174.90	189.60	186.50	167.10	153.10	166.90	154.80	135.10
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	140.80	143.70	141.80	152.70	136.60	116.20	136.40	128.50	108.20
Peso del Agua	gr	30.70	31.20	47.80	33.80	30.50	36.90	30.50	26.30	26.90
Peso Muestra Seca	gr	113.70	115.40	113.60	125.90	109.40	89.20	109.50	100.30	81.20
Contenido de humedad ; W%	%	27.02		42.08	27.36		41.37	27.04		33.13
Promedio Contenido de Humedad	%	34.55			34.37			30.08		
Densidad Máxima seca;Ds	gr/cm ³	1.28			1.40			1.53		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (NP)										
TIEMPO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
ACUMULADO		Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%
Horas	Días	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%
12	-	101.200	1.012	0.816	85.000	0.000	0.000	70.000	0.700	0.565
24	1	109.400	1.094	0.882	90.000	0.000	0.000	77.800	0.778	0.627
48	2	113.200	1.132	0.913	90.500	0.000	0.000	78.000	0.780	0.629
72	3	113.500	1.135	0.915	90.800	0.000	0.000	78.100	0.781	0.630
96	4	114.000	1.140	0.919	101.200	0.000	0.000	78.150	0.782	0.630

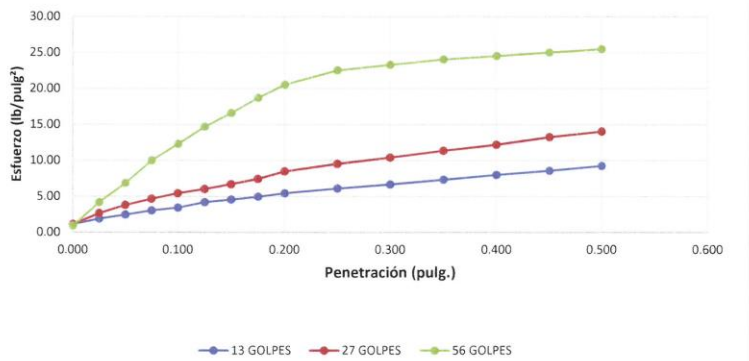
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas FECHA: 07 / 12 / 2018	Ing. Erick Muñoz Barboza FECHA: 07 / 12 / 2018	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz FECHA: 07 / 12 / 2018




LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
PROTOCOLO											
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR						CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188						CBR-LS-UPNC: 06			
PROYECTO:		CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES									
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:				Arcilla			
UBICACIÓN:		Namora-Llacanora		COLOR DE MATERIAL:				Rojizo			
FECHA DE MUESTREO:		19/10/2018		RESPONSABLE:				Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth			
FECHA DE ENSAYO:		26/11/2018		REVISADO POR:				Ing. Erick Muñoz Barboza			

CARGA - PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3			
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		
mm	Pulg.	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	
0.000	0.000	0.52	0.08	1.15	0.52	0.08	1.15	0.43	0.07	0.96	
0.635	0.025	0.87	0.13	1.91	1.21	0.19	2.68	1.91	0.30	4.20	
1.270	0.050	1.13	0.17	2.48	1.73	0.27	3.82	3.12	0.48	6.88	
1.905	0.075	1.39	0.22	3.06	2.12	0.33	4.68	4.55	0.71	10.03	
2.540	0.100	1.56	0.24	3.44	2.47	0.38	5.45	5.59	0.87	12.32	
3.175	0.125	1.91	0.30	4.20	2.73	0.42	6.02	6.67	1.03	14.71	
3.810	0.150	2.08	0.32	4.59	3.03	0.47	6.69	7.54	1.17	16.62	
4.445	0.175	2.25	0.35	4.97	3.38	0.52	7.45	8.49	1.32	18.73	
5.080	0.200	2.47	0.38	5.45	3.86	0.60	8.50	9.32	1.44	20.54	
6.350	0.250	2.77	0.43	6.11	4.33	0.67	9.55	10.23	1.59	22.55	
7.620	0.300	3.03	0.47	6.69	4.72	0.73	10.41	10.57	1.64	23.31	
8.890	0.350	3.34	0.52	7.36	5.16	0.80	11.37	10.92	1.69	24.08	
10.160	0.400	3.64	0.56	8.03	5.55	0.86	12.23	11.14	1.73	24.55	
11.430	0.450	3.90	0.60	8.60	6.02	0.93	13.28	11.35	1.76	25.03	
12.700	0.500	4.20	0.65	9.27	6.37	0.99	14.04	11.57	1.79	25.51	

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN



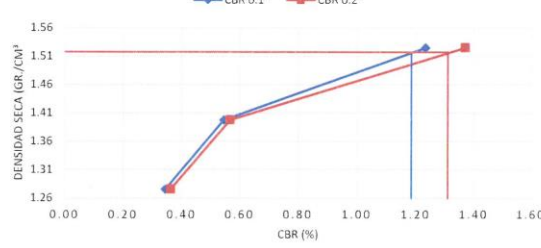
● 13 GOLPES
 ● 27 GOLPES
 ● 56 GOLPES

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hediabrando Mejia Diaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E132 / ASTM D188			CBR-LS-UPNC: 06	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACION:	Namora-Llacanora	COLOR DE MATERIAL:	Rojizo		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza		

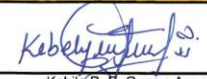
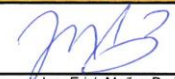
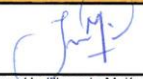
ESFUERZOS PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	3.44	5.45	5.45	8.50	12.32	20.54
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00
CBR (%)	0.34	0.36	0.54	0.57	1.23	1.37
Ds (gr/cm ³)	1.28		1.40		1.53	

CBR-DS




RESULTADOS	
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.517
CBR 0.1" (%)	1.185
CBR 0.2" (%)	1.310

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes.

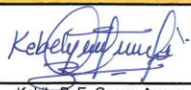
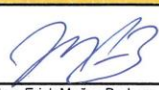
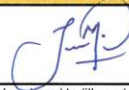
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
	ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA: MTC E132 / ASTM D188					CBR-LS-UPNC. 07				
PROYECTO: CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES									
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:	Namora-Llacanora			COLOR DE MATERIAL:			Rojizo		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza		

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR							
DESCRIPCIÓN	UND	1		3		3	
N° de Capas		5		5		5	
N° de Golpes por capa		13		27		56	
Condición de muestra		Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Peso Molde	gr	8370.00	8370.00	7625.00	7625.00	7785.00	7785.00
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	12150.00	12720.00	11720.00	12155.00	12295.00	12515.00
Peso Muestra húmeda	gr	3780.00	4350.00	4095.00	4530.00	4510.00	4730.00
Volumen muestra húmeda	cm3	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.67	1.92	1.81	2.00	1.99	2.09

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	2 - A	2 - B	2 - C	3 - A	3 - B	3 - C
Peso Recipiente	gr	27.2	27.10	26.00	26.90	26.90	26.90	28.20	28.20	26.60
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	158.60	157.20	213.40	133.20	156.10	193.30	111.60	103.20	142.70
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	133.20	130.80	153.20	113.30	129.20	143.30	97.40	86.30	114.20
Peso del Agua	gr	25.40	26.40	60.20	19.90	26.90	50.00	14.20	16.90	28.50
Peso Muestra Seca	gr	106.00	103.70	127.20	86.40	102.30	116.40	69.20	58.10	87.60
Contenido de humedad ; W%	%	24.71		47.33	24.66		42.96	24.80		32.53
Promedio Contenido de Humedad	%	36.02			33.81			28.67		
Densidad Máxima seca;Ds	gr/cm3	1.23			1.35			1.55		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (NP)										
TIEMPO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
ACUMULADO		Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%
Horas	Días	Deforma	mm		Deforma	mm		Deforma	mm	
12	-	145.000	1.450	1.169	137.000	1.370	1.105	115.000	1.150	0.927
24	1	194.200	1.942	1.566	162.300	1.623	1.309	122.000	1.220	0.984
48	2	213.600	2.136	1.723	197.250	1.973	1.591	134.250	1.343	1.083
72	3	277.000	2.770	2.234	223.900	2.239	1.806	153.300	1.533	1.236
96	4	279.000	2.790	2.250	261.000	2.610	2.105	163.000	1.630	1.315

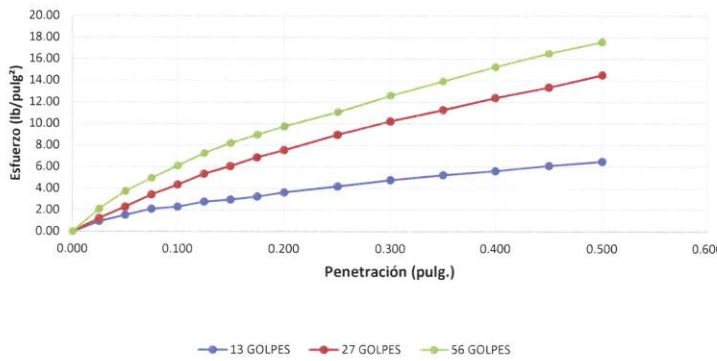
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018



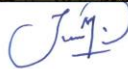
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188					CBR-LS-UPNC: 07			
PROYECTO:		CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES								
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla			
UBICACIÓN:	Namora-Llacanora			COLOR DE MATERIAL:			Rojizo			
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth			
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza			

CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo	
mm	Pulg.	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.635	0.025	0.43	0.07	0.96	0.56	0.09	1.24	0.95	0.15	2.10
1.270	0.050	0.69	0.11	1.53	1.04	0.16	2.29	1.69	0.26	3.73
1.905	0.075	0.95	0.15	2.10	1.56	0.24	3.44	2.25	0.35	4.97
2.540	0.100	1.04	0.16	2.29	1.97	0.31	4.35	2.77	0.43	6.11
3.175	0.125	1.26	0.19	2.77	2.43	0.38	5.35	3.29	0.51	7.26
3.810	0.150	1.34	0.21	2.96	2.75	0.43	6.07	3.73	0.58	8.22
4.445	0.175	1.47	0.23	3.25	3.12	0.48	6.88	4.07	0.63	8.98
5.080	0.200	1.65	0.26	3.63	3.42	0.53	7.55	4.42	0.69	9.75
6.350	0.250	1.91	0.30	4.20	4.07	0.63	8.98	5.03	0.78	11.08
7.620	0.300	2.17	0.34	4.78	4.64	0.72	10.22	5.72	0.89	12.61
8.890	0.350	2.38	0.37	5.25	5.11	0.79	11.27	6.33	0.98	13.95
10.160	0.400	2.56	0.40	5.64	5.63	0.87	12.42	6.93	1.08	15.29
11.430	0.450	2.77	0.43	6.11	6.07	0.94	13.38	7.50	1.16	16.53
12.700	0.500	2.95	0.46	6.50	6.59	1.02	14.52	7.97	1.24	17.58

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN



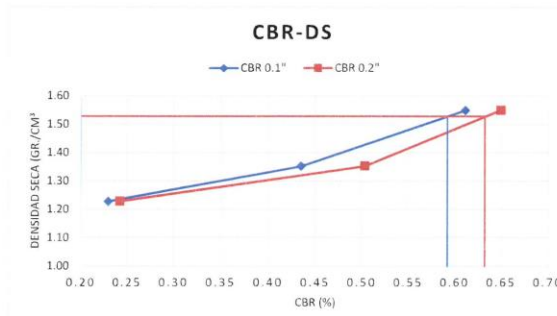
Legend: 13 GOLPES (blue), 27 GOLPES (red), 56 GOLPES (green)

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hediibrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018




LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E132 / ASTM D188			CBR-LS-UPNC: 07	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora-Llacanora	COLOR DE MATERIAL:	Rojizo		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza		

ESFUERZOS PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	2.29	3.63	4.35	7.55	6.11	9.75
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00
CBR (%)	0.23	0.24	0.43	0.50	0.61	0.65
Ds (gr/cm ³)	1.23		1.35		1.55	

CBR-DS



RESULTADOS	
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.528
CBR 0.1" (%)	0.592
CBR 0.2" (%)	0.633

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hédilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

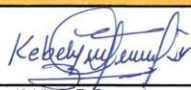
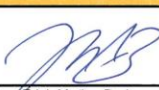
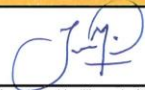
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:	MTC E132 / ASTM D188					CBR-LS-UPNC. 08			
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES								
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:	Namora-Liacanora			COLOR DE MATERIAL:			Rojizo		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza		

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR							
DESCRIPCIÓN	UND	1		3		3	
N° de Capas		5		5		5	
N° de Golpes por capa		13		27		56	
Condición de muestra		Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Peso Molde	gr	8400.00	8400.00	8660.00	8660.00	8805.00	8805.00
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	12015.00	12675.00	12545.00	13135.00	13125.00	13545.00
Peso Muestra húmeda	gr	3615.00	4275.00	3885.00	4475.00	4320.00	4740.00
Volumen muestra húmeda	cm3	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.60	1.89	1.72	1.98	1.91	2.09

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	2 - A	2 - B	2 - C	3 - A	3 - B	3 - C
Peso Recipiente	gr	26.90	27.20	36.00	28.10	26.20	26.90	27.50	27.00	27.00
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	164.00	175.20	208.50	121.20	160.70	225.90	160.40	143.70	221.30
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	140.40	150.60	153.80	105.30	138.50	162.40	139.40	123.10	171.30
Peso del Agua	gr	23.60	24.60	54.70	15.90	22.20	63.50	21.00	20.60	50.00
Peso Muestra Seca	gr	113.50	123.40	117.80	77.20	112.30	135.50	111.90	96.10	144.30
Contenido de humedad ; W%	%	20.36		46.43	20.18		46.86	20.10		34.65
Promedio Contenido de Humedad	%	33.40			33.52			27.38		
Densidad Máxima seca;Ds	gr/cm3	1.20			1.29			1.50		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (NP)										
TIEMPO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
ACUMULADO		Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%
Horas	Días	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%
12	-	150.000	1.500	1.210	142.000	1.420	1.145	115.000	1.150	0.927
24	1	199.300	1.993	1.607	172.500	1.725	1.391	121.400	1.214	0.979
48	2	245.200	2.452	1.977	195.300	1.953	1.575	137.900	1.379	1.112
72	3	274.100	2.741	2.210	212.400	2.124	1.713	156.400	1.564	1.261
96	4	284.500	2.845	2.294	234.400	2.344	1.890	165.000	1.650	1.331

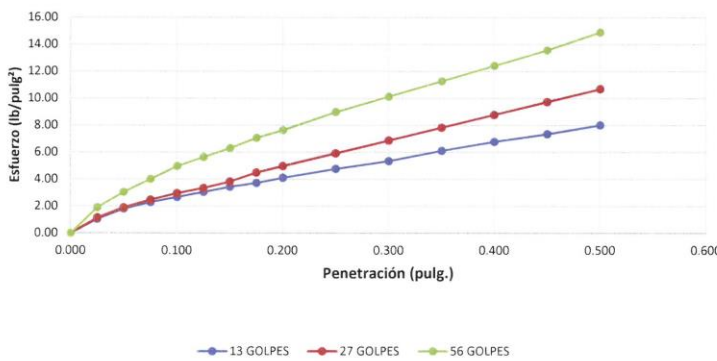
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018



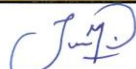
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
PROTOCOLO											
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR						CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188						CBR-LS-UPNC: 08			
PROYECTO: CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES											
CALICATA:		C-2	ESTRATO:		III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:		Namora-Llacanora				COLOR DE MATERIAL:			Rojizo		
FECHA DE MUESTREO:		19/10/2018				RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:		26/11/2018				REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza		

CARGA - PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3			
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		
mm	Pulg.	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.635	0.025	0.48	0.07	1.05	0.52	0.08	1.15	0.87	0.13	1.91	
1.270	0.050	0.82	0.13	1.82	0.87	0.13	1.91	1.39	0.22	3.06	
1.905	0.075	1.04	0.16	2.29	1.13	0.17	2.48	1.82	0.28	4.01	
2.540	0.100	1.21	0.19	2.68	1.34	0.21	2.96	2.25	0.35	4.97	
3.175	0.125	1.39	0.22	3.06	1.52	0.24	3.34	2.56	0.40	5.64	
3.810	0.150	1.56	0.24	3.44	1.73	0.27	3.82	2.86	0.44	6.31	
4.445	0.175	1.69	0.26	3.73	2.04	0.32	4.49	3.21	0.50	7.07	
5.080	0.200	1.86	0.29	4.11	2.25	0.35	4.97	3.47	0.54	7.64	
6.350	0.250	2.17	0.34	4.78	2.69	0.42	5.92	4.07	0.63	8.98	
7.620	0.300	2.43	0.38	5.35	3.12	0.48	6.88	4.59	0.71	10.13	
8.890	0.350	2.77	0.43	6.11	3.55	0.55	7.83	5.11	0.79	11.27	
10.160	0.400	3.08	0.48	6.78	3.99	0.62	8.79	5.63	0.87	12.42	
11.430	0.450	3.34	0.52	7.36	4.42	0.69	9.75	6.15	0.95	13.57	
12.700	0.500	3.64	0.56	8.03	4.85	0.75	10.70	6.76	1.05	14.90	

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN

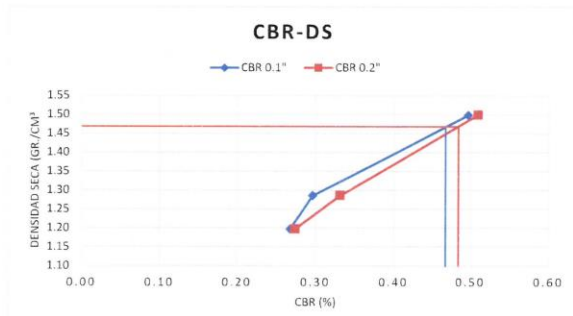


Legend: 13 GOLPES (blue line), 27 GOLPES (red line), 56 GOLPES (green line)

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 Kehila B. E. Guerra Armas FECHA: 07 / 12 / 2018	 Ing. Erick Muñoz Barboza FECHA: 07 / 12 / 2018	 Ing. Ivan Hedilbrando Mejia Diaz FECHA: 07 / 12 / 2018



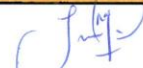
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E132 / ASTM D188			CBR-LS-UPNC: 08	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora-Llacanora	COLOR DE MATERIAL:	Rojizo		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	26/11/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza		

ESFUERZOS PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	2.68	4.11	2.96	4.97	4.97	7.64
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00
CBR (%)	0.27	0.27	0.30	0.33	0.50	0.51
Ds (gr/cm ³)	1.20		1.29		1.50	



RESULTADOS	
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.468
CBR 0.1" (%)	0.468
CBR 0.2" (%)	0.485

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

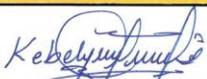

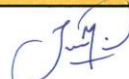
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188				CBR-LS-UPNC. 09			
PROYECTO:		CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES							
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:		Namora-Liacañora			COLOR DE MATERIAL:			Ocre	
FECHA DE MUESTREO:		19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:		07/12/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza	

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR							
DESCRIPCIÓN	UND	C		3		3	
N° de Capas		5		5		5	
N° de Golpes por capa		13		27		56	
Condición de muestra		Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Peso Molde	gr	8630.00	8630.00	8555.00	8555.00	8565.00	8565.00
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	12420.00	12765.00	12750.00	12920.00	12925.00	13030.00
Peso Muestra húmeda	gr	3790.00	4135.00	4195.00	4365.00	4360.00	4465.00
Volumen muestra húmeda	cm3	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.67	1.83	1.85	1.93	1.93	1.97

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	2 - A	2 - B	2 - C	3 - A	3 - B	3 - C
Peso Recipiente	gr	22.70	25.80	27.30	28.60	26.80	27.10	27.20	27.20	27.00
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	123.40	139.60	241.50	63.70	66.50	201.50	119.00	114.40	201.50
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	100.60	111.70	175.40	55.40	57.30	148.90	97.20	94.00	152.60
Peso del Agua	gr	22.80	27.90	66.10	8.30	9.20	52.60	21.80	20.40	48.90
Peso Muestra Seca	gr	77.90	85.90	148.10	26.80	30.50	121.80	70.00	66.80	125.60
Contenido de humedad : W%	%	30.87		44.63	30.57		43.19	30.84		38.93
Promedio Contenido de Humedad	%	37.75			36.88			34.89		
Densidad Máxima seca;Ds	gr/cm3	1.22			1.35			1.43		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (NP)										
TIEMPO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
Horas	Días	Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%
12	-	246.000	2.460	1.984	196.000	1.960	1.581	80.000	0.800	0.645
24	1	266.800	2.668	2.152	200.000	2.000	1.613	80.200	0.802	0.647
48	2	268.000	2.680	2.161	201.000	2.010	1.621	80.300	0.803	0.648
72	3	268.500	2.685	2.165	202.000	2.020	1.629	80.350	0.804	0.648
96	4	268.650	2.687	2.167	205.500	2.055	1.657	80.400	0.804	0.648

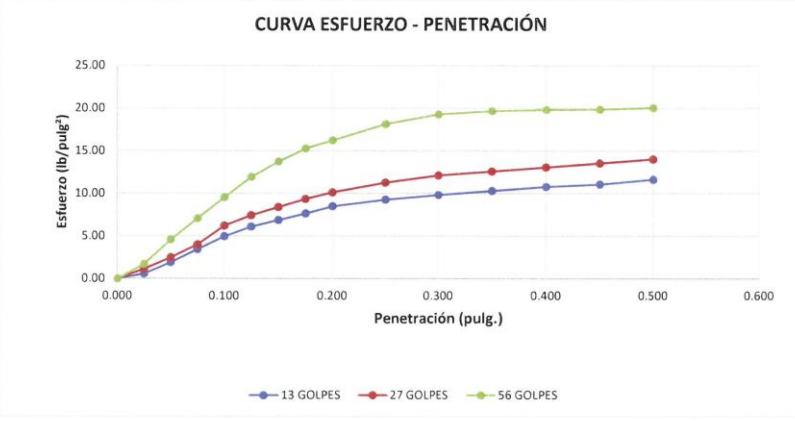
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedibrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018



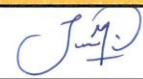
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188				CBR-LS-UPNC 09			
PROYECTO: CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES									
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:		Namora-Llacanora			COLOR DE MATERIAL:			Ocre	
FECHA DE MUESTREO:		19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:		07/12/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza	

CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo	
mm	Pulg.	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.635	0.025	0.26	0.04	0.57	0.52	0.08	1.15	0.78	0.12	1.72
1.270	0.050	0.87	0.13	1.91	1.13	0.17	2.48	2.08	0.32	4.59
1.905	0.075	1.56	0.24	3.44	1.82	0.28	4.01	3.21	0.50	7.07
2.540	0.100	2.25	0.35	4.97	2.82	0.44	6.21	4.33	0.67	9.55
3.175	0.125	2.77	0.43	6.11	3.38	0.52	7.45	5.42	0.84	11.94
3.810	0.150	3.12	0.48	6.88	3.81	0.59	8.41	6.24	0.97	13.76
4.445	0.175	3.47	0.54	7.64	4.25	0.66	9.36	6.93	1.08	15.29
5.080	0.200	3.86	0.60	8.50	4.59	0.71	10.13	7.37	1.14	16.24
6.350	0.250	4.20	0.65	9.27	5.11	0.79	11.27	8.23	1.28	18.15
7.620	0.300	4.46	0.69	9.84	5.50	0.85	12.13	8.75	1.36	19.30
8.890	0.350	4.68	0.73	10.32	5.72	0.89	12.61	8.93	1.38	19.68
10.160	0.400	4.90	0.76	10.80	5.94	0.92	13.09	8.99	1.39	19.82
11.430	0.450	5.03	0.78	11.08	6.15	0.95	13.57	9.01	1.40	19.87
12.700	0.500	5.29	0.82	11.66	6.37	0.99	14.04	9.10	1.41	20.06

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN

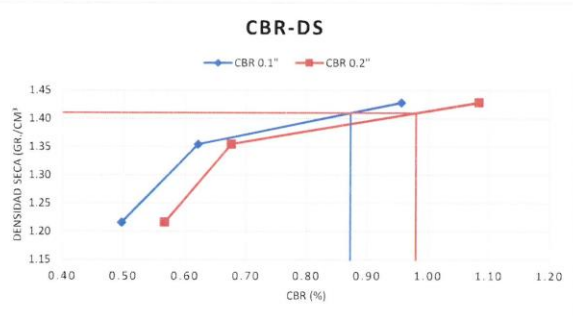


—●— 13 GOLPES —●— 27 GOLPES —●— 56 GOLPES

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedibrando Mejia Diaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018



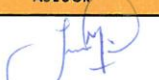
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E132 / ASTM D188			CBR-LS-UPNC-09	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACION:	Namora-Llacanora	COLOR DE MATERIAL:	Ocre		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza		

ESFUERZOS PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	4.97	8.50	6.21	10.13	9.55	16.24
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00
CBR (%)	0.50	0.57	0.62	0.68	0.96	1.08
Ds (gr/cm ³)	1.22		1.35		1.43	



RESULTADOS	
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.410
CBR 0.1" (%)	0.873
CBR 0.2" (%)	0.980

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilibrando Mejia Diaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

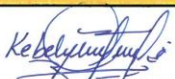

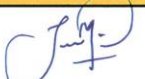
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188					CBR-LS-UPNC: 10		
PROYECTO: CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES									
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:		Namora-Liacanora			COLOR DE MATERIAL:			Ocre	
FECHA DE MUESTREO:		19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:		07/12/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza	

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR							
DESCRIPCIÓN	UND	1		3		3	
N° de Capas		5		5		5	
N° de Golpes por capa		13		27		56	
Condición de muestra		Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Peso Molde	gr	7970.00	7970.00	8010.00	8010.00	7240.00	7240.00
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	11590.00	12195.00	12085.00	12405.00	11510.00	11765.00
Peso Muestra húmeda	gr	3620.00	4225.00	4075.00	4395.00	4270.00	4525.00
Volumen muestra húmeda	cm3	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.60	1.87	1.80	1.94	1.89	2.00

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	2 - A	2 - B	2 - C	3 - A	3 - B	3 - C
Peso Recipiente	gr	27.10	27.10	27.20	26.60	28.50	26.60	25.90	27.00	26.70
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	196.00	179.40	186.90	158.70	194.00	158.10	147.80	149.30	161.00
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	162.60	145.80	132.80	131.20	159.10	116.80	122.40	123.50	125.20
Peso del Agua	gr	33.40	33.60	54.10	27.50	34.90	41.30	25.40	25.80	35.80
Peso Muestra Seca	gr	135.50	118.70	105.60	104.60	130.60	90.20	96.50	96.50	98.50
Contenido de humedad ; W%	%	26.48		51.23	26.51		45.79	26.53		36.35
Promedio Contenido de Humedad	%	38.85			36.15			31.44		
Densidad Máxima seca;Ds	gr/cm3	1.15			1.32			1.44		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (NP)										
TIEMPO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
ACUMULADO		Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%
Horas	Días	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%
12	-	137.000	1.370	1.105	145.000	1.450	1.169	115.000	1.150	0.927
24	1	140.000	1.400	1.129	154.500	1.545	1.246	122.000	1.220	0.984
48	2	144.000	1.440	1.161	159.000	1.590	1.282	124.000	1.240	1.000
72	3	146.000	1.460	1.177	163.500	1.635	1.319	130.000	1.300	1.048
96	4	147.800	1.478	1.192	164.500	1.645	1.327	131.200	1.312	1.058

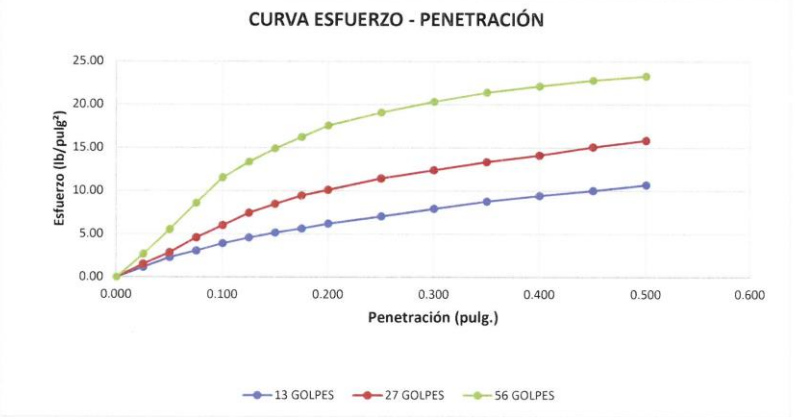
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas FECHA: 07 / 12 / 2018	Ing. Erick Muñoz Barboza FECHA: 07 / 12 / 2018	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz FECHA: 07 / 12 / 2018

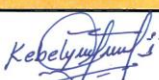

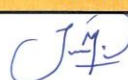
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188				CBR-LS-UPNC: 10			
PROYECTO: CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES									
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:		Namora-Llacanora		COLOR DE MATERIAL:			Ocre		
FECHA DE MUESTREO:		19/10/2018		RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:		07/12/2018		REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza		

CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo	
mm	Pulg.	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.635	0.025	0.52	0.08	1.15	0.69	0.11	1.53	1.21	0.19	2.68
1.270	0.050	1.04	0.16	2.29	1.30	0.20	2.87	2.51	0.39	5.54
1.905	0.075	1.39	0.22	3.06	2.08	0.32	4.59	3.90	0.60	8.60
2.540	0.100	1.78	0.28	3.92	2.73	0.42	6.02	5.24	0.81	11.56
3.175	0.125	2.08	0.32	4.59	3.38	0.52	7.45	6.07	0.94	13.38
3.810	0.150	2.34	0.36	5.16	3.86	0.60	8.50	6.76	1.05	14.90
4.445	0.175	2.56	0.40	5.64	4.29	0.67	9.46	7.37	1.14	16.24
5.080	0.200	2.82	0.44	6.21	4.59	0.71	10.13	7.97	1.24	17.58
6.350	0.250	3.21	0.50	7.07	5.20	0.81	11.46	8.67	1.34	19.11
7.620	0.300	3.60	0.56	7.93	5.63	0.87	12.42	9.23	1.43	20.35
8.890	0.350	3.99	0.62	8.79	6.07	0.94	13.38	9.71	1.51	21.40
10.160	0.400	4.29	0.67	9.46	6.41	0.99	14.14	10.05	1.56	22.17
11.430	0.450	4.55	0.71	10.03	6.85	1.06	15.10	10.36	1.61	22.83
12.700	0.500	4.85	0.75	10.70	7.19	1.12	15.86	10.57	1.64	23.31

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN



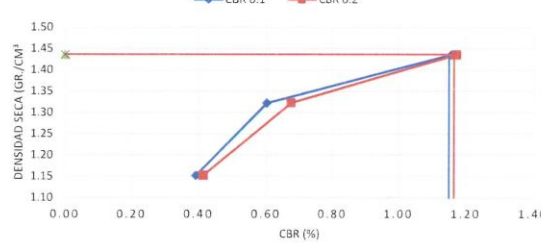
Legend: 13 GOLPES (blue line), 27 GOLPES (red line), 56 GOLPES (green line)

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 Kehila B. E. Guerra Armas FECHA: 07 / 12 / 2018	 Ing. Erick Muñoz Barboza FECHA: 07 / 12 / 2018	 Ing. Ivan Hedilbrando Mejia Diaz FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR			CÍDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E132 / ASTM D188			CBR-LS-UPNC: 10	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACION:	Namora-Llacanora	COLOR DE MATERIAL:	Ocre		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza		

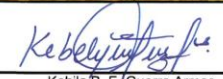
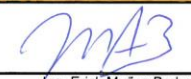
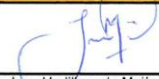
ESFUERZOS PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	3.92	6.21	6.02	10.13	11.56	17.58
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00
CBR (%)	0.39	0.41	0.60	0.68	1.16	1.17
Ds (gr/cm ³)	1.15		1.32		1.44	

CBR-DS



RESULTADOS	
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.436
CBR 0.1" (%)	1.150
CBR 0.2" (%)	1.165

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedibrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

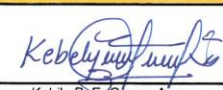
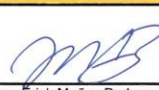
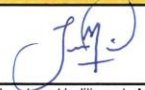
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188				CBR-LS-UPNC. 11			
PROYECTO:		CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES							
CALCATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:	Namora-Liacanora			COLOR DE MATERIAL:			Ocre		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza		

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR							
DESCRIPCIÓN	UND	1		3		3	
N° de Capas		5		5		5	
N° de Golpes por capa		13		27		56	
Condición de muestra		Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Peso Molde	gr	7995.00	7995.00	7210.00	7210.00	7215.00	7215.00
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	11570.00	12125.00	11115.00	11555.00	11500.00	11655.00
Peso Muestra húmeda	gr	3575.00	4130.00	3905.00	4345.00	4285.00	4440.00
Volumen muestra húmeda	cm3	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.58	1.83	1.73	1.92	1.89	1.96

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	2 - A	2 - B	2 - C	3 - A	3 - B	3 - C
Peso Recipiente	gr	26.90	27.90	27.90	27.50	26.20	27.50	27.50	26.80	27.00
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	141.60	171.80	196.90	195.80	189.10	191.80	171.10	166.50	187.40
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	119.40	143.60	139.20	163.00	157.70	138.20	144.80	137.20	139.20
Peso del Agua	gr	22.20	28.20	57.70	32.80	31.40	53.60	26.30	29.30	48.20
Peso Muestra Seca	gr	92.50	115.70	111.30	135.50	131.50	110.70	117.30	110.40	112.20
Contenido de humedad ; W%	%	24.19		51.84	24.04		48.42		24.48	
Promedio Contenido de Humedad	%	38.01			36.23			33.72		
Densidad Máxima seca;Ds	gr/cm3	1.14			1.27			1.42		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (NP)										
TIEMPO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
ACUMULADO		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento	
Horas	Dias	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%	Deforma	mm	%
12	-	151.100	1.511	1.219	132.000	1.320	1.065	99.000	0.990	0.798
24	1	184.400	1.844	1.487	146.100	1.461	1.178	114.700	1.147	0.925
48	2	190.900	1.909	1.540	150.400	1.504	1.213	118.200	1.182	0.953
72	3	192.200	1.922	1.550	151.200	1.512	1.219	119.100	1.191	0.960
96	4	192.500	1.925	1.552	151.400	1.514	1.221	119.100	1.191	0.960

OBSERVACIONES:

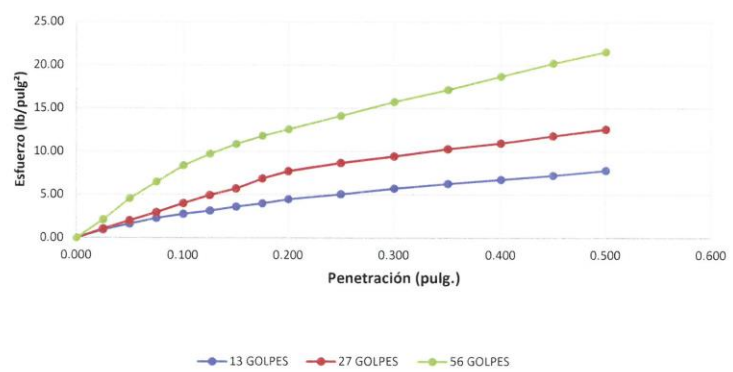
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Iván Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes.

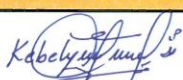
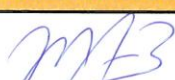
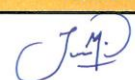
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188					CBR-LS-UPNC: 11			
PROYECTO: CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES										
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla			
UBICACIÓN:		Namora-Llacanora			COLOR DE MATERIAL:			Ocre		
FECHA DE MUESTREO:		19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:		07/12/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza		

CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo		Carga	Esfuerzo	
mm	Pulg.	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.635	0.025	0.43	0.07	0.96	0.48	0.07	1.05	0.95	0.15	2.10
1.270	0.050	0.74	0.11	1.62	0.91	0.14	2.01	2.08	0.32	4.59
1.905	0.075	1.04	0.16	2.29	1.34	0.21	2.96	2.95	0.46	6.50
2.540	0.100	1.26	0.19	2.77	1.82	0.28	4.01	3.81	0.59	8.41
3.175	0.125	1.43	0.22	3.15	2.25	0.35	4.97	4.42	0.69	9.75
3.810	0.150	1.65	0.26	3.63	2.60	0.40	5.73	4.94	0.77	10.89
4.445	0.175	1.82	0.28	4.01	3.12	0.48	6.88	5.37	0.83	11.85
5.080	0.200	2.04	0.32	4.49	3.51	0.54	7.74	5.72	0.89	12.61
6.350	0.250	2.30	0.36	5.06	3.94	0.61	8.69	6.41	0.99	14.14
7.620	0.300	2.60	0.40	5.73	4.29	0.67	9.46	7.15	1.11	15.76
8.890	0.350	2.86	0.44	6.31	4.68	0.73	10.32	7.80	1.21	17.20
10.160	0.400	3.08	0.48	6.78	4.98	0.77	10.99	8.49	1.32	18.73
11.430	0.450	3.29	0.51	7.26	5.37	0.83	11.85	9.19	1.42	20.25
12.700	0.500	3.55	0.55	7.83	5.72	0.89	12.61	9.79	1.52	21.59

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN



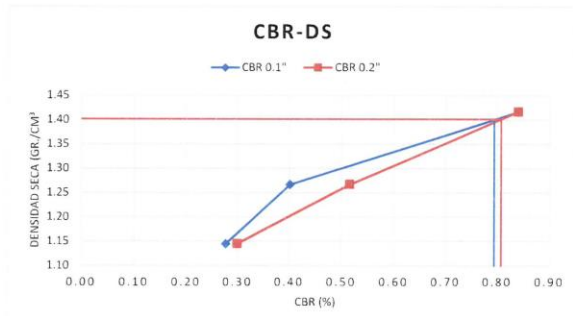
● 13 GOLPES ● 27 GOLPES ● 56 GOLPES

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerrá Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E132 / ASTM D188			CBR-LS-UPNC-11	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Namora-Llacanora		COLOR DE MATERIAL:	Ocre	
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018		RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018		REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza	

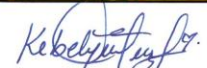


ESFUERZOS PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	2.77	4.49	4.01	7.74	8.41	12.61
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00
CBR (%)	0.28	0.30	0.40	0.52	0.84	0.84
Ds (gr/cm ³)	1.14		1.27		1.42	


CBR-DS



RESULTADOS	
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.401
CBR 0.1" (%)	0.794
CBR 0.2" (%)	0.808

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

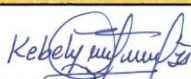
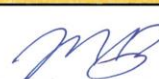
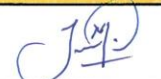
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
	ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA: MTC E132 / ASTM D188					CBR-LS-UPNC: 12				
PROYECTO: CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES									
CALCATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla		
UBICACIÓN:		Namora-Llacanora			COLOR DE MATERIAL:			Ocre	
FECHA DE MUESTREO:		19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth	
FECHA DE ENSAYO:		07/12/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza	

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR							
DESCRIPCIÓN	UND	1		3		3	
N° de Capas		5		5		5	
N° de Golpes por capa		13		27		56	
Condición de muestra		Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Peso Molde	gr	7240.00	7240.00	8015.00	8015.00	7235.00	7235.00
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	10760.00	11345.00	11750.00	12330.00	11405.00	11655.00
Peso Muestra húmeda	gr	3520.00	4105.00	3735.00	4315.00	4170.00	4420.00
Volumen muestra húmeda	cm3	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94	2262.94
Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	1.56	1.81	1.65	1.91	1.84	1.95

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	2 - A	2 - B	2 - C	3 - A	3 - B	3 - C
Peso Recipiente	gr	27.90	26.90	26.20	27.10	26.60	27.00	26.90	27.20	27.90
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	163.90	140.80	196.90	145.50	171.20	191.80	160.40	140.10	187.40
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	140.20	119.90	125.30	124.40	145.50	130.20	135.60	120.80	137.90
Peso del Agua	gr	23.70	20.90	71.60	21.10	25.70	61.60	24.80	19.30	49.50
Peso Muestra Seca	gr	112.30	93.00	99.10	97.30	118.90	103.20	108.70	93.60	110.00
Contenido de humedad ; W%	%	21.79		72.25	21.65		59.69	21.72		45.00
Promedio Contenido de Humedad	%	47.02			40.67			33.36		
Densidad Máxima seca;Ds	gr/cm3	1.06			1.17			1.38		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (NP)										
TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
Horas	Días	Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%	Lectura	Hinchamiento	%
12	-	171.300	1.713	1.381	142.300	1.423	1.148	120.000	1.200	0.968
24	1	189.200	1.892	1.526	154.200	1.542	1.244	135.200	1.352	1.090
48	2	194.700	1.947	1.570	158.100	1.581	1.275	142.100	1.421	1.146
72	3	200.000	2.000	1.613	158.300	1.583	1.277	143.000	1.430	1.153
96	4	200.600	2.006	1.618	158.400	1.584	1.277	143.100	1.431	1.154

OBSERVACIONES:

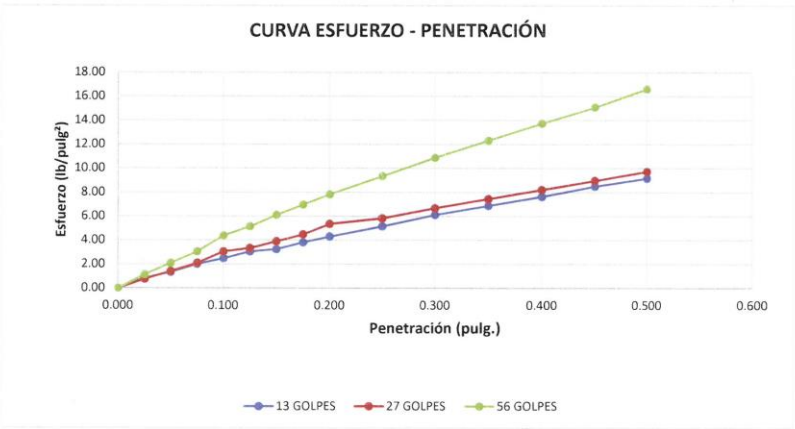
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Ivan Hedibrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018

Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes.

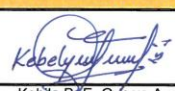
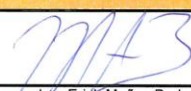
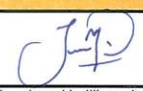
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:				
NORMA:		MTC E132 / ASTM D188				CBR-LS-UPNC: 12				
PROYECTO:		CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES								
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla			
UBICACIÓN:	Namora-Llacanora			COLOR DE MATERIAL:			Ocre			
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018			RESPONSABLE:			Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth			
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018			REVISADO POR:			Ing. Erick Muñoz Barboza			

CARGA - PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3		
	Carga	Esfuerzo			Carga	Esfuerzo			Carga	Esfuerzo	
mm	Pulg.	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	Kg	Kg/cm2	Lb/pl2	
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.635	0.025	0.39	0.06	0.86	0.35	0.05	0.76	0.52	0.08	1.15	
1.270	0.050	0.61	0.09	1.34	0.65	0.10	1.43	0.95	0.15	2.10	
1.905	0.075	0.91	0.14	2.01	0.95	0.15	2.10	1.39	0.22	3.06	
2.540	0.100	1.13	0.17	2.48	1.39	0.22	3.06	1.99	0.31	4.39	
3.175	0.125	1.39	0.22	3.06	1.52	0.24	3.34	2.34	0.36	5.16	
3.810	0.150	1.47	0.23	3.25	1.78	0.28	3.92	2.77	0.43	6.11	
4.445	0.175	1.73	0.27	3.82	2.04	0.32	4.49	3.16	0.49	6.97	
5.080	0.200	1.95	0.30	4.30	2.43	0.38	5.35	3.55	0.55	7.83	
6.350	0.250	2.34	0.36	5.16	2.64	0.41	5.83	4.25	0.66	9.36	
7.620	0.300	2.77	0.43	6.11	3.03	0.47	6.69	4.94	0.77	10.89	
8.890	0.350	3.12	0.48	6.88	3.38	0.52	7.45	5.59	0.87	12.32	
10.160	0.400	3.47	0.54	7.64	3.73	0.58	8.22	6.24	0.97	13.76	
11.430	0.450	3.86	0.60	8.50	4.07	0.63	8.98	6.85	1.06	15.10	
12.700	0.500	4.16	0.65	9.17	4.42	0.69	9.75	7.54	1.17	16.62	

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN



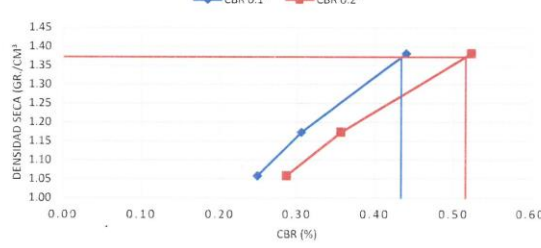
Legend: 13 GOLPES (blue line), 27 GOLPES (red line), 56 GOLPES (green line)

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas FECHA: 07 / 12 / 2018	Ing. Erick Muñoz Barboza FECHA: 07 / 12 / 2018	Ing. Ivan Hedilbrando Mejia Diaz FECHA: 07 / 12 / 2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E132 / ASTM D188			CBR-LS-UPNC: 12	
PROYECTO:	CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE TRES SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO EN DIFERENTES PORCENTAJES				
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	III	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACION:	Namora-Llacanora	COLOR DE MATERIAL:	Ocre		
FECHA DE MUESTREO:	19/10/2018	RESPONSABLE:	Guerra Armas Kehila Bethsua Elipheleth		
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	Ing. Erick Muñoz Barboza		

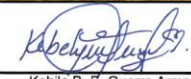

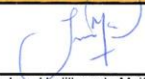
ESFUERZOS PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	2.48	4.30	3.06	5.35	4.39	7.83
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00
CBR (%)	0.25	0.29	0.31	0.36	0.44	0.52
Ds (gr/cm ³)	1.06		1.17		1.38	

CBR-DS



RESULTADOS	
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.372
CBR 0.1" (%)	0.433
CBR 0.2" (%)	0.515

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Kehila B. E. Guerra Armas	Ing. Erick Muñoz Barboza	Ing. Iván Hedilbrando Mejía Díaz
FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018	FECHA: 07 / 12 / 2018