

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL**



**Capacidad de soporte de un suelo de la carretera Cruz del  
siglo - Jimbe adicionando ceniza de concha de abanico y  
ceniza de bagazo de caña de azúcar**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor**

Murga Medina, Yelsi Malini

**Asesor**

Ing.Cerna Chavez Rigoberto

**Chimbote-Perú**

**2020**

**Palabras Claves:**

---

Tema: Estabilización

---

Especialidad: Mecánica de Suelos

---

**Key Words**

---

Theme: Stabilization

---

Spcialty: Soil Mechanics

---

**Línea de Investigación:**

---

Línea de Investigación	Transporte
------------------------	------------

---

Área	Ingeniería y tecnología
------	-------------------------

---

Sub-Área	Ingeniería civil
----------	------------------

---

Disciplina	Ingeniería civil
------------	------------------

---

**TITULO:**

**CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO  
DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO-  
JIMBE ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA  
DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE  
CAÑA DE AZÚCAR**

## Resumen

El propósito de este estudio es determinar la capacidad de soporte de un suelo adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar y ceniza de concha de abanico por el ensayo de CBR (Ensayo de Soporte California) para mejorar la capacidad de un suelo convencional

La metodología de investigación primero se realizó las calicatas en el caserío de Cruz del siglo-Jimbe posteriormente la activación de la concha de abanico y el bagazo de caña de azúcar, luego se inició con los ensayos de laboratorio: Clasificación de suelo, proctor modificado, CBR patrón y experimental.

La investigación se encamino como propósito que la mezcla de la ceniza de concha de abanico y ceniza bagazo de caña de azúcar adicionando a la sub rasante del suelo de Cuz del siglo-Jimbe dando resultado satisfactorios, en lo cual los resultados obtenidos de CBR (0.1") del suelo natural es C1= 5.29%, C2=9.34% ,C3=7.78%.a diferencia de del experimental incremento CBR al 100% C-1 12.04%, C-2 29.05% y C-3 16.38%.

Se concluye dando mejores resultados en la calicata n°2 mejorando la subrasante de un suelo (regular –bueno) a un suelo (excelente) de acuerdo al estudio realizado en el laboratorio de la Universidad San Pedro y comparando con el MTC.

## **Abstrac**

The purpose of this study is to determine the bearing capacity of a soil by adding sugarcane bagasse ash and scallop ash by the CBR (California Support Test) test to improve the capacity of a conventional soil

The research methodology was first carried out in the pits in the Cruz-Jimbe century farmhouse, later the activation of the scallop and the sugarcane bagasse, then began with laboratory tests: Soil classification, modified proctor, CBR both pattern and experimental.

The purpose of the research was to make the mixture of scallop ash and sugarcane bagasse ash adding to the subgrade soil of the Cuz-Jimbe century giving satisfactory results, in which the results obtained from CBR (0.1 ") Of the natural soil is C1 = 5.29%, C2 = 9.34%, C3 = 7.78%, unlike the experimental increase CBR to 100% C-1 12.04%, C-2 29.05% and C-3 16.38%.

It is concluded giving better results in test pit n ° 2 improving the subgrade from a soil (regular –good) to a soil (excellent) according to the studies carried out in the laboratory of the San Pedro University and comparing it with the MTC.

## INDICE GENERAL

Palabra Clave.....	i
Titulo.....	ii
Resumen.....	iii
Abstrac.....	iv
Introduccion.....	1
Metodología.....	28
Resultados.....	41
Analisis y Discusiones.....	77
Conclusiones.....	85
Recomendaciones.....	86
Agradecimiento.....	87
Referencia Bibliografía.....	88
Anexos y Apendice.....	90

## INDICE DE TABLAS

<b>tabla 2</b> clasificación De Aashto.....	8
<b>Tabla 3</b> Sistema Sucs De Clasificación De Suelos (Astmd-2487).....	9
<b>Tabla 4</b> Requerimientos Químicos De Ceniza Volante.....	18
<b>Tabla 5</b> Componentes De Bagazo.....	20

<b>Tabla 6</b> Composición Química Del Polvo De La Cocha De Abanico.....	21
<b>Tabla 7</b> Contenido De Humedad De Calicata N° 01,02,03. ....	41
<b>Tabla 8</b> Limite Líquido ,Limite Plasticidad Y Índice De Plasticidad De La Calicata N°01.....	42
<b>Tabla 9</b> Limite Líquido, Límite De Plasticidad Y Índice De Plasticidad De La Calicata N°03 .....	42
<b>Tabla 10</b> Fluorescencia De Rayos X Del Óxido De La Ceniza De Concha De Abanico.....	47
<b>Tabla 11</b> Resultados Obtenidos De La Prueba De Fluorescencia De Rayos X De Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar .....	48
<b>Tabla 12</b> Resultado De Ensayo Potencial De Hidrogeno (Ph) .....	49
<b>Tabla 13</b> Resultado De Ensayo Proctor Modificado Patrón De La Calicata N°01.....	50
<b>Tabla 14</b> Resultado De Ensayo Proctor Modificado Experimental De La Calicata N°01 .....	51
<b>Tabla 15</b> Resultado De Ensayo Proctor Modificado Patron De La Calicata N°02.....	53
<b>Tabla 16</b> Resultado De Ensayo Proctor Modificado Experimental De La Calicata N°02 .....	54
<b>Tabla 17</b> Resultado De Ensayo Proctor Modificado Patrón De La Calicata N°03.....	56
<b>Tabla 18</b> Resultado De Ensayo Proctor Modificado Experimental De La Calicata N°03 .....	57
<b>Tabla 19</b> Ensayo De Densidad Seca Cbr Patron De La Calicata N°1 .....	59
<b>Tabla 20</b> Ensayo De Absorción De Cbr Patrón De La Calica N°01 .....	60
<b>Tabla 21</b> Ensayo De Penetración De Cbr Patrón De La Calicata N°01.....	60
<b>Tabla 22</b> Resultado De Ensayo De Densidad Seca De Cbr Experimental (De La Calicata N°01).....	62
<b>Tabla 23</b> Ensayo De Absorción De Cbr Experimental (De La Calicata N°01). ....	63
<b>Tabla 24</b> Ensayo De Penetración De Cbr Enexperimental De La Calicata N°01 .....	63
<b>Tabla 26</b> Resultado De Ensayo Absorción De Cbr Patron (De La Calicata N°02).....	65
<b>Tabla 27</b> Ensayo De Penetración De Cbr En Patrón De La Calicata N°02.....	66
<b>Tabla 29</b> .....	68
<b>Tabla 31</b> Resultado De Ensayo De Densidad Seca De Cbr Patrón (De La Calicata N°03) .....	71

<b>Tabla 32</b> Ensayo De Penetración De Cbr Patrón De La Calicata N°03 .....	72
<b>Tabla 33</b> Ensayo De Densidad Seca De Cbr Experimental De La Calicata N°03 .....	74
<b>Tabla 34</b> Ensayo De Absorción De Cbexperimental De La Calicata N°03 .....	75
<b>Tabla 35</b> composición Elemental Puzolánicas De La Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar En Estudio. ...	78
<b>Tabla 36</b> Composición Elemental Puzolánicas De La Ceniza Concha De Abanico En Estudio.....	79
<b>Tabla 37</b> Grado De Alcalinidad De La Ceniza De Concha De Abanico Y Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar Y Mezclado Con El Suelo De Jimbe .....	80
<b>Tabla 38</b> <i>Clasificación De Sub Rasante Al 100% Mds Del Suelo Adicionado</i> .....	83
<b>Tabla 39</b> Clasificación De Sub Rasante Al 90% De La Mds Del Suelo Adicionado .....	84

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Estratificación Del Suelos (Crespo, 2004).....	5
<b>Figura 2.</b> Estratigrafía De Sondeo (Crespo,2004).....	5
<b>Figura 3:</b> Proceso De Cuarteo .....	7
<b>Figura 4.</b> Esquema De La Copa De Casagrande Y Acanalador Para Suelo Cohesivo. (Mtc-E110, 2016). ....	11
<b>Figura 5.</b> <i>Curva Dosificación Optima</i> .....	15
<b>Figura 6.</b> Abundancia De Concha De Abanico En 3 Meses (Noviembre 2006- Enero 2007).....	22
<b>Figura 7.</b> Ubicación De La Carretera Cruz Del Siglo-Jimbe.....	32
<b>Figura 8:</b> Curva Granulométrica De La Calicata N° 01.....	43
<b>Figura 9.</b> Curva Granulométrica De La Calicata N° 02.....	45
<b>Figura 10.</b> Curva Granulométrica De La Calicata N° 03.....	45
<b>Figura 11.</b> Curvas De Comparación Entre El Patrón Y Experimental Del Proctor Modificado De La Calicata.....	52

<b>Figura 12.</b> Curvas De Comparacion Entre El Patron Y Experimental Del Proctor Modificado De La Calicata 02.....	55
<b>Figura 13.</b> Curvas De Comparacion Entre El Patron Y Experimental Del Proctor Modificado De La Calicata 03.....	58
<b>Figura 14:</b> Grafico De Cbr 01" Vs Densidad Seca 95%,100% Calicata Patrón 01 .....	61
<b>Figura 15.</b> Grafico De Cbr 01" Vs Densidad Seca Calicata Experimental 01 .....	64
<b>Figura 16:</b> Grafico De Cbr 01" Vs Densidad Seca Calicata Patrón 02 .....	67
<b>Figura 17:</b> Grafico De Cbr 01" Vs Densidad Seca Calicata Experimental 02 .....	70
<b>Figura 18:</b> Grafico De Cbr 01" Vs Densidad Seca Calicata Patron 03 .....	73
<b>Figura 19.</b> Grafico De Cbr 01" Vs Densidad Seca Calicata Experimental 03 .....	76
<b>Figura 20.</b> Ensayo De Ph De Ceniza De Concha De Abanico Y Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar Y Combinación Con El Suelo.....	80
<b>Figura 21:</b> Contenido De Humedad .....	81
<b>Figura 22:</b> Densidad Máxima Seca .....	82
<b>Figura 24</b> Cbr.Patron Y Experimental Al 100% De La Mds .....	82
<b>Figura 25</b> Cbr.Patron Y Experimental Al 90% Mds.....	83

## **Introduccion**

### **Antecedentes**

**Carrasco** (2017). En su estudio de “Estabilizacion de los suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Caña de Azucar en el Tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro Provincia del Santa-2017”

En su investigacion de tesis emplea un tipo de estabilizador mecanico utilizando el manejo de ceniza de bagazo de caña de azucar

Precisa que es probable emplear un tipo de estabilización del tipo de suelo arcilloso adicionando ceniza de caña de azúcar ya que mediante las pruebas efectuadas con las muestras del suelo del tramo a Virahuanca fue factible.

Se concluye que el suelo arcilloso logra estabilizarse adicionando 35% de ceniza de caña de azúcar, obtuvo un CBR al 16.21%. La muestra patrón no es favorable pues su baja resistencia tiene un valor de 4.16% de CBR .

**Farfan** (2015). El aprovechamiento a la triturada la concha de abanico el mejoramiento de subrasante arenosa. Programa Académico de Ingeniería Civil Piura, Perú.

Presento su tesis evalúa empleando como estabilización mecánica la utilización de la concha de abanico. Se emplea concha de abanico en suelo areno-limo proveniente de la provincia de Sechura..

La tesis precisa que las valvas molidas son resistente esto hace posible mejorar de la capacidad portante (CBR) del suelo.

Sin embargo, las valvas pueden ser aprovechadas en las empresas de la construcción. En el país de Japón es los estudios beneficio de ostras molida como material de sub – rasante; mientras que en España se demostró que el uso de concha de mejillón molida pueden incrementar el CBR.

Como conclusión muestra que la concha de abanico molida son resistente y uso mejora el C.B.R del suelo, aumentando su valor a CBR 121% con un 45% de concha molida. Se determina que sí es posible utilizar como material estabilizador de suelos arenosos.

### **Fundamentación Científica.**

Mecánica de Suelo:

La ingeniería de mecánica de suelo implica el estudio físico del comportamiento del suelo al aplicar cargas de construcción.

Durante mucho tiempo el hombre a tratado de estudiar el suelo sobre el que vive; dando a esto diferente teoría y métodos de solución del problema La mecánica de suelo se determinó como las leyes de la hidráulica y mecánica , producidas por la disgregación quima y mecánica de las peñasco (Crespo Villalaz, 2004, pág.17).

Definición De Suelo:

La definición de suelo ha sido definida de distintas maneras que provenga de un geólogo, agrónomo, ingeniero civil

Para un geólogo determina que el suelo es resultante de disgregación de peña por la agresión de los agentes atmosféricos.

Para un agrónomo determina al suelo como la delgada manta superior de las peñas que penetra las raíces de las plantas para que puedan adsorber agua y las sustancias necesarias para su crecimiento

Para un ingeniero civil determina al suelo como partículas minerales producto de disgregación mecánica descomposición de peñas

Al interpretar la definición del suelo (Crespo, 2004) concluye que “la separación física o química de las peñas o los residuos de los seres vivos de sus actividades” (pág.18) .

Tipos de Suelos:

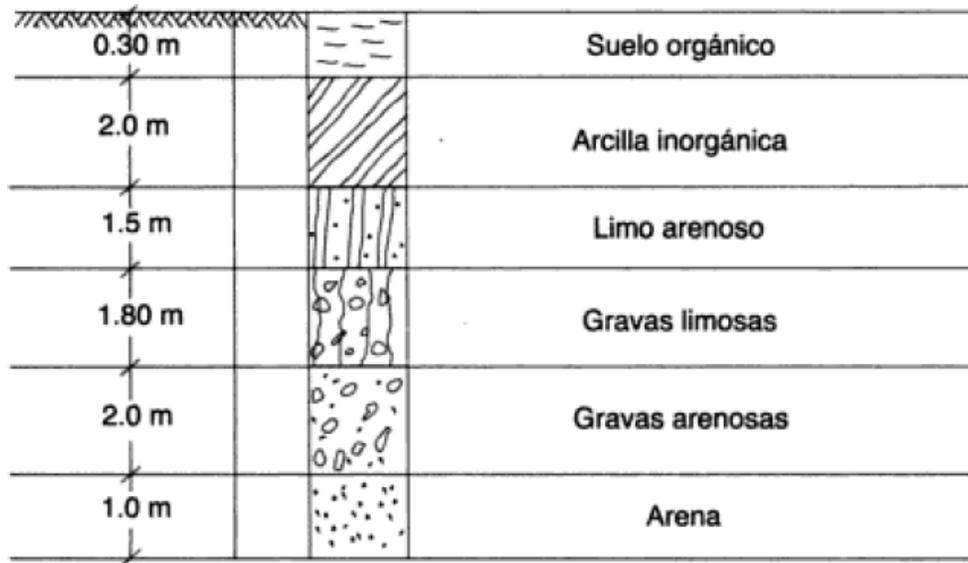
Existen diferentes definiciones del suelo; se divide en dos química /física de la superficie.

Los suelos inorgánicos son suelos transportados (por gravedad, por agua: fluviales, lacustre) y los suelos orgánicos son formados de materiales no descompuestos. Este es más usual en las zonas pantanosas (Crespo, 2004, pág .21).

La denominación con que un ingeniero civil define a los suelos más comunes:

GRAVA	Son fracciones peñascos padecen de deterioro de sus aristas por lo cual son redondeadas.se encuentra mas en los cauces fluviales y en otros lugares que pueden encontrar es por se haya transportado para rellenar terrenos Siempre se encuentra combinado con arena, limo, arcilla. (Crespo, 2004, pág.21).
ARENA	La arena proviene de las gravas; la diferencia de una arena de río a otras por que tiene más cantidad de grava y arcilla una de sus características principales que carece de plasticidad, a diferencia de la arcilla al aplicar cargas son menos comprensibles. (Crespo, 2004, pág .22).

LIMO	<p>limo tiene como característica principal es que de poca o nada de plasticidad se encuentra en cantera en cambio el limo orgánico se encuentra en los ríos esta tiene como característica que tiene plasticidad y son de baja permeabilidad. al limo se considera como suelo pobre para construcción de cimiento. (Crespo, 2004, pág.22).</p>
ARCILLA	<p>Caolinita: No admiten introducción de las moléculas de agua por lo cual produce una capa electrónicamente neutral al portarse este mineral resistente al agua son bastante estables.</p> <p>Montmorilonita : Está conformada por una lámina aluminica entre dos silícica su estructura es débil esto hace que ingrese el agua con facilidad</p> <p>Ilita: Es semejante a los montmorilonita la diferencia que forman grumos por la existencia de iones de potasio esto hace que sea expansivas.</p> <p>Cual sea el tipo de arcilla son plásticas pero al secarse se contraen y al tener una carga superior se comprimen lentamente. (Crespo, 2004, pág.23).</p>



*Figura 1* Estratificación del suelos (Crespo, 2004)

#### Obtención De Muestras De Suelos:

Para definir el tipo de suelo se necesita un muestreo del suelo para hacer los en sayos respectivos.

Muestra alterada: se extrae muestras individuales de sondeo cielo abierto con una dimensión de 1.50 x 1.50 y una profundidad requerida; se procede con los siguientes pasos: (Crespo, 2004, pág.31)

- Realiza la excavación en una parte seca para conseguir una superficie reciente
- Se extrae de cada capa una muestra y pone un vasija y se pone una ficha de identificación
- Luego se envía la muestra al laboratorio para realizar la identificación del suelo.

### Secado de Muestras Alteradas:

El momento que llega la muestra al laboratorio alteradas con humedad que pueda ser desintegración ya no es necesario exponer a proceso de secado.

Pero si la muestra no se puede desintegrar se tiene que realizar de dos formas:

El secado al sol dispersando sobre una superficie limpia.

El secado en el horno se coloca en una bandeja la muestra y se lleva al horno a una temperatura de 50° C. (Crespo, 2004, pág.37).

### Disgregación De Muestras Alteradas:

La finalidad de la disgregación de las muestra alteradas obtener un muestreo similar al que se presenta en obra durante el proceso de construcción .para realizar este proceso se necesita una mazo de madera con un peso de 1 kilo aproximadamente.

Para el proceso de desintegración se tamiza por la malla n°04 y lo que no pasa se coloca en una bandeja y realiza la disgregación del material luego se vuelve a pasar por la malla n°4 y se combina con lo que paso dicha malla. (Crespo, 2004, pág .37).

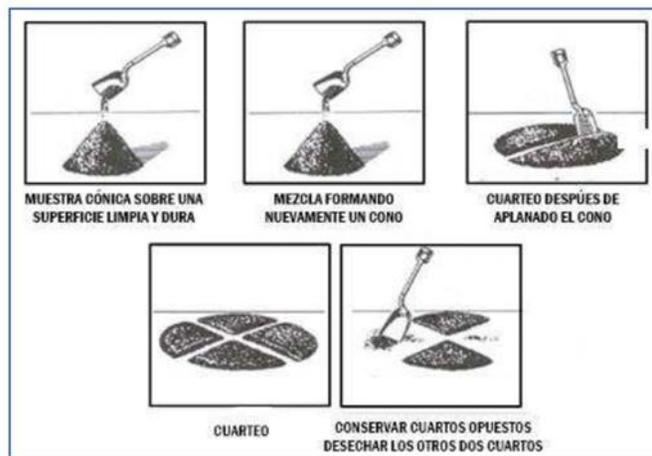


**Figura 2.** Disgregación de muestra (Crespo, 2004).

## Proceso De Cuarteo De Muestras Alteradas

Luego de realizar disgregación del material se realiza el cuarteo de la muestra.

Se coloca el material con una pala dando una forma de un cono luego con la misma palana se aplana el cono realizado uniformemente, con la misma palana en cuatro porciones iguales para los diferentes ensayos. (Crespo, 2004, pág .38).



*Figura 3:* Proceso de cuarteo

## Clasificación De Suelo:

En el punto de vista de la ingeniería civil los sistemas el procedimiento estaba fundamentado al inicio en características poco resaltantes como el (olor, color, textura, etc.) o muy difíciles de relacionar con lo básico ; en la actualidad este sistema esta mejorado .El ensayo de granulometría un medio sencillo y así determinando el tipo de suelo. Define “La clasificación de los suelos se fracciona en grupos y subgrupos:

Los más conocidos dentro de ingeniería es limite líquido, limite plástico y granumetria; pero sistema principal son dos: El sistema AASHTO Y USCS se utiliza para la clasificación de las capas de vías.

Sistema De Clasificación Aashto:

La clasificación del suelo A-1 al A-8 se dan en 8 grupos principales, en origen a la asignación limite consistencia y granulométrica. Los granos grueso en los grupos A-1, A-2 y A-3 y los granos finos en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 (Braja, 2001, pág .35).

**Tabla 1**

*Clasificación de AASHTO*

**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO**

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	50 máx 25 máx	51 mín 10 máx	35 máx				36 min			
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	Fracmentos 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				

Fuente: Principios de la ingeniería en cimentaciones, sistema de clasificación de suelos (Braja, 2001).

Unificado De Clasificación De Suelos (SUCS):

Este tipo de sistema se utiliza para los trabajos de geotecnia; fue plantado por A. Casagrande en 1942 y después fue replanteado por el Bureau of Reclamation de Estados Unidos y por el Cuerpo de Ingenieros (Braja,2001,pág .39)

**Tabla 2**

*Sistema SUCS de clasificación de suelos (ASTMD-2487)*

Divisiones de clasificación		Simbolo del grupo	Nombre del grupo	
Suelos granulares gruesos menos del 50% pasa el tamiz n°200 (0.075 mm)	Grava < 50% de la fracción gruesa que pasa el tamiz n°4 (4.75 mm)	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200	GW	grava bien graduada, grava fina a gruesa
			GP	grava pobremente graduada
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	GM	Grava limosa
			GC	Grava arcillosa
	Arena ≥ 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz n°4	Arena limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200	SW	Arena fina gruesa
			SP	Arena promente graduada
		Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	SM	Arena limosa
			SC	Arena arcillosa
Limos y arcillas	Inorgánico	ML	Limo	

Suelos de grano fino mayor o igual a 50% que pasa el tamiz No.200	límite líquido < 50		CL	Arcilla
		Orgánico	OL	Limo organico,arcilla organica
	Limos y arcillas límite líquido ≥ 50	inorgánico	MH	Limo de alta plasticidad,limo elástico
			CH	Arcilla de alta plasticidad
	Orgánico	OH	Arcilla organica,Limo organico	
Suelos altamente organicos			Pt	turbas

#### Contenido de Humedad:

Es el vínculo entre el peso de agua que contiene y el peso deshidratado y esta expresado en (%) al realizar este ensayo ya sabremos como el suelo se va comportar.

Se toma una muestra del cuarteo que se realizó y se pesa para tener el peso húmedo luego se lleva al horno por 24 horas a una temperatura de 100°C y luego se vuelve a pesar para obtener el peso seco, podemos decir que. (MTC, 2016,pag.49)

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

Donde:

W = es el contenido de humedad, (%)

#### Granulometría:

La explicación de la granumetria se define al porcentaje de diferentes tamaños de las partícula que componen el suelo para clasificar por tamaño el método usado es el

tamizado se realiza el procedimiento de tamizado se obtiene los datos y representa gráficamente. (Crespo,2004,pág .46).

### Limites Líquido:

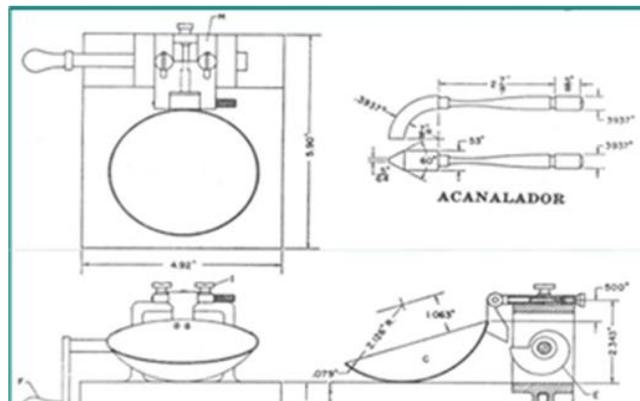
Es la definición expresada en porcentajes del contenido de humedad con relacion al peso seco de la muestra.Se modifica su estado de liquido a plástico según atterberg la cohesion de un limite liquido es nula en cambiión en suelo que se plástico el limite liquido es muy reducido al esfuerzo del corte.(Crespo,2004,pág .70)

El método es el siguiente para determinar el límite líquido:

Se coge una muestra de 150g a 200g se pasa por el tamiz n°40 se mezcla con una espátula y agua destilada en un recipiente.

Se sitúa la muestra en la copa de casa grande y se hace abertura en siguiendo la línea en el punto más alto y en punto más bajo.

Luego se realiza el soltado y levantado la copa girando el manubrio el número de golpes siempre es menor de 25.



**Figura 4.** Esquema de la copa de Casagrande y Acanalador para suelo cohesivo. (MTC-E110, 2016).

Definir el límite líquido se usa la siguientes ecuacion:

$$LL = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

DONDE:

N = Números de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad.

Wn = Contenido de humedad del suelo.

Limites Plástico:

La determinación del límite plástico es de la misma muestra que quedo del contenido de humedad se utiliza se forma una pequeña esfera luego se rueda con los dedos en una superficie plana hasta que llegue a un diámetro de 3,2mm luego se vuelve a repetir el mismo proceso hasta que se haga una rotura en el misma dimensión .en los suelos muy plásticos quedan en medida de longitud de 6 mm en cambio en suelo menos plásticos quedan en menos dimensión (MTC, 2014,pag .31).

Ensayo Proctor Modificado:

Se define proctor el peso por unidad que ha sido compactado a diferentes contenidos de humedad. (MTC-E115, 2014, pág.105).

Todos los ensayos se realizaron siguiendo la norma MTC E 115.

METODO “A”

Molde: tiene que tener una dimension de diamtro de 4 pug

Material: Se utiliza el que pasa por el tamiz (N° 4).

Número de capas: 5

Golpes por capa: 25

Uso: Menos del 20% del peso de la muestra es retenido en el tamiz (Nº 4).

Peso unitario seco:

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V}$$

Dónde:

$\rho_m$  = Densidad húmeda de la muestra compactado (Mg/m<sup>3</sup>)

$M_t$  = Masa del muestra húmedo y molde (Kg)

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

$V$  = Volumen del molde de compactación (m<sup>3</sup>)

$$\rho_d = \frac{P_m}{1 + \frac{W}{100}}$$

Dónde:

$\rho_d$  = Densidad seca de la muestra compactado (Mg/m<sup>3</sup>)

$W$  = Contenido de agua (%).

Ensayo Cbr (California Bearing Ratio):

La definición del índice de Resistencia de los suelos conocido como valor de relación de soporte (California Bearing Ratio) se busca determinar densidad y humedad.

Se realiza con el objetivo de ver resistencia de base, sub base, subrasante el CBR se determina por el contenido de agua permitido para la compactación (MTC-E132, 2014, pág. .248). Evalúa el índice la capacidad de soporte de sub base , base y la sub rasante .

### Sub-Rasante:

La sub rasante es la base donde se va construir una carretera; está constituido por suelos seleccionando y compactado por capas.

Debe estar compactada al 95% de la máxima densidad seca esto se da por el ensayo de proctor modificado. (MTC, 2014,pag .35).

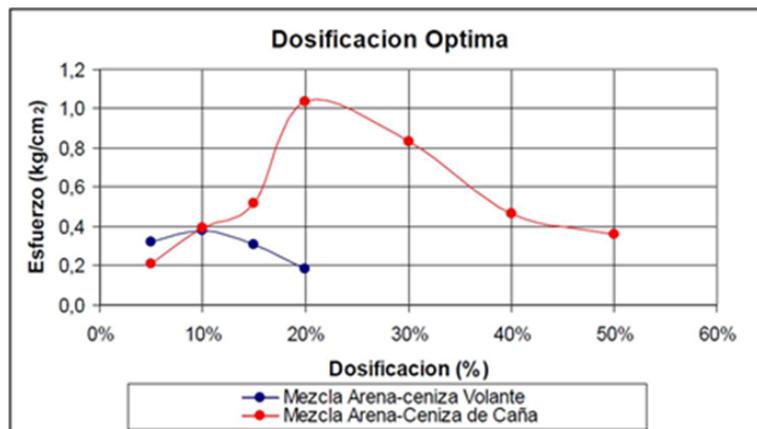
El valor CBR de diseño, deben tener características homogéneas, se clasifican en:

S0: Sub rasante Inadecuada	$CBR < 3\%$
S1: Sub rasante Insuficiente	$CBR \geq 3\% \text{ A } CBR < 6\%$
S2: Sub rasante regular	$CBR \geq 6\% \text{ A } CBR < 10\%$
S3: Sub rasante buena	$CBR \geq 10\% \text{ A } CBR < 20\%$
S4: Sub rasante muy buena	$CBR \geq 20\% \text{ A } CBR < 30\%$
S5: Sub rasante Excelente	$CBR \geq 30\%$

### Determinación De Las Dosificación Óptima:

Con la gráfica se puede determinar los valores correspondientes a las dosificaciones óptimas para una mezcla con CCA y CBCA.

Se tomó como una guía para determinar de una dosificación óptima para estabilizar un suelo. El 4% y 8% es una dosificación óptima mínima.



**Figura 5.** Curva Dosificación Óptima.

### El Potencial De Hidrógeno (Ph):

El pH indica la alcalinidad y la acides de un material una escala de medida.

desde 0 hasta 14 la escala del pH .neutral un pH es de 7 un pH. menor de 7 un pH es ácido puede quemarnos. mayor que 7 es un pH es básico o alcalino, puede disolver la carne.

Propiedades físicas. Cuando expande y destruye su estructura esto es por ser un suelo arcilloso y tiene ph alcalino, cuando el suelo su ph es acido se debe a que se vuelve inestable la estructura del suelo por la alteración de sus minerales. (Quiroga & Bono, 2012,pág .19).

Matemáticamente es:

$$pH = -\log[H^+] = \log \frac{1}{[H^+]}$$

$[H^+] = 10^{-pH}$

Suelo Según El Ph:

Para la construcción vías otros tipos de construcción se necesita conocer la acidez del suelo de acuerdo a los tipos de suelos (Botanical-online,2018):

- Suelos neutros: Los que tienen un pH situado entre 6,8 y 7,2.
- Suelos ácidos: Los que tienen un pH inferior a 6,8. Estos pueden ser:
- Suelos ligeramente ácidos: Los que tienen un pH entre 6,5 y 6,8.
- Suelos ácidos: Los que tienen un pH entre 5,5 y 6,5.
- Suelos muy ácidos: Los que tienen un pH entre 4,5 y 5,5.
- Suelos extremadamente ácidos: Los que tienen un pH inferior a 4,5.
- Suelos alcalinos o básicos: Los que tienen un pH superior a 7,2. Estos pueden ser:
- Suelos ligeramente alcalinos: Los que tienen un pH entre 7,2 y 7,5.
- Suelos alcalinos: Los que tienen un pH entre 7,5 y 8,5.
- Suelos muy alcalinos: Los que tienen un pH entre 8,5 y 9,5.
- Suelos extremadamente alcalinos: Los que tienen un pH superior a 9,5.

Estabilización:

La definición de estabilización es perfección de un suelo y sus cualidades físicas a través de productos químicos; se realiza en suelos pobres en la sub rasante.

La estabilización se da por mejorar la capacidad portante del suelo a través de diferentes técnicas ya sea adicionando otro suelo o utilizando agentes estabilizantes (MTC, 2013,pag.107)

## Estabilización Química.

La mezcla del suelo natural con agentes químicos se produce una mejora en una vía a esto se le llama estabilización. Los más utilizados son: la cal, ligante de asfálticos y el cemento portland.

Todos los países del mundo tienen un problema que las vías no pavimentadas son inestables por ello se busca la manera de mejorar este problema para corregir este problema se da varias técnicas así como la estabilización química.

Existe muchas empresas que se dedican a la fabricación de estabilizadores químicos.

Suelo estabilizado con cemento: Se realiza una mezcla de suelo, agua y cemento y se compacta a una densidad alta, luego se hace el curado respectivo y se protege el contenido de humedad.

Suelo cementado: Es el endurecimiento de la combinación de suelo, agua y cemento portland dando una solidez igual a un mortero.

Suelo con cal: Es la combinación de agua, cal, suelo grano fino (contiene alúmina y sílice) ocurre una reacción pozzolánica resultando tipo cementante.

## Clasificación De Ceniza:

Según la norma ASTM C618, las cenizas volantes de carbón se clasifican en 2 clasificaciones, tipo C de ceniza volante y tipo F. Es de acuerdo a la cantidad de sílice ( $\text{SiO}_2$ ), óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). En la siguiente Tabla 4 se aprecia los componentes químicos de ambas clases. Las cenizas volantes de carbón de clase C se producen normalmente de lignito o por la combustión del carbón sub-bituminoso. Este tipo de ceniza volante tiene propiedades pozzolánicas y cementantes. Se define como cementante cuando el material se endurece al combinar con agua y el término pozzolánicas esto se debe a la presencia de agua esto se debe a la presencia de hidróxido

de calcio. Las cenizas de tipo F se realiza a partir de la combustión del carbón de antracita o bituminoso.

**Tabla 3**

*Requerimientos Químicos de Ceniza Volante*

COMPOSICION QUIMICA		CLASE	
		F	C
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Min %	70	50
SO <sub>3</sub>	Max %	5	5
Contenido de humedad	Max %	3	3
Pérdida por Ignición	Max %	6	6

Fuente: ASTM C 618.

Estos dos tipos de cenizas volantes (C y F) es lo mas común de ceniza volante. Pero tiene diferentes características y propiedades.

**Bagazo de Caña de Azúcar Como Material Pulzolánico:**

Se define ceniza puzolanica algunos factores como : Temperatura de calcinación, el tamaño de las partículas, naturaleza cristalina y la composición química.

Se ha demostrado por estudios reciente que la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) son puzolanica por tener contenido de sílice y calcio.

Durante la producción de azúcar de caña lo que queda de residuo es la cachaza y la ceniza .la cantidad de bagazo que tiene de la caña en porcentaje es 26-27 %.

El bagazo seco está compuesto de 44.47 % de carbón ( C ) , 6.35 % de hidrógeno (H), 49.7 % de oxígeno (O) y 1.4 % de ceniza.

Ventajas:

Es la producción de azúcar que puede obtener

La producción de ceniza es constante es puzolana tiene como composición química, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ca y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> es el 70% producen la actividad puzolánica. El porcentaje de actividad puzolánica edad de la caña, tipo de suelo y cantidad de fertilizantes. (Ruth &Rosio, 2015).

Definicion: Caña De Azúcar –Bagazo:

Los desechos de la fabricación del azúcar. Lo utilizan para las calderas de las fabricas como combustible .Su componente son cementante y utiliza como material puzolánico, , su cantidad de fibra de la caña de azúcar es de 40-50%.(Hernandez,2011).

Distribución Geográfica:

En Áncash tenemos la producción más grande en la provincia del santa distrito de san Jacinto. En el valle de Santa y Casma, existe mas producción de caña de azúcar por agricultores particulares.

La azucarera, de san Jacinto localizado en el distrito de san Jacinto es la mas grande de la región con alto potencial de desarrollo, aproximadamente son nueve mil hectáreas, de las cuales se cultivan más de cinco mil, su trituration diaria sobrepasa las 3,200 toneladas y su fabricación de azúcar supera las 320 toneladas por día.

Propiedades de la Ceniza de Bagazo de Caña De Azúcar:

CBCA tiene una potencialidad máxima por las siguientes razones:

- Es aprovechable en grandes cantidades en varias partes del planeta
- Es excelente puzolanica.
- La composición química promedio de BCA se muestra a continuación en la tabla 5

**Tabla 4**

*Componentes de bagazo*

Descripción de Propiedades	Porcentaje(%)
Sílice (SiO <sub>2</sub> )	64.38
Magnesio (MgO)	0.85
El calcio (CaO)	10.26
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4.56
De potasio (K <sub>2</sub> O)	3.57
Alúmina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.05

Fuente: Propiedades De La Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar (Hernandez, 2011).

Conchas de Abanico Como Material Pulzolanico :

Buasri et al., 2013 reporta una calcinación de las conchas de abanico en un rango de 700 a 1000°C por un tiempo de 4 horas. El polvo cerámico obtenido fue molido y tamizado en mallas N°100 a N°200; obteniéndose como producto un polvo blanco con tamaño de grano entre 38 – 75 µm. Este producto final fue convenientemente embalado para protegerlo del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y de la humedad ambiental. El proceso de

calcinación fue monitoreado en su conformación estructural por Difracción de Rayos X (DRX) y como aspectos resaltantes se destacan que la conformación predominante de carbonato de calcio se mantiene como tal entre los 0°C hasta los 700°C y entre los 800°C y 1000°C se produce una conversión creciente de carbonato de calcio a óxido de calcio que es la fase activa del material calcinado se destaca el 97.529% de Óxido de Calcio (CaO).

Julián et al., 2015 reporta la caracterización de la composición química de la concha de abanico colectadas en el Mercado de Peces “La Sirena” de Chimbote, calcinadas a

1000°C por 3 horas y 12 minutos, donde se destaca un material cerámico extremadamente limpio con muy altos porcentajes de Óxido de Calcio (CaO) del orden de 97.743%.

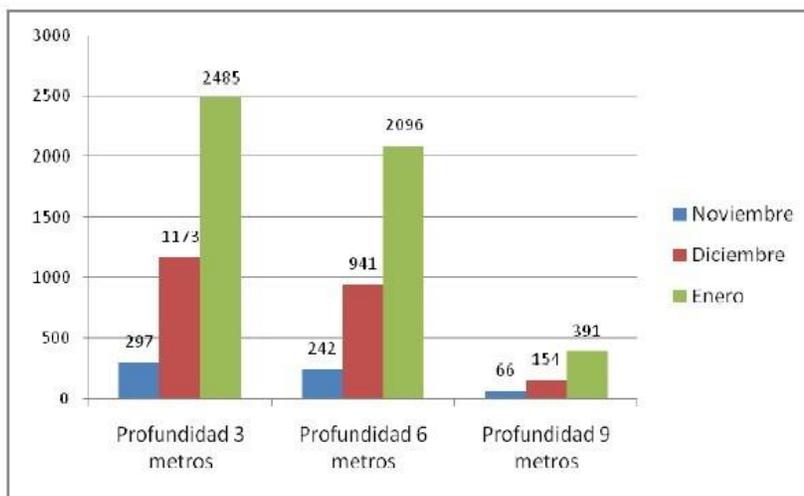
**Tabla 5**

*Composición química del polvo de la cocha de abanico*

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS	METODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	97.743	
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	0.820	
Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	0.740	
Óxido de Estroncio (SrO)	0.359	Espectrometría
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.234	de Fluorescencia de Rayos x
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	0.095	
Materia Orgánica	0.010	

### Definición De: Concha De Abanico:

La concha de abanico en el Peru tiene una producción representativa . Donde hay más producción de concha de abanico son en las ciudades producto hidrobiológico son: Paracas (Ica),Casma (Ancash) y Sechura (Piura). (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, n.d.)



**Figura 6.** Abundancia de Concha de Abanico en 3 meses (Noviembre 2006- Enero 2007)

### Concentración de Calcio

Tiene 99,14% de calcio en las valvas dando esto una alta pureza y dureza que puede utilizarse como material cementante al convertirlo en ceniza ya que contiene oxido de calcio que es útil para diferentes tipo de construcciones .

## **Justificación De La Investigación:**

Esta investigación se realiza con la meta de evaluar la capacidad de soporte de un suelo con la adición de 4% de cenizas de concha de abanico y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar.

En las vías de bajo volumen de tránsito suele dejar el terreno natural como capa de rodadura con el propósito de economizar costos; el cual no en todos los casos es el más apropiado para soportar las cargas, ha esto produce el incremento del precio. Esto se da al continuo mantenimiento que debe realizarse para mantener la vía en condiciones aceptables para la circulación de vehículos y sabiendo que en la región de Ancash hay una gran cantidad de azucareras y comercialización de concha de abanico nuestro país han sufrido daños en las carreteras por el niño costero. Por esta razón, surge la necesidad de evaluar nuevos materiales resistentes a la capacidad de soporte del suelo, de bajo costo de producción y mantenimiento como estabilizantes para las vías de bajo volumen de tránsito, a través de la reutilización de la bagazo de caña de azúcar obtenido en caserío de san Jacinto y la valvas de molusco obtenido en el Distrito de Chimbote en el mercado la sirenita; como material estabilizante, que permitan mejorar la carretera de Cruz del Siglo-Jimbe ya que cuenta con un tipo de suelo que necesita un mejoramiento previo, la idea planteada nos resulta accesible y económico a la vez.

## **Problema:**

Realidad Problemática:

En muchas partes del planeta los caminos son fundamentales en el avance se encuentra deteriorados, Causa mucha preocupación y problema en los estados, se da por la carencia de economía. Se debe tratar de establecer métodos de obras y mantenimientos de caminos que se de efectividad-económico. (Fajardo, 2015)

La estabilización química es una nueva alternativa de aplicación, por tener varias ventajas han sido construidas en las últimas décadas dando buenos resultados

En muchos países de América la contaminación ambiental es un tema de cada día, por lo que siempre se plantea el reutilizar las materias primas, La concha de abanico no tiene otro solo ser comestible, el bagazo de caña de azúcar ser usado como combustible en las azucareras y también como fertilizantes para los terrenos agrícolas.

En países como la India ya existen estudios de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como un agente estabilizador.

En el Perú el costo de una carretera es muy elevado y a su vez cuentan con carreteras que necesitan pasar por un proceso de estabilización, por lo que no lo realiza el diseño ya que es muy costoso. En el Perú es uno de los países en “productividad de la caña de azúcar”, es de gran adquisición y importancias en el mercado extranjero y nacional. Bagazo de caña tiene un alto componente de sílice y están siendo desaprovechados así mismo la concha de abanico tiene un alto componente de calcio siendo un estabilizador cementante no tiene otro uso las valvas de molusco y están siendo desaprovechadas al no ser empleado.

Las carreteras del centro poblado de la Cruz del Siglo en el distrito de Jimbe es trocha carrozable que presenta hundimiento, para tener las condiciones aceptables para la circulación vehicular ya que es transitada por los vehículos de la zona y los vehículos de carga pesada de la mina (Pequeños Constructores Mineros y el Consorcio Minero y Operaciones Conexas), es necesario realizar mantenimiento seguido lo que produce un gasto grande. Ya no se realiza mantenimiento en la vía lo que es incómodo para los vehículos pasar por la vía. Reutilizando el bagazo de caña de azúcar y concha de abanico como un agente estabilizador para mejorar el suelo y así evitar mantenimiento a corto plazo.

Formulación del Problema:

En el Perú hay pocas vías de asfalto y la mayoría es de trocha el cual trae problema de continuo mantenimiento y elevado costo. El medio ambiente se contamina con los residuos de concha de abanico y bagazo de caña de azúcar.

Los cuales nos llevaron analizar una considerable cantidad de alternativa en posibles soluciones sobre cómo aprovechar la materia prima.

Se formuló el subsiguiente problema de investigación:

**¿EN QUE MEDIDA MEJORA LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR?**

**Conceptuación y Operacionalización de las Variables:**

Variable Dependiente:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Capacidad de Soporte	Es el esfuerzo que soportar un terreno bajo un peso de aplastamiento.	Mediante la mezcla de suelos adicionando CCA y CBCA, activados mecánicamente y luego sometidos a ensayos de (CBR) los cuales nos proporcionan la resistencia del suelo . Se define al CBR,es la siguiente: $CBR=(Carga\ unitaria\ del\ ensayo/carga\ unitaria\ patrón)*100\%$	Kg /cm <sup>2</sup>

### Variables Independientes:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Ceniza de concha de abanico y Ceniza de bagazo de caña de azúcar	Método consistente al mezclar dos o más suelos de diferentes atributos fisicoquímicas con el propósito de mejorar las propiedades del suelo (Crespo,2004).	Al mezclar la muestra con y adicionando CCA y CBCA, la mezcla debe ser homogénea para evitar distorsiones en los resultados, se realiza ensayo (CBR), y la elaboración de Proctor modificado, se efectuará mediante una metodología establecida. Esta metodología está definida en las normas correspondientes.  Se realizaron tres calicatas para dos kilómetro debido que es una carretera de bajo volumen de tránsito (MTC,2013)	Porcentaje 4% y 8% Con porción 3:1

### Hipótesis:

Al adicionar el suelo 4% ceniza de concha de abanico y 8% cenizas de bagazo de caña de azúcar mejoraría la capacidad de soporte

### Objetivos:

Objetivo De Estudio:

- Ceniza de concha de abanico.
- Ceniza de bagazo caña de azúcar.

### Objetivo General:

Determinar la capacidad de soporte de un suelo de Cruz del Siglo-Jimbe adicionando con 4% de ceniza de concha de abanico y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar.

### Objetivos Específicos:

- ✓ Determinar el tipo de suelo Cruz del Siglo-Jimbe.
- ✓ Determinar el grado de temperatura de calcinación mediante el ensayo de ATD (Análisis Térmico Diferencial) de la concha de abanico y bagazo de caña de azúcar.
- ✓ Determinar la composición química de la ceniza de concha de abanico y ceniza de bagazo de caña de mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX).
- ✓ Determinar el grado de alcalinidad (pH) de la ceniza de concha de abanico, ceniza de bagazo de caña de azúcar y la mezcla.
- ✓ Determinar el porcentaje de consolidación del suelo patrón y experimental mediante Proctor modificado
- ✓ Determinar la capacidad de soporte de la muestra suelo patrón y experimental mediante el ensayo CBR e mediante gráficos estadísticos.

## Metodología

### Tipo y Diseño

#### Tipo de Investigación:

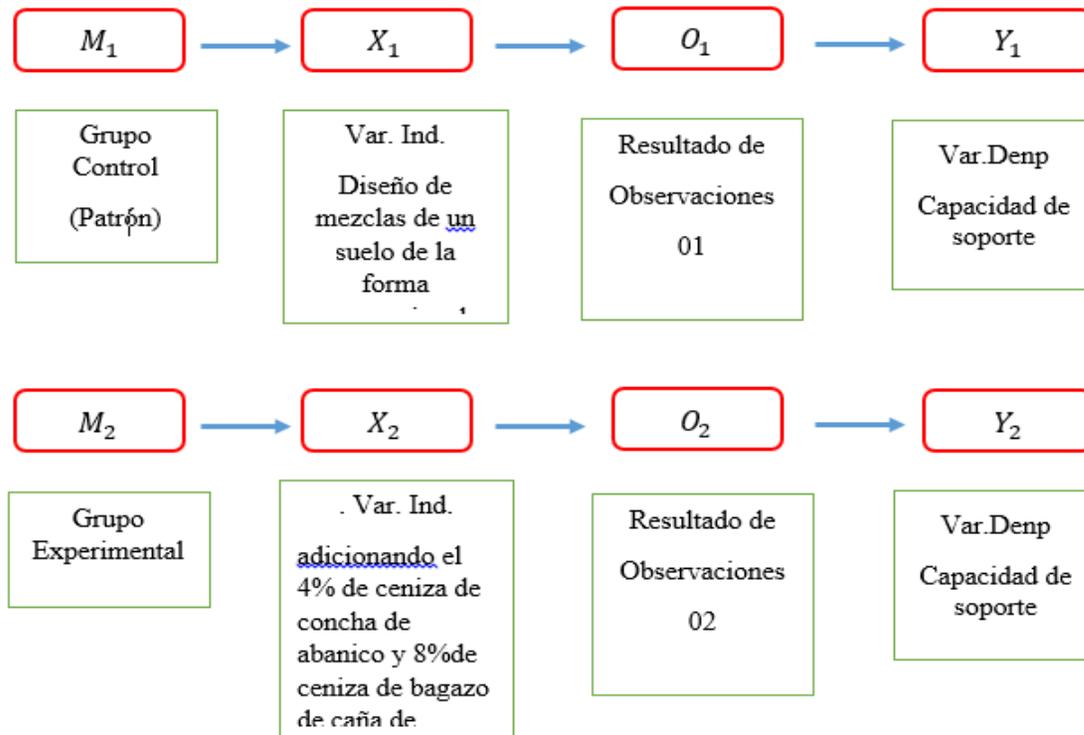
El tipo de investigación propuesta es aplicada, cuantitativa y de nivel explicativo porque se analizó el comportamiento de la capacidad de soporte de un suelo a consecuencia de la adición parcial del 4% de ceniza concha de abanico y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar.

#### Diseño de Investigación:

La investigación fue Experimental de nivel **“Cuasi-Experimental”**; porque se comparó 2 grupos de estudio; realizando el control y manipulación de las variables, para ello se estudio un nuevo diseño de mezcla adicionando el 4% de las cenizas de concha de abanico y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar así buscando mejorando la capacidad portante del suelo en comparación con el grupo de control (diseño del suelo natural)

El estudio en su mayor parte se con centro en el laboratorio de Suelos de la Universidad San Pedro, donde como investigadores permanecimos en contacto con los ensayos a realizado obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en los objetivos.

ESQUEMA:



Dónde:

M1: Grupo de control (Muestra de diseño de mezcla de un suelo elaborados de manera convencional).

M2: Grupo experimental (Muestra de diseño de mezcla de un suelo elaborados adicionándolo 4% de ceniza de concha de abanico y 8% de ceniza de bagazo de caña de azucar.

X1: Variable Independiente (diseño de mezcla de suelo modificado).

X2: Variable Independiente (diseño de mezcla de un suelo elaborados adicionándolo 4% de ceniza de concha de abanico y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar).

Y1: Variable Dependiente (Capacidad de soporte del suelo en el diseño de mezcla de suelo de manera convencional).

Y2: Variable Dependiente (Capacidad de soporte del suelo en el diseño de mezcla de suelo elaborados adicionándolo 4% de ceniza de concha de abanico y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar).

O1: Observaciones (resultados posibles) en el grupo control.

O2: Observaciones (resultados posibles) en el grupo experimental.

### **Población y Muestra**

Población:

Es el área de estudio del suelo de la carretera ubicada en la localidad Cruz del Siglo-jimbe

Muestras:

Es el suelo extraído de Cruz del siglo-jimbe, donde se realizó tres calicatas según la RD037-2008-MTC/14 y El Manual De Ensayo De Materiales

Unidades muestrales:

La muestra está constituida por 18 probetas de suelo (CBR); 9 probetas convencionales y 9 probetas con el 4% de ceniza de concha de abanico y 8% de ceniza bagazo de caña de azúcar .

La distancia de la carretera lo cual es una vía de bajo de volumen de tránsito para nuestra investigación es un aproximado de 1km donde se realizó la extracción de las muestras de

la C1, C2, C3 en la progresiva 0+000Km,1+000Km y 2+000Km lo cual se extrajo 02 muestra por cada calicata para los ensayos de (Contenido de Humedad, Granometria, Limite de Consistencia, Proctor Modificado (5 capas de 25 golpes) Y CBR (12,25,56 golpes)

**Técnica E Instrumento:**

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación Científica	- Guía de observación resumen.
	- Fichas técnicas de laboratorio.

Para esto utilizamos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitio elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y Fichas técnicas de laboratorio donde plasmaremos los resultados del ensayo realizar.

**Procesamiento y Análisis de Información:**

Para la realización el análisis de los datos se tendrá presente:

Los métodos estadísticos, tanto descriptivos como tablas, gráficos, porcentajes, medias, varianzas.

Se realizó el ensayo de proctor modificado, obteniendo la densidad en seco y luego se midió el índice del CBR mediante software como el MS EXCEL se obtenido los gráfico de bastones, histograma de frecuencias absolutas o relativas y gráfico de barras.

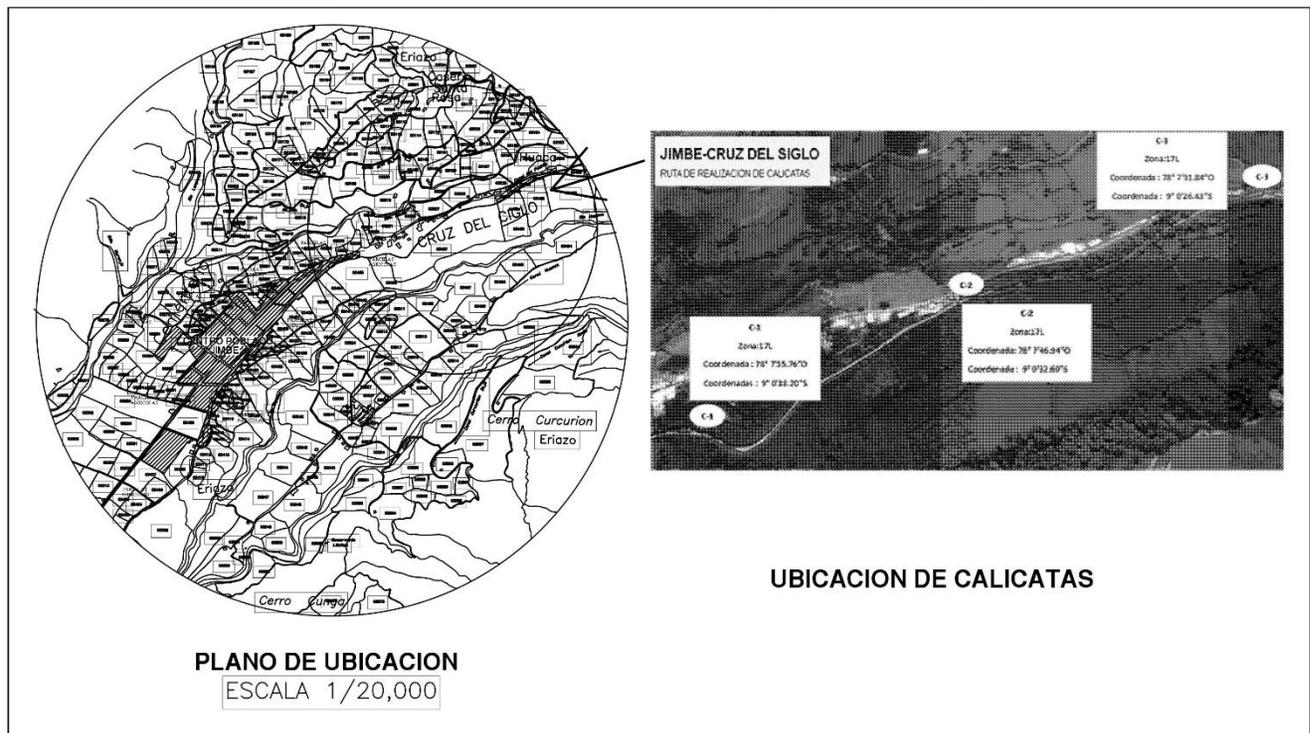
## Procedimiento de Extracción Del Suelo:

### Ubicación

En esta investigación se tomó 2 kilómetro de la carretera de Cruz del Siglo-distrito de jimbe departamento Ancash, provincia santa y distrito jimbe.

Coordenada del punto de inicio:  $9^{\circ} 0'38.20''S$  y  $78^{\circ} 7'55.76''W$

Coordenada del punto de final:  $9^{\circ} 0'26.43''S$  y  $78^{\circ} 7'31.84''W$



*Figura 7.* Ubicación de la carretera Cruz del Siglo-jimbe

Se realizó las calicatas a una profundidad de 1.50cm.segun reglamento

Se hicieron tres calicatas con una distancia de 500m; en cada calicata se sacó una aproximación de 100 Kg de suelo.(ver figuras n°01,02,03 en anexo)

Procedimiento de Disgregación y Cuarteo de la Muestra Alterada (Suelo).

- Disgregación de suelo (Con la ayuda de una piedra y aplicando una fuerza aplastamos los grumos de la muestra del suelo).
- Tamizar la muestra con el tamiz  $\frac{3}{4}, 3/8$ , #4 para ver el método de Proctor modificado que se va a realizar.
- La muestra de las calicatas paso todo por el tamiz #4 se utilizó el método “A”.
- Cuarteo del material de las calicatas (suelo), en forma diagonal para los ensayos de Proctor modificado y CBR. Del patrón y experimental. (ver figura n°04,05 en anexo).

Procedimiento de Extracción del Material Prima

La recolección de la cocha de abanico se recolecto del “Mercado de Peces”, (  $9^{\circ}04'21.3''$  S,  $78^{\circ}35'19.7''$ W) 1 saco en estado húmedo, porque las valvas estaban frescas, para luego ser seleccionado a una medida de 6cm a 10 cm.

Distrito: Chimbote

Provincia: Santa

Región: Ancash



El bagazo de caña de azúcar se recolecto de la Agroindustrias San Jacinto S.A.A”, (  $9^{\circ} 8'47.16''$ S,  $78^{\circ}16'42.89''$ W) 10 saco y su estado aparentemente seco.

Centro poblado: san Jacinto

Distrito: Nepeña

Provincia: Santa

Región: Ancash



### **Limpieza Realizada Para Convertirse en Materiales:**

- Concha de Abanico

Paso 01.- Se procedió a quitar las impurezas (Residuos Calcáreos y orgánicos), el proceso de limpieza, consistió en eliminar suciedad, barro y salinidad de las muestras colectadas, para ello se remojaron en agua potable por un periodo de dos horas usando tinas de plástico. Luego fueron sometidas a un lavado a presión de la red domiciliaria y con una escobilla de mano. (ver imagen n°06 en anexo).

Paso 02.-Se colocó la concha de abanico sobre papel periódico para su secado a temperatura ambiente (sin exposición directa a los rayos solares). (ver figura n°7 en anexo)

- Bagazo de Caña de Azúcar

Paso 01.- Se procedió a limpiar quitando los residuos que pueda tener y a la ves seleccionando el material que sean de un color uniforme (amarillo) ya que el material para obtener el bagazo se realizó el proceso del molido (ver figura n°08 en anexo)

Paso 02.- Se procedio a realizar el secado del bagazo de caña de azúcar al aire libre durante unas 24 horas ya que es un complicado secar por la consistencia del material.

## **Activación del Bagazo de Caña de Azúcar y Concha de Abanico.**

Bagazo de caña de azúcar:

Material:

Bagazo de caña de azúcar, carbón vegetal, cacerola de barro, ladrillo

Paso n°01: Se realizó una pre calcinación de bagazo de caña de azúcar al aire libre utilizando ladrillo para hacer una cocina artesanal, luego se coloca el carbón vegetal para prender el fuego y se coloca en una olla de barro el material este procedimiento pre calcinación es durante el tiempo de (1 hora) (ver figura n°09 anexo). Por último, se procede a retirar y enfriar el material para luego calcinar en una mufla de acuerdo a la temperatura determinada por el ATD.

Equipo:

Paso n°02. Al obtener la pre calcinación del material se procedió a calcinar en la mufla de la universidad san pedro a una temperatura de 350° la calcinación duro 1.30 hora. (ver figura n°10 anexo). La reducción del bagazo es de 90%; de un kilo de material se obtuvo solo 100g

Concha de abanico:

Material:

Concha de abanico bien limpia y secado a temperatura ambiente un kilo de concha de abanico se depositó en un recipiente de cerámica para luego ser llevado a la mufla

Equipo:

- Mufla de Laboratorio

Se colocó la concha de abanico en la mufla según el resultado de (ATD) a una temperatura de 890° durante 2 horas para hacer el proceso de calcinación. (ver figura n°11 en anexo)

- Enfriamiento del Material:

Luego de llegar a tiempo y temperatura se dejó enfriar el material en la misma mufla durante 16 horas. Luego se realizó la trituración del material.

Reducción de la concha de abanico fue de 35% en un kilo obtuvo 660g de ceniza

Este proceso se realizó en la universidad san pedro distrito de Chimbote –provincia de Santa.

Fluorescencia De Rayos X

Materiales:

- Cenizas de bagazo de caña de azúcar
- Cenizas de Concha de Abanico
- Mortero de cerámica

Procedimiento:

Se realizó el molido de CBCA y CCA, utilizando un mortero de cerámica

Luego se tamizó por la malla # 200 para su ensayo, en la universidad nacional de Ingeniería (Lima).

## **Ensayo Para Determinar El Grado De Alcalinidad (Ph) De La Ceniza De Concha De Abanico, Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar Y Combinación Con El Suelo**

Material:

- Ceniza de concha de abanico
- Ceniza de bagazo de caña de azúcar
- Muestra de suelo de la carretera de jimbe adicionando CBCA y CCA

Procedimiento:

Se realizó el tamizado de los materiales por la malla n°200, de CCA y CBCA.

Para la mezcla de bagazo de caña de azúcar y ceniza de concha de abanico y muestra de suelo del lugar estudiado se adiciono al suelo 8% de CBCA y 4% DE CCA. para 10 gramos de suelo estudiado.

Procedimiento Del Ensayo Granulometría

- Se pesó la muestra para el análisis granulométrico.
- Se realizó el procedimiento de lavado la muestra con el tamiz #200 para reducir los finos. (ver figura n°14 anexo)
- Lo retenido del tamiz#200 se secó en un horno a una temperatura  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . con un tiempo de 24 hora. (ver figura n°15 anexo)
- Los tamices que se utilizó son N°4, 10, 20, 30, 40, 60,100 y 200. Pesamos lo retenido de cada tamiz.

Equipos:

- 2 tipos de balanza: 1° con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (N° 4). 2° sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm

### **Procedimiento Del Ensayo Límites De Atterberg**

- Se tamizo por la malla #40. 150 gr. Para los límites líquido y 20 gr. Para el límite plástico. (ver figura n°16 anexo)
- En una vasija se mezcló con una espátula pequeña cantidad de agua hasta tener una mezcla homogénea y el mismo procedimiento para el límite plástico.
- Se puso la mezcla en la parte de la copa y se nivela la superficie con un espesor de un centímetro.
- Se pasó el acanalador por el centro de la copa para cortar en dos partes de suelo, luego se da golpes hasta que se unen. (ver figura n°17 anexo)
- Se cortó en dos líneas horizontal obteniendo 6 pedazo, se tomaron dos pedazo del medio donde peso y se llevó al horno en 24 horas.
- Se pesó después del secado y se calculó el contenido de humedad.

### **Procedimiento Del Ensayo Proctor Modificado Patrón Y Experimental**

- En cada calicata se pesó 3 bolsas de 3kilos para el patrón y 3 bolsas de 3 kilos para el experimental.
- Se mezcló el suelo con agua.
- La porción del agua es un porcentaje del peso de la muestra del suelo.
- En cada muestra se aumentó 3% más de agua del anterior.

- Se mezcló hasta tener una mezcla homogénea en lo cual se debió 5 partes iguales. (ver figura n°19 anexo).
- En el molde de Proctor modificado se echaron 5 capas uniforme y en cada capa se dio 25 golpes (ver figura n°20 anexo)
- Se sacó una muestra del molde en lo cual se llevó al horno a una temperatura de 105 a 110°C. (ver figura n°21 anexo)
- Los datos obtenidos del laboratorio de mecánica de suelo de la universidad San Pedro se calculó la densidad seca y el contenido de humedad que tiene el suelo en lo cual sirve para el ensayo CBR.
- Para el ensayo de proctor modificado experimental se realizó el mismo procedimiento adicionando CBCA y CCA mezclado con el suelo y hasta homogenizarse. (Ver figura n°22 anexo).

### **Procedimiento Del Ensayo CBR. Patrón y Experimental**

- Este tipo de ensayo es para medir resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un (%) de la relación de soporte.
- Se pesó 3 bolsas de 6 kilos para patrón y 3 bolsas de 6 kilos para experimental
- El porcentaje de agua es el resultado que nos dio el Proctor modificado.
- Se colocó el disco espaciador y encima el disco de papel.
- Se aseguró que el molde este bien ajustado.
- Para cada calicata se hizo tres probetas para el patrón de 55, 26 y 12 golpes de 5 capas para cada molde. (Ver figura n°23 anexo)

- Se saturó la probeta durante 96 horas.
- Después del periodo de saturación de 96 horas se retira el molde del agua y se deja escurrir en el tiempo de 15 min, luego se realiza ensayo de penetración. Se tomó 4 lecturas de 30 segundos y 4 lecturas de un minuto (ver figura n°24 anexo)
- De cada probeta se sacó muestra y tomando su peso se llevó al horno durante 24 horas.
- Los datos obtenidos del laboratorio de mecánica de suelo de la universidad San Pedro
- se calculó la resistencia al corte del suelo mediante el ensayo de penetración (ver figura n°25 anexo)

## Resultados

En este capítulo se mostrará toda la información recopilada a lo largo de esta investigación, de manera que se enfocará en lo expuesto en los objetivos específicos expuestos anteriormente, se ordenará en forma de tablas de manera resumida para una mejor comprensión de las variables que intervienen en el proceso.

### Ensayo de Cotenido de Humedad

En el laboratorio de mecánica de suelo de la universidad San Pedro se realizaron el ensayo de cotenido de humedad

**Tabla 6**

*Contenido de humedad de calicata N° 01,02,03.*

TARA	1	2	3
PESO DE TARA grs	207.00	57.5.00	62.00
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs	667.00	466.00	566.00
PESO DEL SUELO SECO +TARA grs	623.00	448.5	532.00
PESO DEL AGUA grs	44.00	17.5	34.00
PESO DEL SUELO SECO grs	416.00	391.00	470.00
% DE HUMEDAD	10.58	4.48	7.23

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro

## Ensayo de Límites Atterber

En el laboratorio de mecánica de suelo de la universidad San Pedro se realizaron el ensayo de LÍMITES ATTERBER.

### Tabla 7

*Límite Líquido, Límite plasticidad y índice de plasticidad de la calicata n°01*

<u>LIMITE LIQUIDO</u>	<u>LIMITE PLASTICO</u>
(MTC E-110.ASTM D-4318 y AASHTO T89)	(MTC E-110.ASTM D-4318 y AASHTO T89)
LL: 30.68 %	LP: 25.00%

<u>INDICE PLASTICIDAD</u>
(MTC E-110.ASTM D-4318 y AASHTO T89)
IP: 5.68

Fuente: Elaboracion propio 2020. Laboratorio de la universidad San pedro

En la calicata N° 02 no se puede determinar el límite plástico (NP). El límite líquido de la calicata N°2 por ser un suelo arenoso .

### Tabla 8

*Límite líquido, límite de plasticidad y índice de plasticidad de la calicata n°03*

<u>LIMITE LIQUIDO</u>	<u>LIMITE PLASTICO</u>
(MTC E-110.ASTM D-4318 y AASHTO T89)	(MTC E-110.ASTM D-4318 y AASHTO T89)
LL: 31.88 %	LP: 16.67%

<u>INDICE PLASTICIDAD</u>
(MTC E-110.ASTM D-4318 y AASHTO T89)
IP: 15.21

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

### Analisis Granulometria Por Tamizado.

Este ensayo fue realizado acorde a la NTP 400.012 y MTC E 204 requeridas por el laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales de la Universidad San Pedro).

El 80.00% pasa por la malla #200 en la calicata n°01

Además, se verifico que la muestra según la clasificación de suelos se encuentra:

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S): en el grupo ML. Limo de baja plasticidad

Clasificación A.A.S.H.T.O.: en el sub grado A-4.Suelo limoso

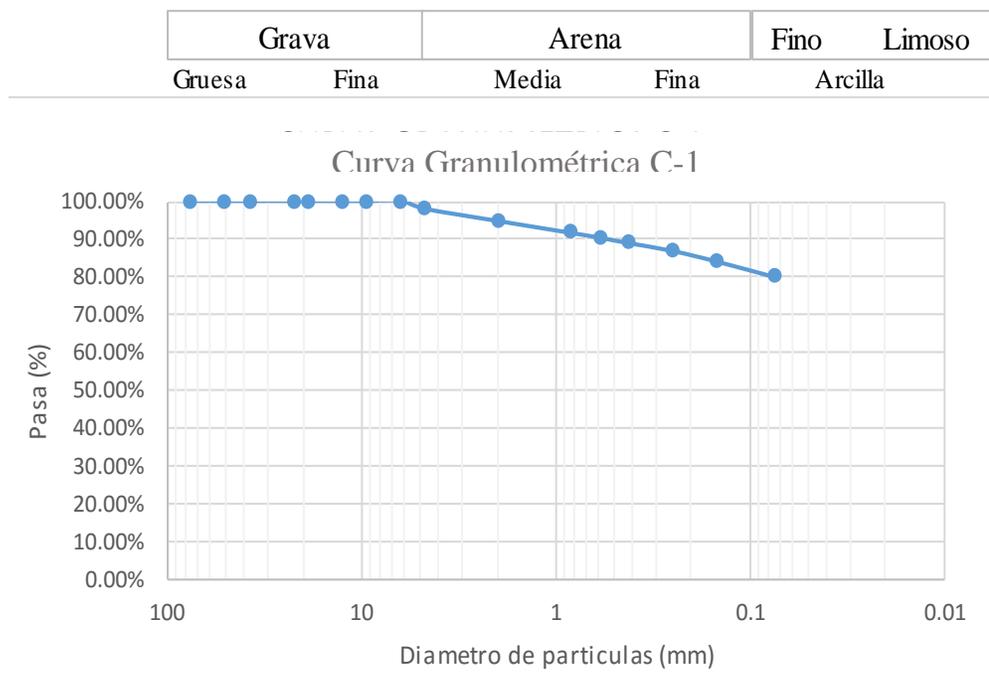


Figura 8: Curva granulométrica de la calicata N° 01

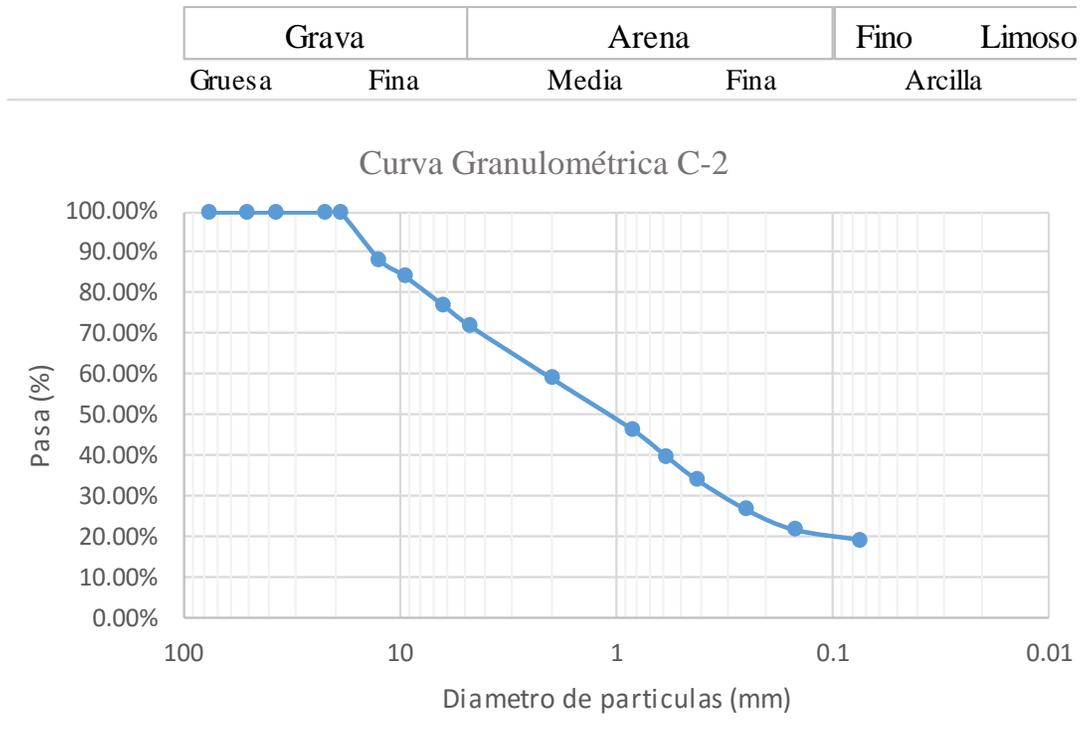
Este ensayo fue realizado acorde a la NTP 400.012 y MTC E 204 requeridas por el laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales de la Universidad San Pedro).

El 18.92% pasa por la malla #200 en la calicata n°02

Adema, se verifica que la muestra según la clasificación de los suelos se clasifica:

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S): en el grupo GM. Grava limosa con arena.

Clasificación A.A.S.H.T.O.: en el sub grado A-1-b. Fragmento de roca,grava y arena



**Figura09.** Curva granulométrica de la calicata N° 02



### **Ensayo De Analisis Termico Diferencial Muestra De Concha De Abanico:**

En el laboratorio de Polimeros de la universidad Nacional de Trujillo en la facultad de Ingenieria de Materiales se realizo el ensayo de ATD.

Según el analisis Termo gravimetrico se muestra una buena estabilidad termica del material hasta alcanzar los 700°C temperatura en la cual marca el inicio para la descomposicion acelerada y la perdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo maxima,y se evidencia una perdida total de aproximadamente 34% de su masa inicial .

De acuerdo al analisis calorimertrico se puede mostrar dos ligeros bandas endotermicas la primera 110 y la otra a 210°C y posteriormente se muestra un intenso piso de absorcion termica a 890°C es una temperatura de cambio estructural y de las caracteristica en el material.

### **Ensayo De Analisis Termico Diferencial Muestra De Bagazo De Caña De Azucar:**

En el laboratorio de Polimeros de la universidad Nacional de Trujillo en la facultad de Ingenieria de Materiales se realizo el ensayo de ATD.

Según el analisis Termo gravimetrico se muestra dos importantes perdidas del material conforme se aumenta la temperatura la primera evidencia se da en el rango de 90 y 130°C y la segunda perdida aun mas intenza, se da entre 250 y 340°C, despues del cual el material pierde masa muy lentamente hasta completar la temperatura del ensayo.se identifica una

perdida total de aproximadamente 85% de la masa inicial cuando se alcanza la maxima temperatura del ensayo.

De acuerdo al analisis calorimetrico se puede mostrar un pico de absorcion termica a 125°C una banda termica muy ligera en torno a 200-230°C,posteriormente algunos picos de absorcion se dan entre 380 y 400°C esto como consecuencia de algun posible cambio estructural y de las caracteristica en el material

### **Fluorescencia De Rayos X Del Oxido De La Ceniza De Concha De Abanico**

**Tabla 9**

*Fluorescencia de rayos x del óxido de la ceniza de concha de abanico*

<b>ANÁLISIS</b>	<b>RESULTADO (1) (%)</b>	<b>MÉTODO</b>
Óxido de calcio, CaO	99.94	Fluorescencia de Rayos X
Óxido de azufre, SO <sub>3</sub>	0.06	

Fuente: Laboratorio Labicer de Universidad Nacional de Ingenieria

Los resultados de FRX del material adicional muestran un alto contenido de CaO dando por 99.99% dando un un material pulzolánico y por lo contrario muestra un bajo contenido de SO<sub>3</sub>con un 0.01.

## Fluorescencia De Rayos X Del Oxido De La Ceniza De Bagazo De Caña De Azucar

En el laboratorio de labicer de la universidad Nacional de Ingenieria en la facultad de ciencias se realizo el ensayo de FRX.

**Tabla 10**

*Resultados obtenidos de la prueba de fluorescencia de rayos X de ceniza de bagazo de caña de azúcar*

ANÁLISIS	RESULTADO (1)	MÉTODO
Óxido de potasio, K <sub>2</sub> O	43.82	
Óxido de calcio, CaO	22.36	
Óxido de magnesio MgO	21.80	
Óxido de fosforo, P <sub>2</sub> O	4.07	
Óxido de aluminio, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.61	
Óxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	2.50	
Óxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.16	Fluorescencia de Rayos X
Óxido de manganeso, MnO	0.32	
Óxido de azufre, SO <sub>3</sub>	0.15	
Cloruro, Cl	0.15	
Óxido de zinc, ZnO	0.03	
Bromuro, Br	0.01	
Óxido de cobre, CuO	0.01	

Fuente: Laboratorio Labicer de Universidad Nacional de Ingeniería.

Los resultados de FRX del material adicional muestran un alto contenido de CaO dando por 22.36 y SiO<sub>2</sub> dando 2.50% y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> con un 3.61% .

## Ensayo Potencial De Hidrógeno (Ph)

**Tabla 11**

*Resultado de ensayo potencial de hidrogeno (pH)*

MUESTRA	ENSAYO pH
-CENIZA DE CONCHA DE ABANICO	13.55
-CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	11.21
-MEZCLA DE SUELO C-1 CON LA ADICION DE 4%DE CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y 8%DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	10.63
-MEZCLA DE SUELO C-2 CON LA ADICION DE 4%DE CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y 8%DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	10.93
-MEZCLA DE SUELO C-3 CON LA ADICION DE 4%DE CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y 8%DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	11.10

Fuente: Laboratorio de COLECBI

El pH que tiene CBCA y CCA se encuentra dentro del rango del cemento portland que es de 12 a 13 da como un material aglomerante.

## Proctor Modificado Patron y Experimental

**Tabla 12**

*Resultado de ensayo proctor modificado patrón de la calicata n°01*

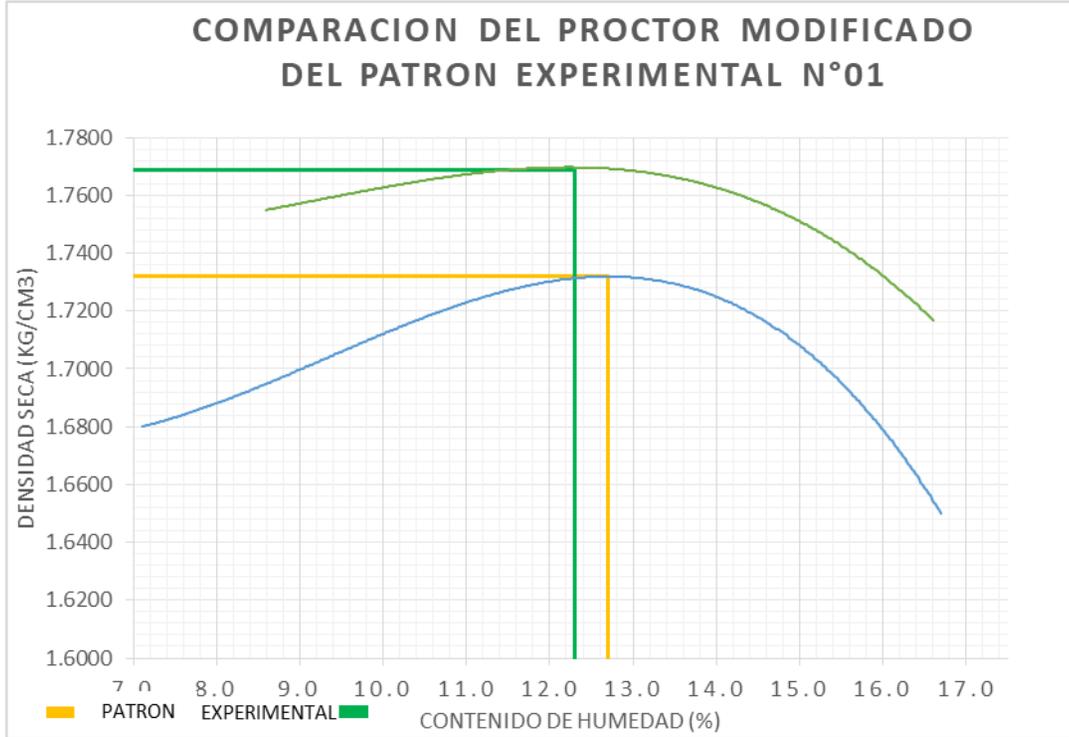
Peso suelo humedo + Molde(g)	3660	3762	3814	3780
Peso del Molde(g)	1969	1969	1969	1969
Peso suelo Humedo (g)	1691	1793	1845	1811
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	939.7	939.7	939.7	939.7
Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.800	1.908	1.963	1.927
Tarro N°	1	2	3	4
Peso suelo humedo + tarro (g)	378	398	353	444
Peso suelo seco + tarro (g)	360	376	336	409
Peso del agua (g)	18	22	17	35
Peso del tarro (g)	108	170	209	199
Peso suelo seco(g)	252	206	127	210
Contenido de Humedad (%)	7.10	10.70	13.40	16.70
Densidad del suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.68	1.72	1.73	1.65

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

**Tabla 13***Resultado de ensayo proctor modificado experimental de la calicata n°01*

Peso suelo humedo + Molde(g)	3760	3824	3855	3850
Peso del Molde(g)	1969	1969	1969	1969
Peso suelo Humedo (g)	1791	1855	1886	1881
Volumen del Molde (cm3)	939.7	939.7	939.7	939.7
Densidad Suelo Humedo (g/cm3)	1.906	1.974	2.007	2.002
Tarro N°	1	2	3	4
Peso suelo humedo + tarro (g)	485	447	471	488
Peso suelo seco + tarro (g)	460	410	425	430
Peso del agua (g)	25	37	46	58
Peso del tarro (g)	170	90	90	80
Peso suelo seco(g)	290	320	335	350
Contenido de Humedad (%)	8.60	11.60	13.70	16.60
Densidad del suelo Seco (g/cm3)	1.755	1.769	1.765	1.717

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.



**Figura 11.** Curvas de comparación entre el patrón y experimental del proctor modificado de la calicata

Interpretación: En el suelo patrón en la calicata N°01 la densidad seca máxima es 1.734g/cm<sup>3</sup> con un contenido optimo humedad de 12.70% y en el suelo experimental la densidad seca máxima es 1.769g/cm<sup>3</sup> con un contenido optimo humedad de 12.30%

**Tabla 14***Resultado de ensayo proctor modificado patron de la calicata n°02*

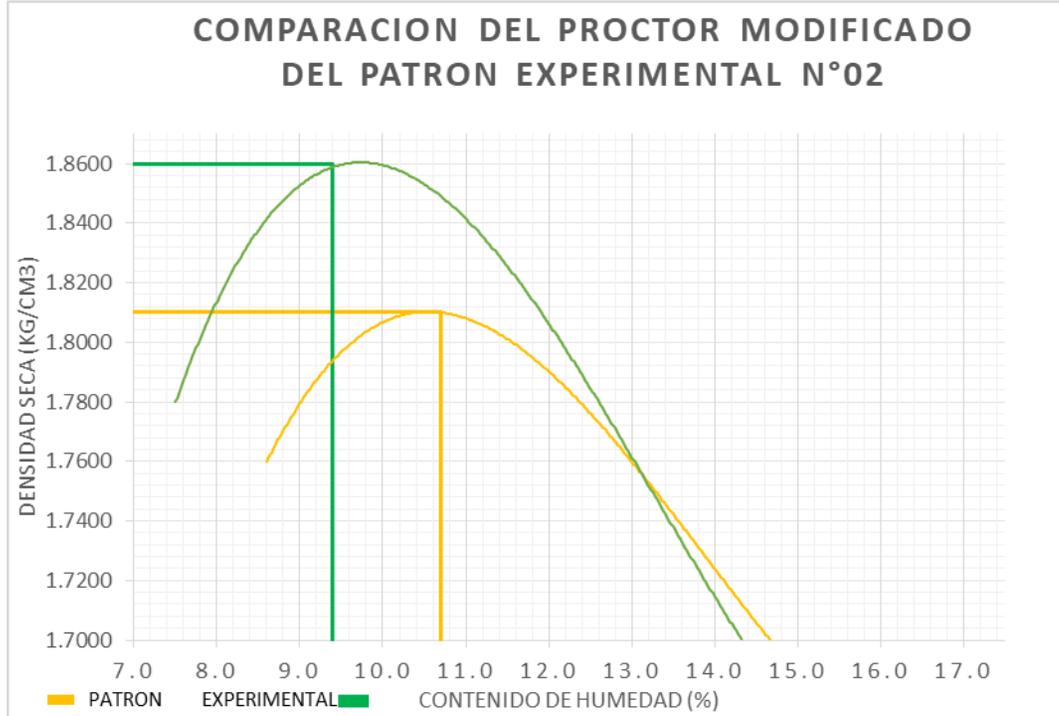
Peso suelo humedo + Molde(g)	3758	3851	3835	3780
Peso del Molde(g)	1969	1969	1969	1969
1969Peso suelo Humedo (g)	1789	1882	1866	1811
Volumen del Molde (cm3)	939.7	939.7	939.7	939.7
Densidad Suelo Humedo (g/cm3)	1.904	2.003	1.986	1.927
Tarro N°	1	2	3	4
Peso suelo humedo + tarro (g)	410	409	399.5	444
Peso suelo seco + tarro (g)	383	385	365	409
Peso del agua (g)	27	24	34.50	35
Peso del tarro (g)	70	160	100	199
Peso suelo seco(g)	313	225	265	210
Contenido de Humedad (%)	8.6	10.70	13.0	16.70
Densidad del suelo Seco (g/cm3)	1.76	1.81	1.76	1.651

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

**Tabla 15***Resultado de ensayo proctor modificado experimental de la calicata n°02*

Peso suelo humedo + Molde(g)	3770	3850	3835	3800
Peso del Molde(g)	1969	1969	1969	1969
Peso suelo Humedo (g)	1801	1881	1866	1831
Volumen del Molde (cm3)	939.7	939.7	939.7	939.7
Densidad Suelo Humedo (g/cm3)	1.917	2002	1.986	1.948
Tarro N°	1	2	3	4
Peso suelo humedo + tarro (g)	486	462	427	500
Peso suelo seco + tarro (g)	463	439	403	455
Peso del agua (g)	23	23	24	45
Peso del tarro (g)	157	188	207	167
Peso suelo seco(g)	306	251	196	288
Contenido de Humedad (%)	7.5	9.2	12.20	15.6
Densidad del suelo Seco (g/cm3)	1.78	1.86	1.77	1.686

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.



**Figura 12.** Curvas de comparación entre el patrón y experimental del proctor modificado de la calicata 02

Interpretación: En el suelo patrón en la calicata N°02 la densidad seca máxima es 1.81g/cm<sup>3</sup> con un contenido óptimo humedad de 10.70% y en el suelo experimental la densidad seca máxima es 1.86 g/cm<sup>3</sup> con un contenido óptimo humedad de 9.40%.

**Tabla 16***Resultado de ensayo proctor modificado patrón de la calicata n°03*

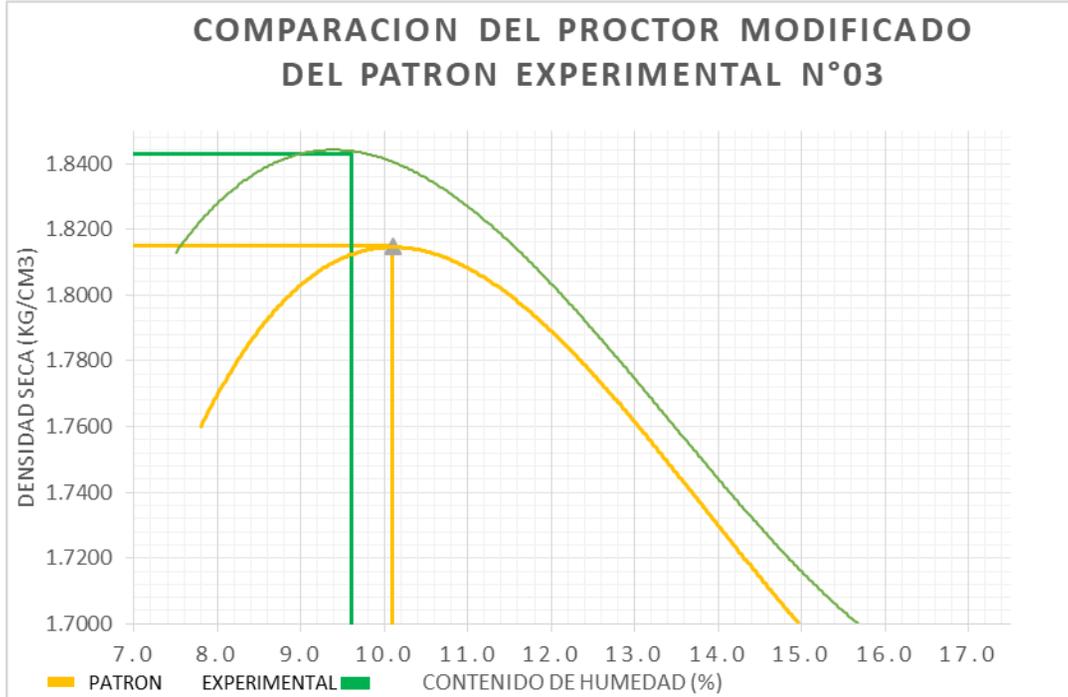
Peso suelo humedo + Molde(g)	3755	3851	3820	3790
Peso del Molde(g)	1969	1969	1969	1969
Peso suelo Humedo (g)	1786	1881.5	1851	1821
Volumen del Molde (cm3)	939.7	939.7	939.7	939.7
Densidad Suelo Humedo (g/cm3)	1.901	2.002	1.970	1.938
Tarro N°	1	2	3	4
Peso suelo humedo + tarro (g)	340	430.50	330	600
Peso suelo seco + tarro (g)	320	395	300	542.20
Peso del agua (g)	20	35.50	30.0	57.80
Peso del tarro (g)	62.5	87.5	86	199
Peso suelo seco(g)	257.5	307.5	214	343.20
Contenido de Humedad (%)	7.80	11.50	14.00	16.80
Densidad del suelo Seco (g/cm3)	1.763	1.82	1.75	1.659

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

**Tabla 17***Resultado de ensayo proctor modificado experimental de la calicata n°03*

Peso suelo humedo + Molde(g)	3800	3875	3865	3815
Peso del Molde(g)	1969	1969	1969	1969
Peso suelo Humedo (g)	1831	1906	1896	1846
Volumen del Molde (cm3)	939.7	939.7	939.7	939.7
Densidad Suelo Humedo (g/cm3)	1.948	2.028	2.018	1.964
Tarro N°	1	2	3	4
Peso suelo humedo + tarro (g)	556	490	414	600
Peso suelo seco + tarro (g)	535	465	390	543.1
Peso del agua (g)	24	25	24	56.9
Peso del tarro (g)	210	225	194	199
Peso suelo seco(g)	322	240	196	344.1
Contenido de Humedad (%)	7.5	10.4	12.20	16.5
Densidad del suelo Seco (g/cm3)	1.813	1.837	1.798	1.686

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.



**Figura 13.** Curvas de comparación entre el patrón y experimental del proctor modificado de la calicata 03  
 Interpretación: En el suelo patrón en la calicata N°03 la densidad seca máxima es 1.81g/cm<sup>3</sup> con un contenido óptimo humedad de 10.10 % y en el suelo experimental la densidad seca máxima es 1.843g/cm<sup>3</sup> con un contenido óptimo humedad de 9.60%

## Ensayo De Cbr (California Bearing Ratio) Patron y Experimental

**Tabla 18**

*Ensayo de densidad seca cbr patron de la calicata n°1*

DENSIDAD SECA (CBR)PATRON N°01			
GOLPES	56	25	12
01. PESO SUELO HUMEDO + MOLDE (g)	8490	8530	8430
02. PESO DEL MOLDE(g)	4450	4590	4554
03. PESO SUELO HUMEDO (g)	4040	3940	3876
04. VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2080	2100	2190
05. DENSIDAD SUELO HUMEDO (g/cm3)	1.942	1.876	1.821
06. TARRO N°	1	2	3
07. PESO SUELO HUMEDO + TARRO (g)	462	495	475
08. PESO SUELO SECO + TARRO	431	461	443
09. PESO DEL AGUA (g)	31	34	32
10. PESO DEL TARRO (g)	191	260	168
11. PESO SUELO SECO (g)	240	201	275
12. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.9	16.9	11.60
13. DENSIDAD DEL SUELO SECO (g/cm3)	1.720	1.605	1.631

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

**Tabla 19***Ensayo de absorción de cbr patrón de la calica n°01*

<b>ABSORCION</b>			
NUMERO DE MOLDE	1	2	3
01. PESO SUELO HUMEDO ANTES (g)	4040	3940	3876
02. PESO SUELO EMBEBIDO + MOLDE (g)	9330	8765	8835
03. PESO DEL MOLDE (g)	4450	4590	4554
04. PESO SUELO EMBEBIDO (g)	4880	4175	4281
05. PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	840	235	405
06. PESO SUELO SECO (g)	4067	3323	3282
07. ABSORCION DE AGUA (%)	7.08	12.56	18.80

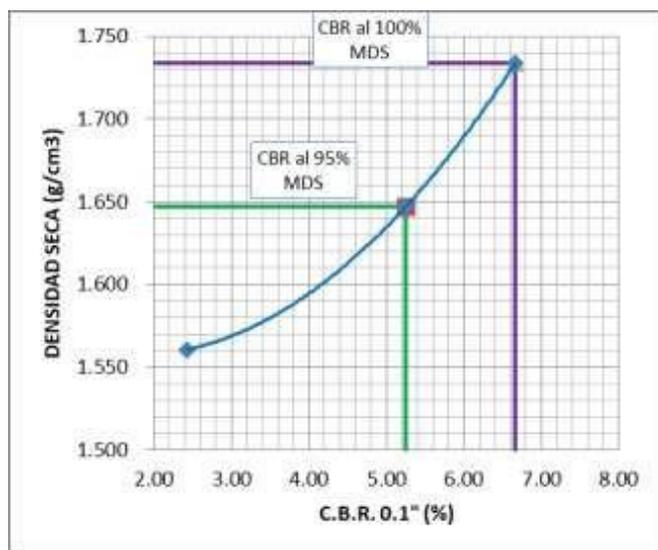
Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

Interpretacion:El ensayo de absorcion es el resultado de de la muestra antes de inmersion y luego de ser saturado dando como resultado los porcentaje de absorcion de agua en cada muestra para la calicata n°01 de patron a 56 golpes 7.08, 25 golpes 12.56, 12 golpes 18.80

**Tabla 20***Ensayo de penetración de cbr patrón de la calicata n°01*

<b>PENETRACION</b>						
FACTOR ANILLO: CARGA (Kgf.) = LEC.DIALx4.2491345+27.9201						
MOLDE	1 ( 56 GOLPES)		2 ( 25 GOLPES)		3 (12 GOLPES)	
PEN.(mm)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)
0.000	0	0.0	0	0.0	0	0.00
0.635	4	44.9	2	36.4	1	32.17
1.270	7	57.7	4	44.9	2	36.42
1.905	10	70.4	6	53.4	3	40.67
2.540	14	87.4	8	61.9	5	49.17
3.810	18	104.4	10	70.4	6	53.41
5.080	24	129.9	11	74.7	7	57.66
6.350	28	146.9	12	78.9	8	61.91
CARGA (%)	87.4	Kgf. (%)	61.9	Kgf. (%)	49.17	Kgf. (%)

Interpretación: El ensayo de penetracion se realizo con una carga de 2,5mm (0.1”) dando como resultado 87.4.1kgf a 56 golpes ,61.9kgfa 25 golpes, 4.17kgf a 12 golpes en la resistencia en el patron de la calicata n°01



**Figura 14:** Grafico de CBR 01” vs densidad seca 95%,100% calicata patrón 01

Interpretación: La densidad seca del Proctor es 1.734 g/cm<sup>3</sup>. CBR de 56 golpes nos da una densidad seca de 1.720 g/cm<sup>3</sup> equivale 99.21% de la densidad seca del Proctor.

CBR de 25 golpes nos da una densidad seca de 1647 g/cm<sup>3</sup> equivale 94.64% de la densidad seca del Proctor. CBR de 12 golpes nos da una densidad seca de 1.561g/cm<sup>3</sup> equivale 90.47% de la densidad seca del Proctor.

**Tabla 21***Resultado de ensayo de densidad seca de CBR experimental (de la calicata n°01)*

<b>DENSIDAD SECA (CBR) EXPERIMENTAL N°01</b>			
<b>GOLPES</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>
01. PESO SUELO HUMEDO + MOLDE (g)	8540	8680	8450
02. PESO DEL MOLDE(g)	4400	4455	4345
03. PESO SUELO HUMEDO (g)	4140	4225	4105
04. VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2090.7	2219	2240
05. DENSIDAD SUELO HUMEDO (g/cm3)	1.980	1.904	1.833
06. TARRO N°	1	2	3
07. PESO SUELO HUMEDO + TARRO (g)	355	449	372.0
08. PESO SUELO SECO + TARRO	323.0	408	335.0
09. PESO DEL AGUA (g)	32	40	37
10. PESO DEL TARRO (g)	65	90	69.5
11. PESO SUELO SECO (g)	258	318.5	265.5
12. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.40	12.7	13.90
13. DENSIDAD DEL SUELO SECO (g/cm3)	1.762	1.689	1.608

+-

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

**Tabla 22***Ensayo de absorción de cbr experimental (de la calicata n°01).*

<b>ABSORCION</b>			
NUMERO DE MOLDE	1	2	3
01. PESO SUELO HUMEDO ANTES (g)	4140	4225	4105
02. PESO SUELO EMBEBIDO + MOLDE (g)	8797.8	8979.9	8774.3
03. PESO DEL MOLDE (g)	4400	4455	4345
04. PESO SUELO EMBEBIDO (g)	4397.8	4524.9	4429.3
05. PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	257.8	299.9	324.3
06. PESO SUELO SECO (g)	3683.2	3748.4	3602.9
07. ABSORCION DE AGUA (%)	7.0	8.0	9.0

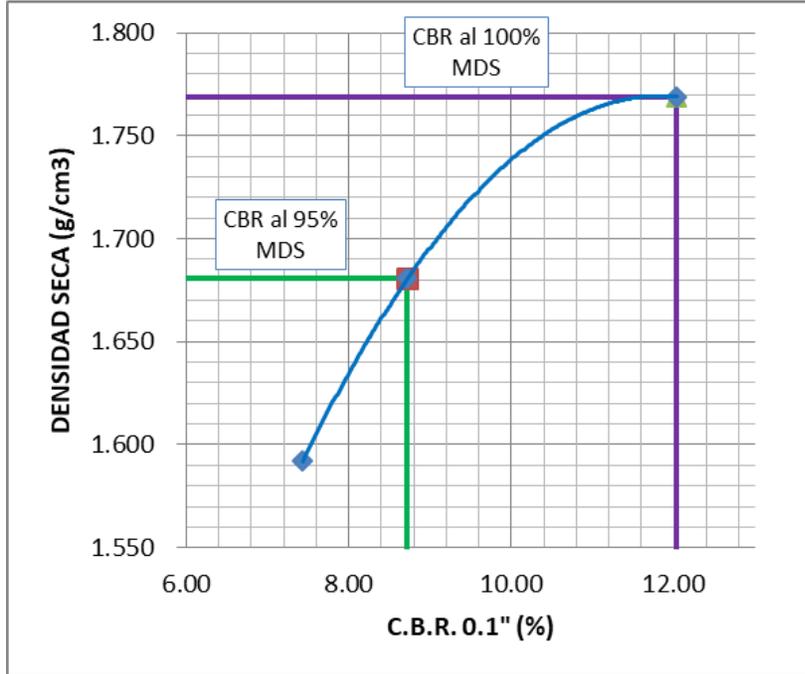
Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

Interpretacion:El ensayo de absorcion es el resultado de de la muestra antes de inmersion y luego de ser saturado dando como resultado los porcentaje de absorcion de agua en cada muestra para la calicata n°01 experimental con la adiccion al suelo mejora las muestras disminuyendo la absorcion a 56 golpes 7.00, 25 golpes 8.00, 12 golpes 9.00.

**Tabla 23***Ensayo de penetración de cbr enexperimental de la calicata n°01*

<b>PENETRACION</b>						
FACTOR ANILLO: CARGA (Kgf.) = LEC.DIALx4.2491345+27.9201						
MOLDE	1 ( 56 GOLPES)		2 ( 25 GOLPES)		3 (12 GOLPES)	
PEN.(mm)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)
0.000	0	0.0	0	0.0	0	0.00
0.630	10	70.4	7	57.7	5	49.2
1.3	16	95.91	11	74.7	9	66.2
1.9	22	121.4	16	95.9	13	83.2
2.5	31	159.6	22	121.4	18	104.4
CARGA (%)	159.6	Kgf. (%)	121.4	Kgf. (%)	104.4	Kgf. (%)

Interpretación: El ensayo de penetración se realizó con una carga de 2,5mm (0.1”) dando como resultado 159.6kgf a 56 golpes ,121.4kgfa 25 golpes, 104.4kgf a 12 golpes; aumentando la resistencia en el experimental de la calicata n°01.



*Figura 15.* Grafico de CBR 01'' vs densidad seca calicata experimental 01

Interpretación: La densidad seca del Proctor es 1.769 g/cm<sup>3</sup>. CBR de 56 golpes nos da una densidad seca de 1.769 g/cm<sup>3</sup> equivale 99.59% de la densidad seca del Proctor.

CBR de 25 golpes nos da una densidad seca de 1.681 g/cm<sup>3</sup> equivale 95.34% de la densidad seca del Proctor. CBR de 12 golpes nos da una densidad seca de 1.592g/cm<sup>3</sup> equivale 90.92% de la densidad seca del Proctor.

**Tabla 25***Resultado de ensayo de densidad seca de CBR patron (de la calicata n°02)*

<b>DENSIDAD SECA (CBR)</b>			
<b>GOLPES</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>
01. PESO SUELO HUMEDO + MOLDE (g)	8776	8850.5	8621
02. PESO DEL MOLDE(g)	4636	4763.5	4670
03. PESO SUELO HUMEDO (g)	4140	4087	3951
04. VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2070.63	2130	2190
05. DENSIDAD SUELO HUMEDO (g/cm3)	1.999	1.919	1.804
06. TARRO N°	1	2	3
07. PESO SUELO HUMEDO + TARRO (g)	468	476.8	379.0
08. PESO SUELO SECO + TARRO	429.0	437.0	348.0
09. PESO DEL AGUA (g)	39	39.8	31
10. PESO DEL TARRO (g)	60.0	62.0	60.0
11. PESO SUELO SECO (g)	369.0	375.0	288.0
12. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.6	10.6	10.8
13. DENSIDAD DEL SUELO SECO (g/cm3)	1.808	1.735	1.629

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

Interpretación: La expansion de la calica n°02 por ser un material limo arenoso no tiene a expandirse en cantidades altas .

**Tabla 24***Resultado de ensayo absorción de cbr patrón (de la calicata n°02)*

<b>ABSORCION</b>			
<b>NUMERO DE MOLDE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
01. PESO SUELO HUMEDO ANTES (g)	4140	4086.5	3951
02. PESO SUELO EMBEBIDO + MOLDE (g)	8850.9	8960.8	8763.7
03. PESO DEL MOLDE (g)	4636	4763.5	4670
04. PESO SUELO EMBEBIDO (g)	4214.9	4197.3	4093.7
05. PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	74.9	110.8	142.7
06. PESO SUELO SECO (g)	3744.3	3694.4	3567
07. ABSORCION DE AGUA (%)	2.0	3.0	4.0

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro

Interpretacion:El ensayo de absorcion es el resultado de de la muestra antes de inmersion y luego de ser saturado dando como resultado los porcentaje de absorcion de agua en cada muestra para la calicata n°02 de patron a 56 golpes 2.00, 25 golpes 3.00 , 12 golpes 4.00.

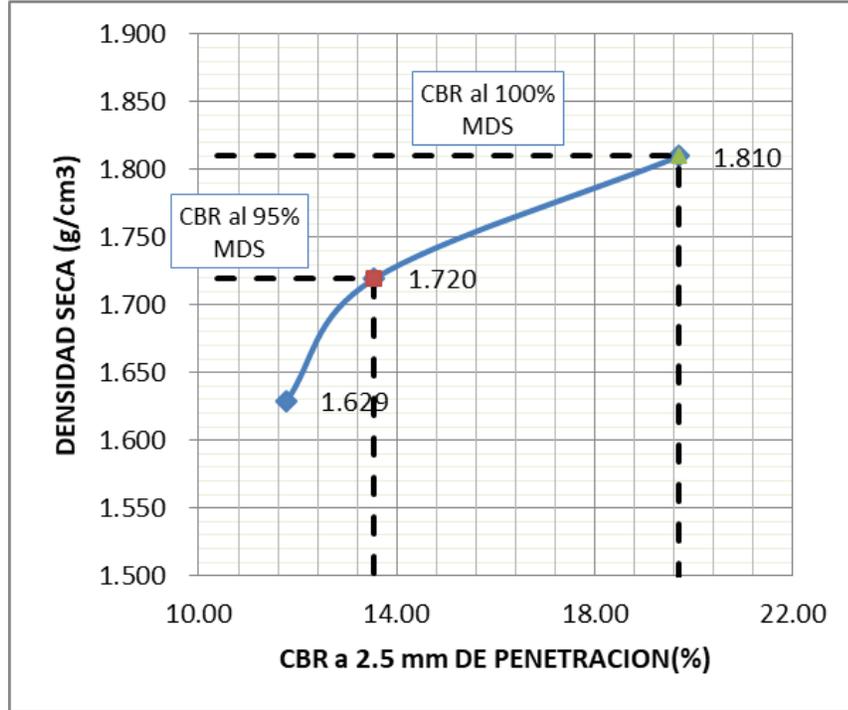
**Tabla 25**

*Ensayo de penetración de cbr en patrón de la calicata n°02*

<b>PENETRACION</b>						
FACTOR ANILLO: CARGA (Kgf.) = LEC.DIALx4.2491345+27.9201						
MOLDE	1 ( 56 GOLPES)		2 ( 25 GOLPES)		3 (12 GOLPES)	
PEN.(mm)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)
0.000	0	0.0	0	0.0	0	0.00
0.63	18	104.4	9	66.2	5	49.2
1.3	31	159.64	22	121.4	17	100.2
1.9	42	206.4	33	168.1	23	125.7
2.5	56	265.9	40	197.9	31	159.6
3.2	61	287.1	52	248.9	41	202.1
3.8	65	304.1	55	261.6	45	219.1
5.08	70	325.4	60	282.9	50	240.38
7.6	75	346.6	65	304.1	55	261.62
10.16	80	367.9	70	325.4	60	282.87
12.700	85	389.1	75	346.6	65	304.11
CARGA (%)	265.9	Kgf. (%)	197.9	Kgf. (%)	159.6	Kgf. (%)

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

Interpretación: El ensayo de penetracion se realizo con una carga de 2,5mm (0.1”) dando como resultado 265.9 kgf a 56 golpes ,197.9kgfa 25 golpes,159.6kgf a 12 golpes en la resistencia en el patron de la calicata n°02



**Figura 16:** Grafico de CBR 01'' vs densidad seca calicata patrón 02

Interpretación: La densidad seca del Proctor es 1.810g/cm<sup>3</sup>. CBR de 56 golpes nos da una densidad seca de 1.810 g/cm<sup>3</sup> equivale 99.95% de la densidad seca del Proctor.

CBR de 25 golpes nos da una densidad seca de 1.720g/cm<sup>3</sup> equivale 95.20% de la densidad seca del Proctor. CBR de 12 golpes nos da una densidad seca de 1.629g/cm<sup>3</sup> equivale 90% de la densidad seca del Proctor.

**Tabla 28***Resultado de ensayo de densidad seca de CBR experimental (de la calicata n°02)*

<b>DENSIDAD SECA (CBR)</b>			
<b>GOLPES</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>
01. PESO SUELO HUMEDO + MOLDE (g)	8979	8649	8440
02. PESO DEL MOLDE(g)	4510	4340	4500
03. PESO SUELO HUMEDO (g)	4469	4309	3940
04. VOLUMEN DE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2200	2200	2140
05. DENSIDAD SUELO HUMEDO (g/cm <sup>3</sup> )	2.031	1.959	1.841
06. TARRO N°	1	2	3
07. PESO SUELO HUMEDO + TARRO (g)	520	350	320.0
08. PESO SUELO SECO + TARRO	485.0	330.0	300.0
09. PESO DEL AGUA (g)	35	20	20
10. PESO DEL TARRO (g)	120.0	125.0	95.0
11. PESO SUELO SECO (g)	365.0	205.0	205.0
12. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.59	9.8	9.8
13. DENSIDAD DEL SUELO SECO (g/cm <sup>3</sup> )	1.854	1.785	1.677

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

**Tabla 26***Ensayo de absorcion de cbr experimental de la calicata n°02*

<b>ABSORCION</b>			
NUMERO DE MOLDE	1	2	3
01. PESO SUELO HUMEDO ANTES (g)	4469	4309	3940
02. PESO SUELO EMBEBIDO + MOLDE (g)	9080	8766.8	8565.6
03. PESO DEL MOLDE (g)	4510	4340	4500
04. PESO SUELO EMBEBIDO (g)	4570	4426	4065.6
05. PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	101.9	117.8	125.6
06. PESO SUELO SECO (g)	4078	3926	3589.8
07. ABSORCION DE AGUA (%)	2.5	3.0	3.5

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

Interpretacion:El ensayo de absorcion es el resultado de de la muestra antes de inmersion y luego de ser saturado dando como resultado los porcentaje de absorcion de agua en cada

muestra para la calicata n°02 experimental con la adición al suelo mejora las muestras disminuyendo la absorción a 56 golpes 2.5 , 25 golpes 3.00 , 12 golpes 3.50

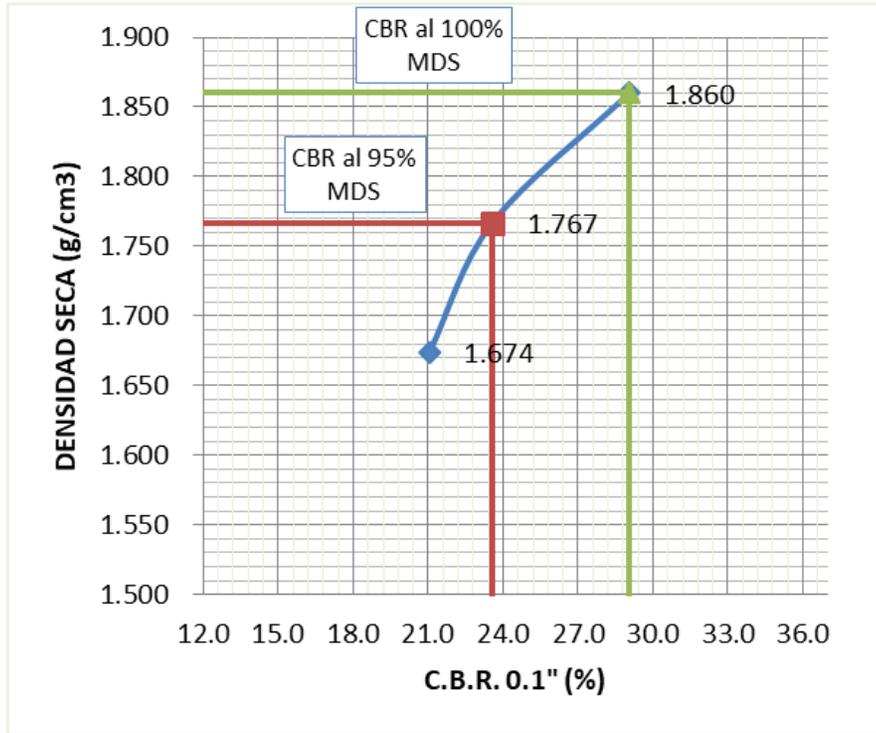
**Tabla 30**

*Ensayo de penetración de cbr en experimental de la calicata n°02*

<b>PENETRACION</b>						
FACTOR ANILLO: CARGA (Kgf.) = LEC.DIALx4.2491345+27.9201						
MOLDE	1 ( 56 GOLPES)		2 ( 25 GOLPES)		3 (12 GOLPES)	
PEN.(mm)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)
0.000	0	0.0	0	0.0	0	0.00
0.63	45	219.1	32	163.9	27	142.6
1.3	58	274.37	43	210.6	38	189.4
1.9	72	333.9	58	274.4	50	240.4
2.5	85	389.1	72	333.9	61	287.1
3.2	92	418.8	81	372.1	76	350.9
3.8	105	474.1	92	418.8	84	384.8
5.08	115	516.6	102	461.3	95	431.59
7.6	120	537.8	106	478.3	100	452.83
10.16	125	559.1	109	491.1	105	474.08
12.7	130	580.3	112	503.8	110	495.32
CARGA (%)	389.1	Kgf. (%)	333.9	Kgf. (%)	287.1	Kgf. (%)

Fuente: Elaboración propia 2020.Laboratorio de la universidad San Pedro.

Interpretación: El ensayo de penetración se realizó con una carga de 2,5mm (0.1”) dando como resultado 389.1 kgf a 56 golpes, 333.9kgf a 25 golpes, 287.1kgf a 12 golpes; aumentando la resistencia en el experimental de la calicata n°02.



**Figura 17:** Grafico de CBR 01'' vs densidad seca calicata experimental 02

Interpretación: La densidad seca del Proctor es 1.860 g/cm<sup>3</sup>. CBR de 56 golpes nos da una densidad seca de 1.860 g/cm<sup>3</sup> equivale 99.66% de la densidad seca del Proctor.

CBR de 25 golpes nos da una densidad seca de 1.767g/cm<sup>3</sup> equivale 95.94% de la densidad seca del Proctor. CBR de 12 golpes nos da una densidad seca de 1.674 g/cm<sup>3</sup> equivale 90.09% de la densidad seca del Proctor.

**Tabla 31***Resultado de ensayo de densidad seca de CBR patrón (de la calicata n°03)*

<b>DENSIDAD SECA (CBR) PATRON N°03</b>			
<b>GOLPES</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>
01. PESO SUELO HUMEDO + MOLDE (g)	8424	8456	8370
02. PESO DEL MOLDE(g)	4070	4230	4290
03. PESO SUELO HUMEDO (g)	4354	4226	4080
04. VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2190	2210	2250
05. DENSIDAD SUELO HUMEDO (g/cm3)	1.988	1.912	1.813
06. TARRO N°	1	2	3
07. PESO SUELO HUMEDO + TARRO (g)	547	569	563.0
08. PESO SUELO SECO + TARRO	504.0	534	524.0
09. PESO DEL AGUA (g)	43	35	39
10. PESO DEL TARRO (g)	98.0	204.0	168.0
11. PESO SUELO SECO (g)	406.0	330.0	356.0
12. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.6	10.61	10.96
13. DENSIDAD DEL SUELO SECO (g/cm3)	1.798	1.729	1.634

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

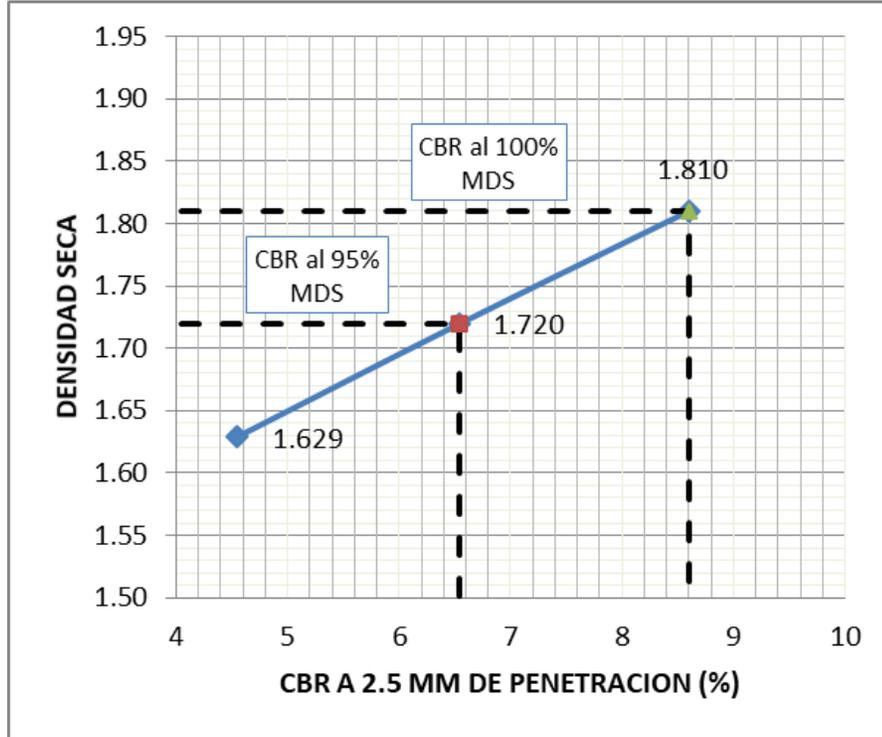
Interpretacion:El ensayo de absorcion es el resultado de de la muestra antes de inmersion y luego de ser saturado dando como resultado los porcentaje de absorcion de agua en cada muestra para la calicata n°03 de patron a 56 golpes 7.00 , 25 golpes 9.00, 12 golpes 11.00

**Tabla 28***Ensayo de penetración de cbr patrón de la calicata n°03*

<b>PENETRACION</b>						
FACTOR ANILLO: CARGA (Kgf.) = LEC.DIALx4.2491345+27.9201						
MOLDE	1 ( 56 GOLPES)		2 ( 25 GOLPES)		3 (12 GOLPES)	
PEN.(mm)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)	LEC. DIAL	CARGA (Kgf.)
0.000	0	0.0	0	0.0	0	0.00
0.63	7	57.7	5	49.2	3	40.7
1.3	10	70.4	7	57.7	4	44.9
1.9	14	87.4	11	74.7	6	53.4
2.5	20	112.9	15	91.7	8	61.9
3.2	31	159.6	19	108.7	10	70.4
3.8	42	206.4	32	163.9	13	83.2
5.08	53	253.1	38	189.4	15	91.7
7.6	58	274.4	43	210.6	17	100.2
10.16	63	295.6	47	227.6	19	108.65
12.7	70	325.4	52	248.9	21	117.15
CARGA (%)	112.9	Kgf. (%)	91.7	Kgf. (%)	61.9	Kgf. (%)

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

Interpretación: El ensayo de penetracion se realizo con una carga de 2,5mm (0.1”) dando como resultado 112.9 kgf a 56 golpes ,91.7 kgfa 25 golpes, 61.90 kgf a 12 golpes en la resistencia en el patron de la calicata n°03



**Figura 18:** Grafico de CBR 01'' vs densidad seca calicata patron 03

Interpretación: La densidad seca del Proctor es 1.810g/cm<sup>3</sup>. CBR de 56 golpes nos da una densidad seca de 1.776 g/cm<sup>3</sup> equivale 99.32% de la densidad seca del Proctor. CBR de 25 golpes nos da una densidad seca de 1.720 g/cm<sup>3</sup> equivale 95.52% de la densidad seca del Proctor. CBR de 12 golpes nos da una densidad seca de 1.629 g/cm<sup>3</sup> equivale 90.29% de la densidad seca del Proctor.

**Tabla 29***Ensayo de densidad seca de CBR experimental de la calicata n°03*

<b>DENSIDAD SECA (CBR) EXPERIMENTAL N°03</b>			
<b>GOLPES</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>
01. PESO SUELO HUMEDO + MOLDE (g)	8794	8825	8730
02. PESO DEL MOLDE(g)	4445	4590	4540
03. PESO SUELO HUMEDO (g)	4349	4235	4190
04. VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2170.7	2196.8	2290
05. DENSIDAD SUELO HUMEDO (g/cm3)	2.004	1.928	1.830
06. TARRO N°	1	2	3
07. PESO SUELO HUMEDO + TARRO (g)	475	460	425
08. PESO SUELO SECO + TARRO	446	439	395
09. PESO DEL AGUA (g)	29	21	30
10. PESO DEL TARRO (g)	135	215	80.0
11. PESO SUELO SECO (g)	311	224	315
12. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.3	9.4	9.5
13. DENSIDAD DEL SUELO SECO (g/cm3)	1.833	1.763	1.671

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

**Tabla 30***Ensayo de absorción de CBR experimental de la calicata n°03*

<b>ABSORCION</b>			
NUMERO DE MOLDE	1	2	3
01. PESO SUELO HUMEDO ANTES (g)	4349	4235	4190
02. PESO SUELO EMBEBIDO + MOLDE (g)	8913.3	9.057.3	9036.1
03. PESO DEL MOLDE (g)	4445	4590	4540
04. PESO SUELO EMBEBIDO (g)	4468.3	4467.3	4496.1
05. PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	119.3	232.3	306.1
06. PESO SUELO SECO (g)	3978.1	3872	3825.7
07. ABSORCION DE AGUA (%)	3.0	6.0	8.0

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

Interpretacion:El ensayo de absorcion es el resultado de de la muestra antes de inmersion y luego de ser saturado dando como resultado los porcentaje de absorcion de agua en cada muestra para la calicata n°03 experimental con la adicion al suelo mejora las muestras disminuyendo la absorcion a 56 golpes 3.00, 25 golpes 6.00 , 12 golpes 8.00

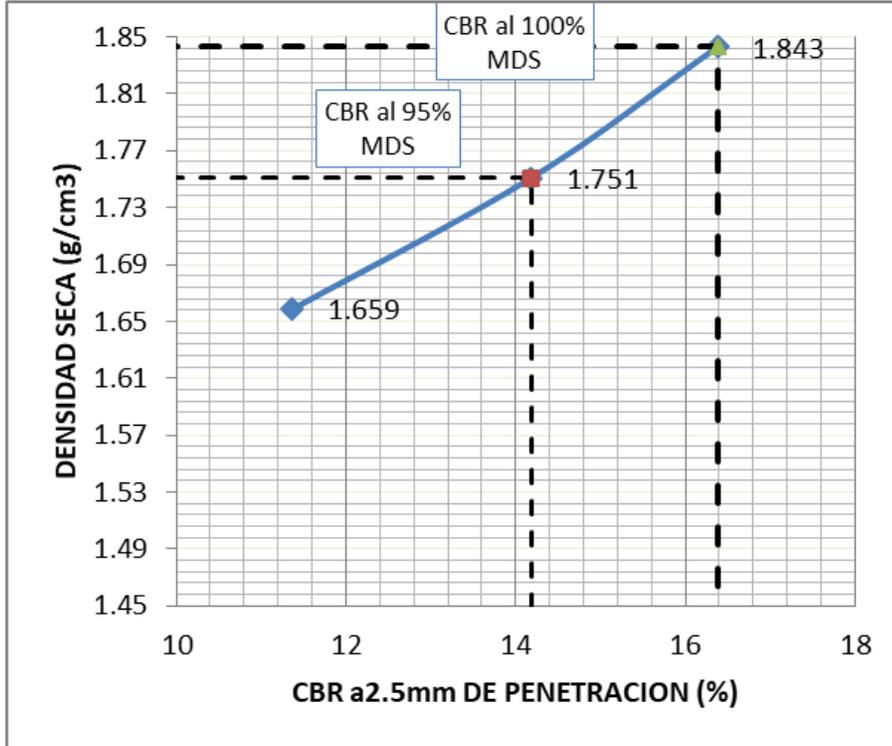


Figura 19. Grafico de CBR 01” vs densidad seca calicata experimental 03

Interpretación: La densidad seca del Proctor es 1.843g/cm<sup>3</sup>. CBR de 56 golpes nos da una densidad seca de 1.843 g/cm<sup>3</sup> equivale 99.44% de la densidad seca del Proctor.

CBR de 25 golpes nos da una densidad seca de 1.751g/cm<sup>3</sup> equivale 95.52 % de la densidad seca del Proctor. CBR de 12 golpes nos da una densidad seca de 1.659 g/cm<sup>3</sup> equivale 90.65% de la densidad seca del Proctor.

## **Analisis y Discusiones**

En este capítulo se analizará cada uno de los resultados obtenidos la determinación del tipo de suelo Cruz del siglo-Jimbe así mismo la realización de proctor modificado y el CBR patrón y experimental adicionando ceniza de concha de abanico y ceniza de bagazo de caña de azúcar al CBR 100% y 90%.

### **Determinación Del Tipo De Suelo :**

En esta investigación según los estudios de laboratorio realizados al suelo de Cruz del Siglo- Jimbe tiene dos tipos diferentes de suelo según la clasificación de AASHTO, el primer tramo y tercer tramo tiene un suelo limo de baja plasticidad ML y el segundo tramo tiene un suelo grava limoso con arena GM por lo cual es necesario estabilizar según la norma de MTC (en el cuadro de guía referencia para la selección de un tipo de estabilizador ) se puede estabilizar con cal o cemento portland.

### **Evaluación De La Composición Química De La Ceniza Bagazo De Caña De Azúcar.**

La utilización eficaz de este producto de desecho es una tarea difícil para un investigador a través del impacto económico y ambiental. Este material contiene sílice ,calcio que es indicación de las propiedades de cementación, lo cual tomaremos como referencia los datos de la composición química la ceniza de bagazo de productos de desecho de la industria azucarera de San Jacinto se puede usar como material estabilizador para suelos limoso y arenoso , adicionando 8% bagazo caña de azúcar.

**Tabla 31**

*Composición elemental puzolánicas de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en estudio.*

<b>OXIDO</b>	<b>MASA (%)</b>
Óxido de calcio CaO	22.36
Óxido de fosforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.07
Óxido de aluminio Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.61
Óxido de silicio SiO <sub>2</sub>	2.50
Óxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.16
TOTAL	33.70

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

En el ensayo de fluorescencia de rayos X mediante el equipo utilizado espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X SHIMADZU EDX 800HS ha demostrado que esta muestra de ceniza de bagazo de caña de azúcar está constituidos principalmente por calcio (CaO) no llega a ser un material puzolanico, ya que en antecedentes de otros estudios tiene más silicio que calcio y llegan hacer un material puzolanico.

### **Evaluación De La Composición Química De La Ceniza Concha De Abanico**

Podemos notar que que sus principales componentes son Oxido de Calcio CaO (99.94%) y Oxido de azufre SO<sub>3</sub>(0.06), estos componentes son importantes en materiales cementantes.

**Tabla 32**

*Composición elemental puzolánicas de la ceniza concha de abanico en estudio.*

<b>OXIDO</b>	<b>MASA <sup>(1)</sup> (%)</b>
Óxido de calcio, CaO	99.94
Óxido de azufre SO <sub>3</sub>	0.06
TOTAL	100.000

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.

Al compararlo con los componentes del cemento el cual tiene al calcio y silicio como principales elementos, podemos inferir que las cenizas de concha de abanico una temperatura de 800°C llega obtener componente pulzolánicas y esto al ser mezclado con el suelo se homogeniza dando una mejor resistencia

#### **Resultado De Ensayo De pH:**

Los resultados obtenidos en laboratorio COLECBI; de la ceniza de concha de abanico que tiene un pH de 13.55 y CBCA pH 11.21 esto es factible ya que estos elemento están dentro del, rango del cemento de 12-13 siendo unos materiales aglomerantes

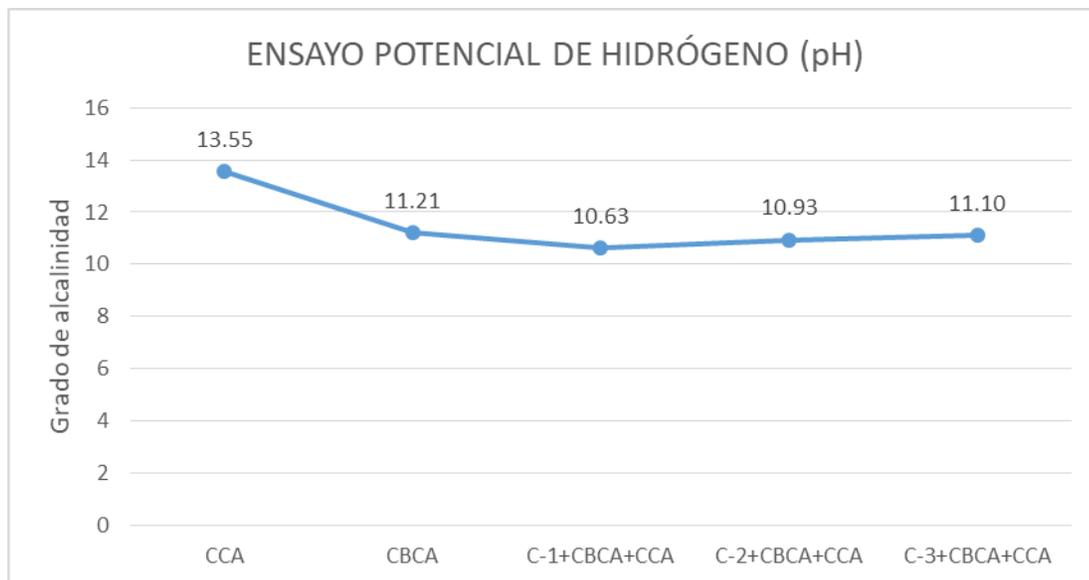
La mezcla de CCA y CBCA con el suelo de Cruz del siglo-Jimbe a dado factibles resultados de Ph por tener un grado de alcalinidad alto.

**Tabla 33**

*Grado de alcalinidad de la ceniza de concha de abanico y ceniza de bagazo de caña de azúcar y mezclado con el suelo de jimbe*

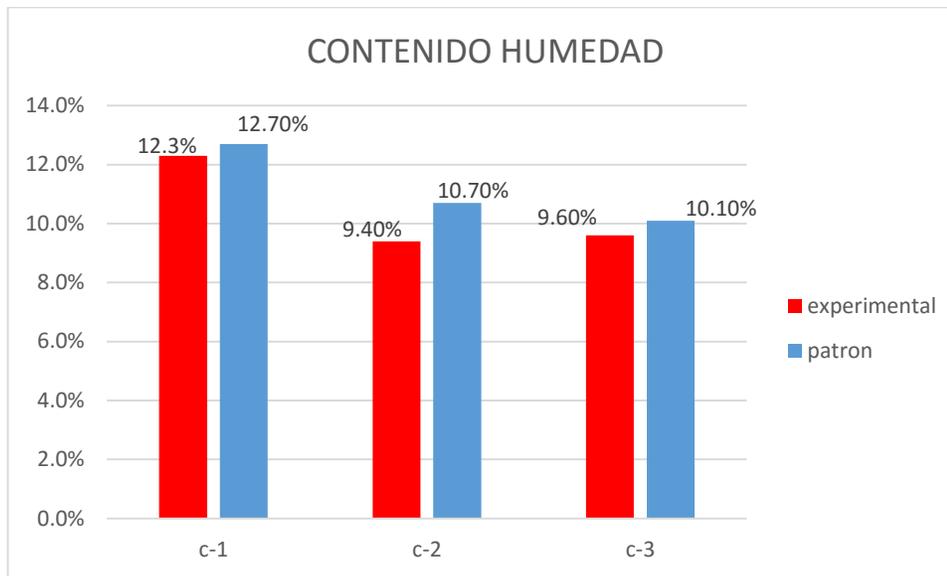
MUESTRA	RESULTADO	pH
Ceniza de concha de abanico	Extremadamente alcalino	13.55
Ceniza de bagazo de caña de azúcar	Extremadamente alcalino	11.21
CCA+CBCA+C-1	Extremadamente alcalino	10.63
CCA+CBCA+C-2	Extremadamente alcalino	10.96
CCA+CBCA+C-3	Extremadamente alcalino	11.10

Fuente: Elaboracion propio 2020.Laboratorio de la universidad San pedro.



**Figura 20.** Ensayo de pH de ceniza de concha de abanico y ceniza de bagazo de caña de azúcar y combinación con el suelo

## Evaluación Del Ensayo Proctor Modificado.



**Figura 21:** Contenido de Humedad

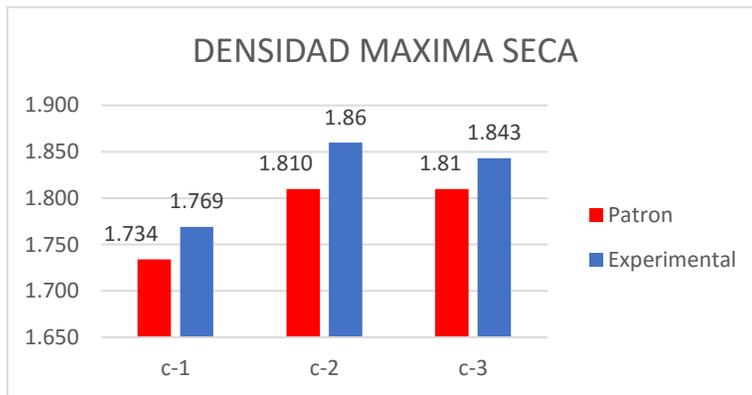
Las cenizas de concha de abanico y las cenizas de bagazo de caña de azúcar al tener un alto contenido de calcio reducen el contenido de humedad.

La COH C-1 experimental disminuyo el 0.40% de la C-1 patrón

La COH C-2 experimental disminuyo el 1.30% de la C-2patron

La COH C-3 experimental disminuyo el 0.50% de la C-3 patrón

El suelo patrón absorbe más agua que el suelo experimental ha reducido y contribuye que sea menor la expansión.



**Figura 22:** Densidad Máxima seca

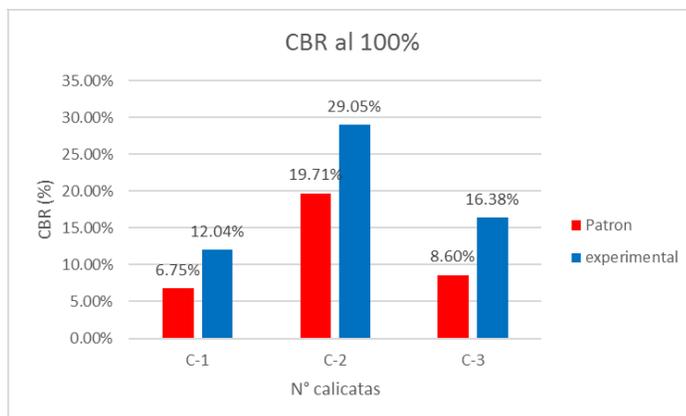
Las cenizas de concha de abanico y las cenizas de bagazo de caña de azúcar al tener un alto contenido de calcio aumentan la densidad máxima seca

La DMS C-1 experimental aumento el 0.035% de la C-1 patrón del ensayo

La DMS C-2 experimental aumento el 0.05% de la C- 2 patrón del ensayo

La DMS C-3 experimental aumento el 0.033% de la C-3 patrón del ensayo

**Evaluación Del CBR (0.1”) al, 100%,90%:**

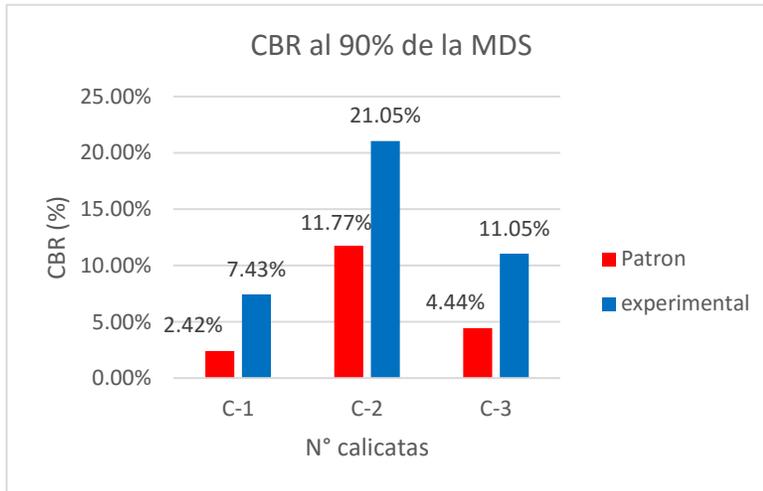


**Figura 23** CBR.patron y experimental al 100% de la MDS

CBRC-1 experimental aumento el 5.29% de la C-1 patron del ensayo CBR

CBRC-2 experimental aumento el 9.34% de la C-2 patron del ensayo CBR

CBRC-3 experimental aumento el 7.78% de la C-3 patron del ensayo CBR



**Figura 24** CBR.patron y experimental al 90% MDS

CBRC-1 experimental aumento el 5.01% de la C-1 patron del ensayo CBR  
 CBRC-2 experimental aumento el 9.28% de la C-2 patron del ensayo CBR  
 CBRC-3 experimental aumento el 6.61% de la C-3 patron del ensayo CBR

**Tabla 34**

*Clasificación de sub rasante al 100% MDS del suelo adicionado*

Calicata	Experimental CBR	CBR	Clasificación cualitativa del suelo	Clasificación uso
C-1	12.04%	8-20	Regular -Buena	Sub-rasante
C-2	29.05%	20-30	Excelente	Sub-rasante
C-3	16.38%	8-20	Regular-Buena	Sub-rasante

Fuente: Elaboracion propio 2020.

De acuerdo a la clasificacion de suelo del MTC-manual de carretera la Sub rasante de la carretera de Cruz del siglo Jimbe adicionado ceniza de CBCA y CCA aumenta la

resistencia de la capacidad portante :son de dos tipo de suelo que tiene C-1, C-3 tiene un suelo limoso y C-2 un suelo grava limosa;dando mejores resultados en la C-2 con un CBR de 29.05 que dentro de la clasificacion de suelo es (Excelente) para la resistencia al 100% CBR de la carrera de Cruz del siglo –Jimbe no es necesario tener la resistencia al 100% por ser una carretera de bajo transito vehicular y la capa de rodadura es de terreno natural.

**Tabla 35**

*Clasificación de sub rasante al 90% de la MDS del suelo adicionado*

Calicata	Experimental CBR	CBR	Clasificación cualitativa del suelo	uso
C-1	7.43 %	8-20	Mala	Sub-rasante
C-2	21.05%	20-30	Excelente	Sub-rasante
C-3	11.05%	8-20	Regular-Buena	Sub-rasante

Fuente: Elaboracion propio 2020.

De acuerdo a la clasifcacion de suelo del MTC-manual de carretera la Sub rasante de la carretera de Cruz del siglo Jimbe adicionado ceniza de CBCA y CCA aumenta la resistencia de la capacidad portante :son de dos tipo de suelo que tiene C-1, C-3 tiene un suelo limoso y C-2 un suelo grava limosa;dando mejores resultados en la C-2 con un CBR de 29.05 que dentro de la clasificacion de suelo es (Excelente) para la resistencia al 90% CBR de la carrera de Cruz del siglo –Jimbe se utilizara una resistencia al 90% por ser una carretera de bajo tránsito vehicular y la capa de rodadura es de terreno natural.

## Conclusiones

- Se concluye que el material experimental ceniza de bagazo de caña de azúcar activado presenta componentes químicos como el óxido de sílice y óxido de calcio en porcentajes menores para ser considerados por la norma ASTM 680, como material puzolánico.  
Esto se debe a varios factores que no llega hacer un material puzolánico por el lugar donde ha sido cultivado que puede tener un alto grado de potasio o en otro caso por uso de insecticidas para obtener una mejor producción.
- De acuerdo al ensayo de PH al mezclar la CBCA y CCA con el suelo patrón se concluye que tiene un alto grado de alcalinidad que esto es altamente cementante.
- De acuerdo al suelo patrón estudiado de la localidad de Cruz del Siglo –Jimbe se concluye según la clasificación SUCS y ASSHTO tiene dos tipos de suelo limo de baja plasticidad en la C-1 2.42%, C-3 4.44% tiene una capacidad portante superior 2%-5% evaluando a un CBR al 90% dando como un suelo (muy malo) estipulado por el Manual de Suelos y Pavimentos que admite un  $CBR \geq 6\%$  es necesario estabilizar y limo arenoso en la C-2 11.77% superior a 8%- 20% evaluando a un CBR al 90% dando como un suelo (Regular-Bueno).
- Se concluye para este estudio realizado a nivel sub rasante con capa de rodadura a terreno natural al adicionarse Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar y Ceniza de Concha de Abanico a una capacidad portante de CBR al 90% ya que es de bajo tránsito vehicular; dieron resultados favorables aumentando la resistencia en la calicata n°02 tipo de suelo grava limo arenoso de (21.05%) experimental que está en la clasificación de suelo (Excelente) superior al CBR patrón de (11.77%) que está en clasificación de suelo (Regular-Bueno) de igual manera en la calicata n°01 (7.43 %) y la calicata n°3 (11.05%) está en la clasificación de suelo (Regular-Bueno) superior al CBR patrón que se clasificaron como suelo ( muy malo) .

## **Recomendaciones**

- Se sugiere continuar esta investigación con porcentajes mayores de adición así evaluar el potencial del elemento.
- Se sugiere investigar el tipo de suelo de donde se extrae la caña de azúcar para tener mejores resultados.
- Se sugiere para disminuir el potasio realizar el proceso de lixiviación
- Se sugiere plasmar en campo esta investigación para observar sus efectos a largo plazo y la estimación de costos que pueden servir de referencia para ver las ventajas de estabilizar el terreno natural mediante el incremento de la ceniza de concha de abanico y ceniza de bagazo de caña de azúcar

## **Agradecimiento**

En este momento de mi vida, quiero dedicar este triunfo a las personas que me han apoyado durante todo el proceso y han hecho que este sueño se haga realidad: a Dios Por darme la fortaleza en cada momento y guiarme en mi camino a mis padres MURGA RIVERA ELIAS, MEDINA GUERRERO MILA, por su comprensión, amor, confianza y respeto, me brindaron su apoyo incondicional en todo momento durante todo mi trayecto estudiantil.

A mis hermanas Delia Murga Medina, Yovana Murga Medina por sus consejos y su apoyo incondicional.

A todos los profesores de la facultad de ingeniería civil por haberme guiado en estos últimos tiempos de intensa lucha y cansancio.

## Referencia Bibliografía

- ASTM . (s.f.). Obtenido de <https://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJA10/index.html>
- Braja M, D. (2001). *Principios de ingeniería de cimentaciones*. Estados Unidos: International Thomson Editores, S.A. de C.V. Recuperado de: [https://www.academia.edu/18553128/Principios\\_De\\_Ingenier%C3%ADa\\_De\\_Cimentaciones\\_-\\_Braja\\_M.\\_Das\\_4ta\\_Edici%C3%B3n\\_](https://www.academia.edu/18553128/Principios_De_Ingenier%C3%ADa_De_Cimentaciones_-_Braja_M._Das_4ta_Edici%C3%B3n_)
- Brochero Reyes, J. A. (2009). *Ensayo de humedad natural, gravedad específica, peso unitario y tamizado*. COLOMBIA: Corporación universitaria de la costa. . Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/32091590/Ensayo-De-Humedad-Natural-Gravedad-Especific-Peso-Unitario-Y-Tamizado>
- Carrasco, D. (2017). Estabilización de los Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Caña de Azúcar en el Tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro – Provincia del Santa. (*Tesis de titulación*). Universidad Cesar Vallejo, Chimbote. Recuperado de: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV\\_c83950b4bc623f9d00d18774c8b0f238/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_c83950b4bc623f9d00d18774c8b0f238/Details)
- Crespo, V. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Mexico: (Vol. Quinta Edición). Limusa. Recuperado de: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>.
- Farfan, P. (2015). Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasantes. (*Tesis de Pregado*). Universidad De Piura, Piura. Recuperado de: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2333/ICI\\_218.pdf?sequence](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2333/ICI_218.pdf?sequence)

- Hernández. (2011). Caracterización Química Del Compostaje De Residuos De Caña De Azucar En El Sur Este De Mexico. Venezuela Recuperado:  
<https://www.redalyc.org/pdf/339/33917727007.pdf>
- Julián, B., Segura, T., & Jara, F. (2013). “Nuevos Materiales para sustituir en concreto y evaluar su resistencia”.
- MTC (2016).Manual de Ensayo de Materiales. Lima, peru.Recuperado:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf) .
- MTC (2014).Manual De Carreteras. Seccion suelos y pavimento. Lima, Peru.Recuperado:  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
- Ruth, J., & Rocío, P. (2015). *Utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del cemento en la elaboración de ladrillos de concreto.* chimbote. Recuperado: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2715>

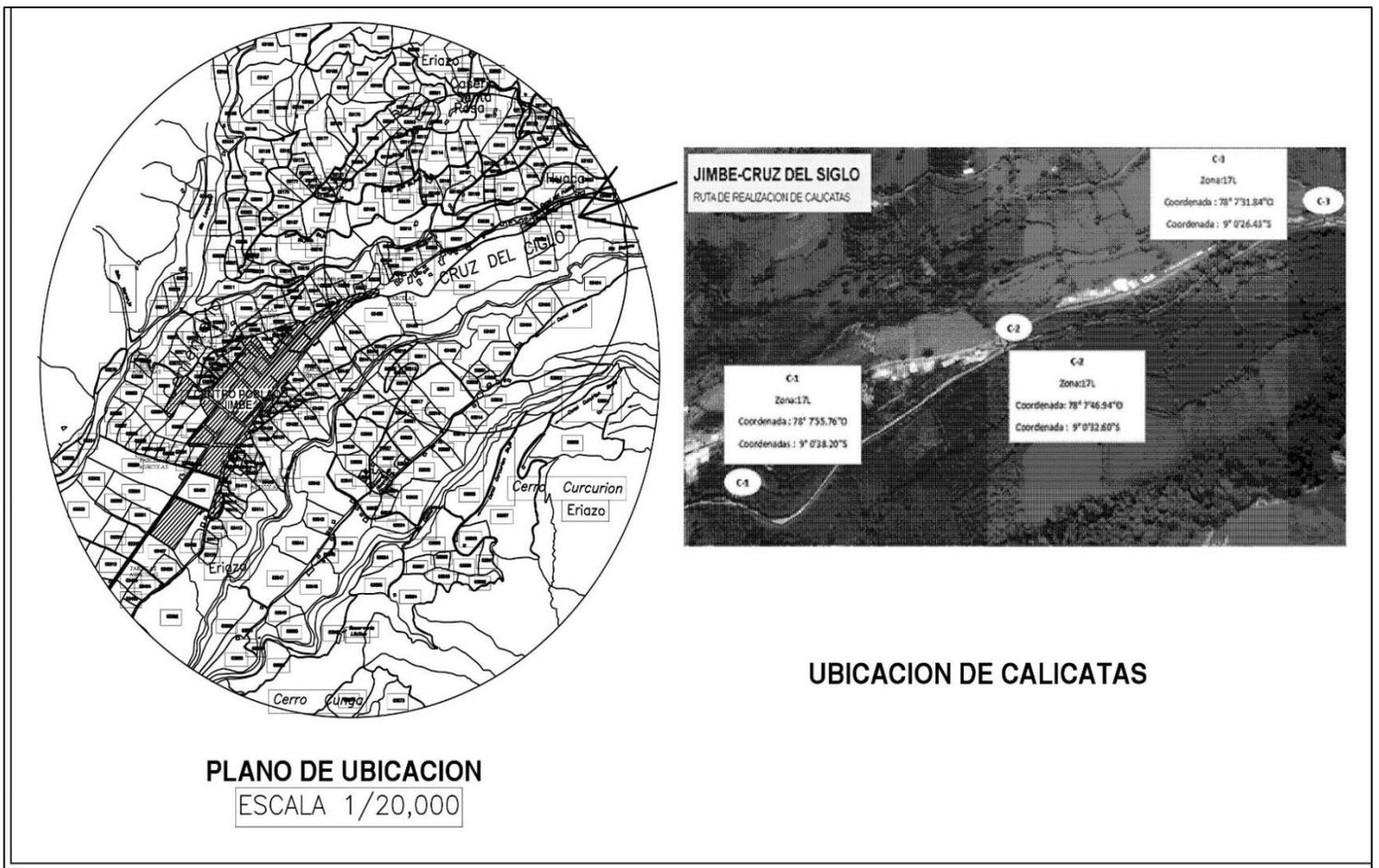
## Anexos y Apéndice

Anexo N° 01 : Ubicación y Localización

Localidad : Cruz del siglo

Distrito : Jimbe

Provincia : Santa



PLANO: Ubicación Geográfica

**ANEXO 01**  
**ANALISIS DE ANALISIS TERMICO**  
**(ATD)**



Trujillo, 29 de enero del 2020

**INFORME N° 15 - ENE-20**

**Solicitante:** Murga Medina Yelsi – Universidad San Pedro

**RUC/DNI:** .....

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Concha de abanico (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-15E	47 mg	.....

**2. ENSAYOS A APLICAR**

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 1000 °C.
- Masa de muestra analizada: 47 mg.

**Jefe de Laboratorio:**

Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-203510/949790880 [damechavez@hotmail.com](mailto:damechavez@hotmail.com) / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo, Perú



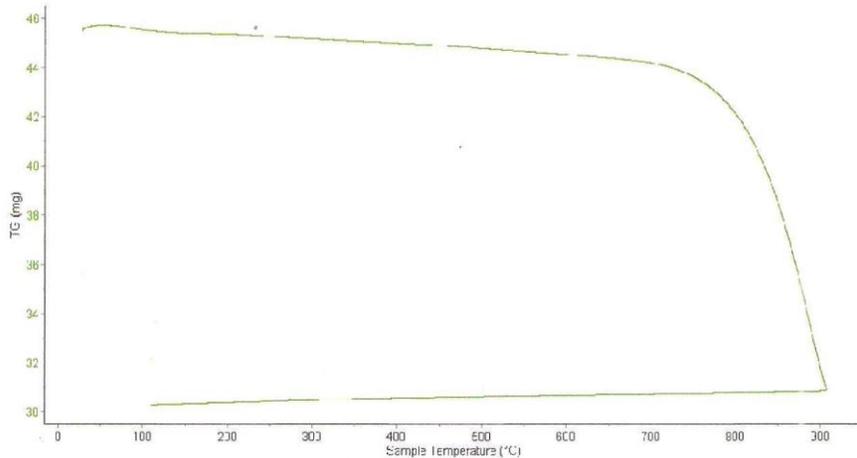


Trujillo, 29 de enero del 2020

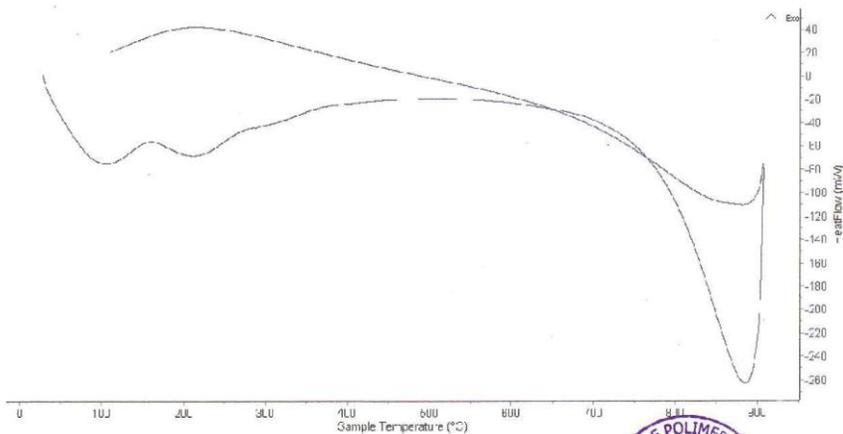
INFORME N° 15 - ENE-20

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel.: 44-203510649790880 [damchavez@hotmail.com](mailto:damchavez@hotmail.com) / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú





Trujillo, 29 de enero del 2020

INFORME N° 15 - ENE-20

#### 5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 34% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 29 de enero del 2020

  
JEFATURA  
Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polimeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



Trujillo, 29 de enero del 2020

INFORME N° 16 - ENE-20

Solicitante: Murga Medina Yelsi – Universidad San Pedro

RUC/DNI: .....

Supervisor: .....

1. MUESTRA: Bagazo caña de azúcar (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	BCA-16E	21.5 mg	.....

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 850 °C.
- Masa de muestra analizada: 21.5 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-203510949/790880 [danchavez@hotmail.com](mailto:danchavez@hotmail.com) / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú



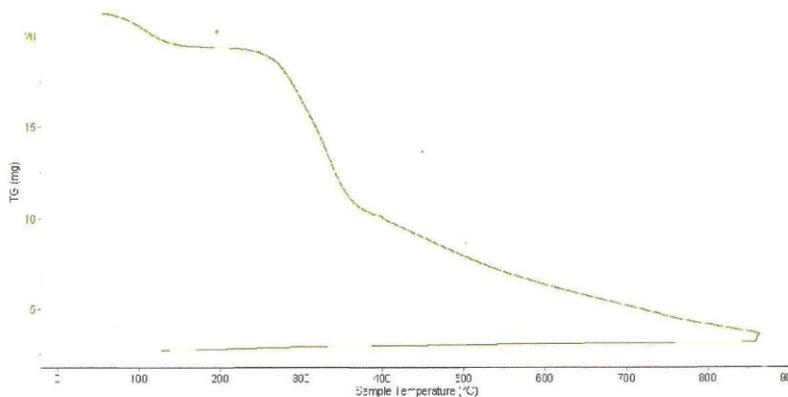


Trujillo, 29 de enero del 2020

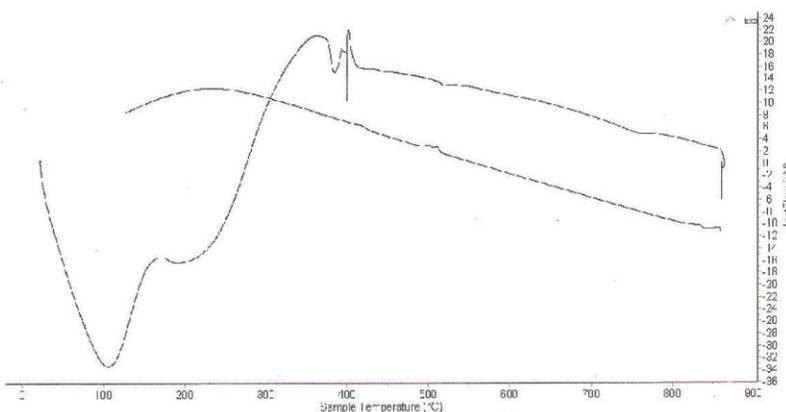
INFORME N° 16 - ENE-20

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica DSC



Tel.: 44-203510/949790880 [danchavez@hotmail.com](mailto:danchavez@hotmail.com) / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Peru





Trujillo, 29 de enero del 2020

**INFORME N° 16 - ENE-20**

#### 5. CONCLUSION:

1. Según el análisis termogravimétrico se muestra dos importantes pérdidas del material conforme se aumenta la temperatura, la primera evidencia se da en el rango entre 90 y 130°C y la segunda pérdida, aún más intensa, se da entre 250 y 340°C, después del cual el material pierde masa muy lentamente hasta completar la temperatura del ensayo. Se identifica una pérdida total de aproximadamente 85% de la masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura del ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar un pico de absorción térmica a 125°C, una banda térmica muy ligera en torno a 200-230°C, posteriormente algunos picos de absorción se dan entre 380 y 400°C, estos como consecuencia de algún posible cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 29 de enero del 2020

  
JEFATURA  
Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNI

**ANEXO 02**  
**ANALISIS DE FLUORESCENCIA**  
**DE RAYOS X**



**INFORME TÉCNICO N° 0202 – 20 – LABICER**

1. DATOS DEL SOLICITANTE
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : YELSI MALINI MURGA MEDINA
  - 1.2 DNI : 70179585
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 / 02 / 2020
  - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 11 / 02 / 2020
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 13 / 02 / 2020
3. ANÁLISIS SOLICITADO : COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE DEL ENSAYO
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
  - 4.2 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO – JIMBE ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 22.3 °C; Humedad relativa: 65%
7. EQUIPOS UTILIZADOS : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X EDX 800HS.
8. RESULTADOS
  - 8.1 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL



ELEMENTO	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio, Ca	41,86	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X <sup>(1)</sup>
Potasio, K	21,64	
Magnesio, Mg	15,79	
Cloruro, Cl <sup>-</sup>	7,70	
Silicio, Si	3,50	
Fósforo, P	3,21	
Aluminio, Al	2,68	
Azufre, S	1,56	
Hierro, Fe	1,41	
Manganeso, Mn	0,46	
Zinc, Zn	0,12	
Bromuro, Br	0,04	
Cobre, Cu	0,04	

<sup>(1)</sup>Resultados del análisis elemental por espectrometría de fluorescencia de rayos X (Barrido del sodio al uranio).

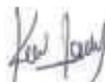
8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPUESTO	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de potasio, K <sub>2</sub> O	43,82	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X <sup>(1)</sup>
Óxido de calcio, CaO	22,36	
Óxido de magnesio, MgO	21,80	
Óxido de fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,07	
Óxido de aluminio, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,61	
Óxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	2,50	
Óxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,16	
Óxido de manganeso, MnO	0,32	
Óxido de azufre, SO <sub>3</sub>	0,15	
Cloruro, Cl	0,15	
Óxido de zinc, ZnO	0,03	
Bromuro, Br	0,01	
Óxido de cobre, CuO	0,01	

<sup>(1)</sup> Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.



Bach. Kevin Sulica  
Analista  
LABICER-UNI



  
Cecilia Acha de la Cruz  
Jefe de Laboratorio  
Firmado por:  
Ing. Sebastián Lazo Ochoa  
CIP 74236

(\*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.



**INFORME TÉCNICO N° 0203 – 20 – LABICER**

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : YELSI MALINI MURGA MEDINA
  - 1.2 DNI : 70179585
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 / 02 / 2020
  - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 11 / 02 / 2020
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 13 / 02 / 2020
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE DEL ENSAYO**
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
  - 4.2 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO – JIMBE ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.3 °C; Humedad relativa: 65%
7. **EQUIPOS UTILIZADOS** : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. **RESULTADOS**
  - 8.1 **ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

ELEMENTO	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio, Ca	99,94	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X <sup>(1)</sup>
Azúfre, S	0,06	

<sup>(1)</sup>Resultados del análisis elemental por espectrometría de fluorescencia de rayos X (Barrido del sodio al uranio).

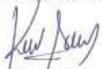
8.2 **ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS**

COMPUESTO	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de calcio, CaO	99,99	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X <sup>(1)</sup>
Óxido de azufre, SO <sub>2</sub>	0,01	

<sup>(1)</sup>Balace de resultados de óxidos calculados del análisis elemental.

9. **VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO**

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

  
Bach. Kevin Sulca  
Analista  
LABICER –UNI

  
Otilia Acha de la Cruz  
Jefe de Laboratorio  
Firmado por:  
Ing. Sebastián Lazo Ochoa  
CIP 74236

(\*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

**ANEXO 03**  
**ANALISIS DE pH**



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

**INFORME DE ENSAYO N° 20200210-012**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : YELSI MURGA MEDINA  
 DIRECCIÓN : Amauta Mz E Lote 07 Nuevo Chimbote.  
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA  
 PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO  
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA  
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA  
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA  
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA  
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 05 muestras  
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.  
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020-02-10  
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2020-02-10  
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2020-02-11  
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.  
 CÓDIGO COLECBI : BS 200210-10

**RESULTADOS**

**“CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO – JI.M.L. ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR”**

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CENIZA DE CONCHA DE ABANICO	13,04
CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	13,29
MEZCLA DE SUELO C-1 CON LA ADICION DE 4% DE CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y 8% CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	10,63
MEZCLA DE SUELO C-2 CON LA ADICION DE 4% DE CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y 8% CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	10,96
MEZCLA DE SUELO C-3 CON LA ADICION DE 4% DE CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y 8% CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	11,10

**METODOLOGIA EMPLEADA**

pH : Potenciométrico.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras: **Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ( )**
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: **SI ( ) NO (X )**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 12 del 2020.  
 GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos  
 Gerente de Laboratorios  
 C.B.P. 325  
 COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE  
 Rev. 06  
 Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752  
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127  
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
 Web: www.colecbi.com

## **ANEXO 04**

**ANALISIS DE CONTENIDO DE HUMEDAD, LIMITE PLASTICO, LIMITE  
LÍQUIDO, GRANOMETRIA, PROCTOR MODIFCADO Y CBR**



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL**

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

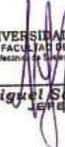
### CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH.MURGA MEDINA YELSI MALINI  
PROYECTO : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO-JIMBE  
ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
MATERIAL : C-1 - C-2 Y C-3  
LUGAR : JIMBE - SANTA - ANCASH  
FECHA : 04/03/2020

ENSAYO N°	C-1	C-2	C-3
Peso de tara + MH	667.00	466.00	566.00
Peso de tara + MS	623.00	448.50	532.00
Peso de tara	207.00	57.50	62.00
Peso del agua	44.00	17.50	34.00
MS	416.00	391.00	470.00
Contenido de humedad (%)	10.58	4.48	7.23

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

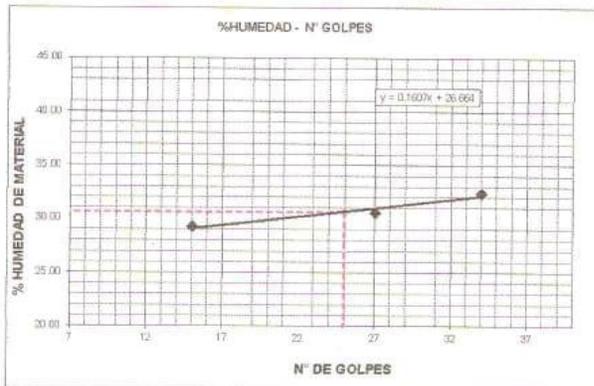
  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Lab. Nacional de Suelos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
JEFE



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

SOLICITA : BACH. MURGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO - JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
 MUESTRA : SUELO NATURAL CALICATA - 1  
 LUGAR : JIMBE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 03/03/2020

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	51.80	49.40	44.40	24.40	24.40	24.40
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	43.60	42.80	39.40	23.20	23.20	23.20
PESO DE LA TARA (gr.)	18.30	21.20	22.30	18.40	18.40	18.40
PESO DEL AGUA (gr.)	8.20	6.60	5.00	1.20	1.20	1.20
PESO SUELO SECO (gr.)	25.30	21.60	17.10	4.80	4.80	4.80
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	32.41	30.56	29.24	25.00	25.00	25.00
Nro. DE GOLPES	34	27	15	25.00		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL : %	30.68

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP : %	25.00

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP : %	5.68

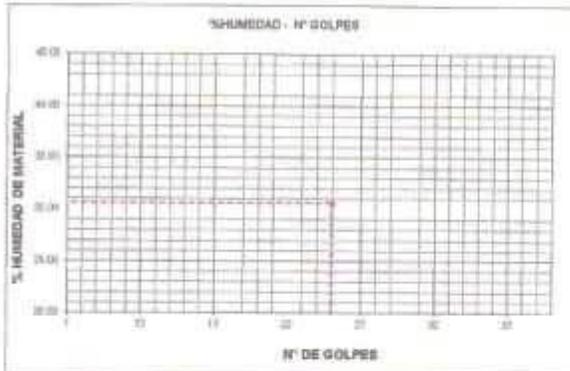
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Los Huesos, Píjiles y Encaya en Huancayo  
 Mg. Miguel Solar Jara  
 I.P.E.



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

SOLICITA : BACH MURGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SICO-JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
 MUESTRA : SUELO NATURAL CALICATA-3  
 LUGAR : JIMBE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 03/03/2020

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)						
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)						
PESO DE LA TARA (gr.)						
PESO DEL AGUA (gr.)						
PESO SUELO SECO (gr.)						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						
Nro. DE GOLPES						



<b>LIMITE LIQUIDO</b> (MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T99)	
LL : %	N/P
<b>LIMITE PLASTICO</b> (MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T99)	
LP : %	N/P
<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b> ASTM D-438	
IP : %	N/P

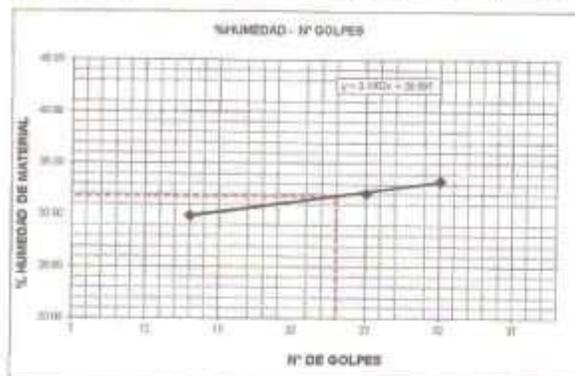
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 INSTITUTO DE INGENIERIA  
 Los Pinos de Saini y Cruz de Jimbe  
 Mg. Mónica Solar Jara  
 I.P.E.



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

SOLICITA : SACH MURGA MEDINA YELSI MALIN  
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SILO-JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
 MUESTRA : SUELO NATURAL CALICATA -3  
 LUDAR : JIRSE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 03/03/2020

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	60.00	57.00	58.00	25.00	25.00	25.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	50.00	48.00	48.00	24.00	24.00	24.00
PESO DE LA TARA (gr.)	20.00	20.00	21.30	18.00	18.00	18.00
PESO DEL AGUA (gr.)	10.00	9.00	8.00	1.00	1.00	1.00
PESO SUELO SECO (gr.)	30.00	28.00	26.70	6.00	6.00	6.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	33.33	32.14	29.98	16.67	16.67	16.67
Nro. DE GOLPES	32	27	15	16.67		



**LIMITE LIQUIDO**  
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)  
LL = % 31.88

**LIMITE PLASTICO**  
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)  
LP = % 16.67

**INDICE DE PLASTICIDAD**  
ASTM D-438  
IP = % 15.21

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
Mg. Miguel Solar Jara



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)**

SOLICITA : BACH. MURGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO-JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR  
 LUGAR : JIMBE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 03/03/2020

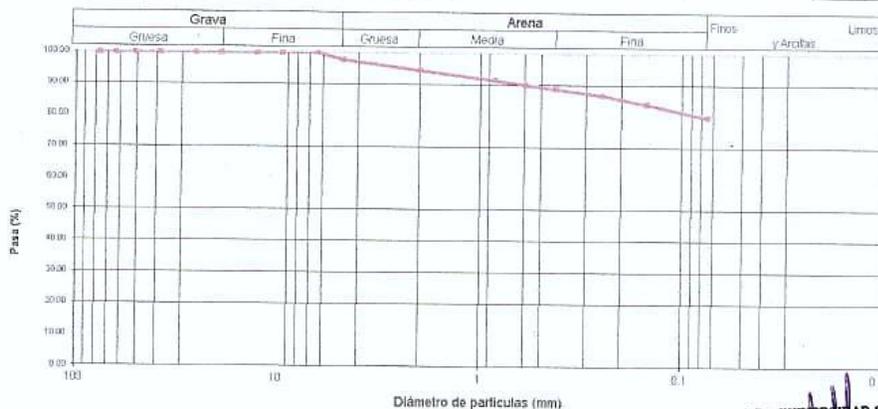
Peso Seco Inicial	805	gr.
Peso Seco Lavado	163.0	gr.
Peso perdido por lavado	642.0	gr.

CALICATA : 1
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.60

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N° 2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material limoso arenoso Frotre a más como subgrado A-4 Suelo limoso
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	8.50	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	17.0	2.1	97.9	
N° 10	2.00	26.0	3.2	94.7	
N° 20	0.850	25.0	3.1	91.6	Pasa tamiz N° 4 (%) : 97.9 Pasa tamiz N° 200 (%) : 79.8 D60 (mm) : D30 (mm) : D10 (mm) : Cu Cc
N° 30	0.600	11.0	1.4	90.2	
N° 40	0.425	11.0	1.4	88.8	
N° 60	0.250	17.0	2.1	86.7	
N° 100	0.150	22.0	2.7	84.0	
N° 200	0.075	34.0	4.2	79.8	
< 200	642.0	79.8	100.0	0.0	
Total	805.0			100.0	

Valor del índice de grupo (IG)	
Clasificación (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas finas	
Límite líquido con arena (LL)	
Límite plástico (LP)	0
Índice plasticidad (IP)	0

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



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



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)**

SOLICITA : BACH. MURGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO - JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR  
 LUGAR : JIMBE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 03/03/2020

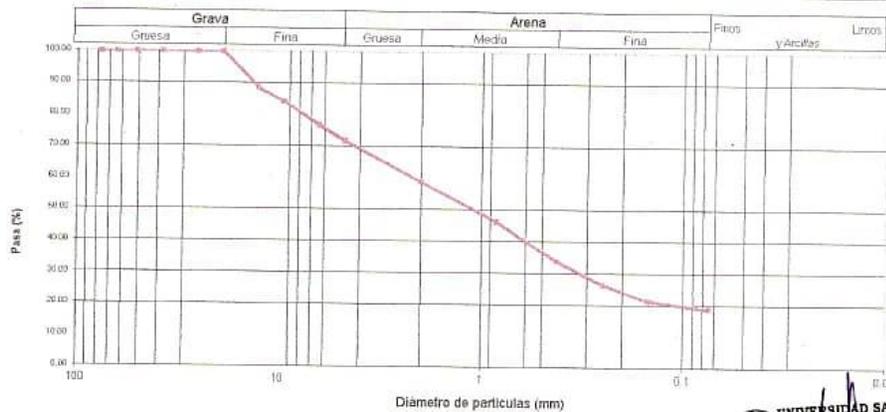
Peso Seco Inicial	930	gr.
Peso Seco Lavado	754.0	gr.
Peso perdido por lavado	176.0	gr.

CALICATA : 2
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N° 2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrato A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	109.0	11.7	88.3	Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas gruesas: Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio) Grava limosa con arena CLM
3/8"	9.50	38.0	4.1	84.2	
1/4"	6.30	68.0	7.3	76.9	
N° 4	4.75	47.0	5.1	71.8	
N° 10	2.00	120.0	12.9	58.9	
N° 20	0.850	117.0	12.6	46.3	Pasa tamiz N° 4 (%) : 71.8
N° 30	0.600	62.0	6.7	39.7	Pasa tamiz N° 200 (%) : 18.9
N° 40	0.425	54.0	5.8	33.9	D60 (mm) : 2.23
N° 60	0.250	70.0	7.5	26.3	D30 (mm) : 0.333
N° 100	0.150	46.0	4.9	21.4	D10 (mm) :
N° 200	0.075	23.0	2.5	18.9	Cu
< 200	176.0	18.9	100.0	0.0	Cc
Total	930.0			100.0	

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Los Mochis de la Ciencia y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
 JEFE



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)**

SOLICITA : BACH. MURGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO-JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA, DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR  
 LUGAR : JIMBE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 03/03/2020

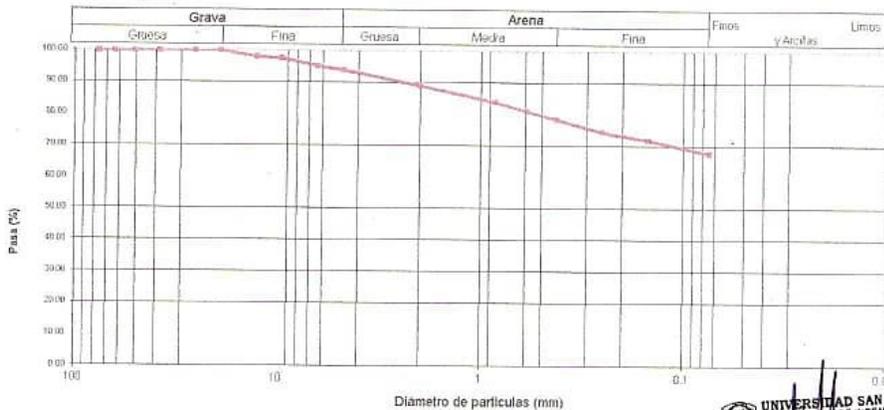
Peso Seco Inicial	1250	gr.
Peso Seco Lavado	403.0	gr.
Peso perdido por lavado	847.0	gr.

CALICATA : 3
MUESTRA : M - 1
PROF: 1,50

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N°	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-4 Suelo limoso
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	Valor de factor de grupo (G <sub>c</sub> )
1/2"	12.50	22.0	1.8	98.2	Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"	9.50	8.0	0.6	97.6	Suelo de partículas finas
1/4"	6.30	30.0	2.4	95.2	U <sub>60</sub> bajo plasticidad (menor de 17)
N° 4	4.75	15.0	1.2	94.0	
N° 10	2.00	61.0	4.9	89.1	
N° 20	0.850	67.0	5.4	83.8	Pasa tamiz N° 4 (%) : 94.0
N° 30	0.600	34.0	2.7	81.0	Pasa tamiz N° 200 (%) : 67.8
N° 40	0.425	34.0	2.7	78.3	D60 (mm) :
N° 60	0.250	47.0	3.8	74.6	D30 (mm) :
N° 100	0.150	34.0	2.7	71.8	D10 (mm) :
N° 200	0.075	51.0	4.1	67.8	Cu
< 200		847.0	67.8	100.0	Cc
Total		1250.0		100.0	

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Sotol Jara**  
 I.E.F.E.



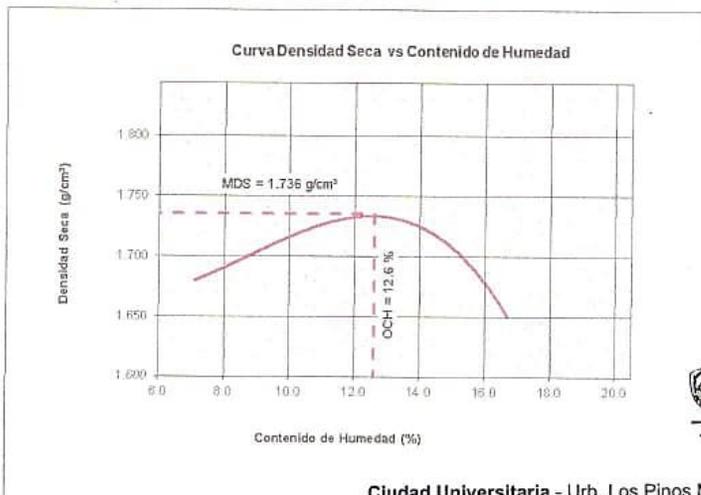
**PROCTOR MODIFICADO**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA :BACH.MURGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS :CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO-JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
 MATERIAL :SUELO NATURAL  
 CALICATA :1  
 LUGAR :JIMBE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
 FECHA :02/03/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3660	3762	3814	3780
02 - Peso del Molde (g)	1969.0	1969.0	1969.0	1969.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1691.0	1793.0	1845.0	1811.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	939.7	939.7	939.7	939.7
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.800	1.908	1.963	1.927
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	378.0	398.0	353.0	444.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	360.0	376.0	336.0	409.0
09 - Peso del agua (g)	18.0	22.0	17.0	35.0
10 - Peso del tarro (g)	108.0	170.0	209.0	199.0
11 - Peso suelo seco (g)	252.0	206.0	127.0	210.0
12 - Contenido de Humedad (%)	7.1	10.7	13.4	16.7
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.680	1.724	1.731	1.651

Contenido Optimo Humedad **12.6 %** Densidad Seca Maxima, **1.736 g/cm<sup>3</sup>**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Lts. Huacapistán - Calle Comercio  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
 JEFE



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL  
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : BACH MURGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO-JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
 MATERIAL : SUELO NATURAL  
 CALICATA : 1  
 LUGAR : JIMBE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 02/03/2020

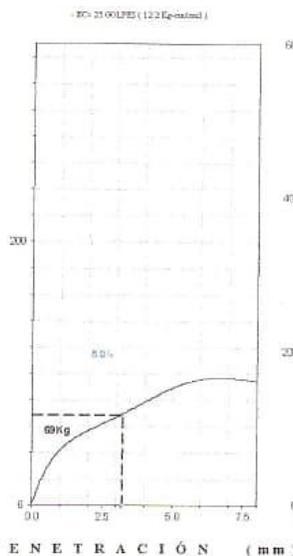
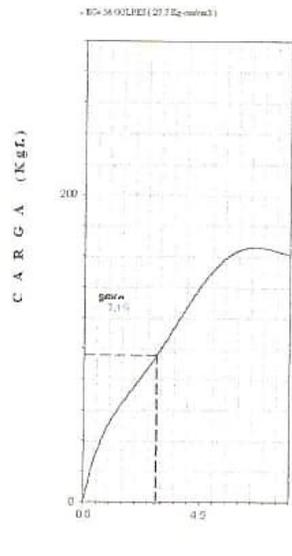
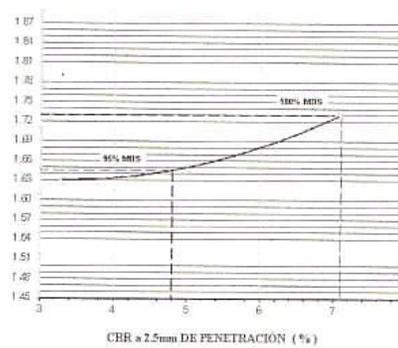
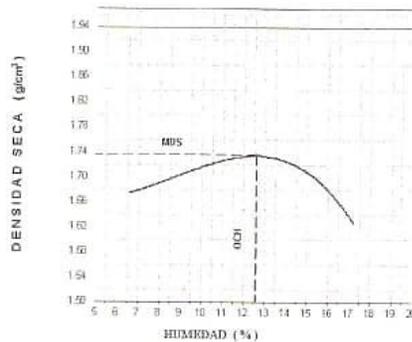
Características							
Numero de Molde	1		2		3		
Numero de Capas	5		5		5		
Numero de Golpes	56		25		12		
Energia Compactacion [kg-cm/cm <sup>3</sup> ]	27.7		12.2		6.1		
<b>Densidad Seca (CBR )</b>							
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,540.0		8,680.0		8,450.0		
02 - Peso del molde (g)	4,400.0		4,455.0		4,345.0		
03 - Peso suelo humedo (g)	4,140.0		4,225.0		4,105.0		
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,090.700		2,219.000		2,240.000		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.980		1.904		1.833		
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	355.0		449.0		372.0		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	323.0		408.5		335.0		
09 - Peso del agua (g)	32.0		40.5		37.0		
10 - Peso del tarro (g)	65.0		90.0		69.5		
11 - Peso suelo seco (g)	258.0		318.5		265.5		
12 - Contenido de humedad (%)	12.4		12.7		13.9		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.762		1.689		1.608		
<b>Saturación</b>							
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial		
Dia 01	10-Feb-20	5.00PM	0.0	0.0	0.0		
Dia 02	11-Feb-20	5.00PM	0.90	0.84	1.00		
Dia 03	12-Feb-20	5.00PM	1.29	1.05	2.10		
Dia 04	13-Feb-20	5.00PM	1.65	2.31	2.89		
Expansión, %			1.30	1.82	2.28		
<b>Absorción</b>							
Numero de molde	1		2		3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,140.0		4,225.0		4,105.0		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,797.8		8,979.9		8,774.3		
03 - Peso del molde (g)	4,400.0		4,455.0		4,345.0		
04 - Peso suelo embebido (g)	4,397.8		4,524.9		4,429.3		
05 - Peso del agua absorvida (g)	257.8		299.9		324.3		
06 - Peso del suelo seco (g)	3,683.2		3,748.4		3,602.9		
07 - Absorción de agua (%)	7.0		8.0		9.0		
<b>Penetración</b>							
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018							
Molde		1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.63	10.0	70.4	7.0	57.7	5.0	49.2	
1.3	16.0	95.9	11.0	74.7	9.0	66.2	
1.9	22.0	121.4	16.0	95.9	13.0	83.2	
2.5	31.0	159.64	22.0	121.40	18.0	104.40	
3.2	41.0	202.1	27.0	142.6	24.0	129.9	
3.8	49.0	236.1	33.0	168.1	28.0	146.9	
5.08	58.0	274.4	41.0	202.1	32.0	163.9	
7.6	66.0	308.4	49.0	236.1	36.0	180.9	
10.16	70.0	325.4	55.0	261.6	40.0	197.9	
12.7	75.0	346.6	60.0	282.9	44.0	214.9	
Carga [%]	159.64 kgf. [11.7%]		121.4 kgf. [8.9%]		104.4 kgf. [7.7%]		

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



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]**

SOLICITA	BIOHERMIA HERIA VELAZQUEZ	METODO DE COMPACTACION	ASTM D-1557	A.	
CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN BILO DE LA CARRETERA ORUZ DEL OJALO-ABISE		MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )		1.736	
ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO		OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		12.6	
SE CARA DE AZUCAR		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)		7.1	
MATERIAL	TERRENO NATURAL	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)		4.8	
CALEFATA	1	SUJES	U	--	
UBICACION	ABISE - SANTA ANICASH	AASHTO	EMBEJDO	4 dia	
	FECHA: 02 Mar 2022	ABSORCION	7.0 %	EXPANSION	3.1 %
				HUMEDAD DE PENETRACION	19.6 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FAC. DE INGENIERIA  
LAB. MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
*Mg. Miguel Solar Jara*



**PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA :BACH.MURGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS :CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO-JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR  
 MATERIAL :SUELO NATURAL  
 CALICATA :1  
 LUGAR :JIMBE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
 FECHA :02/03/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3760	3824	3855	3850
02 - Peso del Molde (g)	1969.0	1969.0	1969.0	1969.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1791.0	1855.0	1886.0	1881.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	939.7	939.7	939.7	939.7
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.906	1.974	2.007	2.002
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	485.0	447.0	471.0	488.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	460.0	410.0	425.0	430.0
09 - Peso del agua (g)	25.0	37.0	46.0	58.0
10 - Peso del tarro (g)	170.0	90.0	90.0	80.0
11 - Peso suelo seco (g)	290.0	320.0	335.0	350.0
12 - Contenido de Humedad (%)	8.6	11.6	13.7	16.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.755	1.769	1.765	1.717

Contenido Optimo Humedad **12.7 %** Densidad Seca Maxima, **1.770 g/cm<sup>3</sup>**



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 DE SAN PEDRO - Ancash - Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
 JEFE



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL**  
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA: BACH MIRGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS: CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR  
 MATERIAL: SUELO NATURAL  
 CALICATA: J  
 LUGAR: JIMBE - SANTA - ANCASH  
 FECHA: 02/03/2020

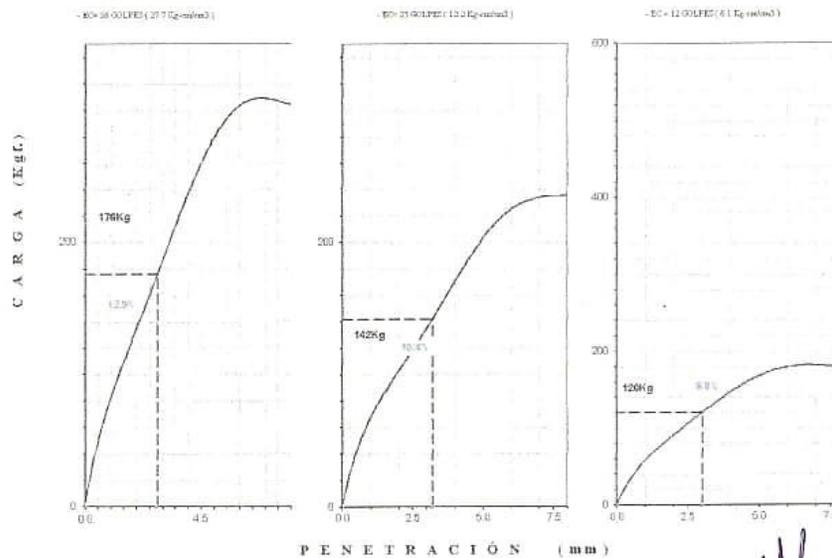
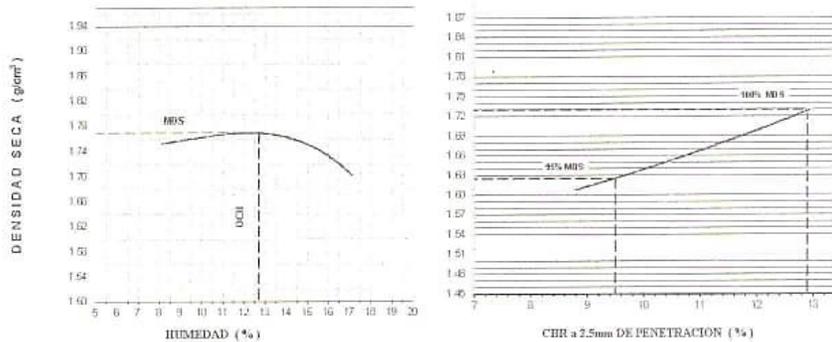
Características									
Numero de Molde	1		2		3				
Numero de Capas	5		5		5				
Numero de Golpe	56		25		12				
Energía Compactación [kg-cm/cm <sup>3</sup> ]	27.7		12.2		6.1				
<b>Densidad Seca [CBR]</b>									
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,540.0		8,680.0		8,450.0				
02 - Peso del molde (g)	4,400.0		4,455.0		4,345.0				
03 - Peso suelo humedo (g)	4,140.0		4,225.0		4,105.0				
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,080.700		2,219.000		2,240.000				
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.980		1.904		1.833				
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0				
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	355.0		449.0		372.0				
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	323.0		408.5		335.0				
09 - Peso del agua (g)	32.0		40.5		37.0				
10 - Peso del tarro (g)	65.0		90.0		69.5				
11 - Peso suelo seco (g)	259.0		318.5		265.5				
12 - Contenido de humedad (%)	12.4		12.7		13.9				
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.762		1.689		1.608				
<b>Saturación</b>									
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial				
Dia 01	10-Feb-20	5.00PM	0.0	0.0	0.0				
Dia 02	11-Feb-20	5.00PM	0.90	0.84	1.00				
Dia 03	12-Feb-20	5.00PM	1.29	1.05	2.10				
Dia 04	13-Feb-20	5.00PM	1.65	2.31	2.89				
Expansión, %			1.30	1.82	2.28				
<b>Absorción</b>									
Numero de molde	1		2		3				
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,140.0		4,225.0		4,105.0				
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,797.8		8,979.9		8,774.3				
03 - Peso del molde (g)	4,400.0		4,455.0		4,345.0				
04 - Peso suelo embebido (g)	4,397.8		4,524.9		4,429.3				
05 - Peso del agua absorbida (g)	267.8		299.9		324.3				
06 - Peso del suelo seco (g)	3,683.2		3,748.4		3,602.9				
07 - Absorción de agua (%)	7.0		8.0		9.0				
<b>Penetración</b>									
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018									
Molde	1 [56 Golpes]			2 [25 Golpes]			3 [12 Golpes]		
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.63	10.0	70.4	7.0	57.7	5.0	49.2	5.0	49.2	
1.3	16.0	95.9	11.0	74.7	9.0	66.2	9.0	66.2	
1.9	22.0	121.4	16.0	95.9	13.0	83.2	13.0	83.2	
2.5	31.0	159.64	22.0	121.40	18.0	104.40	18.0	104.40	
3.2	41.0	202.1	27.0	142.6	24.0	129.9	24.0	129.9	
3.8	49.0	236.1	33.0	168.1	28.0	146.9	28.0	146.9	
5.08	59.0	274.4	41.0	202.1	32.0	163.9	32.0	163.9	
7.6	66.0	308.4	49.0	236.1	36.0	180.9	36.0	180.9	
10.16	70.0	325.4	55.0	261.6	40.0	197.9	40.0	197.9	
12.7	75.0	346.6	60.0	282.9	44.0	214.9	44.0	214.9	
Carga [%]	159.64 kgf. [11.7%]		121.4 kgf. [8.9%]			104.4 kgf. [7.7%]			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 LEONARDO TORO GONZALEZ  
 Mg. Miguel Solar Jara  
 Jefe



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]-EXPERIMENTAL**

SOLICITA	BACH. MARIA NEERA YELD MILNE	METODO DE COMPACTACION	(ASTM D-1557)	A.
CAPACIDAD DE SOPORTE UN SUELO DE LA CARRIPIPIA (CANTON DEL SEAO-AMBA)		MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )		1.770
RECORDANDO CENIZA DE COQUE DE ABANIKO Y CENIZA DE BAYLATO		OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		12.7
DE CARALDEAZUCAR		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)		12.9
MATERIAL	TERRAZO NATURAL	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)		9.5
CALICATA	J	SUCS	LI -- SP -- Sh	
UBICACION	AV. SANTA ANA	AASHTO	EMBEBIDO: 4 dias	EXPANSION: 1.3 %
FECHA:	02-Mar-2020	ABSORCION	7.6 %	HUMEDAD DE PENETRACION: 19.7 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
*Mg. Miguel Solar Jara*



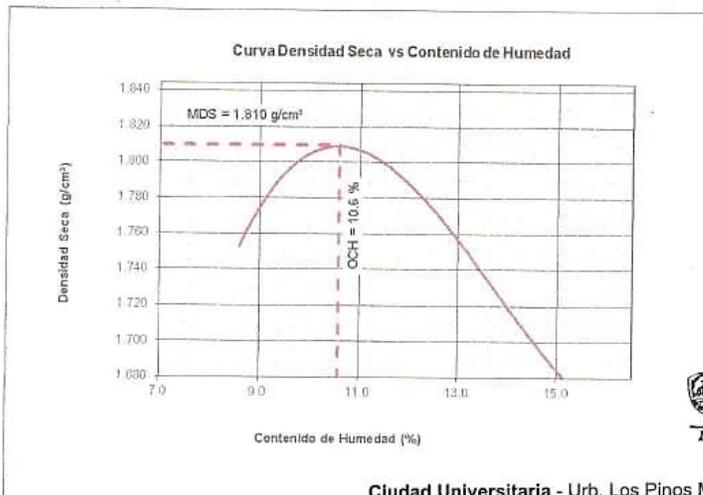
**PROCTOR MODIFICADO**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. MURGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO - JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
 MATERIAL : SUELO NATURAL  
 CALICATA : 2  
 LUGAR : JIMBE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
 FECHA : 02/03/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3758	3851	3835	3780
02 - Peso del Molde (g)	1989.0	1989.0	1989.0	1989.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1789.0	1882.0	1866.0	1811.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	939.7	939.7	939.7	939.7
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.904	2.003	1.996	1.927
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	410.0	409.0	399.5	444.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	383.0	385.0	365.0	409.0
09 - Peso del agua (g)	27.0	24.0	34.5	35.0
10 - Peso del tarro (g)	70.0	160.0	100.0	199.0
11 - Peso suelo seco (g)	313.0	225.0	265.0	210.0
12 - Contenido de Humedad (%)	8.6	10.7	13.0	16.7
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.753	1.809	1.757	1.651

Contenido Optimo Humedad **10.6 %** Densidad Seca Maxima, **1.810 g/cm<sup>3</sup>**



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



**RELACION DE SOPORTE - CBR  
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA: BACH MURGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS: CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO-JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR  
 MATERIAL: SUELO NATURAL  
 CALICATA: 2  
 LUGAR: JIMBE - SANTA - ANCASH  
 FECHA: 02/03/2020

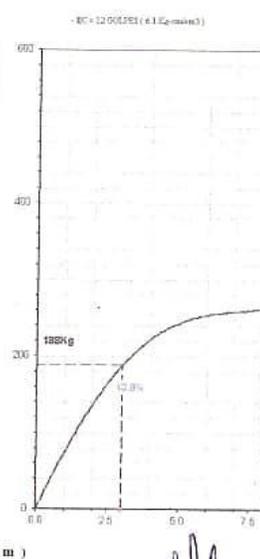
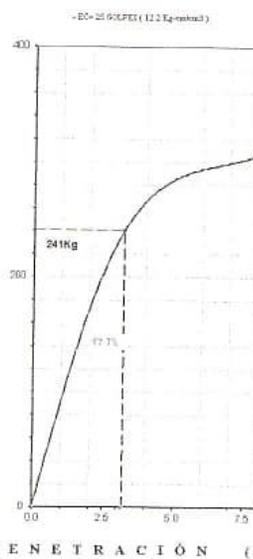
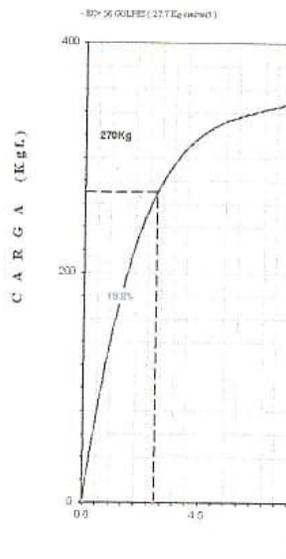
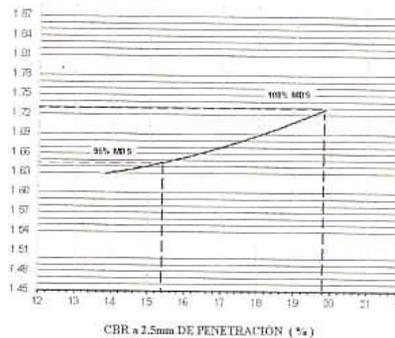
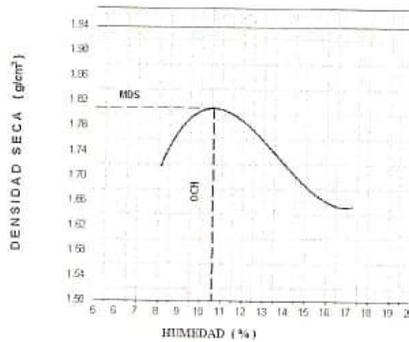
Características							
Numero de Molde	1		2		3		
Numero de Capas	5		5		5		
Numero de Golpe	56		25		12		
Energia Compactacion [kg-cm/cm <sup>3</sup> ]	27.7		12.2		6.1		
<b>Densidad Seca [CBR]</b>							
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,776.0		8,850.0		8,621.0		
02 - Peso del molde (g)	4,636.0		4,763.5		4,670.0		
03 - Peso suelo humedo (g)	4,140.0		4,086.5		3,951.0		
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,070.630		2,130.000		2,190.000		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.999		1.919		1.804		
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	468.0		476.8		379.0		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	429.0		437.0		348.0		
09 - Peso del agua (g)	39.0		39.8		31.0		
10 - Peso del tarro (g)	60.0		62.0		60.0		
11 - Peso suelo seco (g)	369.0		375.0		288.0		
12 - Contenido de humedad (%)	10.6		10.6		10.8		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.808		1.734		1.629		
<b>Saturación</b>							
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial		
Dia 01	10-Feb-20	5.00PM	0.0	0.0	0.0		
Dia 02	11-Feb-20	5.00PM	0.45	0.72	0.98		
Dia 03	12-Feb-20	5.00PM	0.98	1.00	1.20		
Dia 04	13-Feb-20	5.00PM	1.20	1.30	1.60		
Expansión, %			0.94	1.02	1.26		
<b>Absorción</b>							
Numero de molde	1		2		3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,140.0		4,086.5		3,951.0		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,850.9		8,960.8		8,763.7		
03 - Peso del molde (g)	4,636.0		4,763.5		4,670.0		
04 - Peso suelo embebido (g)	4,214.9		4,197.3		4,083.7		
05 - Peso del agua absorbida (g)	74.9		110.8		142.7		
06 - Peso del suelo seco (g)	3,744.3		3,684.4		3,567.0		
07 - Absorción de agua (%)	2.0		3.0		4.0		
<b>Penetración</b>							
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018							
Molde		1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.83	18.0	104.4	9.0	66.2	5.0	49.2	
1.3	31.0	159.6	20.0	112.9	17.0	100.2	
1.9	42.0	206.4	33.0	168.1	23.0	125.7	
2.5	56.0	265.87	40.0	197.89	31.0	159.64	
3.2	61.0	287.1	52.0	248.9	41.0	202.1	
3.8	65.0	304.1	55.0	261.6	45.0	219.1	
5.08	70.0	325.4	60.0	282.9	50.0	240.4	
7.6	75.0	346.6	65.0	304.1	55.0	261.6	
10.16	80.0	367.9	70.0	325.4	60.0	282.9	
12.7	85.0	389.1	75.0	346.6	65.0	304.1	
Carga [%]	265.87 kgf. [19.5%]		197.89 kgf. [14.5%]		159.64 kgf. [11.7%]		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Mg. Miguel Sitar Jara



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

SOLICITA: DICIEMBRE RESEA VELD MALLA	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)		A
CAPACIDAD DE SOPORTE EN UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL OJAL-INBE	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )		1.810
ALICERADO: ONCA EE CONCHA DE BAMBINO Y CENIZA DE BAGAJO	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.6
EPICURA DE ALICERAR:	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)		19.8
MATERIAL: TERREDO NATURAL	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)		15.4
CALENTA: 2	SUJOS	LL	IP
UBICACIÓN: INBE - SANTA - ANCAON	AASHTO	EMBEEDO: 4.8mm EXPANSIÓN: 0.5 %	
FECHA: 02 Mar 2020	ABSORCIÓN: 2.0 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 12.8 %	



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



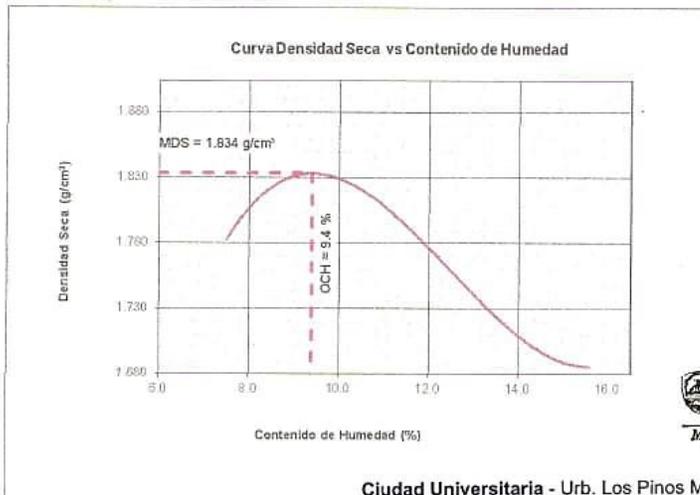
**PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH.MURGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO-JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
 MATERIAL : SUELO NATURAL  
 CALICATA : 2  
 LUGAR : JIMBE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
 FECHA : 02/03/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3770	3850	3835	3800
02 - Peso del Molde (g)	1969.0	1969.0	1969.0	1969.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1801.0	1881.0	1866.0	1831.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	939.7	939.7	939.7	939.7
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.917	2.002	1.986	1.948
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	486.0	462.0	427.0	500.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	463.0	439.0	403.0	455.0
09 - Peso del agua (g)	23.0	23.0	24.0	45.0
10 - Peso del tarro (g)	157.0	188.0	207.0	167.0
11 - Peso suelo seco (g)	306.0	251.0	196.0	288.0
12 - Contenido de Humedad (%)	7.5	9.2	12.2	15.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.783	1.833	1.770	1.686

Contenido Optimo Humedad 9.4 % Densidad Seca Maxima, 1.834 g/cm<sup>3</sup>



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



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL  
NORMA ASTM D-1183**

SOLICITA: BACH. MARGARITA YESSI MURILLO  
 TÍTULO: CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SÍLO - JAMES  
 + COLOCANDO CERCA DE COMUNA DE ABRILCO Y CERCA DE BAZAZO DE CARA DE AZUQUE  
 INTERÉS: SUELO NATURAL  
 CALICATA: 2  
 LUGAR: JAMES - SANTA ANA  
 FECHA: 2019/02/20

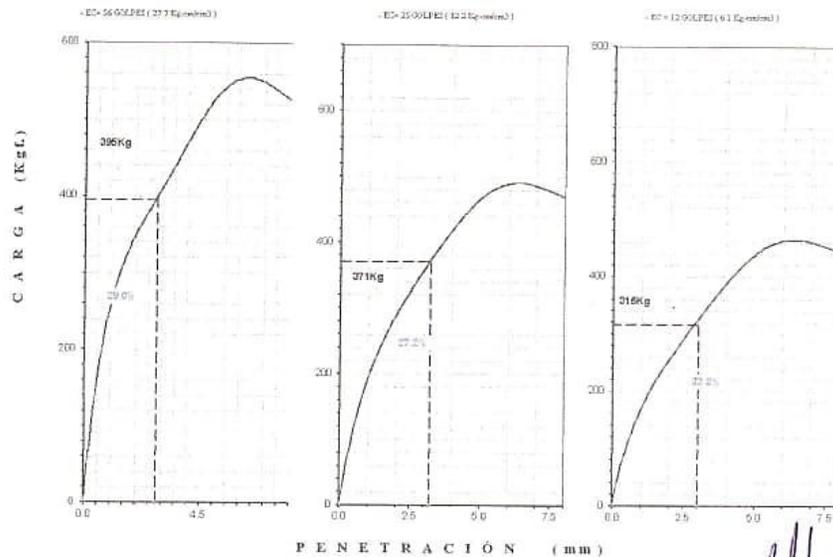
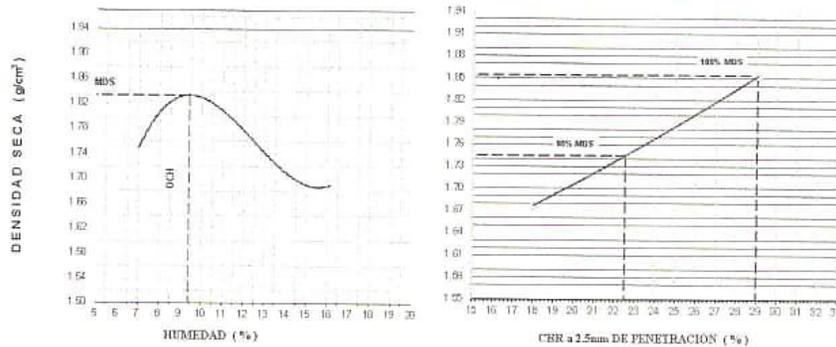
Características						
Numero de Molde		1	2	3		
Numero de Capas		5	5	5		
Numero de Golpe		58	25	12		
Energía Compactación (kg-cm/golpe)		27.7	12.2	8.1		
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)		8.978.0	8.648.0	9.440.0		
02 - Peso del molde (g)		4.510.0	4.340.0	4.500.0		
03 - Peso suelo humedo (g)		4.468.0	4.308.0	3.940.0		
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>		2.200.000	2.200.000	2.148.000		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )		2.031	1.959	1.841		
06 - Tarro A'		0.0	0.0	0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)		620.0	350.0	326.0		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)		485.0	330.0	300.0		
09 - Peso del agua (g)		35.0	20.0	20.0		
10 - Peso del tarro (g)		120.0	125.0	85.0		
11 - Peso suelo seco (g)		365.0	205.0	205.0		
12 - Contenido de humedad (%)		9.6	9.8	9.8		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )		1.954	1.785	1.677		
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	10-Feb-20	5:00PM	0.0	0.0	0.0	
Dia 02	11-Feb-20	5:00PM	0.23	0.33	0.41	
Dia 03	12-Feb-20	5:00PM	0.38	0.56	0.61	
Dia 04	13-Feb-20	5:00PM	0.52	0.88	0.76	
Expansión, %			0.41	0.54	0.60	
<b>Absorción</b>						
Numero de molde		1	2	3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)		4.488.0	4.300.0	3.840.0		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)		9.060.0	8.768.0	8.565.0		
03 - Peso del molde (g)		4.510.0	4.340.0	4.500.0		
04 - Peso suelo embebido (g)		4.570.0	4.428.0	4.065.0		
05 - Peso del agua absorbida (g)		101.0	117.8	125.8		
06 - Peso del suelo seco (g)		4.078.0	3.926.0	3.588.8		
07 - Absorción de agua (%)		2.5	2.0	3.5		
<b>Penetración</b>						
Factor Anillo: Carga (kgf) = Lectura Dial * 2491345 + 27.02018						
Molde	1 (58 Golpes)		2 (25 Golpes)		3 (12 Golpes)	
PEH (mm)	Lec. Dial	Carga (Kgf.)	Lec. Dial	Carga (Kgf.)	Lec. Dial	Carga (Kgf.)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	43.6	218.1	32.0	163.8	27.0	142.8
1.3	58.8	274.4	43.0	210.8	36.0	180.4
1.9	72.0	333.8	58.0	274.4	50.0	240.4
2.5	88.0	388.10	72.0	333.86	61.0	287.12
3.2	93.0	418.8	81.0	372.1	69.0	350.8
3.8	109.0	474.1	82.0	418.8	84.0	364.8
5.08	115.0	516.6	102.0	481.3	95.0	433.6
7.6	170.0	837.8	158.0	478.3	100.0	452.8
10.16	175.0	558.1	159.0	491.1	105.0	474.1
12.7	188.0	580.3	172.0	603.8	110.0	485.3
Carga (%)	389.1 kgf [20.8%]		333.86 kgf [24.5%]		287.12 kgf [21.1%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Mrg. Merysolar Jara



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]-EXPERIMENTAL**

SOLICITA	DACH MERGA MEDINA YELSI MALFA		
CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SUELO -IMBE	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)		
ADOSAMIENTO CEREA DE GORCHA DE ABANCO Y CEREA DE BAOAZO	MAXIMA DENSIDAD SECA ( $\rho_{max}$ )	A	
DE CAÑA DE AZÚCAR	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.854	
MATERIAL TERREJO NATURAL	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	9.4	
CAUCUTA 2	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	29.0	
UBICACIÓN	JANCO - SARRA - AICASHI	SUCS	LL --- IP --- G <sub>s</sub> ---
FECHA	02 Mar 2021	AASHTO	EMEBIDDO 4 días EXPANSION 0.4 %
		ABSORCIÓN	HUMEDAD DE PENETRACION 11.9 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lic. Miguel Solar Jara y Enrique de Narváez  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
JEFE



**PROCTOR MODIFICADO**  
NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA :BACH.MURGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS :CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO-JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
 MATERIAL :SUELO NATURAL  
 CALICATA :3  
 LUGAR : JIMBE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
 FECHA :02/03/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3755	3851	3820	3790
02 - Peso del Molde (g)	1969.0	1969.0	1969.0	1969.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1786.0	1881.5	1851.0	1821.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	939.7	939.7	939.7	939.7
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.901	2.002	1.970	1.938
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	340.0	430.5	330.0	600.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	320.0	395.0	300.0	542.2
09 - Peso del agua (g)	20.0	35.5	30.0	57.8
10 - Peso del tarro (g)	62.5	87.5	86.0	199.0
11 - Peso suelo seco (g)	257.5	307.5	214.0	343.2
12 - Contenido de Humedad (%)	7.8	11.5	14.0	16.8
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.763	1.796	1.728	1.659

Contenido Optimo Humedad **10.1 %** Densidad Seca Maxima, **1.812 g/cm<sup>3</sup>**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Mg. Miguel Solar Jara



**RELACION DE SOPORTE - CBR  
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : BACH MURGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO-JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
 MATERIAL : SUELO NATURAL  
 CALICATA : 3  
 LUGAR : JIMBE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 02/03/2020

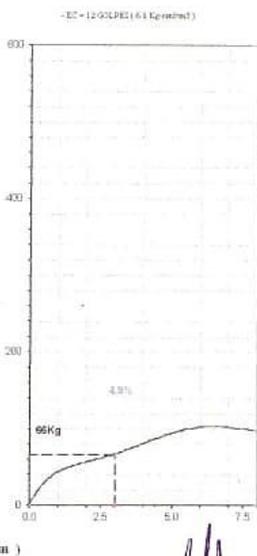
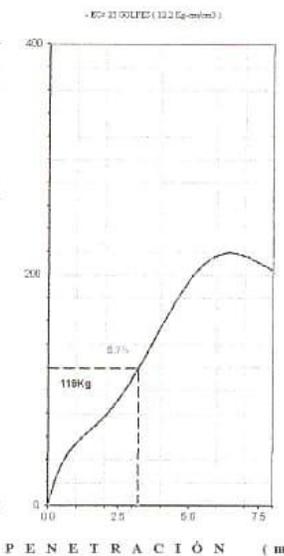
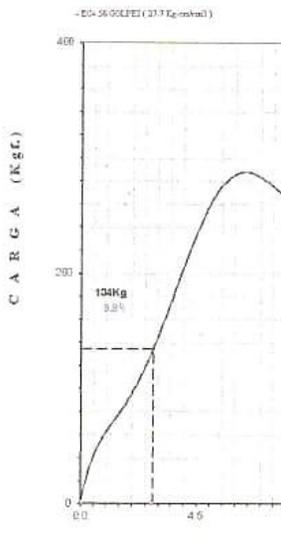
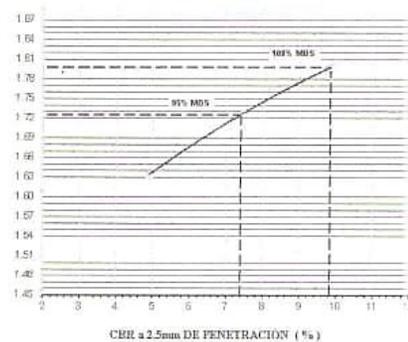
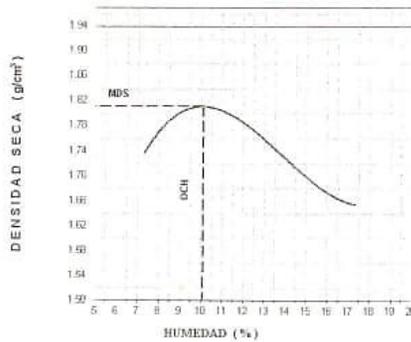
Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energia Compactacion [kg-cm/cm <sup>3</sup> ]	27.7		12.2		6.1	
<b>Densidad Seca [CBR ]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,424.0		8,456.0		8,370.0	
02 - Peso del molde (g)	4,070.0		4,230.0		4,290.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	4,354.0		4,226.0		4,080.0	
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,190,000		2,210,000		2,250,000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.988		1.912		1.813	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	547.0		569.0		563.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	504.0		534.0		524.0	
09 - Peso del agua (g)	43.0		35.0		39.0	
10 - Peso del tarro (g)	98.0		204.0		168.0	
11 - Peso suelo seco (g)	406.0		330.0		356.0	
12 - Contenido de humedad (%)	10.6		10.6		11.0	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.798		1.729		1.634	
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	10-Feb-20	5.00PM	0.0	0.0	0.0	
Dia 02	11-Feb-20	5.00PM	1.10	1.50	2.00	
Dia 03	12-Feb-20	5.00PM	2.50	2.90	3.90	
Dia 04	13-Feb-20	5.00PM	3.90	4.90	5.40	
Expansión, %			3.07	3.86	4.25	
<b>Absorcion</b>						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,354.0		4,226.0		4,080.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,699.6		8,799.9		8,774.5	
03 - Peso del molde (g)	4,070.0		4,230.0		4,290.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	4,629.6		4,569.9		4,484.5	
05 - Peso del agua absorvida (g)	275.6		343.9		404.5	
06 - Peso del suelo seco (g)	3,937.0		3,820.8		3,677.2	
07 - Absorcion de agua (%)	7.0		9.0		11.0	
<b>Penetración</b>						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.82018						
Molde 1 [56 Golpes] 2 [25 Golpes] 3 [12 Golpes]						
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	7.0	57.7	5.0	49.2	3.0	40.7
1.3	10.0	70.4	7.0	57.7	4.0	44.9
1.9	14.0	87.4	11.0	74.7	6.0	53.4
2.5	20.0	112.90	15.0	91.66	8.0	61.91
3.2	31.0	159.6	19.0	109.7	10.0	70.4
3.8	42.0	206.4	32.0	163.9	13.0	83.2
5.08	53.0	253.1	38.0	189.4	15.0	91.7
7.6	58.0	274.4	43.0	210.6	17.0	100.2
10.16	63.0	295.6	47.0	227.6	19.0	109.7
12.7	70.0	325.4	52.0	248.9	21.0	117.2
Carga (%)	112.9 kgf. [8.3%]		91.66 kgf. [6.7%]		61.91 kgf. [4.6%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Mg. Miguel Solar Jara



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

SOLICITA: DASHI MARGARETHA VELO MALLER	METODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A.
CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SELO DE LA CARPETA CRUZ DEL SELO-INEE	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.812
ASOCIACION CIATA DE COPIRA DE ABANCO Y CINERA DE BAGAZO	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.1
DE CANA DE AZÚCAR	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	9.8
MATERIAL TERREJO NATURAL	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	7.4
CALICATA 3	SUCS	LI --- IP --- CL
UBICACION: RRE- SANTA - ANCASH *	AASHTO	EMBEUDO 4 dias   EXPANSION 3.1%
FECHA: 02 Mar 2020	ABSORCIÓN 7.0%	HUMEDAD DE PENETRACION 17.1%



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Los Mecanismos de Construcción y Mantenimiento  
*Mg. Miguel Solar Jara*



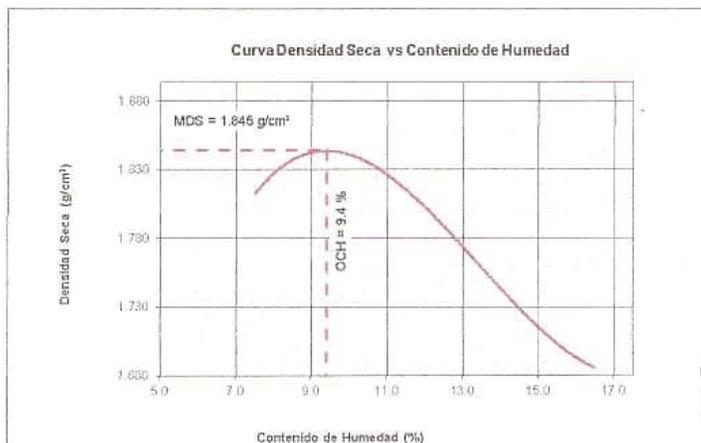
**PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA :BACH.MURGA MEDINA YELSI MALINI  
 TESIS :CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SIGLO-JIMBE  
 ADICIONANDO CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
 MATERIAL :SUELO NATURAL  
 CALICATA :3  
 LUGAR : JIMBE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
 FECHA :02/03/2020

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3800	3875	3865	3815
02 - Peso del Molde (g)	1969.0	1969.0	1969.0	1969.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1831.0	1906.0	1896.0	1846.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	939.7	939.7	939.7	939.7
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.948	2.028	2.018	1.964
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	556.0	490.0	414.0	600.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	532.0	465.0	390.0	543.1
09 - Peso del agua (g)	24.0	25.0	24.0	56.9
10 - Peso del tarro (g)	210.0	225.0	194.0	199.0
11 - Peso suelo seco (g)	322.0	240.0	196.0	344.1
12 - Contenido de Humedad (%)	7.5	10.4	12.2	16.5
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.813	1.837	1.799	1.689

Contenido Optimo Humedad 9.4 % Densidad Seca Maxima, 1.845 g/cm<sup>3</sup>



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Los Yacchos - Calle 1° Etapa de Miraflores  
 Mg. Miguel Solar Jara  
 JEFE



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL  
NORMA ASTM D- 1883**

OBJETIVO: DETERMINAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SOLO JARBE  
MATERIALES: SUELO NATURAL  
CALCATA: 3  
LUGAR: JARBE - SANTA - ANTONIO  
FECHA: 02/02/2020

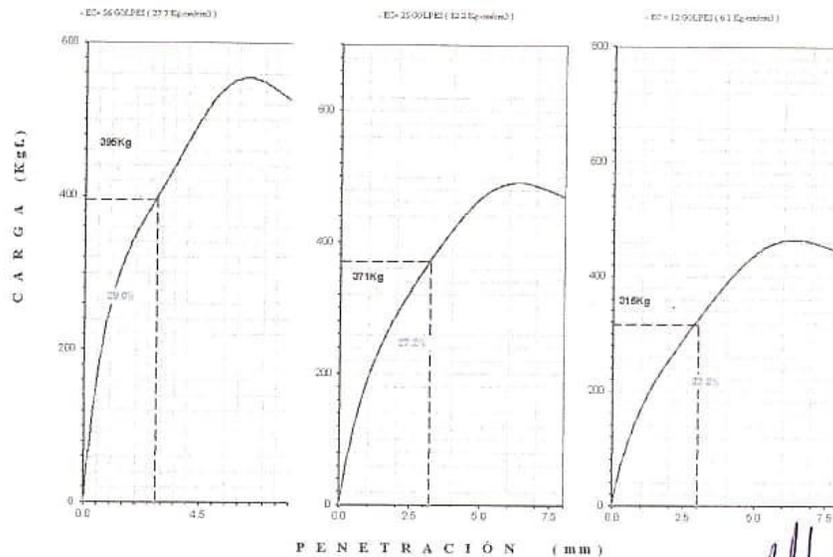
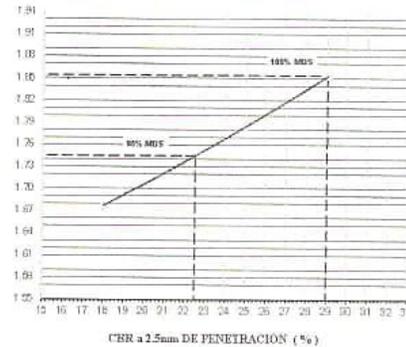
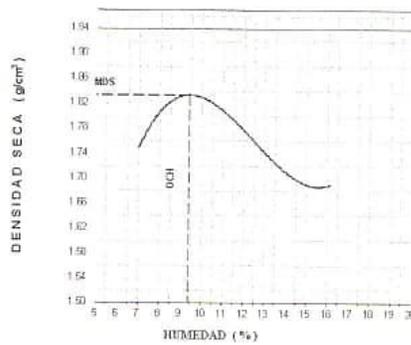
Características						
	1	2	3			
Numero de Molde						
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	66	25	12			
Energía Compactación (kg-cm/cm <sup>2</sup> )	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8 794.0	8 825.0	8 720.0			
02 - Peso del molde (g)	4 445.0	4 590.0	4 540.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4 349.0	4 236.0	4 180.0			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2 170.700	2 195.900	2 290.000			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.004	1.928	1.830			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	475.0	480.0	425.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	448.0	429.0	395.0			
09 - Peso del agua (g)	29.0	21.0	30.0			
10 - Peso del tarro (g)	135.0	215.0	80.0			
11 - Peso suelo seco (g)	311.0	224.0	315.0			
12 - Contenido de humedad (%)	9.3	9.4	9.5			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.833	1.783	1.871			
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dal	Lec. Dal	Lec. Dal	
Día 01	10-Feb-20	5:00PM	0.0	0.0	0.0	
Día 02	11-Feb-20	5:00PM	0.40	0.70	1.10	
Día 03	12-Feb-20	5:00PM	0.80	1.10	2.10	
Día 04	13-Feb-20	5:00PM	1.40	1.90	3.20	
Expansión, %			1.10	1.50	2.52	
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4 349.0	4 225.0	4 180.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8 913.3	9 057.3	8 038.1			
03 - Peso del molde (g)	4 445.0	4 590.0	4 540.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4 468.3	4 467.3	4 498.1			
05 - Peso del agua absorvida (g)	118.3	232.3	308.1			
06 - Peso del suelo seco (g)	3 978.1	3 872.0	3 825.7			
07 - Absorción de agua (%)	2.0	6.0	8.0			
Penetración						
Factor Anillo: Carga (kgf) = Lectura Dal * 4.2491345 + 27.92010						
Molde	1 [55 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dal	Carga (Kgf.)	Lec. Dal	Carga (Kgf.)	Lec. Dal	Carga (Kgf.)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	15.0	91.7	15.0	91.7	10.0	70.4
1.2	22.0	121.4	22.0	142.8	18.0	104.4
1.9	30.0	178.6	33.0	198.1	25.0	134.1
2.5	40.0	219.13	48.0	197.89	30.0	155.38
3.2	50.0	261.6	51.0	244.6	41.0	202.1
3.8	60.0	304.1	60.0	291.4	48.0	231.9
5.08	75.0	338.1	68.0	316.9	55.0	261.8
7.6	95.0	359.4	72.0	333.8	58.0	274.4
10.16	115.0	384.8	75.0	350.9	63.0	291.4
12.7	150.0	410.2	79.0	363.6	64.0	299.9
Carga (%)	219.13 kgf. (16.1%)		197.89 kgf. (14.5%)		155.38 kgf. (11.4%)	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
Mg. Miguel Solar-Jara



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]-EXPERIMENTAL**

SOLICITA	DACH MERGA MEDINA YELSI MALFA		
CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO DE LA CARRETERA CRUZ DEL SUELO -IMBE	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)		
ADOSAMIENTO CEMENTA DE GORCHA DE ABANCO Y CEMENTA DE BAOAZO	MAXIMA DENSIDAD SECA ( $\rho_{max}$ )	1.854	
DE CAÑA DE AZÚCAR	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.4	
MATERIAL TERREJO NATURAL	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	29.0	
CAUCATA 2	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	22.6	
UBICACIÓN	INCE - SARRA - AICASH	SUCS	LL --- IP --- G <sub>s</sub> ---
FECHA	02 Mar 2011	AASHTO	EMEBIDDO 4 días EXPANSION 0.4 %
		ABSORCIÓN	HUMEDAD DE PENETRACION 11.9 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lic. Merga Medina Yelso Malfa y Enayda Naranjo  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
JEFE

## PANEL FOTOGRAFICO



Figura n°1 Calicata N°1 Progresiva 0+0.00; coordenadas: 9° 0'38.20"S y 78° 7'55.76"W se limpió la superficie del terreno, con un diámetro de ancho de la calicata de 0.50m.:



Figura n°2: La calicata N° 02 se puede apreciar textura del suelo y el color amarillo oscuro de la superficie hasta a una profundidad 0.30 cm y la profundidad de 0.30cm hasta 0.40cm es de color amarillo en estado húmedo.



Figura n°3: La calicata N° 03 es de color medio amarillo de la superficie hasta a una profundidad 0.40 cm. Apartir de 0.40 a 0.70 la superficie del suelo es de color amarillo en estado húmedo.



Figura n° 04: Se dejó 3 días secar al aire libre la muestra extraído de las tres calicatas para luego hacer el procedimiento de trituración.



Figura n°5: Se realizó el procedimiento del tamizado por las mallas n°3/4 ,3/8; 4. Para determinar el método a usar para el proctor modificado. Se determinó el método B, menos del 20 % retenido en la malla n°4

#### LIMPIEZA REALIZADA PARA CONVERTIRSE EN MATERIALES (CONCHA DE ABANICO Y BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR)



Figura n° 06: se realizó la limpieza de la concha de abanico removiendo las impurezas de la valva, así mismo quintando el olor este procedimiento se realizó 5 veces.



Figura n° 07: se realizó el secado de la concha de abanico durante 24 horas en temperatura ambiente (sin exposición directa a los rayos solares).



Figura n° 08: Se realizó la limpieza del bagazo de caña de azúcar para luego hacer secar el material a temperatura ambiente.

### CALCINACION Y TAMIZADO POR LA MALLA #200 (CONCHA DE ABANICO Y BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR)



Figura n° 09: se realizó la pre calcinación del bagazo de caña de azúcar al aire libre.



Figura n° 10: se realizó la calcinación del bagazo de caña de azúcar en una mufla.



Figura n° 11: calcinación de la concha de abanico en una mufla



Figura n° 12: tamizado de la CBCA y CCA por la malla n°200.

## PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO GRANULOMETRÍA, LIMITE DE CONSISTENCIA, CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL



Figura n° 13: se realizó el cuarteo de cada muestra de suelo para hacer los estudios respectivos de granumetria, limite consistencia y contenido de humedad natural.



Figura n° 14: Para el ensayo de granumetria se realizó el lavado de la muestra por la malla n°200 para reducir los finos.



Figura n° 15: lo retenido por la malla n°200 se realizó el secado en el horno a una temperatura de 100° durante 24 horas



Figura n° 16: se tamizo por la malla #40. 150 gr. para los límites líquido y 20 gr. para el límite plástico.



Figura n° 17: Se colocala mezcla en parte de la copa y se nivela la superficie con un espesor de un centímetro. Se pasa el acanalador por el centro de la copa para cortar en dos partes de suelo, luego se da golpes hasta que se une

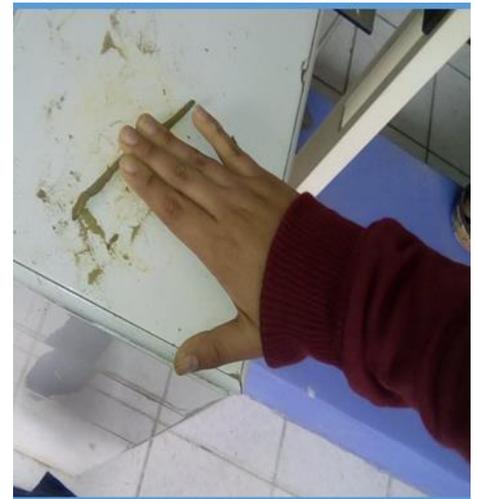


Figura n°18: El límite plástico se hizo con la muestra rollitos de 3mm de espesor

## PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO DE PATRON Y EXPERIMENTA



Figura n°19: luego de mezclar el material con el porcentaje de agua se homogeniza y se parte en cinco partes



Figura n°20: se realiza la compasión en cinco capas a cada capa a 25 golpes.

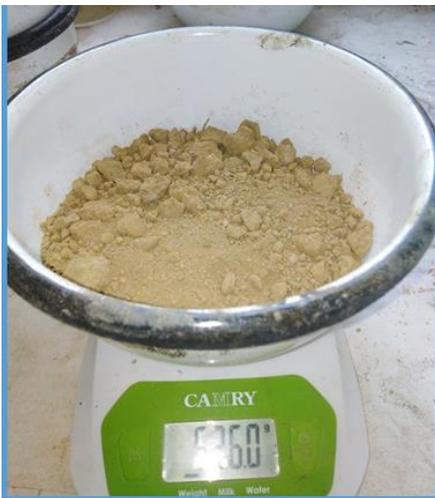


Figura n°21: luego de pesar la muestra se extrae una cantidad de material para el estudio de contenido de humedad y densidad seca



Figura n°22: Para ensayo experimental se adiciono en porcentaje ceniza de concha de abanico en 4% y ceniza de bagazo de caña de azúcar en 8%

## PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO CBR DE PATRON Y EXPERIMENTAL



Figura n°23: para el ensayo de CBR se utilizó 6 kilos por muestra en 56 golpes 26 golpes y 12 golpes adicionando un porcentaje de agua.



Figura n°24: luego de compactar y pesar la muestra +model se colocó a saturarse y medir la expansión de las muestras.



Figura n°25: luego se realizo el ensayo de penetracion supervisado por el ing.Segundo Urrutia.