

# ANEXO 1: MATRIZ DE CONCISTENCIA

a) Matriz de consistencia:

“Evaluación del uso de ceniza de fondo y cal como aditivo estabilizante de suelo arcilloso en la subrasante del camino vecinal Pallalla – Totojira.”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cómo la incorporación de ceniza de fondo y cal podría mejorar la estabilidad de la subrasante arcillosa del camino vecinal Pallalla – Totojira?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>1. ¿De qué manera se modifica las propiedades de plasticidad del suelo arcilloso a nivel de subrasante adicionando ceniza de fondo y cal?</p> <p>2. ¿Cuánto cambia las propiedades de densidad seca máxima del suelo arcilloso a nivel de subrasante adicionando ceniza de fondo y cal?</p> <p>3. ¿Cuánto se modifica el valor de soporte relativo del suelo arcilloso a nivel de subrasante adicionando ceniza de fondo y cal?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Evaluar el comportamiento de la ceniza de fondo y la cal para ser empleada como aditivo estabilizante de la subrasante arcillosa del camino vecinal Pallalla – Totojira.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>1. Analizar de qué modo afecta las propiedades de plasticidad del suelo arcilloso a nivel de subrasante adicionando ceniza de fondo y cal del camino vecinal Pallalla – Totojira.</p> <p>2. Determinar cómo cambia las propiedades de densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo del suelo arcilloso a nivel de subrasante adicionando ceniza de fondo y cal del camino vecinal Pallalla – Totojira.</p> <p>3. Determinar cómo se modifica el valor de soporte relativo del suelo arcilloso a nivel de subrasante adicionando ceniza de fondo y cal del camino vecinal Pallalla – Totojira.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>La incorporación de ceniza de fondo y cal influye de forma positiva para la estabilización de la subrasante arcillosa, por lo que es viable para su uso en el camino vecinal Pallalla – Totojira.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>1. La adición de ceniza de fondo y cal mejora las propiedades de plasticidad del suelo arcilloso a nivel de subrasante del camino vecinal Pallalla – Totojira.</p> <p>2. La adición de ceniza de fondo y cal influye en la máxima densidad seca (MDS) y al contenido de humedad óptimo (CHO) debido a la adición de insumos con características diferentes al suelos arcilloso a nivel de subrasante del camino vecinal Pallalla – Totojira.</p> <p>3. La adición de ceniza de fondo y cal modifica positivamente la capacidad portante del suelo arcilloso a nivel de subrasante del camino vecinal Pallalla – Totojira.</p>	<p><b>Variable independiente (X):</b></p> <p>Ceniza de fondo y cal</p>	<p>- Cantidad</p>	<p>➤ Porcentaje de ceniza de fondo y cal</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Método de investigación:</b> Aplicada</li> <li>• <b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo</li> <li>• <b>Diseño de investigación:</b> Experimental</li> <li>• <b>Población:</b> Está constituida por el suelo de subrasante del camino vecinal Pallalla – Totojira.</li> <li>• <b>Muestra:</b> Son los materiales de los suelos arcillosos empleados para su caracterización.</li> <li>• <b>Técnicas de obtención y procesamiento de datos:</b> Comprendió la ficha de análisis de las diferentes muestras y la guía del MTC, en el laboratorio de mecánica de suelos de la EPIC-UNA.</li> </ul>
			<p><b>Variable dependiente (Y):</b></p> <p>Estabilización de suelos arcillosos</p>	<p>- Propiedades físicas</p> <p>- Propiedades mecánicas</p>	<p>➤ Clasificación de suelo (SUCS y AASHTO)</p> <p>➤ Índice de plasticidad (%)</p> <p>➤ Máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)</p> <p>➤ Óptimo contenido de humedad (%)</p> <p>➤ Índice de capacidad de soporte (%)</p> <p>➤ Expansión (%)</p>	

# ANEXO 2: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

b) Cuadro de operacionalización de variables:

“Evaluación del uso de ceniza de fondo y cal como aditivo estabilizante de suelo arcilloso en la subrasante del camino vecinal Pallalla – Totojira.”

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
Ceniza de fondo	Independiente	Son los residuos sólidos que se generan durante la etapa de producción de ladrillos en las ladrilleras y se acumula en el fondo de los hornos.	Se adiciona al suelo arcilloso del camino vecinal Pallalla - Totojira, considerando 3%, 6%, 9% y 12% en relación al peso seco de la muestra.	Cantidad	Porcentaje de ceniza de fondo	%
				Tamaño	Pasante de la malla N°40	%
Cal	Independiente	Es un compuesto químico que se obtiene mediante la calcinación de piedra caliza, es empleado como material de construcción y estabilización de suelos.	Se adiciona al suelo arcilloso del camino vecinal Pallalla - Totojira, considerando 3% para las 4 dosificaciones en relación al peso seco de la muestra.	Cantidad	Porcentaje de ceniza de fondo	%
				Tamaño	Pasante de la malla N°40	%
Estabilización de suelos arcillosos	Dependiente	Conjunto de técnicas y procesos empleados para mejorar las propiedades de suelos arcillosos, con el objetivo de aumentar su resistencia y estabilidad.	Se evalúa los datos obtenidos en base a los ensayos realizados según la normativa peruana.	Propiedades físicas	Contenido de humedad	%
					Granulometría	%
					Límite líquido	%
					Límite plástico	%
					Índice de plasticidad	%
				Propiedades mecánicas	Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>
					Óptimo contenido de humedad	%
					Índice de capacidad de soporte	%
					Expansión	%

# ANEXO 3: PANEL FOTOGRAFICO



### **FOTO N° 1**

*Inspección visual del suelo de subrasante del camino vecinal Pallalla – Totojira. Cuenta con una longitud de 3.80 km y un ancho promedio de plataforma de 4.00 m.*



### **FOTO N° 2**

*Se muestra la subrasante arcillosa con deficiencias debido a su alta plasticidad y baja capacidad portante.*



### **FOTO N° 3**

*Inicio de la excavación con maquinaria de la calicata C-01 en la progresiva Km 00+500.*



**FOTO N° 4**

*Calicata C-01 para su respectivo muestreo.*



**FOTO N° 5**

*Excavación con maquinaria de la calicata C-02 en la progresiva Km 01+000.*



**FOTO N° 6**

*Excavación con maquinaria de la calicata C-03 en la progresiva Km 01+500.*



**FOTO N° 7**

*Excavación con maquinaria de la calicata C-04 en la progresiva Km 02+000.*



**FOTO N° 8**

*Excavación con maquinaria de la calicata C-05 en la progresiva Km 02+500.*



**FOTO N° 9**

*Secado de las muestras obtenidas debido al alto contenido de humedad natural.*





**FOTO N° 10**

*Cuarteo del material para seleccionar una muestra representativa destinada a su análisis en laboratorio.*



**FOTO N° 11**

*Cuarteo del material para seleccionar una muestra representativa destinada a su análisis en laboratorio.*



**FOTO N° 12**

*Lavado de muestras de suelo empleando el hexametáfosfato de sodio y el tamiz #200.*



**FOTO N° 13**

*Ensayo de análisis granulométrico por tamizado del suelo muestreado con fines de elaboración del perfil estratigráfico.*



**FOTO N° 14**

*Ensayo de límite plástico de los suelos de subrasante con fines de elaboración del perfil estratigráfico.*



**FOTO N° 15**

*Introducción de muestras al horno para su respectivo secado del ensayo de límites de consistencia con fines de elaboración del perfil estratigráfico.*



**FOTO N° 16**

*Vista panorámica de los hornos de ladrilleras en el centro poblado de Salcedo.*



**FOTO N° 17**

*Proceso de purificación con una zaranda para eliminar contaminantes o materiales de gran tamaño presentes en la ceniza de fondo.*



**FOTO N° 18**

*Recolección de ceniza de fondo de los hornos de ladrilleras con ayuda de una pala y sacos.*



**FOTO N° 19**

*Elaboración de los especímenes con adición de distintos porcentajes de cal.*



**FOTO N° 20**

*Proceso del ensayo para estimar el porcentaje aproximado de cal basado en el pH, se muestra los especímenes que se encuentran en recipientes de plástico herméticamente sellados.*



**FOTO N° 21**

*Registro de las lecturas obtenidas de pH para los diferentes especímenes analizados.*



**FOTO N° 22**

*Dosificación de las diferentes mezclas: suelo – ceniza de fondo – cal, para el ensayo de proctor modificado.*



**FOTO N° 23**

*Elaboración de las diferentes dosificaciones para el ensayo de proctor modificado.*



**FOTO N° 24**

*Proceso de compactación del ensayo de proctor modificado según el método "A".*



**FOTO N° 25**

*Pesaje de las probetas de suelo elaboradas según el ensayo de proctor modificado.*



**FOTO N° 26**

*Elaboración de las diferentes dosificaciones para el ensayo de límites de consistencia.*



**FOTO N° 27**

*Saturación de muestras pasantes del tamiza #40 para el ensayo de límites de consistencia.*



**FOTO N° 28**

*Ensayo de límite líquido y límite plástico para las mezclas suelo-ceniza de fondo-cal objeto de estudio.*



**FOTO N° 29**

*Resultados del ensayo de límite líquido y límite plástico*



**FOTO N° 30**

*Introducción de las muestras del ensayo de límites de consistencia al horno de laboratorio para su respectivo secado.*



**FOTO N° 31**

*Elaboración de las diferentes dosificaciones suelo-ceniza de fondo-cal para el ensayo de CBR de laboratorio.*



**FOTO N° 32**

*Saturación de las muestras de suelo para su posterior ensayo de CBR en laboratorio.*



**FOTO N° 33**

*Proceso de compactación de las diferentes mezclas de suelo-ceniza de fondo-cal según el ensayo de CBR de laboratorio.*





**FOTO N° 34**

*Pesaje de las probetas de suelo elaboradas según el ensayo de CBR de laboratorio.*



**FOTO N° 35**

*Moldes de CBR con suelo compactado para las diferentes dosificaciones objeto de estudio.*



**FOTO N° 36**

*Inmersión de los moldes de CBR en agua en el pozo durante un espacio de tiempo de 4 días.*

TESIS: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE HENÍO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBESTACIÓN DEL CAMINO NEURAL TALLALÁ - TOROJIBA  
TESISTA: AMÉRICO COLQUE ATENCIO  
ENSAJO: CBR DE LABORATORIO (ASTM D 1583)  
LUGAR: LABORATORIO DE SUELOS UNAP- FICA  
FECHA: 19-08-21  
MUESTRA: SUELO C-3 CH



**FOTO N° 37**

*Control y registro diario de la expansión para todas las muestras compactadas en el ensayo de CBR de laboratorio.*



**FOTO N° 38**

*Colocado del molde con la muestra drenada con sus discos de carga y ubicación del punto inicial de carga en la prensa CBR.*



**FOTO N° 39**

*Ensayo de CBR en la fase de penetración de los especímenes moldeados.*

# **ANEXO 4: RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

## a) PERFIL ESTRATIGRÁFICO



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**(ASTM D 422)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

**1. DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01 / PLATAFORMA KM 00+500  
**MATERIAL:** SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA

**LADO:** IZQUIERDO  
**ESPESOR:** 0.00 - 0.70 m.

**2. ESTRATO**

**E-01**

**3. TAMIZADO**

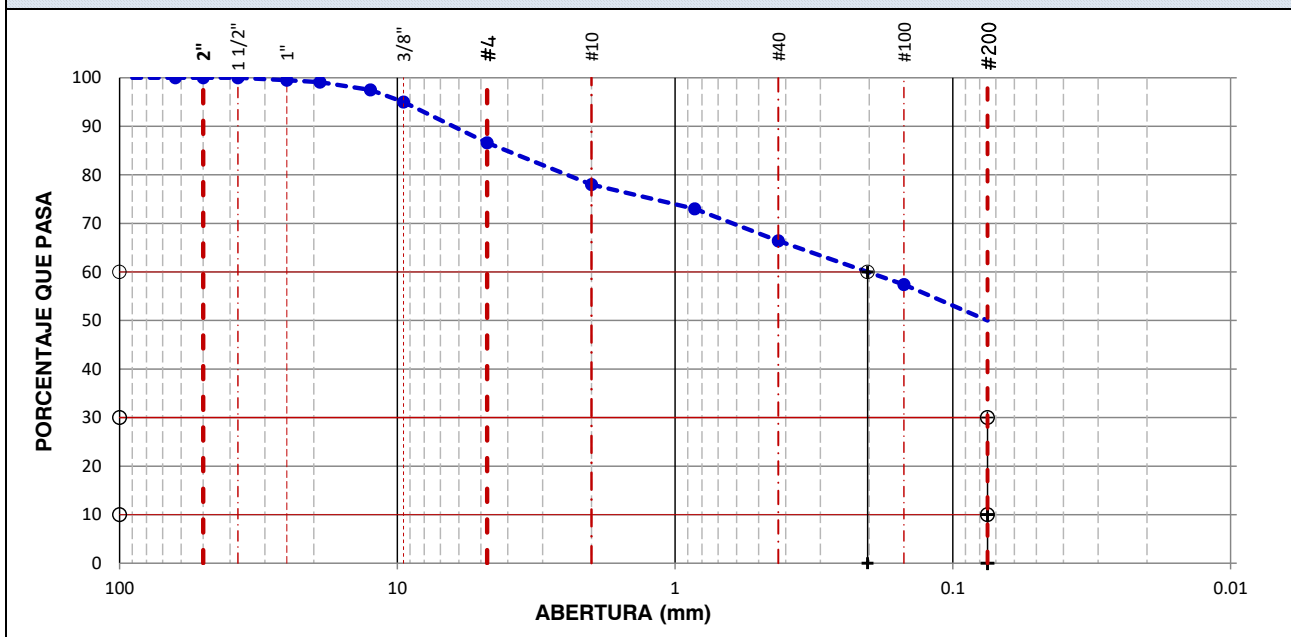
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	% PASANTE	SUELO NATURAL
1	3 1/2"	90.000				
2	3"	75.000				
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	21	0.5	99.5	
7	3/4"	19.000	16	0.4	99.1	
8	1/2"	12.500	64	1.6	97.5	
9	3/8"	9.500	102	2.5	95.0	
10	#4	4.750	338	8.3	86.6	
11	#10	2.000	350.2	8.6	78.0	
12	#20	0.850	201.4	5.0	73.0	
13	#40	0.425	268.9	6.6	66.4	
14	#100	0.150	365.0	9.0	57.4	
15	#200	0.075	298.3	7.4	50.0	
16	Fondo	0.075	2,027.0	50.0		
17						
18						

**4. RESUMEN**

DATOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Peso inicial	4,052 g
Peso muestra lavada y seca	2,025 g
% de Arena:	36.6%
% de Grava:	13.4%
Fracción de suelo < #4	3,511 g
% de Suelo Fino < #200:	50.0%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MÁXIMO	1 1/2"
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Límite Líquido (LL):	36.2 %
Límite Plástico (LP):	19.8 %
Índice Plástico (IP):	16.4 %
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS	CL
AASHTO	A-6
INDICE GRUPO	6

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: **ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD**

**5. CURVA GRANULOMETRICA**



**6. OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- MUESTRA	2.- ESTRATO
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 01 / PLATAFORMA KM 00+500 <b>MATERIAL:</b> SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	<b>LADO:</b> IZQUIERDO <b>ESPESOR:</b> 0.00 - 0.70 m. <b>E-01</b>

3.- DATOS DEL ENSAYO				
Nº DE ENSAYO	M-01	M-02	M-03	-
PESO MATERIAL HUMEDO + TARA (Gr.)	251.5	278.7	243.9	-
PESO MATERIAL SECO + TARA (Gr.)	211.5	235.6	205.4	-
PESO DE TARA (Gr.)	48.4	50.1	50.7	-
PESO DEL AGUA (Gr.)	40.0	43.1	38.5	-
PESO MATERIAL SECO (Gr.)	163.1	185.5	154.7	-
HUMEDAD NATURAL (%)	24.5	23.2	24.9	-
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	24.2			

4.- OBSERVACIONES
* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

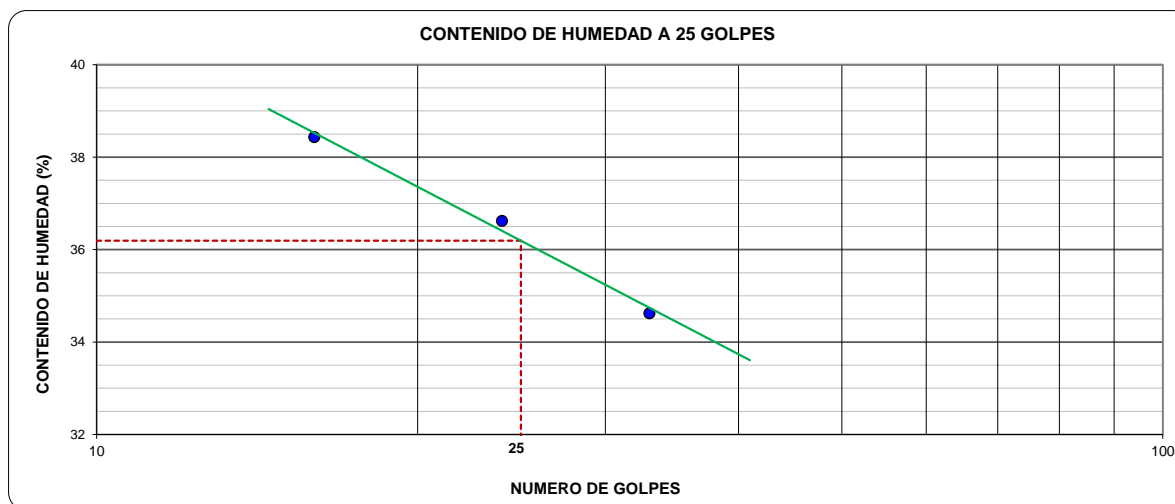
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- ESTRATO
UBICACIÓN: CALICATA 01 / PLATAFORMA KM 00+500	LADO: IZQUIERDO	E-01
MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	ESPESOR: 0.00 - 0.70 m.	

3.-LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-01	C-06	C-10	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	77.05	84.49	75.18	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	62.35	68.19	61.83	-
PESO DE AGUA	(g)	14.70	16.30	13.35	-
PESO DE LA TARA	(g)	24.10	23.68	23.27	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	38.25	44.51	38.56	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38.43	36.62	34.62	-
NUMERO DE GOLPES		16	24	33	

4.-LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-12	T-10	T-15	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	23.52	24.31	24.12	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	21.52	22.15	21.98	
PESO DE LA TARA	(g.)	11.54	11.26	11.04	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.00	2.16	2.14	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	9.98	10.89	10.94	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.04	19.83	19.56	19.81



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	36.2
LIMITE PLASTICO (%)	19.8
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.4

**5.- OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**(ASTM D 422)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

**1. DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 01 / PLATAFORMA KM 00+500  
**MATERIAL:** SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA

**2. ESTRATO**

**LADO:** IZQUIERDO  
**ESPESOR:** 0.70 - 1.50 m.

**E-02**

**3. TAMIZADO**

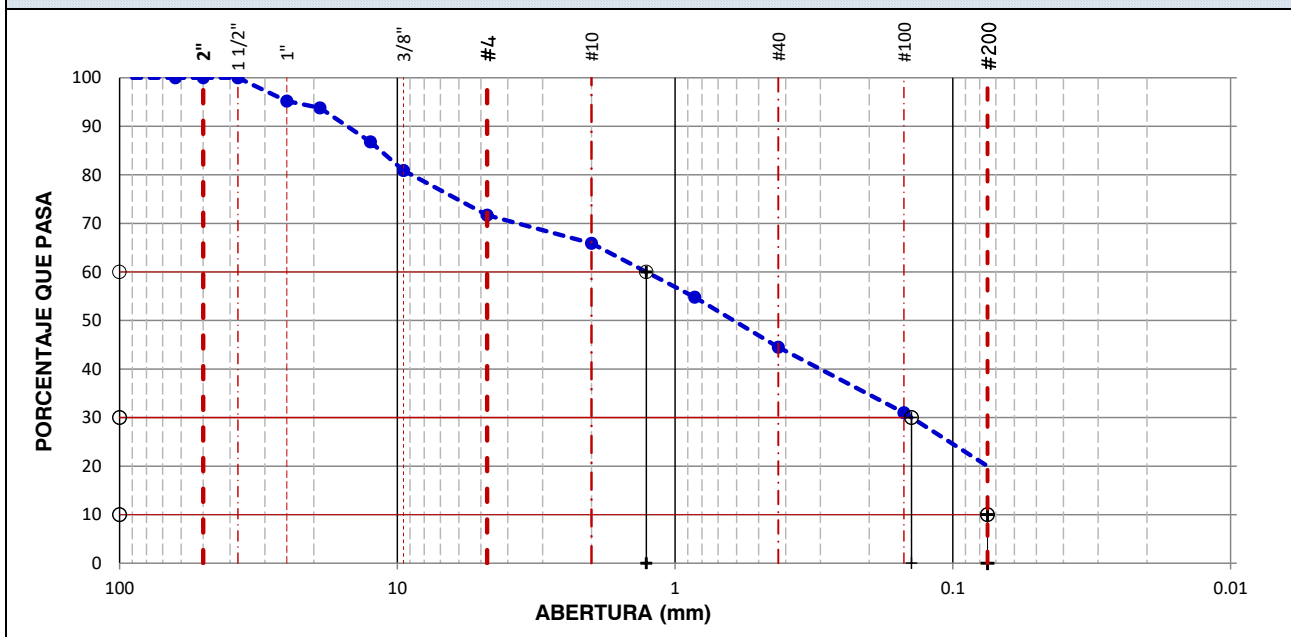
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE		ACUMULADO (%)
	DENOMINACION		PESO (g)	%	SUELO NATURAL		
	ASTM	(mm)			% PASANTE	-	
1	3 1/2"	90.000					
2	3"	75.000					
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		
6	1"	25.000	215	4.8	95.2		
7	3/4"	19.000	65	1.4	93.8		
8	1/2"	12.500	315	7.0	86.8		
9	3/8"	9.500	265	5.9	80.9		
10	#4	4.750	415	9.2	71.7		
11	#10	2.000	265.0	5.9	65.9		
12	#20	0.850	498.1	11.0	54.8		
13	#40	0.425	465.6	10.3	44.5		
14	#100	0.150	610.0	13.5	31.0		
15	#200	0.075	495.2	11.0	20.0		
16	Fondo	0.075	901.0	20.0			
17							
18							

**4. RESUMEN**

DATOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Peso inicial	4,510 g
Peso muestra lavada y seca	3,609 g
% de Arena:	51.7%
% de Grava:	28.3%
Fracción de suelo < #4	3,235 g
% de Suelo Fino < #200:	20.0%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MÁXIMO	1 1/2"
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Límite Líquido (LL):	NP
Límite Plástico (LP):	NP
Índice Plástico (IP):	NP
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS	SM
AASHTO	A-1-b
INDICE GRUPO	0

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: ARENA LIMOSA CON GRAVA

**5. CURVA GRANULOMETRICA**



**6. OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.





**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- MUESTRA	2.- ESTRATO
UBICACIÓN: CALICATA 01 / PLATAFORMA KM 00+500 MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	LADO: IZQUIERDO ESPESOR: 0.70 - 1.50 m.  E-02

3.- DATOS DEL ENSAYO				
Nº DE ENSAYO	M-01	M-02	M-03	-
PESO MATERIAL HUMEDO + TARA (Gr.)	301.9	292.5	330.4	-
PESO MATERIAL SECO + TARA (Gr.)	245.6	240.1	268.3	-
PESO DE TARA (Gr.)	51.2	50.5	51.8	-
PESO DEL AGUA (Gr.)	56.3	52.4	62.1	-
PESO MATERIAL SECO (Gr.)	194.4	189.6	216.5	-
HUMEDAD NATURAL (%)	29.0	27.6	28.7	-
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	28.4			

4.- OBSERVACIONES
* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D 422)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

**1. DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000  
MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA

LADO: DERECHO  
ESPESOR: 0.00 - 1.20 m.

**2. ESTRATO**

E-01

**3. TAMIZADO**

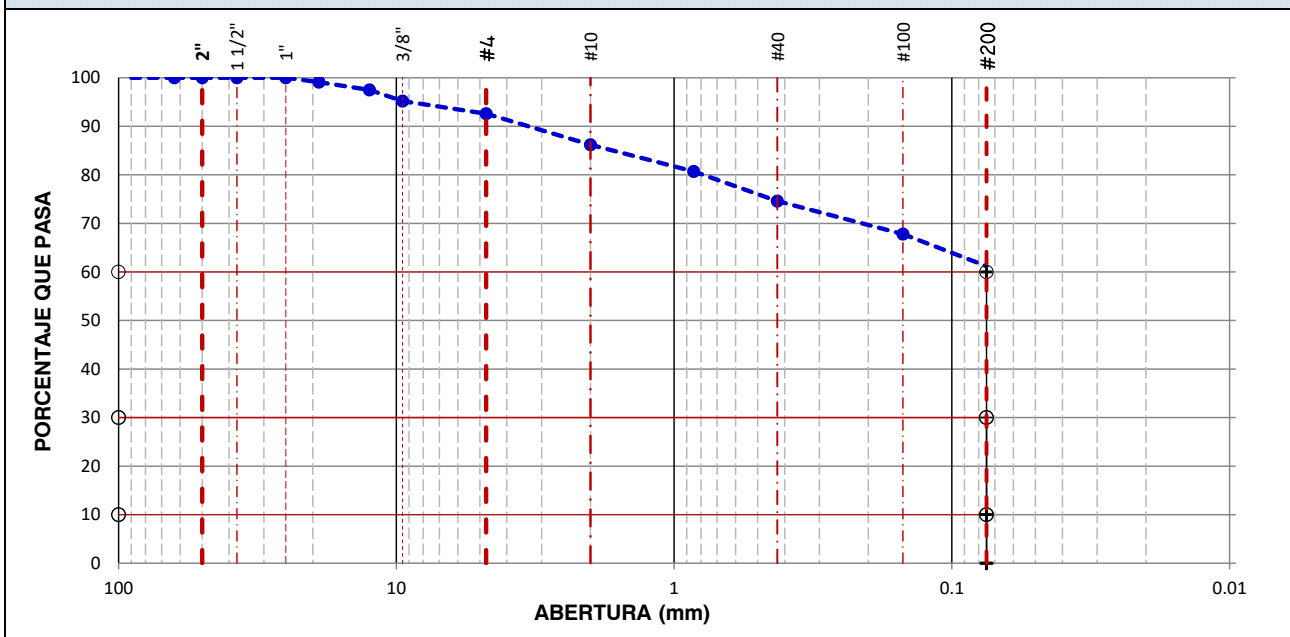
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	% PASANTE	SUELO NATURAL
1	3 1/2"	90.000				
2	3"	75.000				
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	35	0.9	99.1	
8	1/2"	12.500	62	1.6	97.5	
9	3/8"	9.500	86	2.2	95.2	
10	#4	4.750	103	2.7	92.6	
11	#10	2.000	245.0	6.4	86.2	
12	#20	0.850	210.2	5.5	80.7	
13	#40	0.425	235.1	6.1	74.6	
14	#100	0.150	261.7	6.8	67.8	
15	#200	0.075	253.2	6.6	61.2	
16	Fondo	0.075	2,354.0	61.2		
17						
18						

**4. RESUMEN**

DATOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Peso inicial	3,845 g
Peso muestra lavada y seca	1,491 g
% de Arena:	31.3%
% de Grava:	7.4%
Fracción de suelo < #4	3,559 g
% de Suelo Fino < #200:	61.2%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MÁXIMO	1"
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Límite Líquido (LL):	38.0 %
Límite Plástico (LP):	20.4 %
Índice Plástico (IP):	17.5 %
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS	CL
AASHTO	A-6
INDICE GRUPO	8

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD

**5. CURVA GRANULOMETRICA**



**6. OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- MUESTRA	2.- ESTRATO
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 <b>MATERIAL:</b> SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	<b>LADO:</b> DERECHO <b>ESPESOR:</b> 0.00 - 1.20 m. <b>E-01</b>

3.- DATOS DEL ENSAYO				
Nº DE ENSAYO	M-01	M-02	M-03	-
PESO MATERIAL HUMEDO + TARA (Gr.)	235.6	219.8	227.9	-
PESO MATERIAL SECO + TARA (Gr.)	196.0	183.4	189.4	-
PESO DE TARA (Gr.)	51.2	45.3	49.5	-
PESO DEL AGUA (Gr.)	39.6	36.4	38.5	-
PESO MATERIAL SECO (Gr.)	144.8	138.1	139.9	-
HUMEDAD NATURAL (%)	27.3	26.4	27.5	-
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	27.1			

4.- OBSERVACIONES
* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

**1.- DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000

LADO: DERECHO

MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA

ESPESOR: 0.00 - 1.20 m.

**2.- ESTRATO**

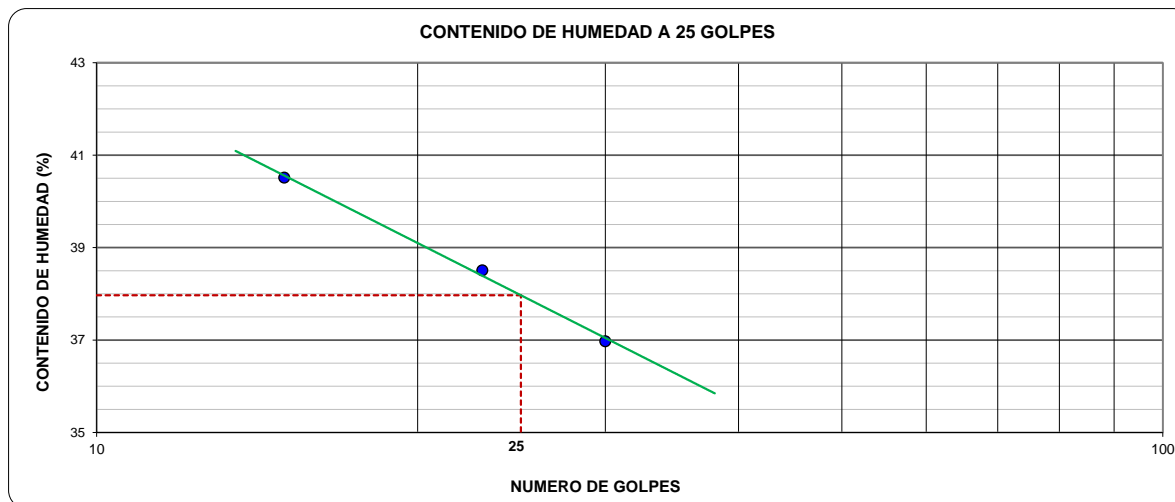
E-01

**3.-LIMITE LIQUIDO**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
		C-05	C-26	C-11	-
Nº CAPSULA	ID	C-05	C-26	C-11	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	62.46	60.99	60.63	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	51.25	50.62	50.54	-
PESO DE AGUA	(g)	11.21	10.37	10.09	-
PESO DE LA TARA	(g)	23.58	23.69	23.25	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	27.67	26.93	27.29	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	40.51	38.51	36.97	-
NUMERO DE GOLPES		15	23	30	

**4.-LIMITE PLÁSTICO**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
		T-06	T-02	T-14	
Nº TARRO	ID	T-06	T-02	T-14	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	20.10	21.49	21.96	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	18.50	19.60	20.13	
PESO DE LA TARA	(g.)	10.59	10.38	11.24	
PESO DEL AGUA	(g.)	1.60	1.89	1.83	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	7.91	9.22	8.89	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.23	20.50	20.58	20.44



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	37.97
LIMITE PLASTICO (%)	20.44
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.53

**5.- OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**(ASTM D 422)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

**1. DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000  
**MATERIAL:** SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA

**LADO:** DERECHO  
**ESPESOR:** 1.20 - 1.50 m.

**2. ESTRATO**

**E-02**

**3. TAMIZADO**

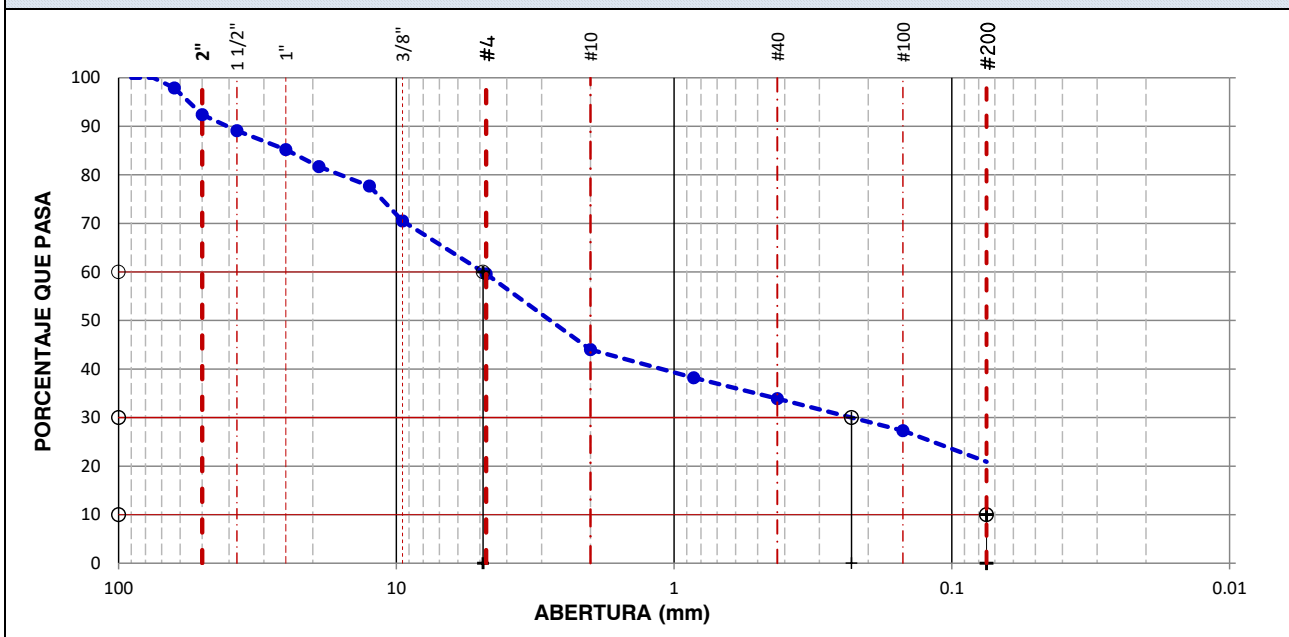
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE		ACUMULADO (%)
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	% PASANTE	SUELO NATURAL	
1	3 1/2"	90.000				-	
2	3"	75.000				-	
3	2 1/2"	63.000	95	2.1	97.9	-	
4	2"	50.000	253	5.5	92.4	-	
5	1 1/2"	37.500	150	3.3	89.1	-	
6	1"	25.000	175	3.8	85.2	-	
7	3/4"	19.000	162	3.6	81.7	-	
8	1/2"	12.500	184	4.0	77.7	-	
9	3/8"	9.500	326	7.1	70.5	-	
10	#4	4.750	498	10.9	59.6	-	
11	#10	2.000	712.5	15.6	44.0	-	
12	#20	0.850	265.8	5.8	38.2	-	
13	#40	0.425	195.4	4.3	33.9	-	
14	#100	0.150	301.5	6.6	27.3	-	
15	#200	0.075	288.7	6.3	20.9	-	
16	Fondo	0.075	955.0	20.9		-	
17						-	
18						-	

**4. RESUMEN**

DATOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Peso inicial	4,562 g
Peso muestra lavada y seca	3,607 g
% de Arena:	38.7%
% de Grava:	40.4%
Fracción de suelo < #4	2,719 g
% de Suelo Fino < #200:	20.9%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MÁXIMO	3"
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Límite Líquido (LL):	NP
Límite Plástico (LP):	NP
Índice Plástico (IP):	NP
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS	GM
AASHTO	A-1-b
INDICE GRUPO	0

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: GRAVA LIMOSA CON ARENA

**5. CURVA GRANULOMETRICA**



**6. OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- MUESTRA	2.- ESTRATO
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 <b>MATERIAL:</b> SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	<b>LADO:</b> DERECHO <b>ESPESOR:</b> 1.20 - 1.50 m. <b>E-02</b>

3.- DATOS DEL ENSAYO				
Nº DE ENSAYO	M-01	M-02	M-03	-
PESO MATERIAL HUMEDO + TARA (Gr.)	391.4	459.9	446.2	-
PESO MATERIAL SECO + TARA (Gr.)	312.5	362.1	350.4	-
PESO DE TARA (Gr.)	52.6	51.3	52.0	-
PESO DEL AGUA (Gr.)	78.9	97.8	95.8	-
PESO MATERIAL SECO (Gr.)	259.9	310.8	298.4	-
HUMEDAD NATURAL (%)	30.4	31.5	32.1	-
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	31.3			

4.- OBSERVACIONES
* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D 422)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

**1. DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)

MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA

LADO: IZQUIERDO

ESPESOR: 0.00 - 1.50 m.

**2. ESTRATO**

E-01

**3. TAMIZADO**

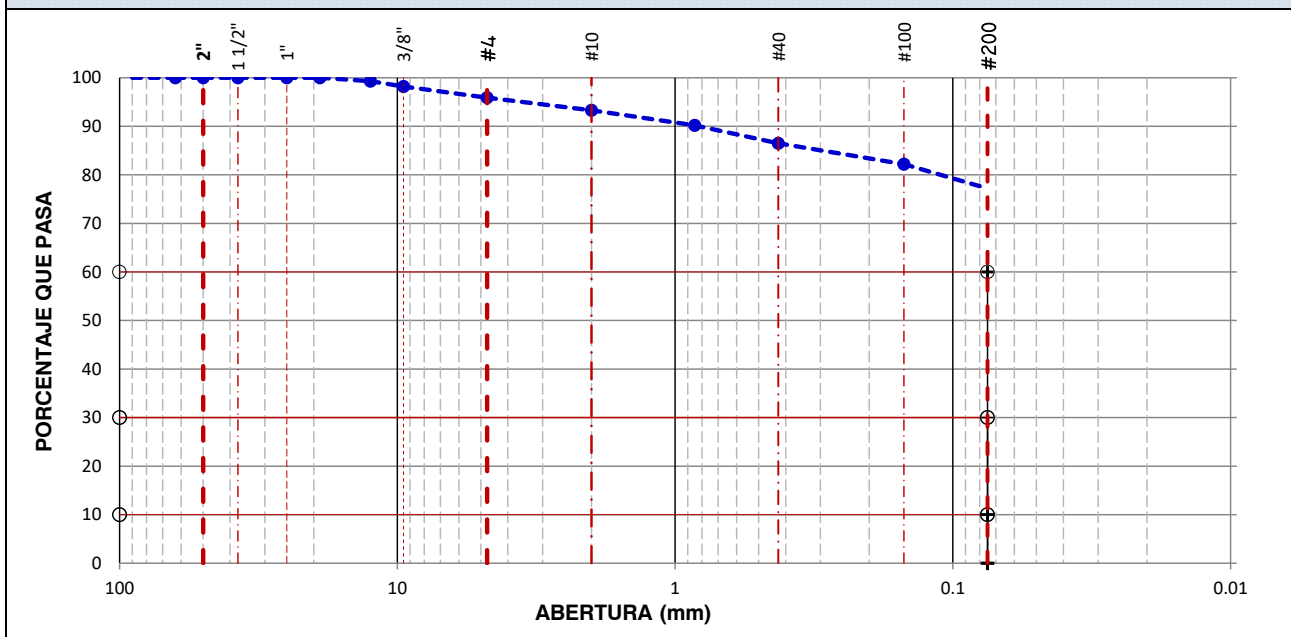
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	% PASANTE	SUELO NATURAL
1	3 1/2"	90.000				-
2	3"	75.000				
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0	
8	1/2"	12.500	29	0.7	99.3	
9	3/8"	9.500	46	1.1	98.2	
10	#4	4.750	94	2.3	95.9	
11	#10	2.000	105.4	2.6	93.3	
12	#20	0.850	126.8	3.1	90.2	
13	#40	0.425	151.7	3.7	86.5	
14	#100	0.150	178.5	4.3	82.2	
15	#200	0.075	205.6	5.0	77.2	
16	Fondo	0.075	3,168.2	77.2		
17						
18						

**4. RESUMEN**

DATOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Peso inicial	4,105 g
Peso muestra lavada y seca	937 g
% de Arena:	18.7%
% de Grava:	4.1%
Fracción de suelo < #4	3,936 g
% de Suelo Fino < #200:	77.2%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MÁXIMO	3/4"
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Límite Líquido (LL):	51.5 %
Límite Plástico (LP):	18.4 %
Índice Plástico (IP):	33.1 %
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS	CH
AASHTO	A-7-6
INDICE GRUPO	14

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD CON ARENA

**5. CURVA GRANULOMETRICA**



**6. OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- MUESTRA	2.- ESTRATO
UBICACIÓN: CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I) MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	LADO: IZQUIERDO ESPESOR: 0.00 - 1.50 m.  E-01

3.- DATOS DEL ENSAYO				
Nº DE ENSAYO	M-01	M-02	M-03	-
PESO MATERIAL HUMEDO + TARA (Gr.)	237.8	233.5	215.1	-
PESO MATERIAL SECO + TARA (Gr.)	201.4	195.5	181.0	-
PESO DE TARA (Gr.)	52.8	49.7	45.2	-
PESO DEL AGUA (Gr.)	36.4	38.0	34.1	-
PESO MATERIAL SECO (Gr.)	148.6	145.8	135.8	-
HUMEDAD NATURAL (%)	24.5	26.1	25.1	-
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	25.2			

4.- OBSERVACIONES
* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.





**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

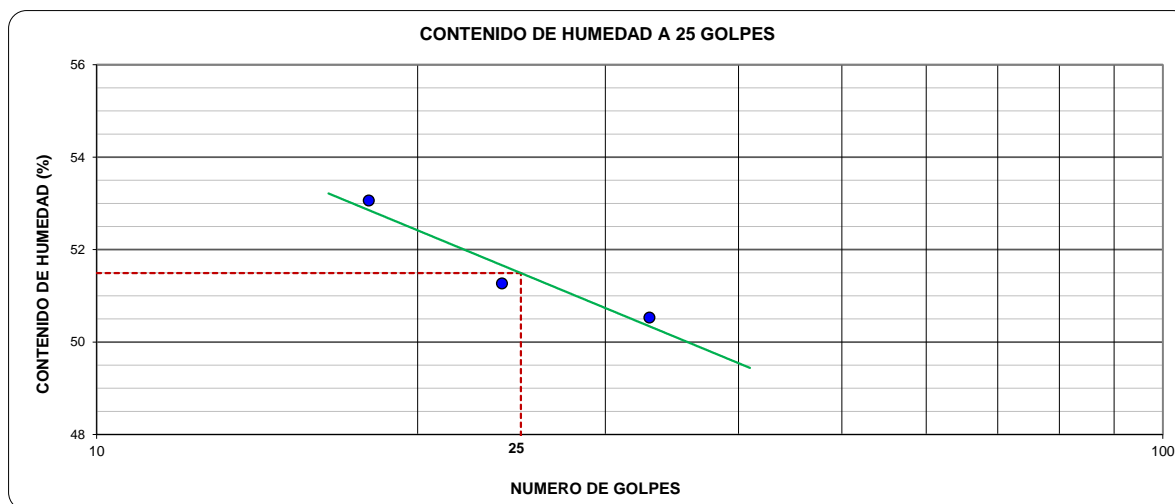
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- ESTRATO
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>LADO:</b> IZQUIERDO	<b>E-01</b>
<b>MATERIAL:</b> SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	<b>ESPESOR:</b> 0.00 - 1.50 m.	

3.-LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-06	C-08	C-05	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	43.83	37.94	40.11	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	35.51	31.67	33.41	-
PESO DE AGUA	(g)	8.32	6.27	6.70	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.83	19.44	20.15	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	15.68	12.23	13.26	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	53.06	51.27	50.53	-
NUMERO DE GOLPES		18	24	33	

4.-LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-09	T-21	T-15	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	27.12	27.49	29.41	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	25.93	26.01	28.15	
PESO DE LA TARA	(g.)	19.65	18.05	21.03	
PESO DEL AGUA	(g.)	1.19	1.48	1.26	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	6.28	7.96	7.12	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.95	18.59	17.70	18.41



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	51.49
LIMITE PLASTICO (%)	18.41
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	33.08

**5.- OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D 422)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

**1. DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 04 / PLATAFORMA KM 02+000  
MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA

**2. ESTRATO**

LADO: DERECHO  
ESPESOR: 0.00 - 0.50 m.

E-01

**3. TAMIZADO**

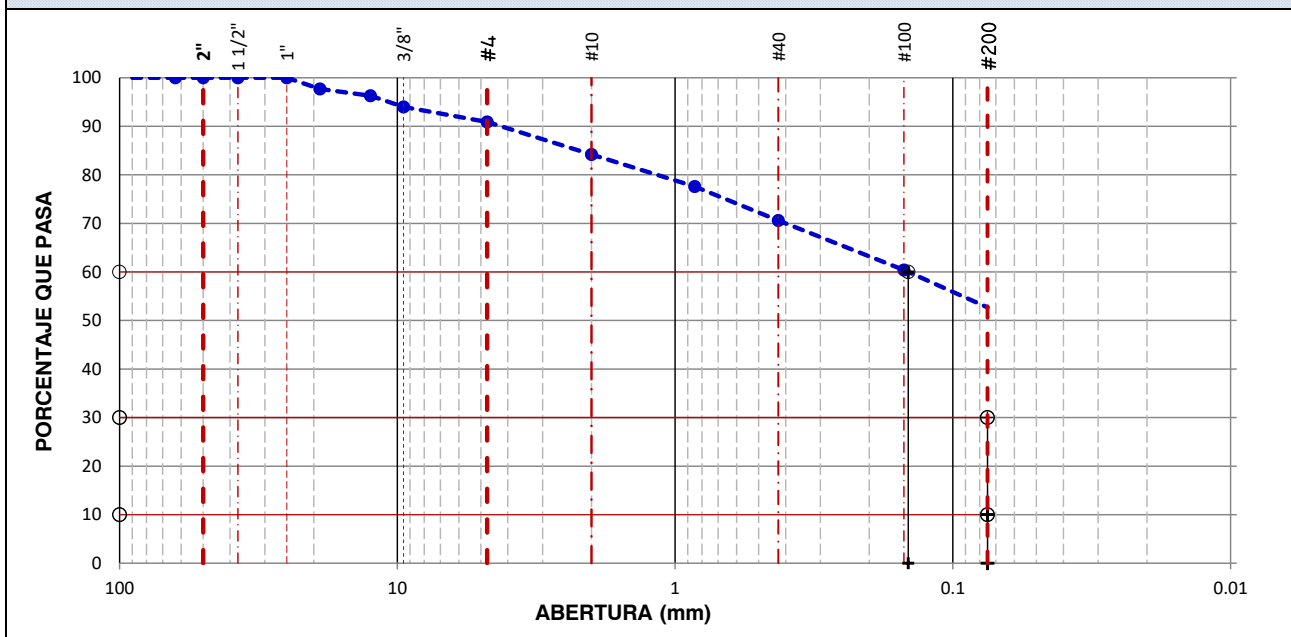
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	% PASANTE	SUELO NATURAL
1	3 1/2"	90.000				-
2	3"	75.000				
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	95	2.3	97.7	
8	1/2"	12.500	54	1.3	96.3	
9	3/8"	9.500	95	2.3	94.0	
10	#4	4.750	125	3.1	90.9	
11	#10	2.000	274.5	6.8	84.2	
12	#20	0.850	265.1	6.5	77.6	
13	#40	0.425	285.1	7.0	70.6	
14	#100	0.150	415.2	10.2	60.4	
15	#200	0.075	312.6	7.7	52.7	
16	Fondo	0.075	2,141.0	52.7		
17						
18						

**4. RESUMEN**

DATOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Peso inicial	4,062 g
Peso muestra lavada y seca	1,921 g
% de Arena:	38.2%
% de Grava:	9.1%
Fracción de suelo < #4	3,693 g
% de Suelo Fino < #200:	52.7%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MÁXIMO	1"
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Límite Líquido (LL):	35.2 %
Límite Plástico (LP):	20.6 %
Índice Plástico (IP):	14.6 %
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS	CL
AASHTO	A-6
INDICE GRUPO	5

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD

**5. CURVA GRANULOMETRICA**



**6. OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- MUESTRA	2.- ESTRATO
UBICACIÓN: CALICATA 04 / PLATAFORMA KM 02+000 MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	LADO: DERECHO ESPESOR: 0.00 - 0.50 m.  E-01

3.- DATOS DEL ENSAYO				
Nº DE ENSAYO	M-01	M-02	M-03	-
PESO MATERIAL HUMEDO + TARA (Gr.)	239.6	221.9	252.7	-
PESO MATERIAL SECO + TARA (Gr.)	201.2	189.2	212.4	-
PESO DE TARA (Gr.)	46.2	49.7	48.3	-
PESO DEL AGUA (Gr.)	38.4	32.7	40.3	-
PESO MATERIAL SECO (Gr.)	155.0	139.5	164.1	-
HUMEDAD NATURAL (%)	24.8	23.4	24.6	-
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	24.3			

4.- OBSERVACIONES
* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

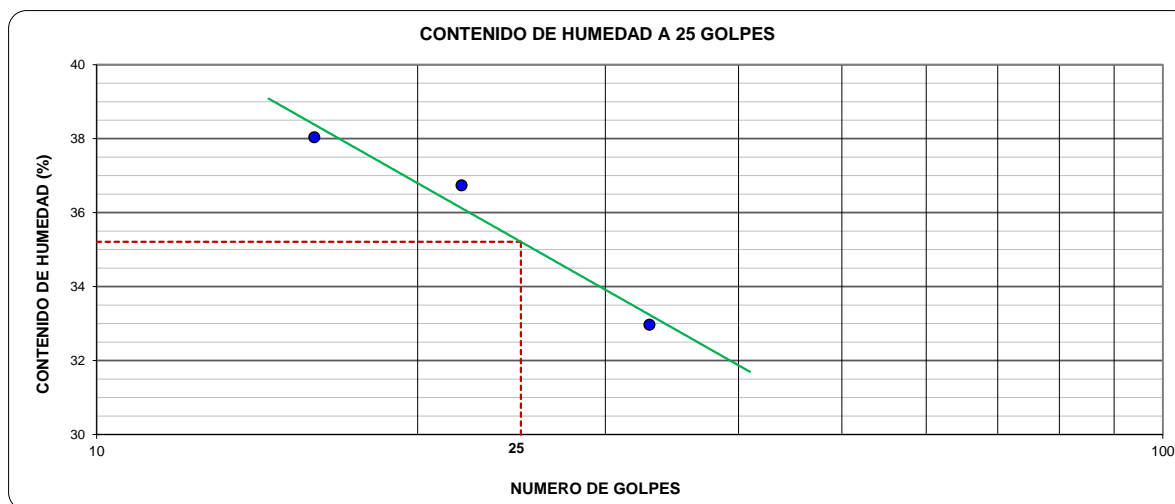
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- ESTRATO
UBICACIÓN: CALICATA 04 / PLATAFORMA KM 02+000	LADO: DERECHO	E-01
MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	ESPESOR: 0.00 - 0.50 m.	

3.-LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-02	C-05	C-03	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	64.21	60.24	66.09	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	52.62	50.24	55.32	-
PESO DE AGUA	(g)	11.59	10.00	10.77	-
PESO DE LA TARA	(g)	22.15	23.02	22.65	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	30.47	27.22	32.67	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38.04	36.74	32.97	-
NUMERO DE GOLPES		16	22	33	

4.-LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-06	T-02	T-14	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	21.50	22.04	20.45	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	19.62	20.31	18.90	
PESO DE LA TARA	(g.)	11.32	11.56	10.95	
PESO DEL AGUA	(g.)	1.88	1.73	1.55	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	8.30	8.75	7.95	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.65	19.77	19.50	20.64



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	35.2
LIMITE PLASTICO (%)	20.6
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	14.6

**5.- OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D 422)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

**1. DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 04 / PLATAFORMA KM 02+000  
MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA

**2. ESTRATO**

LADO: DERECHO  
ESPESOR: 0.50 - 1.50 m.

E-02

**3. TAMIZADO**

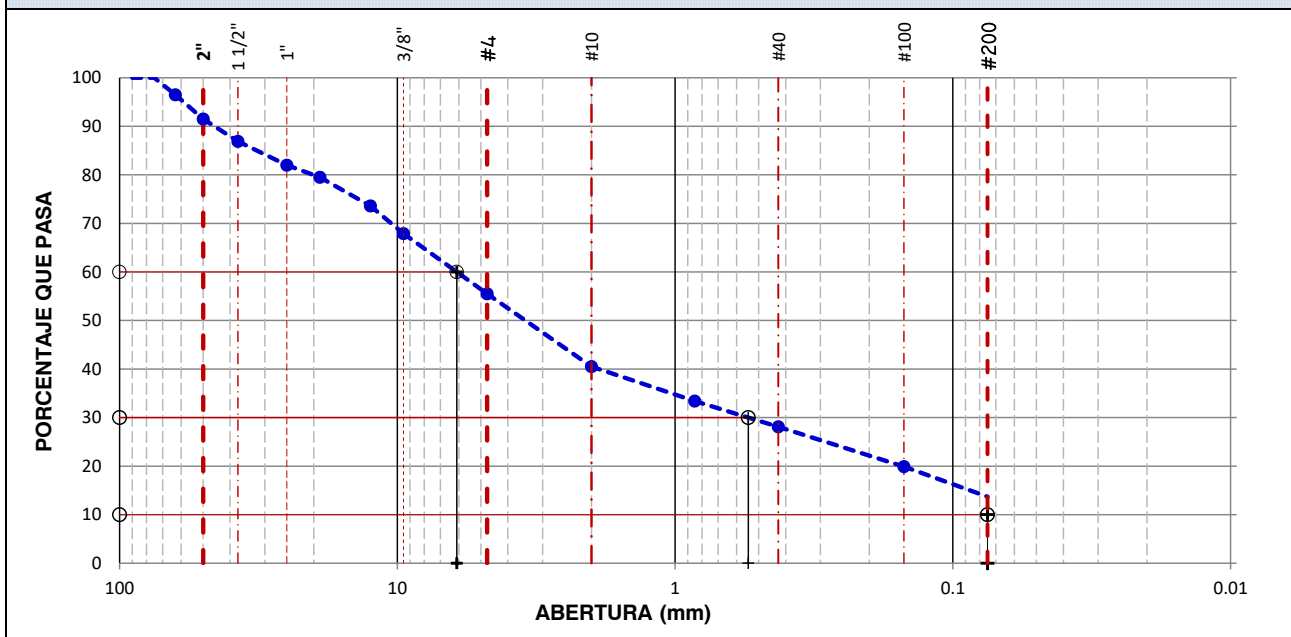
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	% PASANTE	-
1	3 1/2"	90.000				
2	3"	75.000				
3	2 1/2"	63.000	151	3.5	96.5	
4	2"	50.000	212	5.0	91.5	
5	1 1/2"	37.500	195	4.6	86.9	
6	1"	25.000	210	4.9	82.0	
7	3/4"	19.000	105	2.5	79.5	
8	1/2"	12.500	251	5.9	73.6	
9	3/8"	9.500	246	5.8	67.9	
10	#4	4.750	528	12.4	55.5	
11	#10	2.000	638.1	15.0	40.5	
12	#20	0.850	302.5	7.1	33.4	
13	#40	0.425	225.2	5.3	28.1	
14	#100	0.150	348.9	8.2	19.9	
15	#200	0.075	265.0	6.2	13.7	
16	Fondo	0.075	584.0	13.7		
17						
18						

**4. RESUMEN**

DATOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Peso inicial	4,262 g
Peso muestra lavada y seca	3,678 g
% de Arena:	41.8%
% de Grava:	44.5%
Fracción de suelo < #4	2,364 g
% de Suelo Fino < #200:	13.7%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MÁXIMO	3"
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Límite Líquido (LL):	NP
Límite Plástico (LP):	NP
Índice Plástico (IP):	NP
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS	GM
AASHTO	A-1-a
INDICE GRUPO	0

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: GRAVA LIMOSA CON ARENA

**5. CURVA GRANULOMETRICA**



**6. OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- MUESTRA	2.- ESTRATO
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 04 / PLATAFORMA KM 02+000 <b>MATERIAL:</b> SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	<b>LADO:</b> DERECHO <b>ESPESOR:</b> 0.50 - 1.50 m. <b>E-02</b>

3.- DATOS DEL ENSAYO				
Nº DE ENSAYO	M-01	M-02	M-03	-
PESO MATERIAL HUMEDO + TARA (Gr.)	365.0	349.1	360.7	-
PESO MATERIAL SECO + TARA (Gr.)	295.6	280.3	291.0	-
PESO DE TARA (Gr.)	51.2	51.7	50.9	-
PESO DEL AGUA (Gr.)	69.4	68.8	69.7	-
PESO MATERIAL SECO (Gr.)	244.4	228.6	240.1	-
HUMEDAD NATURAL (%)	28.4	30.1	29.0	-
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	29.2			

4.- OBSERVACIONES
* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**(ASTM D 422)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

**1. DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 05 / PLATAFORMA KM 02+500  
**MATERIAL:** SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA

**LADO:** IZQUIERDO  
**ESPESOR:** 0.00 - 1.00 m.

**2. ESTRATO**

**E-01**

**3. TAMIZADO**

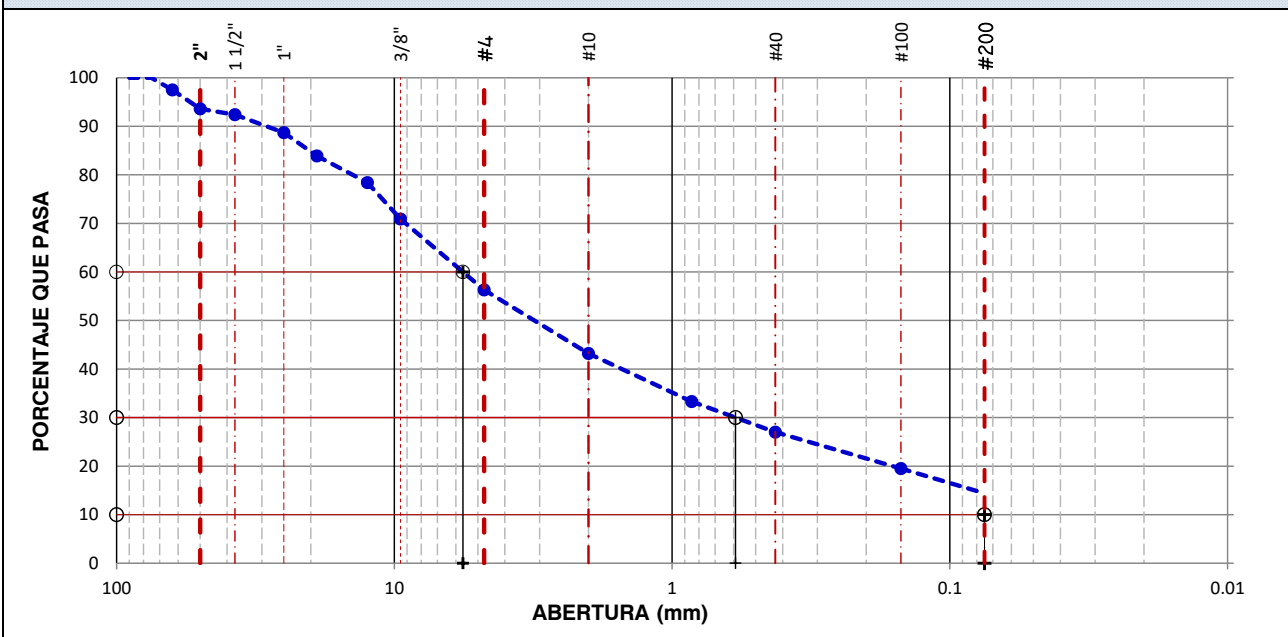
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE		ACUMULADO (%)
	DENOMINACION		PESO (g)	%	SUELO NATURAL		
	ASTM	(mm)			% PASANTE	-	
1	3 1/2"	90.000					
2	3"	75.000					
3	2 1/2"	63.000	104	2.5	97.5		
4	2"	50.000	162	3.9	93.6		
5	1 1/2"	37.500	50	1.2	92.4		
6	1"	25.000	156	3.7	88.7		
7	3/4"	19.000	201	4.8	83.9		
8	1/2"	12.500	230	5.5	78.4		
9	3/8"	9.500	312	7.5	70.9		
10	#4	4.750	610	14.6	56.3		
11	#10	2.000	548.2	13.1	43.2		
12	#20	0.850	412.0	9.9	33.3		
13	#40	0.425	265.1	6.3	27.0		
14	#100	0.150	312.0	7.5	19.5		
15	#200	0.075	212.5	5.1	14.4		
16	Fondo	0.075	602.0	14.4			
17							
18							

**4. RESUMEN**

DATOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Peso inicial	4,177 g
Peso muestra lavada y seca	3,575 g
% de Arena:	41.9%
% de Grava:	43.7%
Fracción de suelo < #4	2,352 g
% de Suelo Fino < #200:	14.4%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MÁXIMO	3"
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Límite Líquido (LL):	NP
Límite Plástico (LP):	NP
Índice Plástico (IP):	NP
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS	GM
AASHTO	A-1-a
INDICE GRUPO	0

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: GRAVA LIMOSA CON ARENA

**5. CURVA GRANULOMETRICA**



**6. OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- MUESTRA	2.- ESTRATO
UBICACIÓN: CALICATA 05 / PLATAFORMA KM 02+500 MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	LADO: IZQUIERDO ESPESOR: 0.00 - 1.00 m.  E-01

3.- DATOS DEL ENSAYO				
Nº DE ENSAYO	M-01	M-02	M-03	-
PESO MATERIAL HUMEDO + TARA (Gr.)	425.5	364.1	412.9	-
PESO MATERIAL SECO + TARA (Gr.)	345.6	295.7	338.1	-
PESO DE TARA (Gr.)	50.8	50.3	51.2	-
PESO DEL AGUA (Gr.)	79.9	68.4	74.8	-
PESO MATERIAL SECO (Gr.)	294.8	245.4	286.9	-
HUMEDAD NATURAL (%)	27.1	27.9	26.1	-
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	27.0			

4.- OBSERVACIONES
* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.





**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D 422)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

**1. DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 05 / PLATAFORMA KM 02+500  
MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA

**2. ESTRATO**

LADO: IZQUIERDO  
ESPESOR: 1.00 - 1.50 m.

E-02

**3. TAMIZADO**

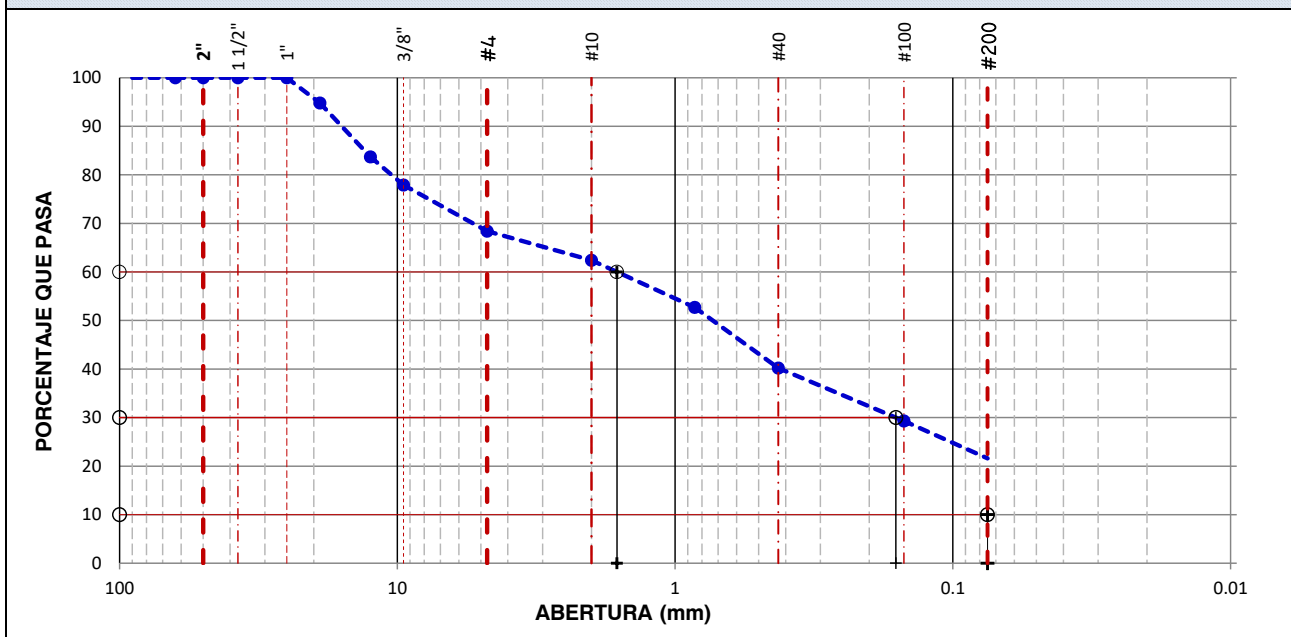
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
	DENOMINACION		PESO (g)	%	SUELO NATURAL	
	ASTM	(mm)			% PASANTE	-
1	3 1/2"	90.000				
2	3"	75.000				
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	215	5.2	94.8	
8	1/2"	12.500	465	11.2	83.7	
9	3/8"	9.500	241	5.8	77.9	
10	#4	4.750	395	9.5	68.4	
11	#10	2.000	250.3	6.0	62.4	
12	#20	0.850	403.1	9.7	52.7	
13	#40	0.425	520.1	12.5	40.2	
14	#100	0.150	450.8	10.8	29.3	
15	#200	0.075	320.1	7.7	21.6	
16	Fondo	0.075	901.0	21.7		
17						
18						

**4. RESUMEN**

DATOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Peso inicial	4,161 g
Peso muestra lavada y seca	3,260 g
% de Arena:	46.7% 1,944 g
% de Grava:	31.6% 1,316 g
Fracción de suelo < #4	2,845 g
% de Suelo Fino < #200:	21.6% 901 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MÁXIMO	1"
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Límite Líquido (LL):	NP
Límite Plástico (LP):	NP
Índice Plástico (IP):	NP
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS	SM
AASHTO	A-1-b
INDICE GRUPO	0

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: ARENA LIMOSA CON GRAVA

**5. CURVA GRANULOMETRICA**



**6. OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- MUESTRA	2.- ESTRATO
UBICACIÓN: CALICATA 05 / PLATAFORMA KM 02+500 MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	LADO: IZQUIERDO ESPESOR: 1.00 - 1.50 m.  E-02

3.- DATOS DEL ENSAYO				
Nº DE ENSAYO	M-01	M-02	M-03	-
PESO MATERIAL HUMEDO + TARA (Gr.)	346.0	285.9	350.1	-
PESO MATERIAL SECO + TARA (Gr.)	265.3	224.1	268.9	-
PESO DE TARA (Gr.)	49.2	51.3	51.7	-
PESO DEL AGUA (Gr.)	80.7	61.8	81.2	-
PESO MATERIAL SECO (Gr.)	216.1	172.8	217.3	-
HUMEDAD NATURAL (%)	37.3	35.8	37.4	-
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	36.8			

4.- OBSERVACIONES
* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**(ASTM D 422)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

**1. DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN:** CALICATA 06 / PLATAFORMA KM 03+000  
**MATERIAL:** SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA

**2. ESTRATO**

**LADO:** DERECHO  
**ESPESOR:** 0.00 - 1.50 m.

**E-01**

**3. TAMIZADO**

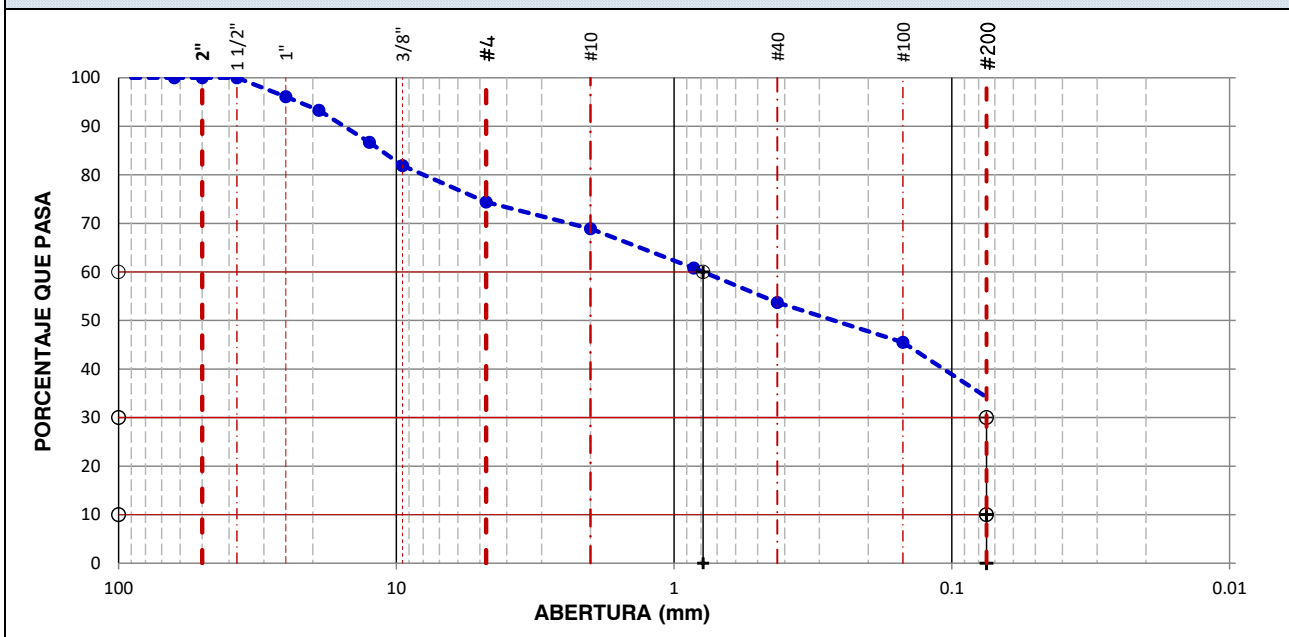
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
	DENOMINACION		PESO (g)	%	SUELO NATURAL	
	ASTM	(mm)			% PASANTE	-
1	3 1/2"	90.000				
2	3"	75.000				
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	161	3.9	96.1	
7	3/4"	19.000	112	2.7	93.3	
8	1/2"	12.500	273	6.7	86.7	
9	3/8"	9.500	196	4.8	81.9	
10	#4	4.750	308	7.5	74.4	
11	#10	2.000	227.5	5.5	68.9	
12	#20	0.850	332.1	8.1	60.8	
13	#40	0.425	291.6	7.1	53.7	
14	#100	0.150	335.4	8.2	45.5	
15	#200	0.075	461.8	11.3	34.2	
16	Fondo	0.075	1,404.0	34.2		
17						
18						

**4. RESUMEN**

DATOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Peso inicial	4,102 g
Peso muestra lavada y seca	2,698 g
% de Arena:	40.2%
% de Grava:	25.6%
Fracción de suelo < #4	3,052 g
% de Suelo Fino < #200:	34.2%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MÁXIMO	1 1/2"
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Límite Líquido (LL):	21.2 %
Límite Plástico (LP):	19.7 %
Índice Plástico (IP):	1.5 %
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS	SM
AASHTO	A-2-4
INDICE GRUPO	0

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: ARENA LIMOSA CON GRAVA

**5. CURVA GRANULOMETRICA**



**6. OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- MUESTRA	2.- ESTRATO
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 06 / PLATAFORMA KM 03+000 <b>MATERIAL:</b> SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	<b>LADO:</b> DERECHO <b>ESPESOR:</b> 0.00 - 1.50 m. <b>E-01</b>

3.- DATOS DEL ENSAYO				
Nº DE ENSAYO	M-01	M-02	M-03	-
PESO MATERIAL HUMEDO + TARA (Gr.)	264.9	278.3	283.8	-
PESO MATERIAL SECO + TARA (Gr.)	210.3	218.5	224.2	-
PESO DE TARA (Gr.)	50.1	49.2	48.6	-
PESO DEL AGUA (Gr.)	54.6	59.8	59.6	-
PESO MATERIAL SECO (Gr.)	160.2	169.3	175.6	-
HUMEDAD NATURAL (%)	34.1	35.3	33.9	-
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	34.4			

4.- OBSERVACIONES
* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

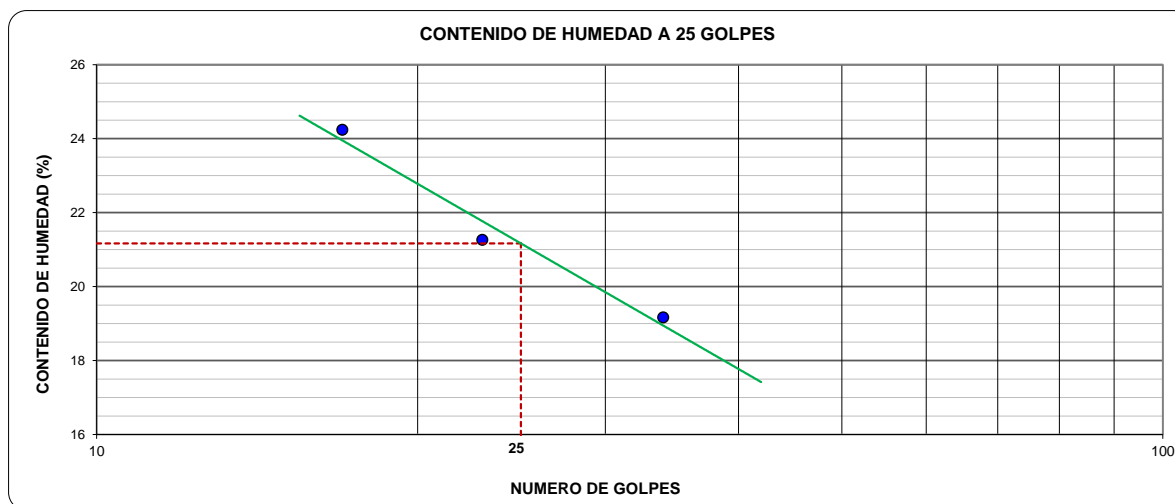
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- ESTRATO
UBICACIÓN: CALICATA 06 / PLATAFORMA KM 03+000	LADO DERECHO	E-01
MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	ESPESOR: 0.00 - 1.50 m.	

3.-LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-12	C-05	C-10	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	59.51	60.12	57.09	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	52.72	53.85	51.75	-
PESO DE AGUA	(g)	6.79	6.27	5.34	-
PESO DE LA TARA	(g)	24.71	24.36	23.89	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	28.01	29.49	27.86	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.24	21.26	19.17	-
NUMERO DE GOLPES		17	23	34	

4.-LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-03	T-05	T-02	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	26.89	33.37	33.21	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	24.25	29.60	29.60	
PESO DE LA TARA	(g.)	11.10	10.66	10.66	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.64	3.77	3.61	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	13.15	18.94	18.94	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.08	19.90	19.06	19.68



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	21.2
LIMITE PLASTICO (%)	19.7
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	1.5

**5.- OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D 422)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

**1. DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 07 / PLATAFORMA KM 03+500  
MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA

**2. ESTRATO**

LADO: IZQUIERDO  
ESPESOR: 0.00 - 0.40 m.

E-01

**3. TAMIZADO**

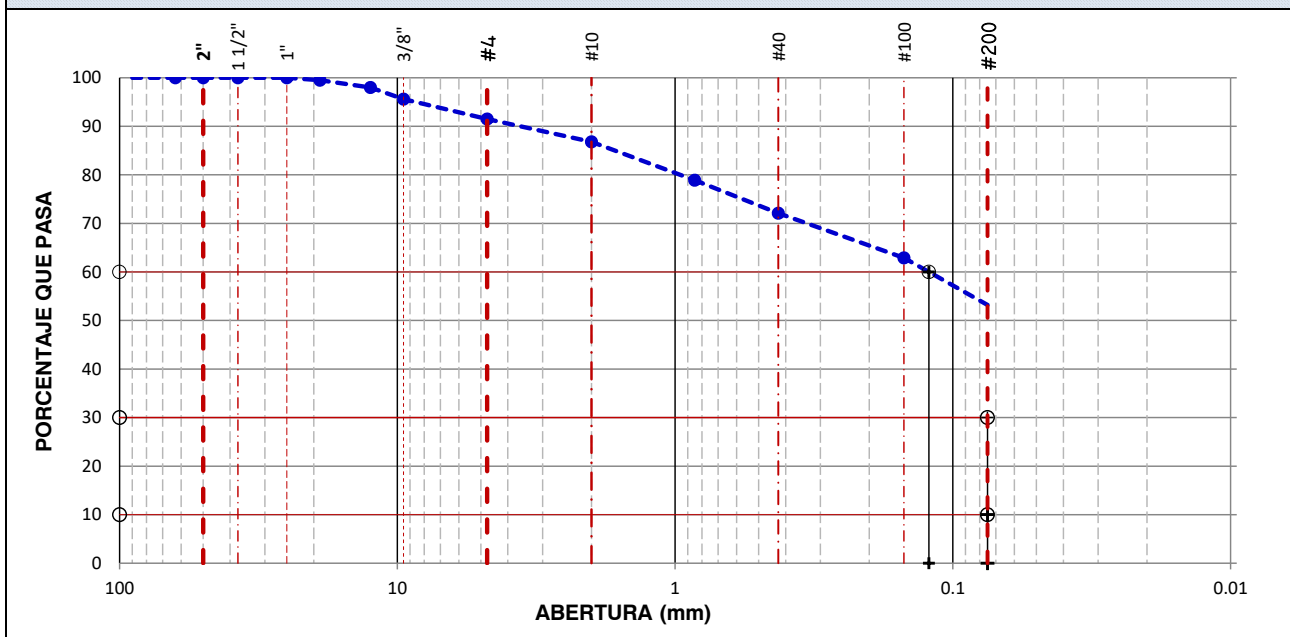
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
	DENOMINACION		PESO (g)	%	SUELO NATURAL	
	ASTM	(mm)			% PASANTE	-
1	3 1/2"	90.000				
2	3"	75.000				
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	20	0.5	99.5	
8	1/2"	12.500	61	1.5	98.0	
9	3/8"	9.500	95	2.4	95.6	
10	#4	4.750	164	4.1	91.5	
11	#10	2.000	186.7	4.7	86.8	
12	#20	0.850	315.4	7.9	78.9	
13	#40	0.425	268.7	6.7	72.1	
14	#100	0.150	367.2	9.2	62.9	
15	#200	0.075	385.1	9.7	53.2	
16	Fondo	0.075	2,121.0	53.2		
17						
18						

**4. RESUMEN**

DATOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Peso inicial	3,984 g
Peso muestra lavada y seca	1,863 g
% de Arena:	38.2%
% de Grava:	8.5%
Fracción de suelo < #4	3,644 g
% de Suelo Fino < #200:	53.2%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MÁXIMO	1"
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Límite Líquido (LL):	38.3 %
Límite Plástico (LP):	21.5 %
Índice Plástico (IP):	16.8 %
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS	CL
AASHTO	A-6
INDICE GRUPO	6

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD

**5. CURVA GRANULOMETRICA**



**6. OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- MUESTRA	2.- ESTRATO
UBICACIÓN: CALICATA 07 / PLATAFORMA KM 03+500 MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	LADO: IZQUIERDO ESPESOR: 0.00 - 0.40 m.  E-01

3.- DATOS DEL ENSAYO				
Nº DE ENSAYO	M-01	M-02	M-03	-
PESO MATERIAL HUMEDO + TARA (Gr.)	241.1	286.9	258.6	-
PESO MATERIAL SECO + TARA (Gr.)	201.5	235.6	215.4	-
PESO DE TARA (Gr.)	50.1	48.2	48.9	-
PESO DEL AGUA (Gr.)	39.6	51.3	43.2	-
PESO MATERIAL SECO (Gr.)	151.4	187.4	166.5	-
HUMEDAD NATURAL (%)	26.2	27.4	25.9	-
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	26.5			

4.- OBSERVACIONES
* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**LIMITES DE CONCISTENCIA  
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

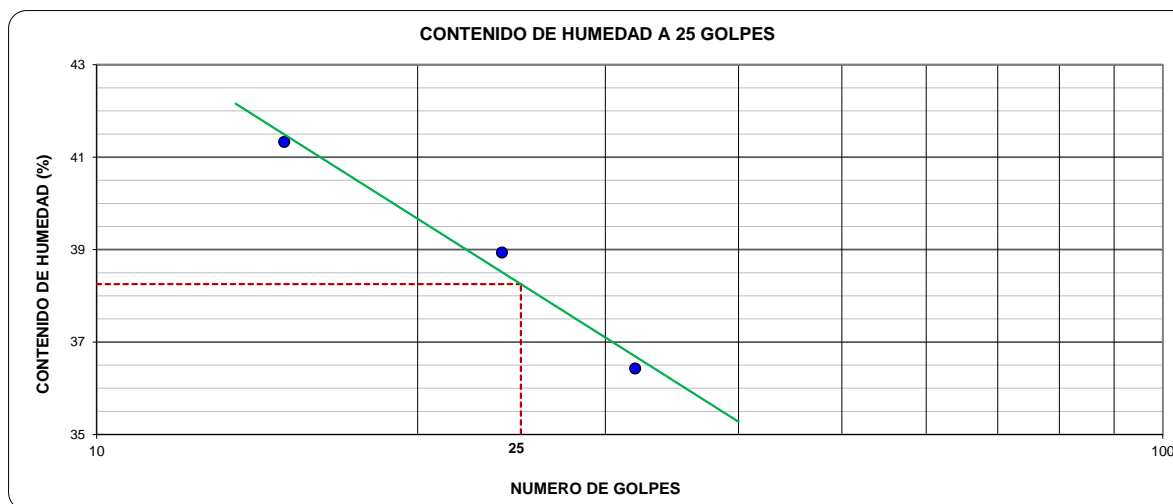
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA			2.- ESTRATO	
UBICACIÓN: CALICATA 07 / PLATAFORMA KM 03+500	LADO: IZQUIERDO		E-01	
MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	ESPESOR: 0.00 - 0.40 m.			

3.-LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
	ID	C-05	C-09	C-08	
Nº CAPSULA					-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	65.02	68.75	62.59	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	52.15	55.27	51.48	-
PESO DE AGUA	(g)	12.87	13.48	11.11	-
PESO DE LA TARA	(g)	21.01	20.65	20.98	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	31.14	34.62	30.50	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	41.33	38.94	36.43	-
NUMERO DE GOLPES		15	24	32	

4.-LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
	ID	T-01	T-02	T-07	PROMEDIO
Nº TARRO					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	20.95	21.81	22.48	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	19.25	19.79	20.34	
PESO DE LA TARA	(g.)	11.02	10.68	10.40	
PESO DEL AGUA	(g.)	1.70	2.02	2.14	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	8.23	9.11	9.94	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.66	22.17	21.53	21.45



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	38.3
LIMITE PLASTICO (%)	21.5
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.8

**5.- OBSERVACIONES**  
\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.





**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D 422)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

**1. DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN: CALICATA 07 / PLATAFORMA KM 03+500  
MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA

LADO: IZQUIERDO  
ESPESOR: 0.40 - 1.50 m.

**2. ESTRATO**

E-02

**3. TAMIZADO**

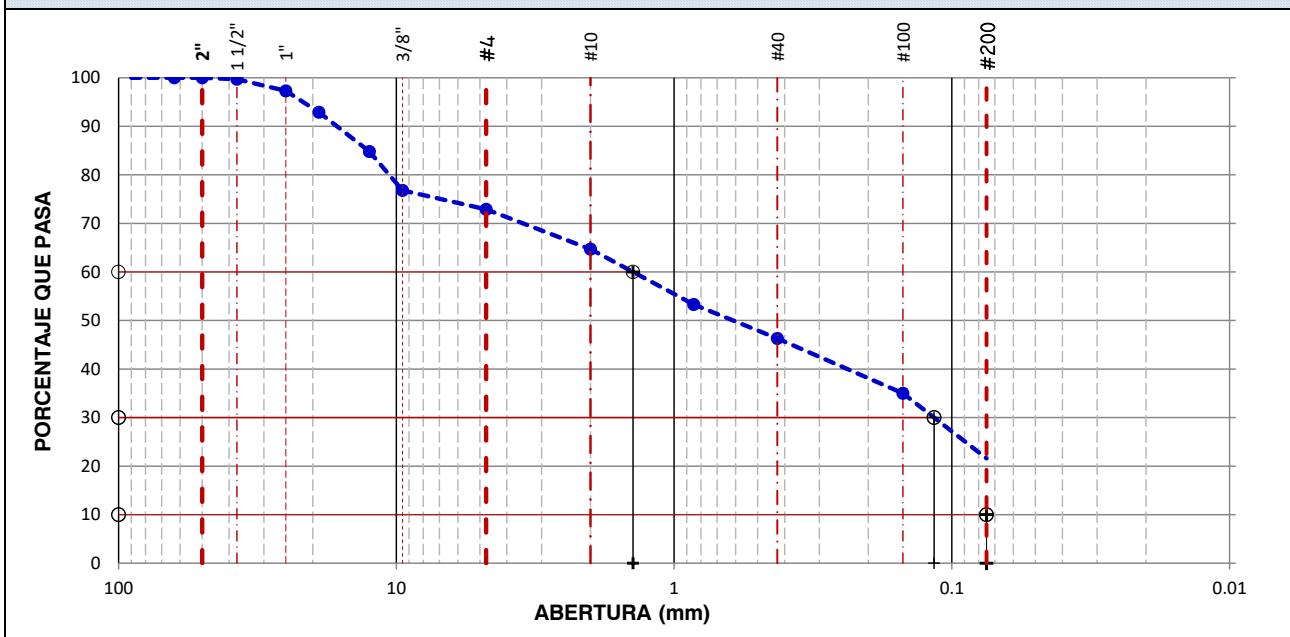
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
	DENOMINACION		PESO (g)	%	SUELO NATURAL	
	ASTM	(mm)			% PASANTE	-
1	3 1/2"	90.000				
2	3"	75.000				
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	10	0.3	99.7	
6	1"	25.000	95	2.4	97.3	
7	3/4"	19.000	175	4.4	92.9	
8	1/2"	12.500	320	8.1	84.8	
9	3/8"	9.500	315	8.0	76.8	
10	#4	4.750	156	3.9	72.9	
11	#10	2.000	324.5	8.2	64.7	
12	#20	0.850	450.2	11.4	53.3	
13	#40	0.425	275.2	7.0	46.3	
14	#100	0.150	445.6	11.3	35.0	
15	#200	0.075	531.2	13.4	21.6	
16	Fondo	0.075	853.0	21.6		
17						
18						

**4. RESUMEN**

DATOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Peso inicial	3,951 g
Peso muestra lavada y seca	3,098 g
% de Arena:	51.3%
% de Grava:	27.1%
Fracción de suelo < #4	2,880 g
% de Suelo Fino < #200:	21.6%
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MÁXIMO	2"
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Límite Líquido (LL):	23.5 %
Límite Plástico (LP):	21.4 %
Índice Plástico (IP):	2.1 %
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS	SM
AASHTO	A-1-b
INDICE GRUPO	0

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: ARENA LIMOSA CON GRAVA

**5. CURVA GRANULOMETRICA**



**6. OBSERVACIONES**

\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- MUESTRA	2.- ESTRATO
UBICACIÓN: CALICATA 07 / PLATAFORMA KM 03+500 MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	LADO: IZQUIERDO ESPESOR: 0.40 - 1.50 m.  E-02

3.- DATOS DEL ENSAYO				
Nº DE ENSAYO	M-01	M-02	M-03	-
PESO MATERIAL HUMEDO + TARA (Gr.)	297.4	332.9	276.1	-
PESO MATERIAL SECO + TARA (Gr.)	235.2	265.1	220.7	-
PESO DE TARA (Gr.)	49.3	51.0	50.9	-
PESO DEL AGUA (Gr.)	62.2	67.8	55.4	-
PESO MATERIAL SECO (Gr.)	185.9	214.1	169.8	-
HUMEDAD NATURAL (%)	33.5	31.7	32.6	-
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	32.6			

4.- OBSERVACIONES
* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**LIMITES DE CONCISTENCIA  
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

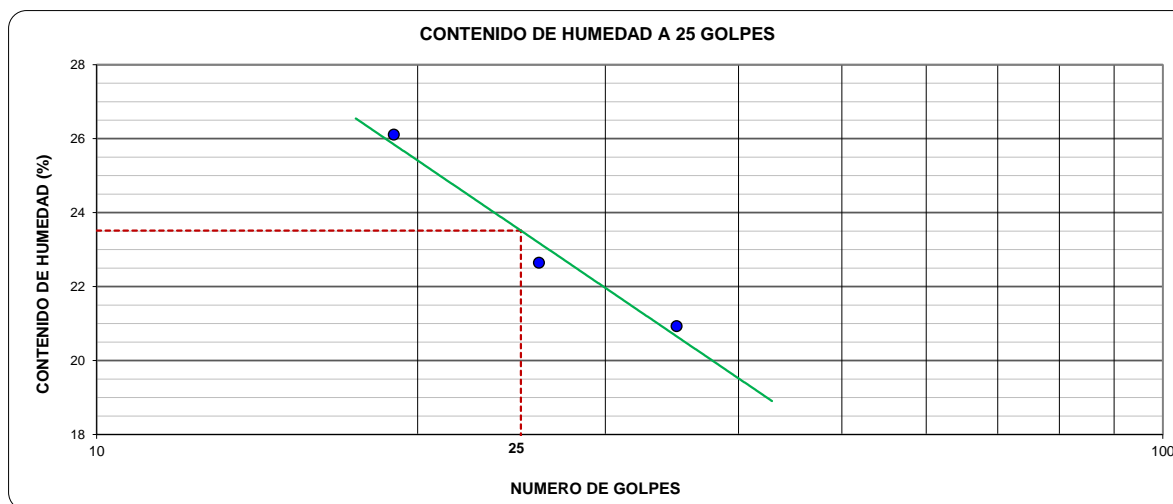
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- ESTRATO
UBICACIÓN: CALICATA 07 / PLATAFORMA KM 03+500	LADO: IZQUIERDO	E-02
MATERIAL: SUELO EXISTENTE DE PLATAFORMA	ESPESOR: 0.40 - 1.50 m.	

3.-LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-02	C-05	C-07	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	60.15	58.42	62.31	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	52.90	52.00	56.00	-
PESO DE AGUA	(g)	7.25	6.42	6.31	-
PESO DE LA TARA	(g)	25.13	23.65	25.85	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	27.77	28.35	30.15	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.11	22.65	20.93	-
NUMERO DE GOLPES		19	26	35	

4.-LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-05	T-06	T-10	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	28.01	35.91	27.51	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	25.13	31.24	24.87	
PESO DE LA TARA	(g.)	11.53	10.92	11.70	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.88	4.67	2.64	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	13.60	20.32	13.17	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.18	22.98	20.05	21.40



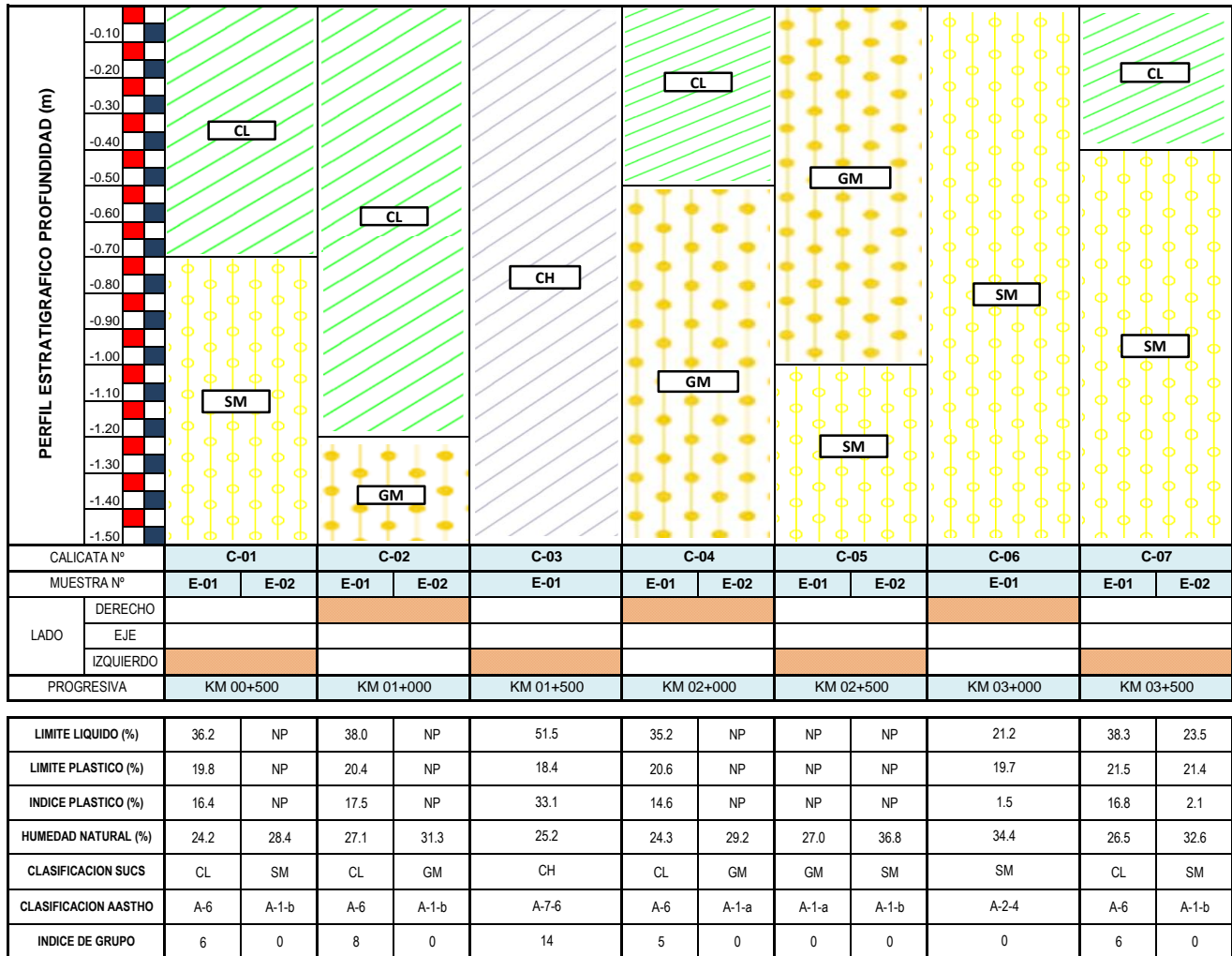
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	23.5
LIMITE PLASTICO (%)	21.4
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	2.1

**5.- OBSERVACIONES**  
\* Las calicatas se realizaron con maquina y tuvo una profundidad de 1.50 m.



**PERFIL ESTRATIGRÁFICO LONGITUDINAL**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.  
**BACHILLER:** AMÉRICO COLQUE ATENCIO  
**TRAMO:** KM. 00+000 AL KM. 03+800  
**LONGITUD:** 3.80 Km



**b) CALICATA C-02**  
**CLASIFICACIÓN DE SUELO: CL**  
**(M-01)**

Resultados de ensayos con adición de 0%, 3%, 6%, 9% y 12% de ceniza de fondo + 3% de cal



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

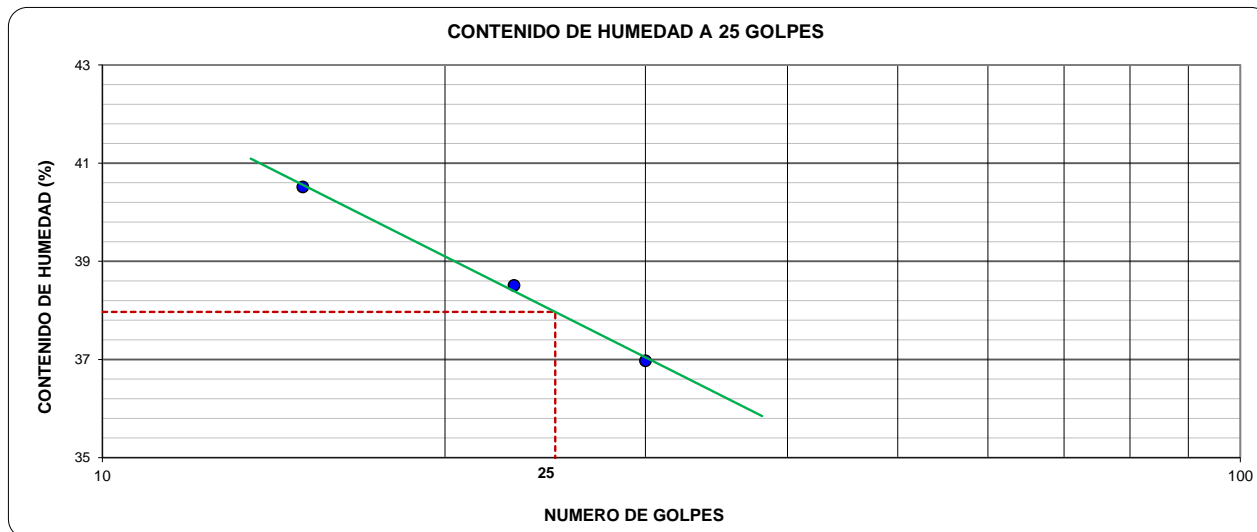
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA	
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S.N.	<b>M - 1</b>	
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CL		

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-05	C-26	C-11	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	62.46	60.99	60.63	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	51.25	50.62	50.54	-
PESO DE AGUA	(g)	11.21	10.37	10.09	-
PESO DE LA TARA	(g)	23.58	23.69	23.25	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	27.67	26.93	27.29	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	40.51	38.51	36.97	-
NUMERO DE GOLPES		15	23	30	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-06	T-02	T-14	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	20.10	21.49	21.96	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	18.50	19.60	20.13	
PESO DE LA TARA	(g.)	10.59	10.38	11.24	
PESO DEL AGUA	(g.)	1.60	1.89	1.83	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	7.91	9.22	8.89	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.23	20.50	20.58	20.44



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	37.97
LIMITE PLASTICO (%)	20.44
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.53

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA			2.- N° MUESTRA	
UBICACIÓN	CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	DOSIFICACIÓN:	S.N.	
MATERIAL:	ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO:	CL	
			<b>M - 1</b>	

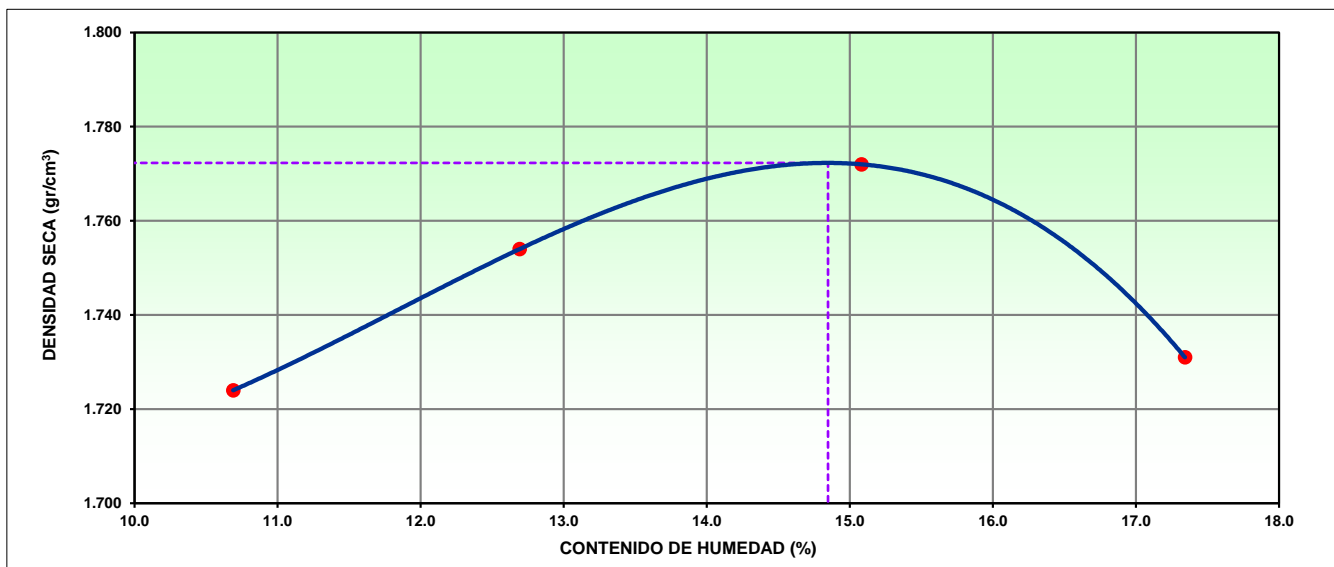
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5434	5498	5557	5549
PESO DE MOLDE (gr)		3651	3651	3651	3651
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1783	1847	1906	1898
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		935	935	935	935
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.908	1.976	2.040	2.031
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.724	1.754	1.772	1.731

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		482.0	554.0	505.3	514.2
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		439.2	501.1	445.5	446.6
PESO DE LA TARA (gr)		38.8	84.3	49.0	56.8
PESO DE AGUA (gr)		42.8	52.9	59.8	67.6
PESO DE SUELO SECO (gr)		400.4	416.8	396.5	389.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.69	12.69	15.08	17.34

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):** 1.772

**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 14.85

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



5.- OBSERVACIONES	
* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	DOSIFICACIÓN: S.N.
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CL
	<b>M - 1</b>

3. DATOS PARA EL ENSAYO		PROCTOR	HO=14.85	MDS=1.772	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES MOLDE 01	25 GOLPES MOLDE 02	56 GOLPES MOLDE 03	

4. DENSIDAD		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
Condición de humedad							
1	Peso suelo húmedo + molde	g	10.994	11.235	11.807	12.025	11.594
2	Peso del molde	g	7.279	7.279	7.697	7.697	7.295
3	Volumen del molde REG:	cc	2,104	2,104	2,123	2,123	2,109
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,715	3,956	4,110	4,328	4,299
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.77	1.88	1.94	2.04	2.05
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	107.23	107.31	109.81	116.19	109.12
8	Peso del suelo seco + capsula	g	95.17	90.57	97.40	100.11	96.99
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	12.06	16.74	12.41	16.08	12.13
10	Peso de la capsula	g	17.01	22.20	16.27	24.72	17.78
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	78.16	68.37	81.13	75.39	79.21
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	15.43	24.48	15.30	21.33	15.31
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cc	1.530	1.511	1.679	1.680	1.767

5. PENETRACION		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	60	100	270	6		10		27	
	1.270	110	300	420	11		31		43	
	1.905	150	410	620	15		42		63	
70.5	2.540	200	520	790	20	18*	53	48*	81	76*
	3.175	210	550	860	21		56		88	
	3.810	230	590	960	23		60		98	
105.7	5.080	250	660	1,020	25	27*	67	70*	104	108*
	6.350	270	700	1,090	27		71		111	
	7.620	290	730	1,130	29		74		115	
	10.160	310	780	1,170	32		80		119	
	12.700	330	800	1,220	34		82		125	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN		LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			ALTURAS						
TIEMPO			12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
Fecha	Hora	(Hrs)									
14/11/23	10:20 AM	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.0	0.00%
15/11/23	10:20 AM	24	2.53	2.35	2.10	0.025	1.99%	0.024	1.85%	0.0	1.65%
16/11/23	10:20 AM	48	3.85	3.61	3.32	0.039	3.03%	0.036	2.84%	0.0	2.61%
17/11/23	10:20 AM	72	4.61	4.25	3.78	0.046	3.63%	0.043	3.35%	0.0	2.98%
18/11/23	10:20 AM	96	4.89	4.47	4.01	0.049	3.85%	0.045	3.52%	0.04	3.16%

7. RESULTADOS		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL			
ENSAYO CBR					Humedad óptima		Penetración			
Densidad Seca prom.		1.52	1.68	1.77	14.85%		0.1"			
Penetración: 0.1"		1.4	3.6	5.6	MDS		100% MDS			
Penetración: 0.2"		1.3	3.4	5.3	95 % de la MDS		95 % MDS			
					1.772		5.6			
					1.684		3.6			
							5.3			
							3.5			

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.





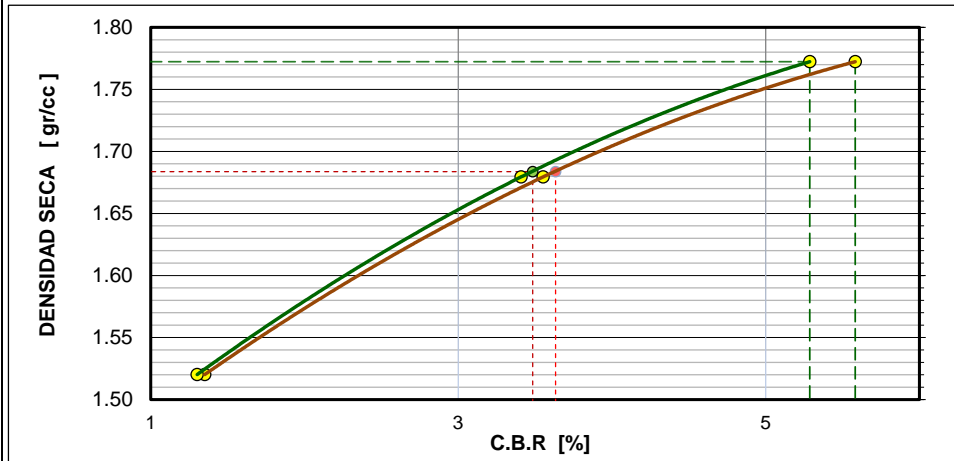
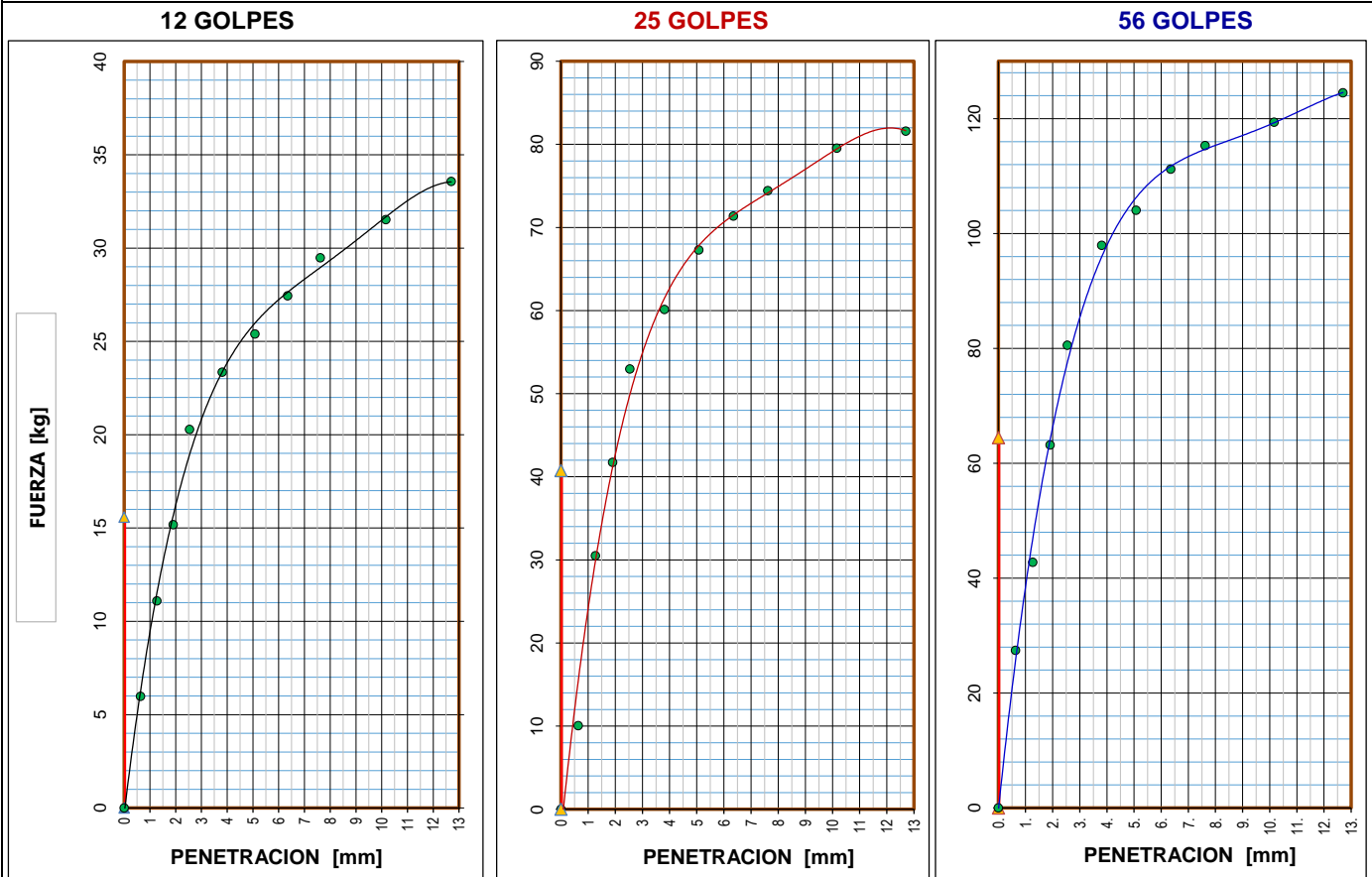
**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

MUESTRA: M - 1

**9. GRÁFICA**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.77</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>5.6</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>5.3</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.68</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>3.6</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>3.5</b>

LEYENDA



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

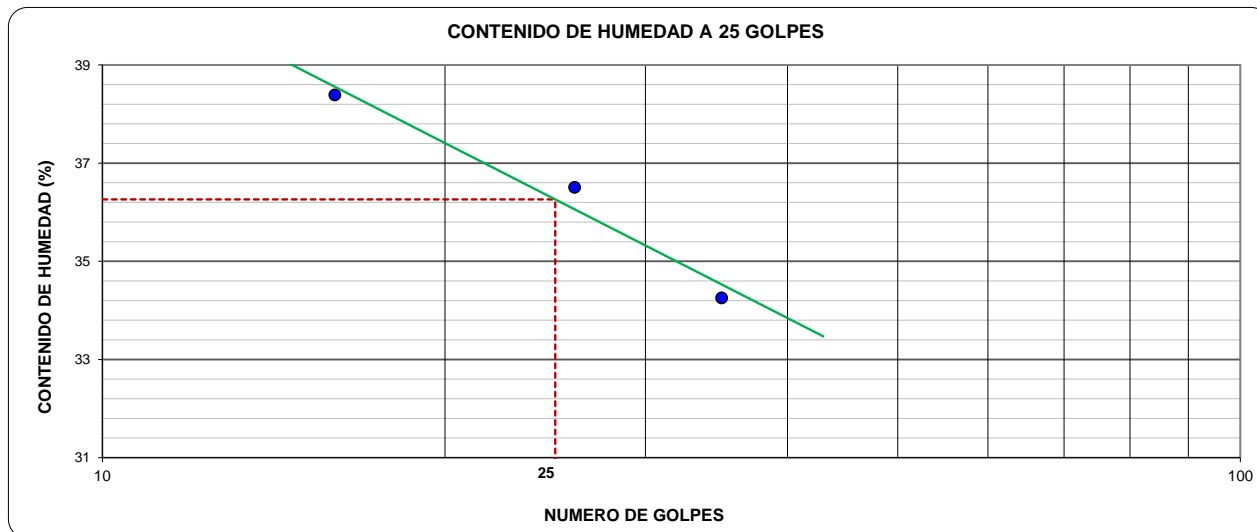
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S97-CF0-C3	M - 1
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CL	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-14	C-05	C-08	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	56.08	57.94	60.32	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	46.51	48.50	51.02	-
PESO DE AGUA	(g)	9.57	9.44	9.30	-
PESO DE LA TARA	(g)	21.58	22.64	23.87	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	24.93	25.86	27.15	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38.39	36.50	34.25	-
NUMERO DE GOLPES		16	26	35	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-15	T-01	T-06	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	24.85	26.87	27.96	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	23.07	25.17	26.32	
PESO DE LA TARA	(g.)	16.26	18.58	19.92	
PESO DEL AGUA	(g.)	1.78	1.70	1.64	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	6.81	6.59	6.40	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.14	25.80	25.63	25.85



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	36.26
LIMITE PLASTICO (%)	25.85
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.41

**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	DOSIFICACIÓN: S97-CF0-C3	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CL	

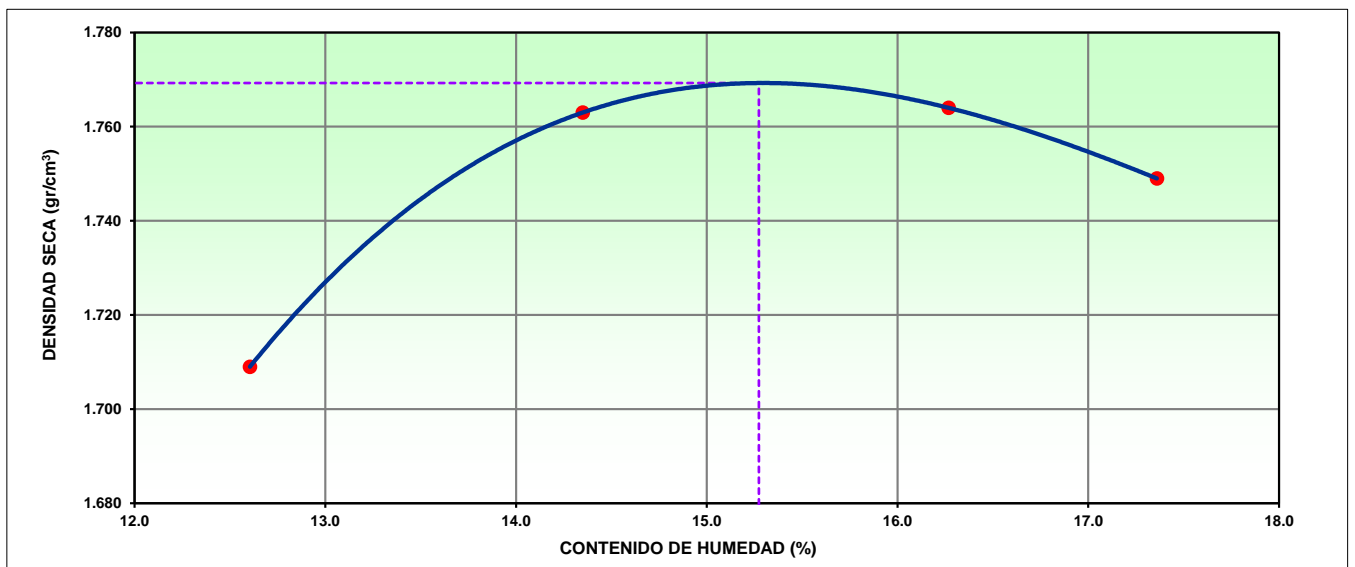
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5449	5535	5568	5569	
PESO DE MOLDE (gr)	3651	3651	3651	3651	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1798	1884	1917	1918	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	935	935	935	935	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.924	2.016	2.051	2.052	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.709	1.763	1.764	1.749	

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	427.1	537.3	471.1	475.5	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	385.1	479.5	410.6	414.1	
PESO DE LA TARA (gr)	51.9	76.7	38.7	60.4	
PESO DE AGUA (gr)	42.0	57.8	60.5	61.4	
PESO DE SUELO SECO (gr)	333.2	402.8	371.9	353.7	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.61	14.35	16.27	17.36	

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.769

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 15.27

CURVA DE COMPACTACIÓN



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S97-CF0-C3	
CLASF. DE SUELO: CL	

3. DATOS PARA EL ENSAYO							
				PROCTOR	HO=15.27	MDS=1.769	N°CAPAS 5
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES
			MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03

4. DENSIDAD									
Condición de humedad				Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g		10.592	10.780	10.968	11.107	11.198	11.225
2	Peso del molde	g		6.980	6.980	7.023	7.023	6.894	6.894
3	Volumen del molde REG:	cc		2,119	2,119	2,108	2,108	2,125	2,125
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g		3,612	3,800	3,945	4,084	4,304	4,331
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc		1.70	1.79	1.87	1.94	2.03	2.04
6	Id. Capsula	-		1	2	3	4	5	6
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g		110.68	124.61	125.54	106.35	107.02	102.84
8	Peso del suelo seco + capsula	g		98.65	103.48	110.54	90.78	95.78	90.80
9	Peso del agua, [7]-[8]	g		12.03	21.13	15.00	15.57	11.24	12.04
10	Peso de la capsula	g		20.15	18.65	15.84	16.48	20.65	19.40
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g		78.50	84.83	94.70	74.30	75.13	71.40
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%		15.32	24.91	15.84	20.96	14.96	16.86
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cc		1.478	1.436	1.616	1.602	1.762	1.744

5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	80	200	340	8		20		35	
	1.270	170	410	650	17		42		66	
	1.905	250	580	900	25		59		92	
70.5	2.540	340	720	1,130	35	31*	73	68*	115	107*
	3.175	370	790	1,200	38		81		122	
	3.810	400	820	1,280	41		84		131	
105.7	5.080	430	900	1,470	44	46*	92	97*	150	154*
	6.350	460	980	1,550	47		100		158	
	7.620	490	1,040	1,660	50		106		169	
	10.160	520	1,100	1,740	53		112		178	
	12.700	550	1,160	1,830	56		118		187	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN											H <sub>suelo</sub> = 127.0 mm
TIEMPO			LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			0.010		ALTURAS			
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
	1:30 PM		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01/01/00	1:30 PM	24	1.48	1.13	0.93	0.01	1.17%	0.01	0.89%	0.01	0.73%
02/01/00	1:30 PM	48	2.40	2.03	1.77	0.02	1.89%	0.02	1.60%	0.02	1.39%
03/01/00	1:30 PM	72	2.96	2.59	2.37	0.03	2.33%	0.03	2.04%	0.02	1.87%
04/01/00	1:30 PM	96	3.29	2.98	2.73	0.03	2.59%	0.03	2.35%	0.03	2.15%

7. RESULTADOS										
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
Densidad Seca prom.	1.46	1.61	1.77	Humedad óptima		15.27%	Penetración		0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	2.3	5.0	7.8	MDS		1.769	100% MDS		7.8	7.5
Penetración: 0.2"	2.2	4.7	7.5	95 % de la MDS		1.681	95 % MDS		6.3	6.0

**8. OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
(ASTM D 1883)**

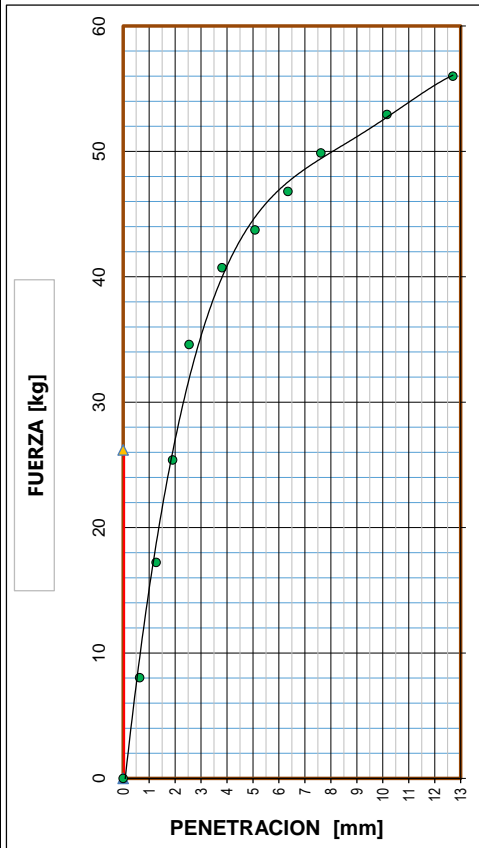
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

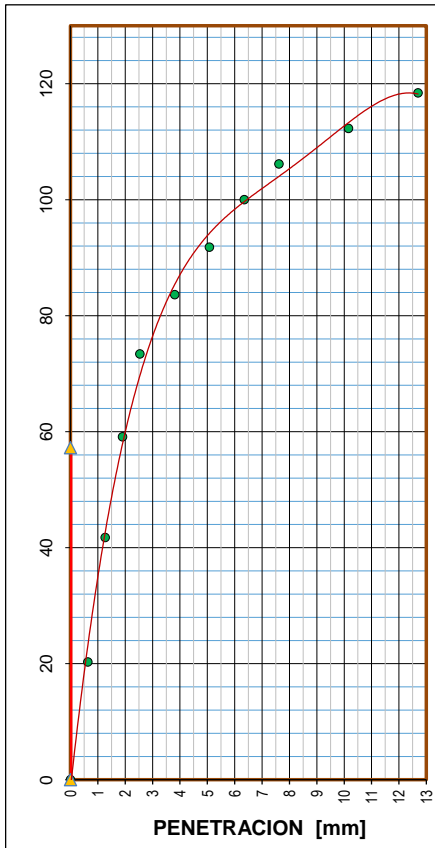
MUESTRA: M - 1

**9. GRÁFICA**

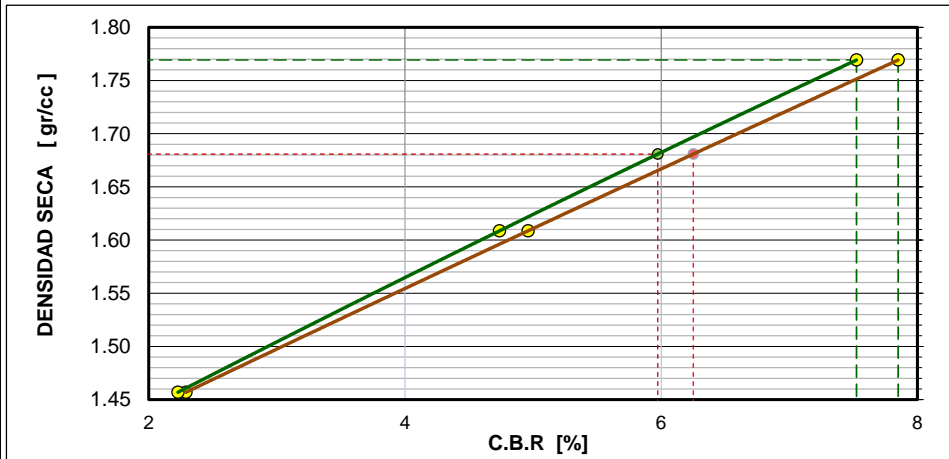
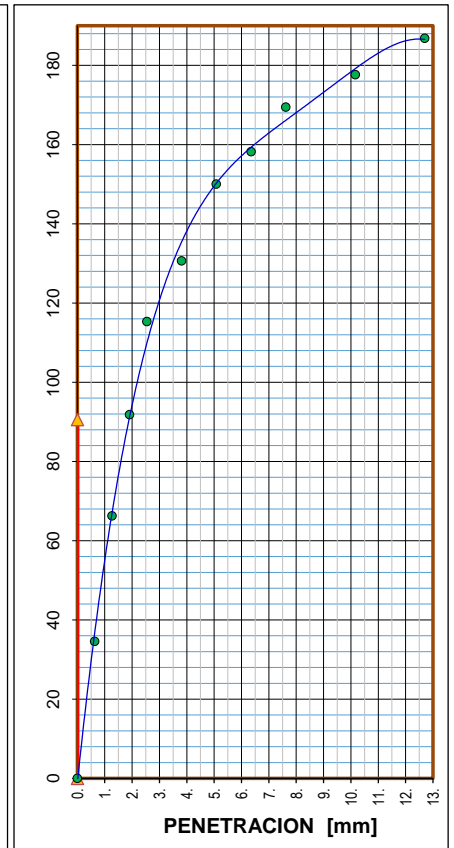
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.77</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>7.8</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>7.5</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.68</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>6.3</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>6.0</b>

LEYENDA



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

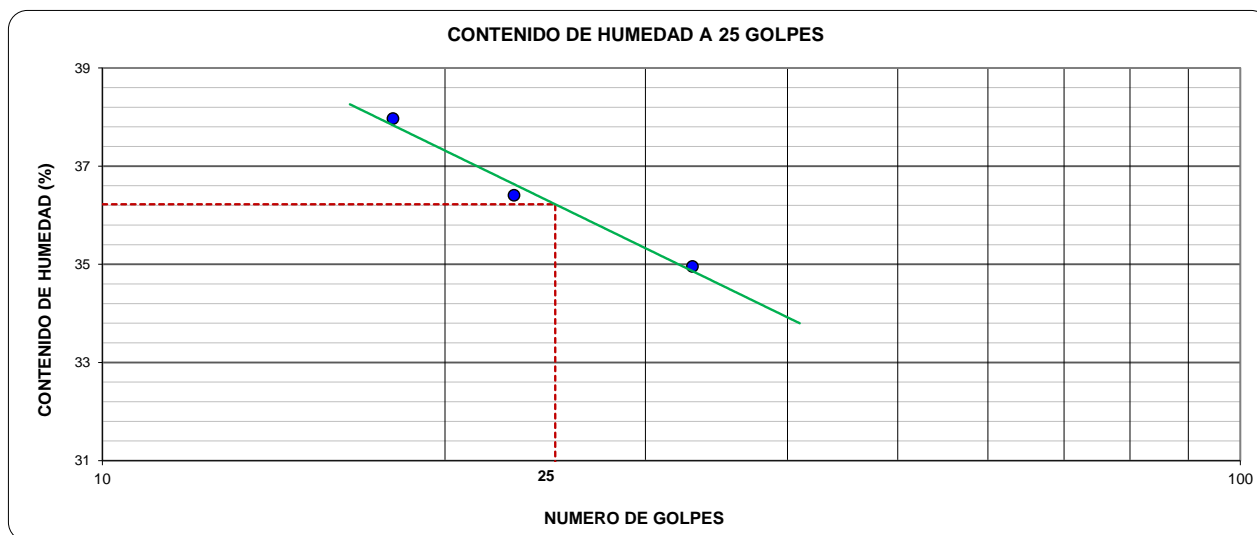
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S94-CF3-C3	M - 1
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CL	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-02	C-22	C-15	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	56.64	50.52	59.87	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	47.11	41.79	50.09	-
PESO DE AGUA	(g)	9.53	8.73	9.78	-
PESO DE LA TARA	(g)	22.01	17.81	22.11	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	25.10	23.98	27.98	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.97	36.41	34.95	-
NUMERO DE GOLPES		18	23	33	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-15	T-01	T-06	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	24.89	26.84	27.96	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	23.07	25.17	26.32	
PESO DE LA TARA	(g.)	16.26	18.58	19.92	
PESO DEL AGUA	(g.)	1.82	1.67	1.64	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	6.81	6.59	6.40	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.73	25.34	25.63	25.90



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	36.22
LIMITE PLASTICO (%)	25.90
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.33

**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

**1.- DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)      DOSIFICACIÓN: S94-CF3-C3  
 MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD      CLASF. DE SUELO: CL

**2.- N° MUESTRA**

M - 1

**3.- COMPACTACIÓN**

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"  
 NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25  
 NUMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5439	5532	5571	5552
PESO DE MOLDE (gr)	3651	3651	3651	3651
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1788	1881	1920	1901
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	935	935	935	935
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.913	2.013	2.055	2.034
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.699	1.756	1.767	1.721

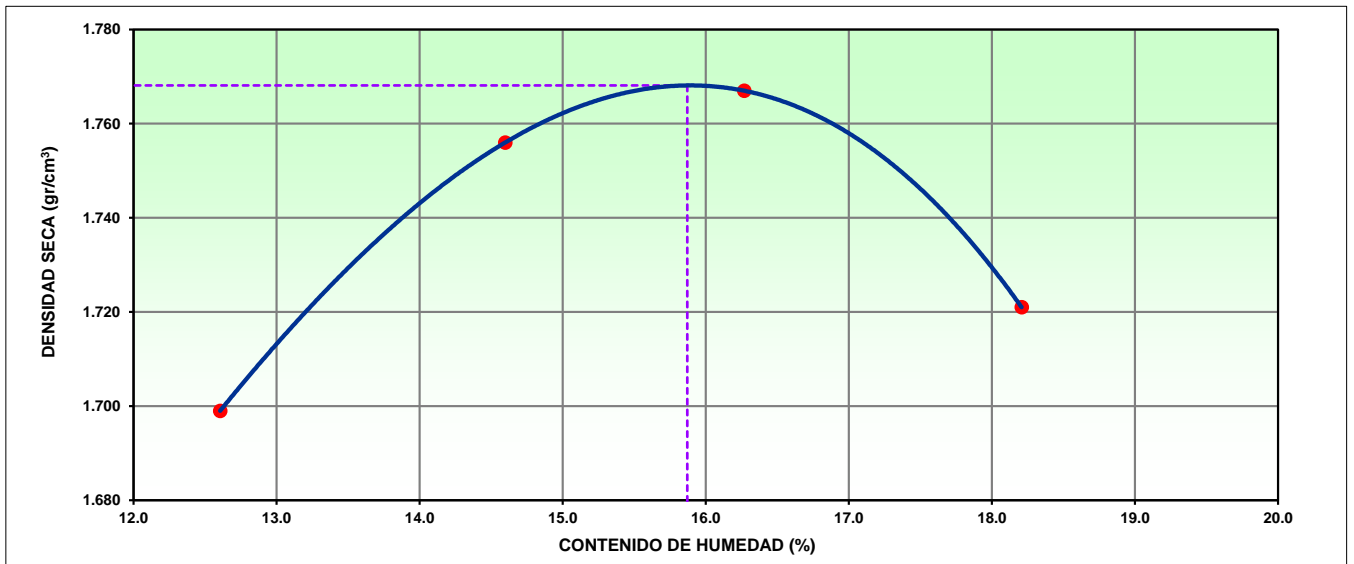
**4.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	427.1	538.3	471.1	478.5
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	385.1	479.5	410.6	414.1
PESO DE LA TARA (gr)	51.9	76.7	38.7	60.4
PESO DE AGUA (gr)	42.0	58.8	60.5	64.4
PESO DE SUELO SECO (gr)	333.2	402.8	371.9	353.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.61	14.60	16.27	18.21

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.768

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 15.87

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S94-CF3-C3	
CLASF. DE SUELO: CL	

3. DATOS PARA EL ENSAYO								
				PROCTOR	HO=15.87	MDS=1.768	N°CAPAS	
							5	
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
			MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	

4. DENSIDAD									
Condición de humedad				Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g		10.387	10.546	10.883	11.009	11.397	11.469
2	Peso del molde	g		6.670	6.670	6.801	6.801	7.065	7.065
3	Volumen del molde REG:	cc		2,118	2,118	2,109	2,109	2,118	2,118
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g		3,717	3,876	4,082	4,208	4,332	4,404
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc		1.76	1.83	1.94	1.99	2.05	2.08
6	Id. Capsula	-		1	2	3	4	5	6
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g		119.09	127.05	111.37	106.76	104.15	116.07
8	Peso del suelo seco + capsula	g		105.23	107.46	98.30	91.39	92.47	100.59
9	Peso del agua, [7]-[8]	g		13.86	19.59	13.07	15.37	11.68	15.48
10	Peso de la capsula	g		18.15	25.65	16.28	19.55	18.61	19.52
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g		87.08	81.81	82.02	71.84	73.86	81.07
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%		15.92	23.95	15.94	21.39	15.81	19.09
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cc		1.514	1.477	1.669	1.643	1.766	1.746

5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	100	290	450	10		29		46	
	1.270	230	550	920	23		56		94	
	1.905	300	810	1,230	31		83		126	
70.5	2.540	400	990	1,510	41	39*	101	95*	154	145*
	3.175	460	1,010	1,600	47		103		163	
	3.810	512	1,180	1,750	52		120		179	
105.7	5.080	560	1,280	1,950	57	59*	131	136*	199	207*
	6.350	610	1,380	2,100	62		141		214	
	7.620	650	1,460	2,200	66		149		225	
	10.160	690	1,560	2,340	70		159		239	
	12.700	730	1,680	2,460	74		172		251	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN											
TIEMPO		LECTURA DIAL (Div):			0.010		ALTURAS				
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
14/11/23	2:40 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
15/11/23	2:40 PM	24	1.26	1.02	0.85	0.01	0.99%	0.01	0.80%	0.01	0.67%
16/11/23	2:40 PM	48	2.05	1.74	1.56	0.02	1.61%	0.02	1.37%	0.02	1.23%
17/11/23	2:40 PM	72	2.54	2.31	2.07	0.03	2.00%	0.02	1.82%	0.02	1.63%
18/11/23	2:40 PM	96	2.83	2.67	2.35	0.03	2.23%	0.03	2.10%	0.02	1.85%

7. RESULTADOS										
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
Densidad Seca prom.	1.50	1.66	1.77	Humedad óptima		15.87%	Penetración		0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	2.9	7.0	10.7	MDS		1.768	100% MDS		10.7	10.1
Penetración: 0.2"	2.9	6.7	10.1	95 % de la MDS		1.680	95 % MDS		7.7	7.3

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.





**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
(ASTM D 1883)**

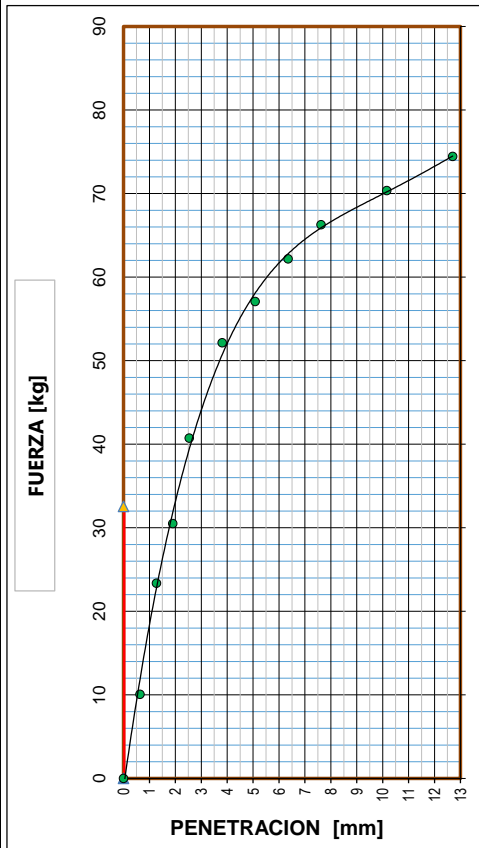
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

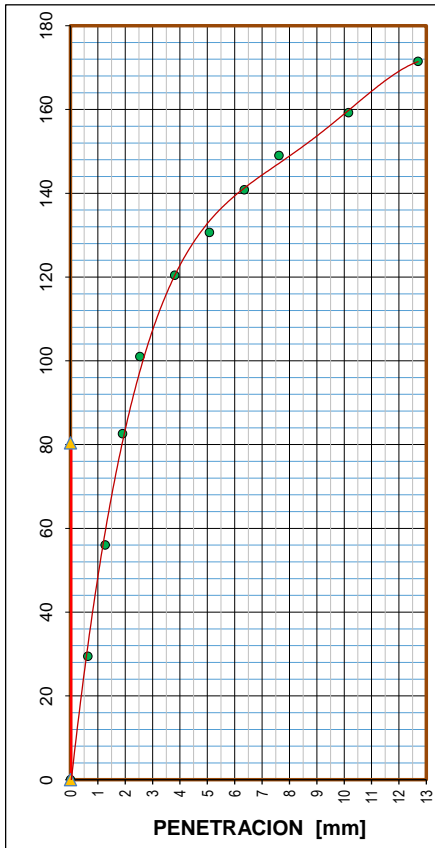
MUESTRA: M - 1

**9. GRÁFICA**

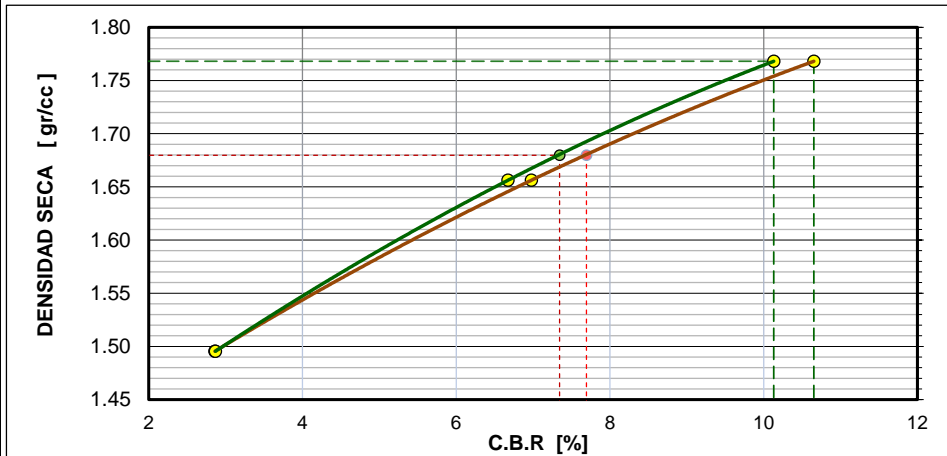
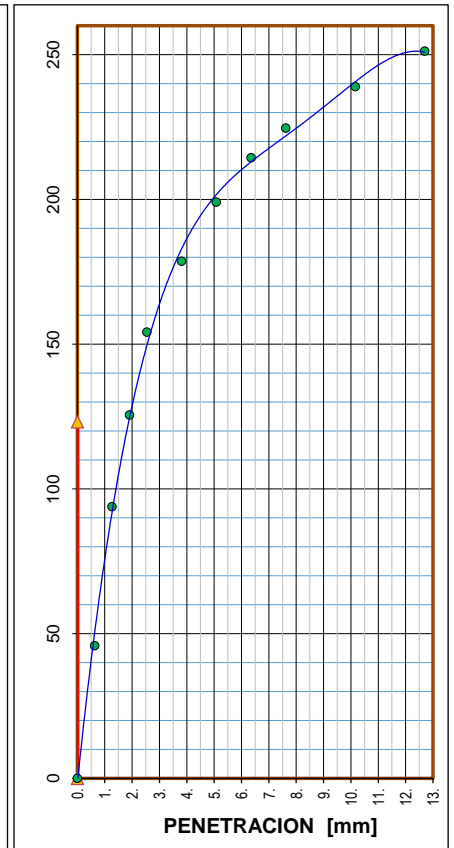
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.77</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>10.7</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>10.1</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.68</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>7.7</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>7.3</b>

LEYENDA



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

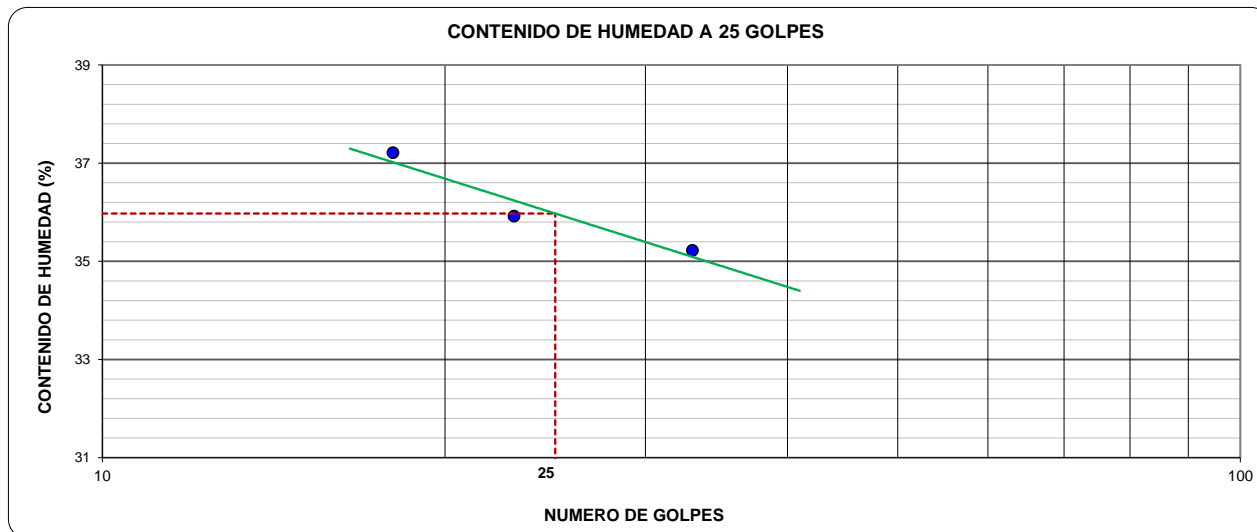
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S91-CF6-C3	M - 1
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CL	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-16	C-17	C-13	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	42.67	44.85	39.24	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	35.44	37.90	33.08	-
PESO DE AGUA	(g)	7.23	6.95	6.16	-
PESO DE LA TARA	(g)	16.01	18.55	15.59	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	19.43	19.35	17.49	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.21	35.92	35.22	-
NUMERO DE GOLPES		18	23	33	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-01	T-24	T-10	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	24.46	21.23	21.96	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	21.93	19.09	19.55	
PESO DE LA TARA	(g.)	13.04	11.25	10.91	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.53	2.14	2.41	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	8.89	7.84	8.64	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.46	27.30	27.89	27.88



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	35.97
LIMITE PLASTICO (%)	27.88
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	8.09

**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	DOSIFICACIÓN: S91-CF6-C3	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CL	

**3.- COMPACTACIÓN**

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25
NUMERO DE CAPAS	:	5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5464	5525	5560	5550
PESO DE MOLDE (gr)	3651	3651	3651	3651
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1813	1874	1909	1899
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	935	935	935	935
4.- LIMITE PLÁSTICO	1.940	2.005	2.043	2.032
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.721	1.746	1.755	1.718

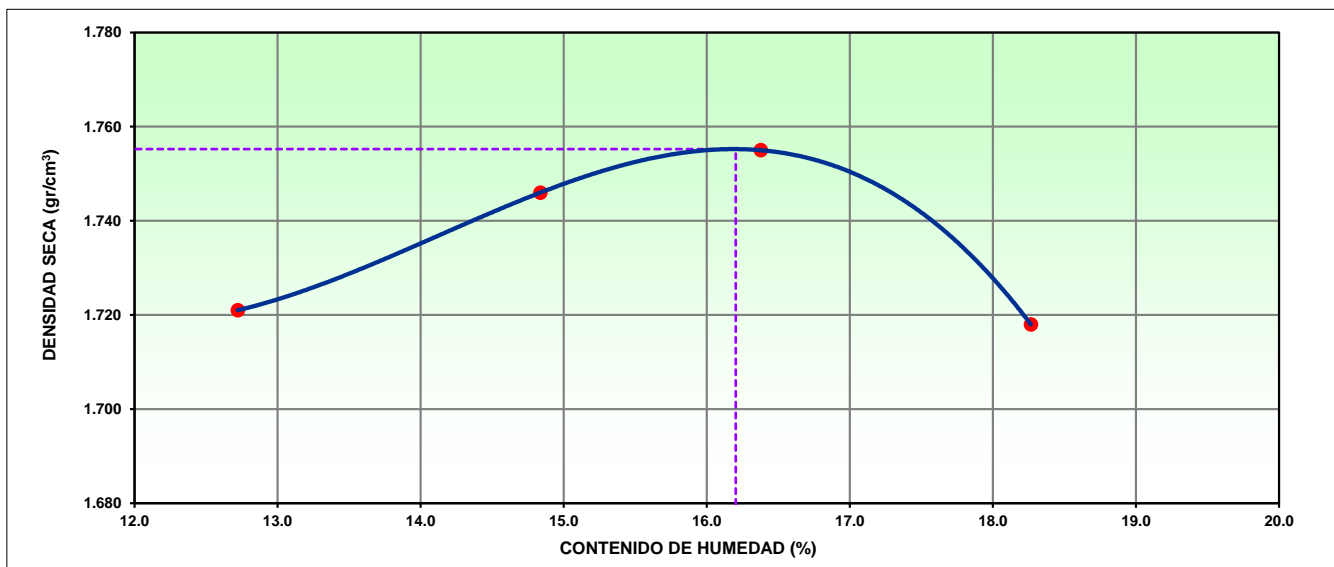
**4.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	569.4	398.1	474.5	476.5
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	514.8	351.2	415.2	410.6
PESO DE LA TARA (gr)	85.6	35.1	53.1	49.8
PESO DE AGUA (gr)	54.6	46.9	59.3	65.9
PESO DE SUELO SECO (gr)	429.2	316.1	362.1	360.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.72	14.84	16.38	18.26

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.755

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 16.20

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S91-CF6-C3	
CLASF. DE SUELO: CL	

3. DATOS PARA EL ENSAYO		PROCTOR	HO=16.20	MDS=1.755	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES MOLDE 01	25 GOLPES MOLDE 02	56 GOLPES MOLDE 03	

4. DENSIDAD		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
Condición de humedad							
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,307	11,452	11,687	11,825	11,889
2	Peso del molde	g	7,714	7,714	7,733	7,733	7,601
3	Volumen del molde REG:	cc	2,112	2,112	2,115	2,115	2,107
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,593	3,738	3,954	4,092	4,288
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.70	1.77	1.87	1.93	2.04
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	98.61	125.97	118.15	119.34	110.12
8	Peso del suelo seco + capsula	g	87.17	104.33	104.74	102.38	97.13
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	11.44	21.64	13.41	16.96	12.99
10	Peso de la capsula	g	17.30	19.56	21.66	25.36	17.62
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	69.87	84.77	83.08	77.02	79.51
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	16.37	25.53	16.14	22.02	16.34
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.462	1.410	1.610	1.586	1.750

5. PENETRACION		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	150	370	770	15		38		79	
	1.270	350	840	1,380	36		86		141	
	1.905	550	1,190	1,930	56		121		197	
70.5	2.540	700	1,570	2,510	71	65*	160	148*	256	241*
	3.175	750	1,750	2,730	76		179		279	
	3.810	820	1,870	3,010	84		191		307	
105.7	5.080	890	2,000	3,310	91	94*	204	213*	338	345*
	6.350	950	2,150	3,460	97		220		353	
	7.620	980	2,210	3,600	100		226		368	
	10.160	1,040	2,340	3,740	106		239		382	
	12.700	1,090	2,430	3,830	111		248		391	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN		LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			ALTURAS						
TIEMPO			12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
Fecha	Hora	(Hrs)									
19/11/23	9:50 AM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
20/11/23	9:50 AM	24	0.84	0.79	0.73	0.01	0.66%	0.01	0.62%	0.01	0.57%
21/11/23	9:50 AM	48	1.53	1.55	1.41	0.02	1.20%	0.02	1.22%	0.01	1.11%
22/11/23	9:50 AM	72	1.95	2.02	1.81	0.02	1.54%	0.02	1.59%	0.02	1.43%
23/11/23	9:50 AM	96	2.04	2.21	1.94	0.02	1.61%	0.02	1.74%	0.02	1.53%

7. RESULTADOS		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
ENSAYO CBR											
Densidad Seca prom.		1.44	1.60	1.76	Humedad óptima		16.20%	Penetración		0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"		4.8	10.8	17.7	MDS		1.755	100% MDS		17.7	16.9
Penetración: 0.2"		4.6	10.4	16.9	95 % de la MDS		1.667	95 % MDS		13.7	13.2

8. OBSERVACIONES

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

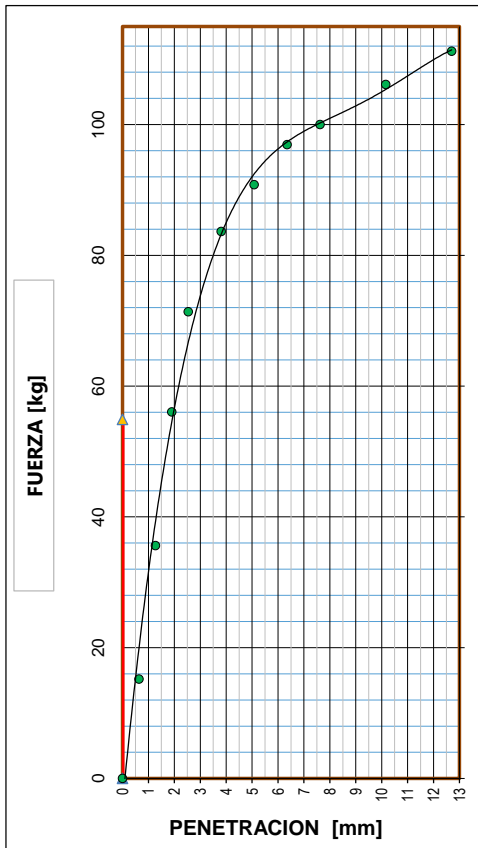
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

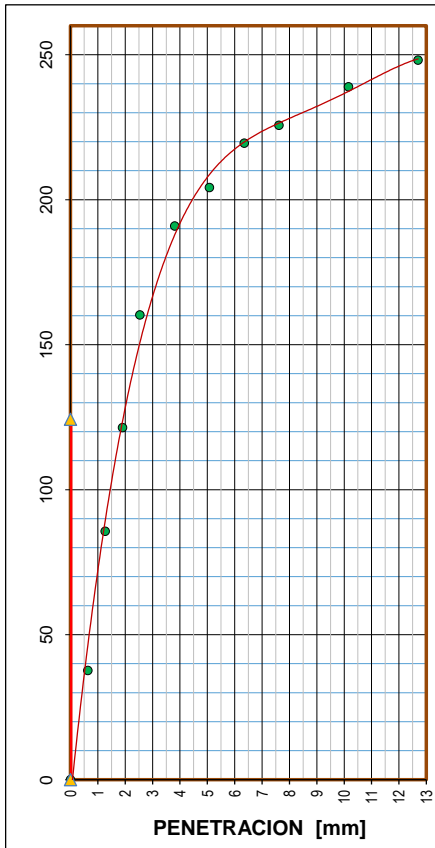
MUESTRA: M - 1

**9. GRÁFICA**

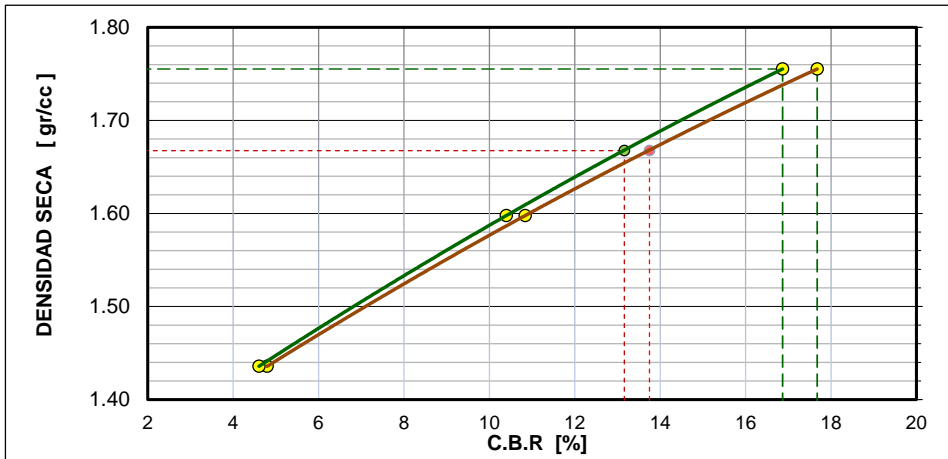
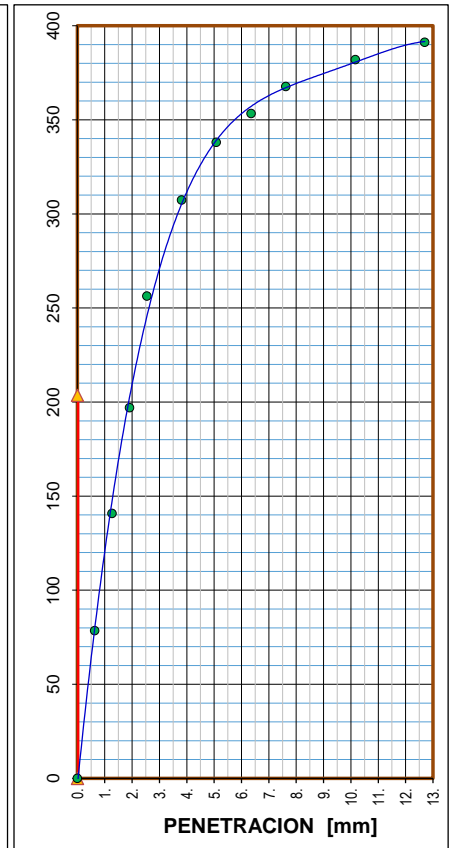
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.76</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	17.7
CBR, PENETRACION 0.2"	16.9
<b>95% MDS</b>	<b>1.67</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	13.7
CBR, PENETRACION 0.2"	13.2

LEYENDA



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

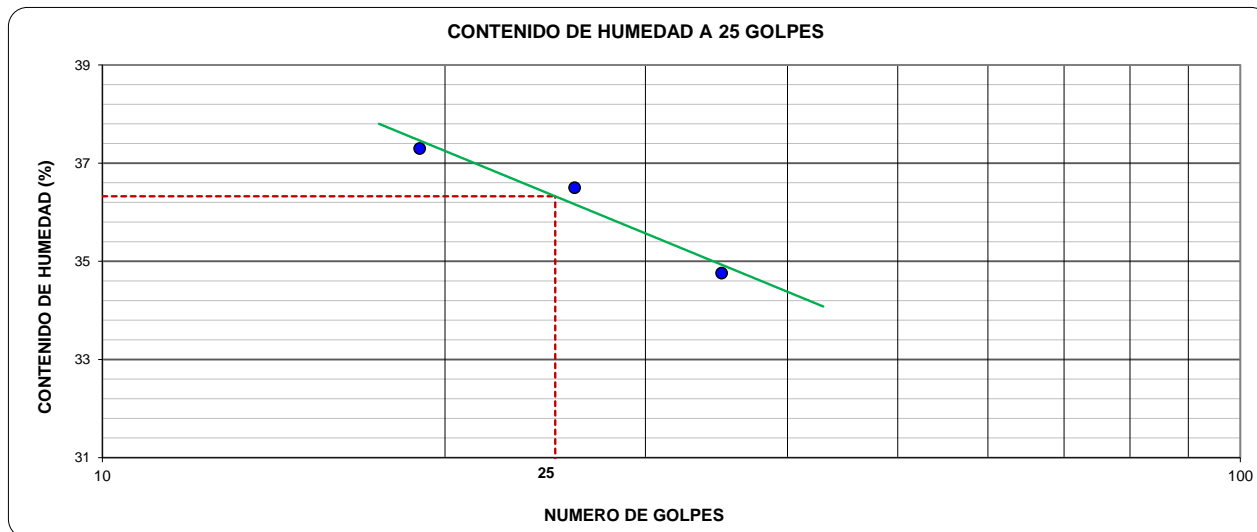
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S88-CF9-C3	M - 1
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CL	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-03	C-18	C-20	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	51.59	57.60	42.11	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	42.37	48.91	35.53	-
PESO DE AGUA	(g)	9.22	8.69	6.58	-
PESO DE LA TARA	(g)	17.65	25.10	16.60	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	24.72	23.81	18.93	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.30	36.50	34.76	-
NUMERO DE GOLPES		19	26	35	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
Nº TARRO	ID	T-19	T-14	T-03	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	27.43	28.21	30.94	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	25.14	26.12	28.56	
PESO DE LA TARA	(g.)	17.10	18.89	20.31	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.29	2.09	2.38	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	8.04	7.23	8.25	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.48	28.91	28.85	28.75



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	36.32
LIMITE PLASTICO (%)	28.75
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.58

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	DOSIFICACIÓN: S88-CF9-C3	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CL	

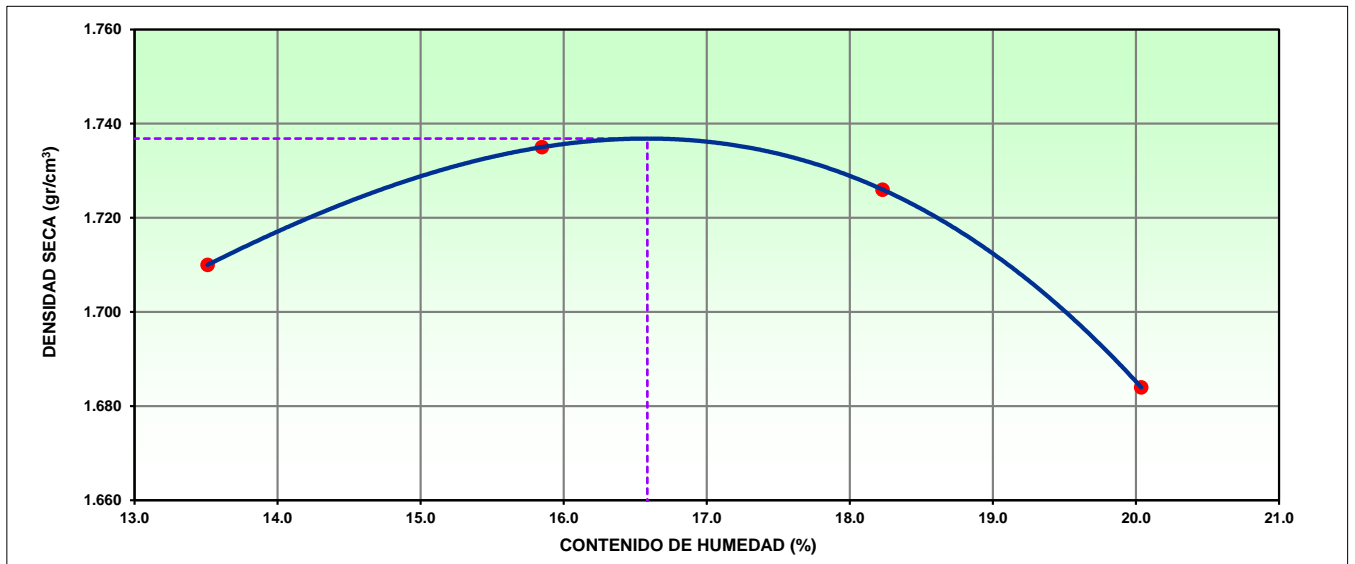
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5465	5530	5558	5540	
PESO DE MOLDE (gr)	3651	3651	3651	3651	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1814	1879	1907	1889	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	935	935	935	935	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.941	2.010	2.040	2.021	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.710	1.735	1.726	1.684	

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	486.5	473.3	558.9	611.2	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	437.2	418.2	484.4	523.4	
PESO DE LA TARA (gr)	72.3	70.5	75.7	85.2	
PESO DE AGUA (gr)	49.3	55.1	74.5	87.8	
PESO DE SUELO SECO (gr)	364.9	347.7	408.7	438.2	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.51	15.85	18.23	20.04	

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.737

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 16.58

CURVA DE COMPACTACIÓN



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S88-CF9-C3	
CLASF. DE SUELO: CL	

3. DATOS PARA EL ENSAYO							
				PROCTOR	HO=16.58	MDS=1.737	N°CAPAS 5
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES
			MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 03		

4. DENSIDAD								
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,182	11,394	11,604	11,802	11,878	11,952
2	Peso del molde	g	7,714	7,714	7,734	7,734	7,601	7,601
3	Volumen del molde REG:	cc	2,112	2,112	2,115	2,115	2,107	2,107
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,468	3,680	3,870	4,068	4,277	4,351
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.64	1.74	1.83	1.92	2.03	2.07
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	126.17	112.94	142.91	131.22	123.19	131.67
8	Peso del suelo seco + capsula	g	111.79	93.39	126.14	109.32	108.42	112.98
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	14.38	19.55	16.77	21.90	14.77	18.69
10	Peso de la capsula	g	24.69	18.42	24.84	17.33	19.51	20.06
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	87.10	74.97	101.30	91.99	88.91	92.92
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	16.51	26.08	16.55	23.81	16.61	20.11
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.409	1.382	1.570	1.554	1.741	1.720

5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	300	470	820	31		48		84	
	1.270	630	990	1,530	64		101		156	
	1.905	990	1,520	2,220	101		155		227	
70.5	2.540	1,250	1,950	2,870	128	116*	199	181*	293	274*
	3.175	1,400	2,250	3,310	143		230		338	
105.7	3.810	1,440	2,270	3,470	147		232		354	
	5.080	1,560	2,460	3,740	159	167*	251	262*	382	394*
	6.350	1,660	2,630	3,970	169		269		405	
	7.620	1,770	2,800	4,140	181		286		423	
12.700	10.160	1,870	3,030	4,410	191		309		450	
	12.700	1,950	3,170	4,590	199		324		469	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN											
TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
19/11/23	12:30 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
20/11/23	12:30 PM	24	0.74	0.67	0.61	0.01	0.58%	0.01	0.53%	0.01	0.48%
21/11/23	12:30 PM	48	1.25	1.19	1.10	0.01	0.98%	0.01	0.94%	0.01	0.87%
22/11/23	12:30 PM	72	1.62	1.53	1.34	0.02	1.28%	0.02	1.20%	0.01	1.06%
23/11/23	12:30 PM	96	1.79	1.68	1.45	0.02	1.41%	0.02	1.32%	0.01	1.14%

7. RESULTADOS											
ENSAYO CBR		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
Densidad Seca prom.		1.40	1.56	1.74	Humedad óptima		16.58%	Penetración		0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"		8.50	13.26	20.09	MDS		1.737	100% MDS		20.1	19.3
Penetración: 0.2"		8.15	12.84	19.29	95 % de la MDS		1.650	95 % MDS		16.5	15.9

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.





**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
(ASTM D 1883)**

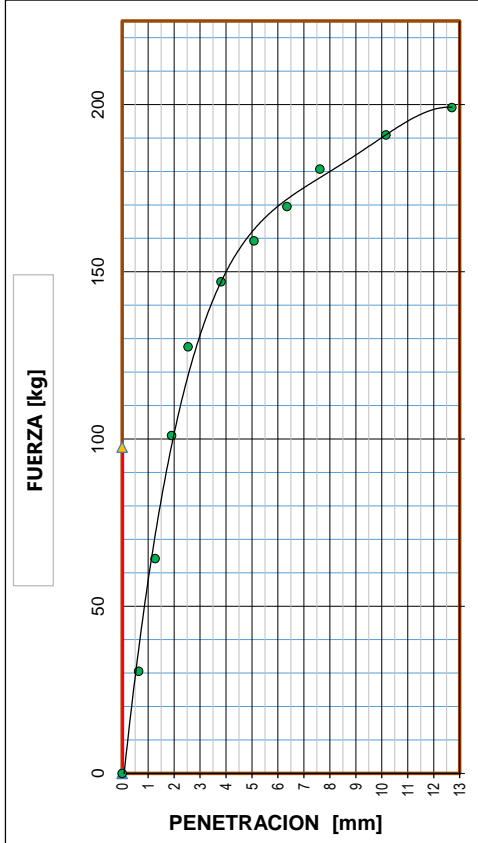
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

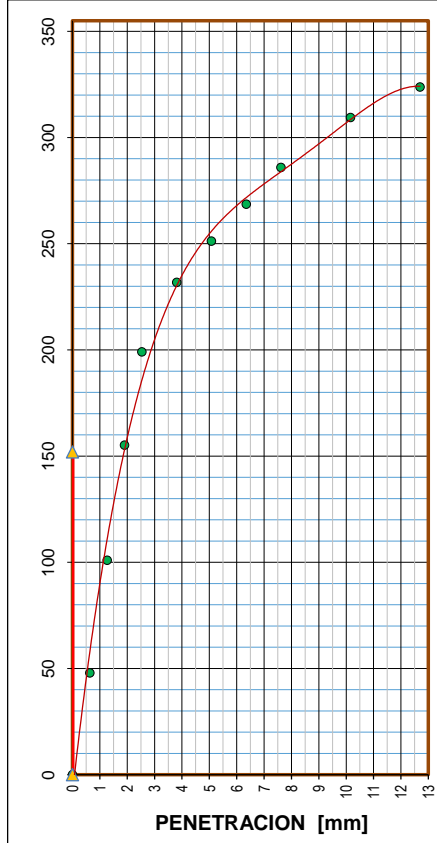
MUESTRA: M - 1

**9. GRÁFICA**

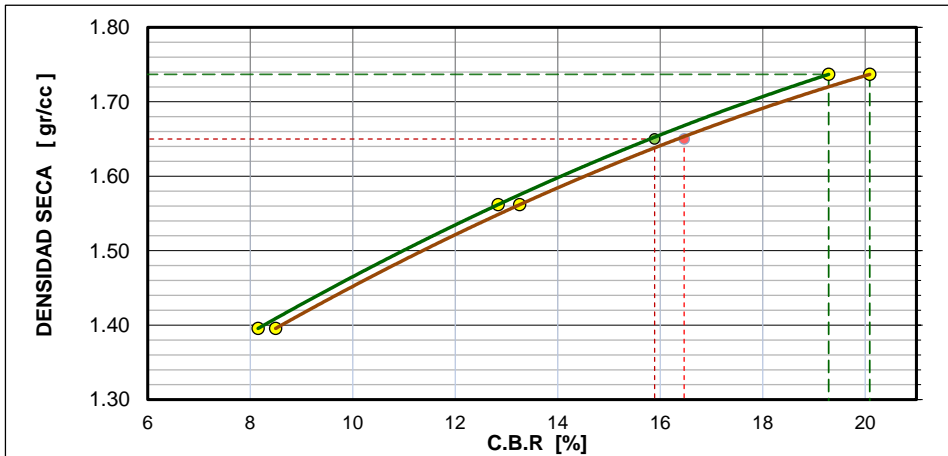
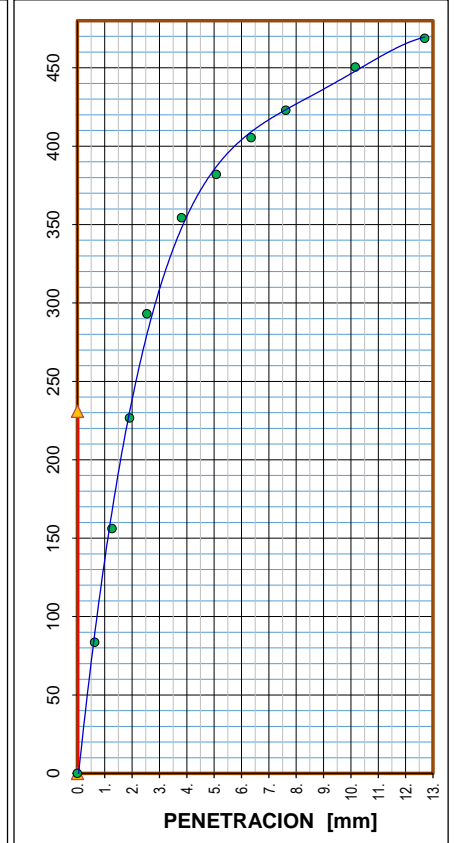
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.74</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>20.1</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>19.3</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.65</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>16.5</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>15.9</b>

LEYENDA



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

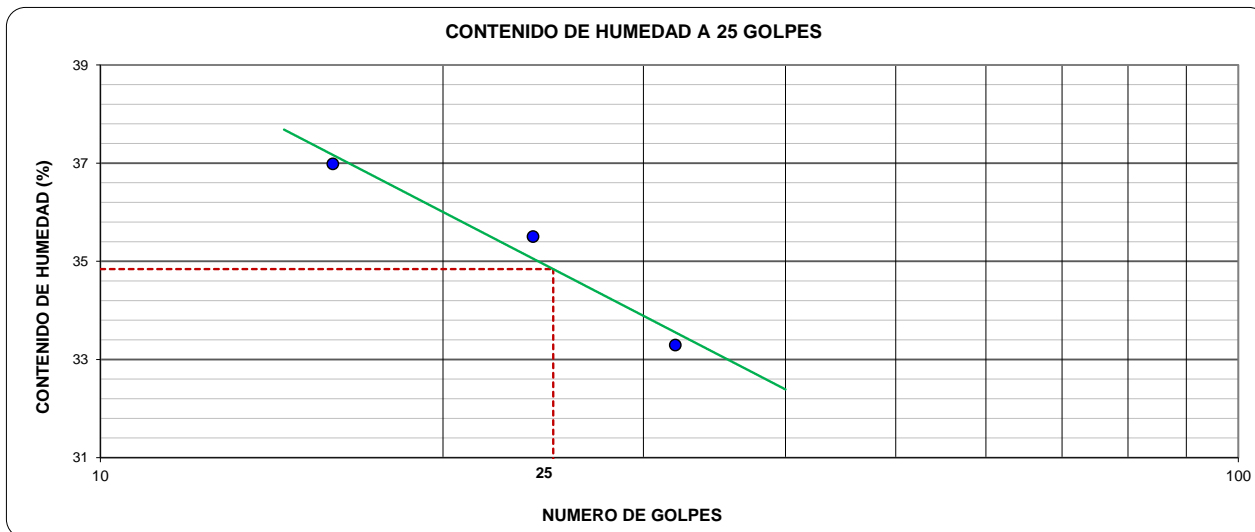
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S85-CF12-C3	M - 1
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CL	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-05	C-01	C-12	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	61.43	59.36	56.60	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	51.23	49.32	48.65	-
PESO DE AGUA	(g)	10.20	10.04	7.95	-
PESO DE LA TARA	(g)	23.65	21.04	24.77	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	27.58	28.28	23.88	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.98	35.50	33.29	-
NUMERO DE GOLPES		16	24	32	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-02	T-04	T-05	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	30.63	31.78	30.91	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	28.05	29.32	28.76	
PESO DE LA TARA	(g.)	19.68	21.14	21.65	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.58	2.46	2.15	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	8.37	8.18	7.11	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.82	30.07	30.24	30.38



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	34.84
LIMITE PLASTICO (%)	30.38
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	4.46

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	DOSIFICACIÓN: S85-CF12-C3	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CL	

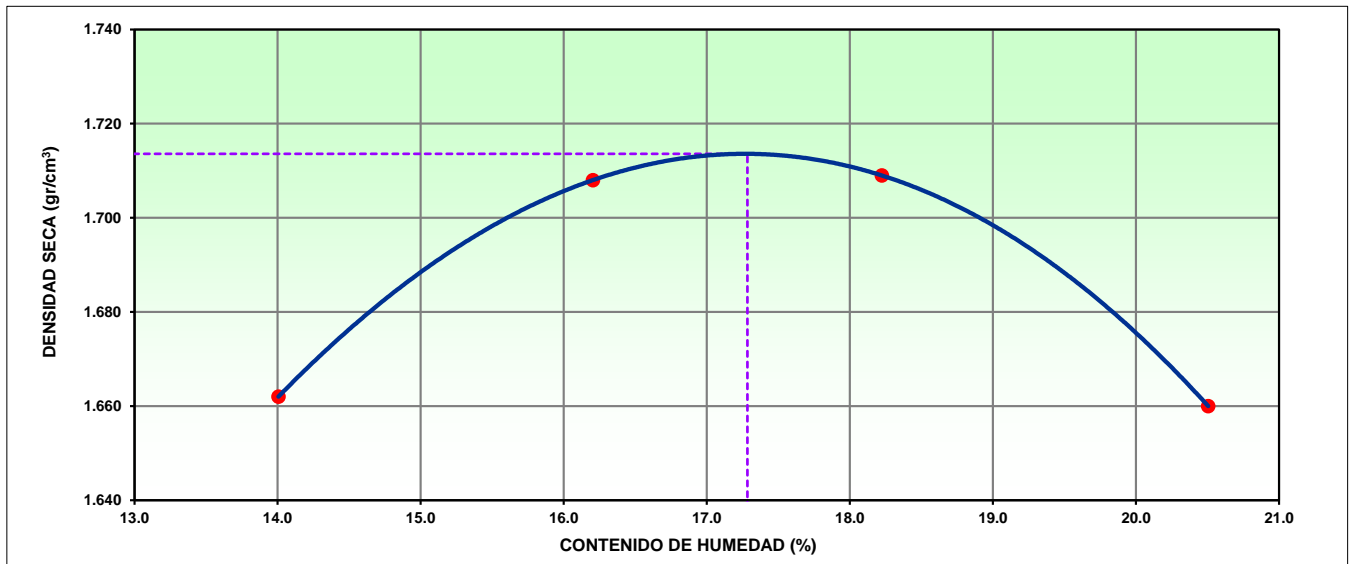
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5422	5506	5539	5520
PESO DE MOLDE (gr)		3651	3651	3651	3651
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1771	1855	1888	1869
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		935	935	935	935
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.895	1.985	2.020	2.000
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.662	1.708	1.709	1.660

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		523.2	581.9	565.1	555.6
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		468.9	512.0	490.2	475.2
PESO DE LA TARA (gr)		81.2	80.6	79.2	83.1
PESO DE AGUA (gr)		54.3	69.9	74.9	80.4
PESO DE SUELO SECO (gr)		387.7	431.4	411.0	392.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.01	16.20	18.22	20.50

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.714

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 17.28

CURVA DE COMPACTACIÓN



5.- OBSERVACIONES
* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S85-CF12-C3	
CLASF. DE SUELO: CL	

3. DATOS PARA EL ENSAYO	
PROCTOR	HO=17.28 MDS=1.714 N°CAPAS 5
N	DESCRIPCION UND
	12 GOLPES MOLDE 01 25 GOLPES MOLDE 02 56 GOLPES MOLDE 03

4. DENSIDAD		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
Condición de humedad							
1	Peso suelo húmedo + molde	g	10,714	10,945	11,590	11,790	11,588
2	Peso del molde	g	7,279	7,279	7,697	7,697	7,295
3	Volumen del molde REG:	cc	2,104	2,104	2,123	2,123	2,109
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,435	3,666	3,893	4,093	4,293
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.63	1.74	1.83	1.93	2.04
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	144.82	159.51	132.91	145.34	154.52
8	Peso del suelo seco + capsula	g	126.51	130.43	116.80	120.62	135.47
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	18.31	29.08	16.11	24.72	19.05
10	Peso de la capsula	g	20.13	21.65	22.15	19.86	25.03
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	106.38	108.78	94.65	100.76	110.44
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	17.21	26.73	17.02	24.53	17.25
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.393	1.375	1.567	1.548	1.736

5. PENETRACION		LECTURA DE DIAL (división)				FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0		
	0.635	340	570	680	35		58		69		
	1.270	780	1,130	1,430	80		115		146		
	1.905	1,230	1,780	2,080	126		182		212		
70.5	2,540	1,730	2,130	2,820	177	159*	217	211*	288	268*	
	3.175	1,950	2,430	3,100	199		248		317		
	3.810	2,100	2,720	3,430	214		278		350		
105.7	5,080	2,240	2,970	3,830	229	234*	303	313*	391	395*	
	6.350	2,350	3,220	4,040	240		329		413		
	7.620	2,460	3,440	4,210	251		351		430		
	10.160	2,610	3,650	4,430	267		373		452		
	12.700	2,730	3,820	4,590	279		390		469		

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN		LECTURA DIAL (Div): 0.010mm				ALTURAS					
TIEMPO			12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
Fecha	Hora	(Hrs)									
26/11/23	11:40 AM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
27/11/23	11:40 AM	24	0.68	0.60	0.46	0.01	0.54%	0.01	0.47%	0.00	0.36%
28/11/23	11:40 AM	48	1.16	1.02	0.79	0.01	0.91%	0.01	0.80%	0.01	0.62%
29/11/23	11:40 AM	72	1.39	1.29	0.95	0.01	1.09%	0.01	1.02%	0.01	0.75%
30/11/23	11:40 AM	96	1.51	1.40	1.04	0.02	1.19%	0.01	1.10%	0.01	0.82%

7. RESULTADOS		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL			
ENSAYO CBR										
Densidad Seca prom.		1.38	1.56	1.71	Humedad óptima		17.28%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"		11.7	15.4	19.6	MDS		1.714	100% MDS	19.6	19.3
Penetración: 0.2"		11.5	15.3	19.3	95 % de la MDS		1.628	95 % MDS	17.2	17.1

8. OBSERVACIONES

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
(ASTM D 1883)**

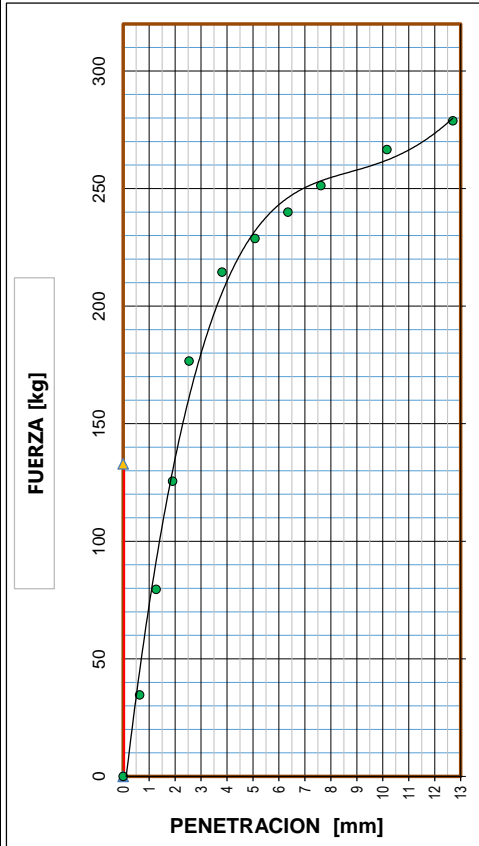
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

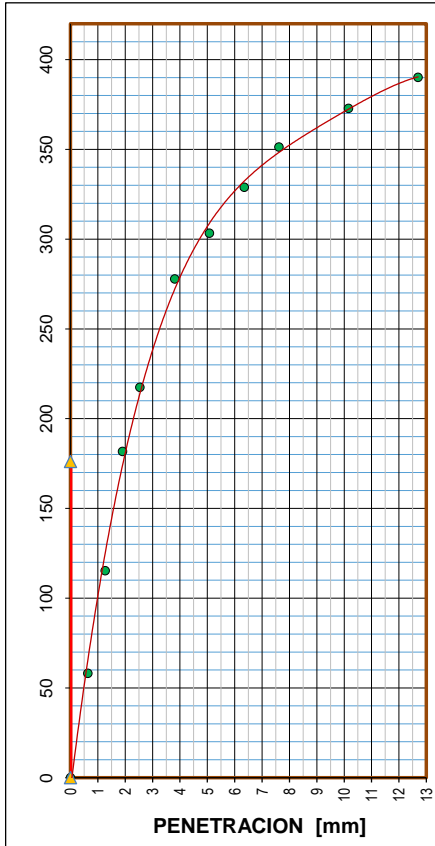
MUESTRA: M - 1

**9. GRÁFICA**

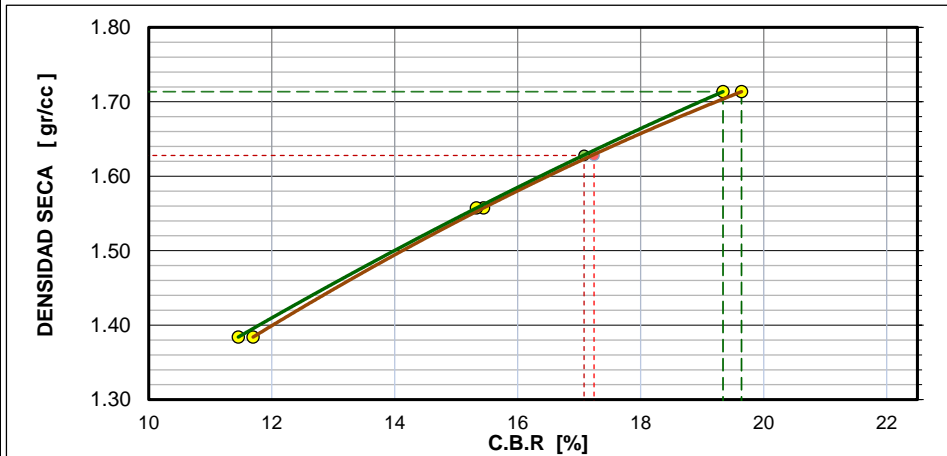
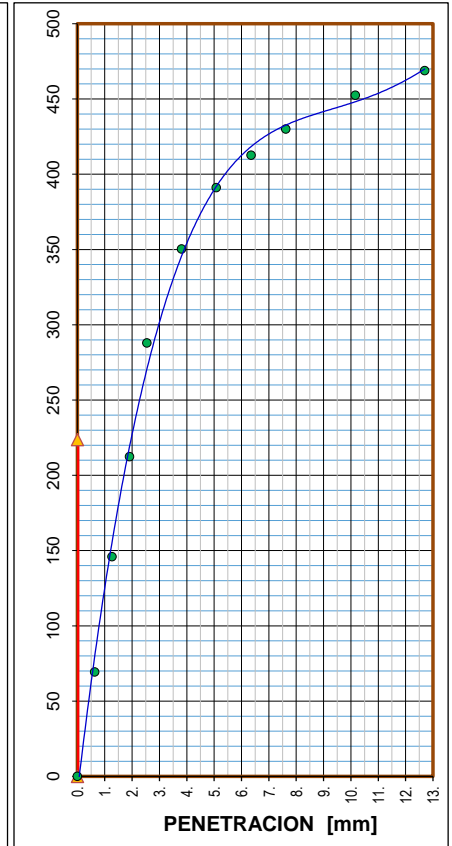
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.71</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>19.6</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>19.3</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.63</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>17.2</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>17.1</b>

LEYENDA

c) CALICATA C-02  
CLASIFICACIÓN DE SUELO: CL  
(M-02)

Resultados de ensayos con adición de 0%, 3%, 6%, 9% y 12% de ceniza de fondo + 3% de cal



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

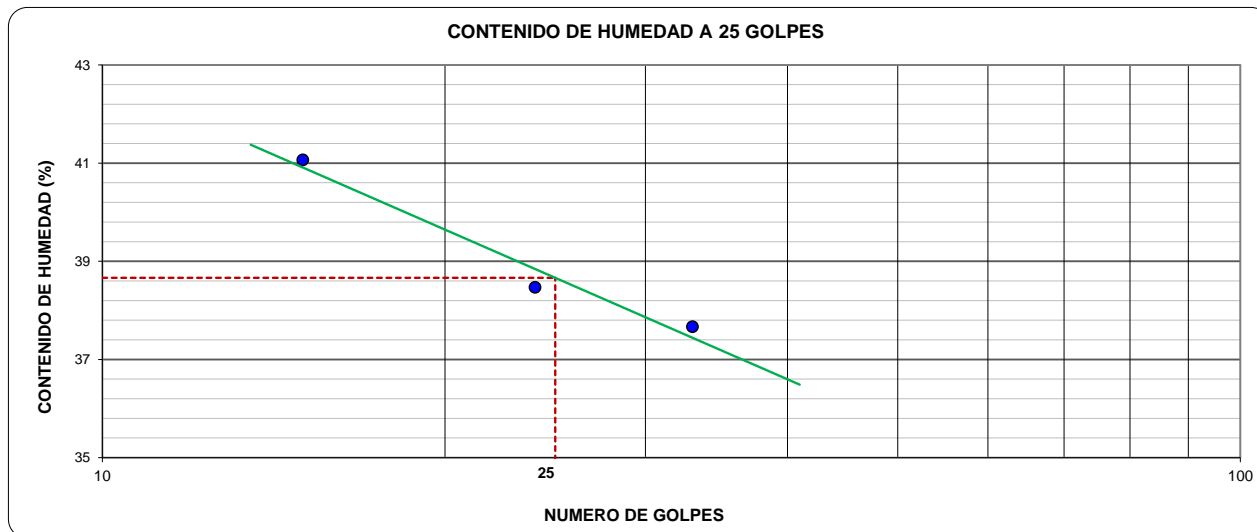
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA	
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S.N.	<b>M - 2</b>	
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CL		

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-10	C-03	C-16	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	59.62	63.49	60.15	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	49.58	52.70	49.98	-
PESO DE AGUA	(g)	10.04	10.79	10.17	-
PESO DE LA TARA	(g)	25.13	24.65	22.98	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	24.45	28.05	27.00	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	41.06	38.47	37.67	-
NUMERO DE GOLPES		15	24	33	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-05	T-10	T-19	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	23.55	22.45	21.87	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	21.62	20.84	20.13	
PESO DE LA TARA	(g.)	12.51	13.62	11.84	
PESO DEL AGUA	(g.)	1.93	1.61	1.74	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	9.11	7.22	8.29	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.19	22.30	20.99	21.49



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	38.66
LIMITE PLASTICO (%)	21.49
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.17

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA			2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	DOSIFICACIÓN:	S.N.	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO:	CL	

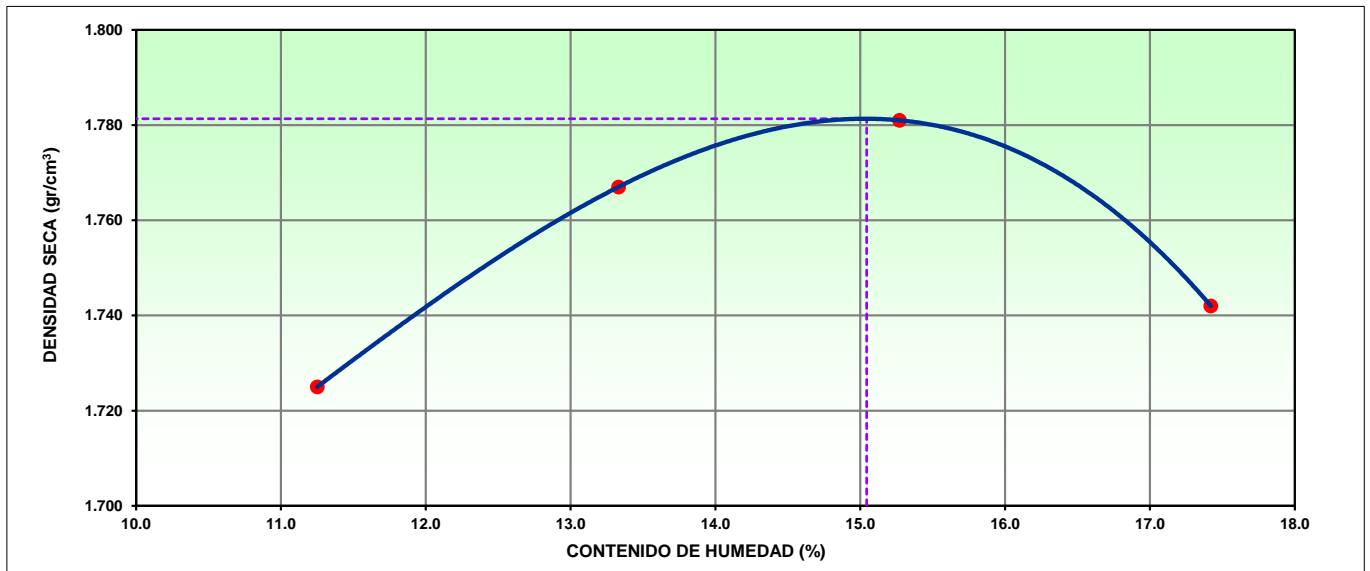
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5444	5522	5570	5562
PESO DE MOLDE (gr)		3651	3651	3651	3651
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1793	1871	1919	1911
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		935	935	935	935
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.919	2.002	2.054	2.045
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.725	1.767	1.781	1.742

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		574.8	514.5	418.0	390.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		521.6	459.3	368.2	339.2
PESO DE LA TARA (gr)		48.7	45.2	41.8	47.6
PESO DE AGUA (gr)		53.2	55.2	49.8	50.8
PESO DE SUELO SECO (gr)		472.9	414.1	326.4	291.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.25	13.33	15.27	17.42

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):** 1.781

**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 15.04

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA				2. N° MUESTRA	
UBICACION: CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)			DOSIFICACIÓN: S.N.		M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD			CLASF. DE SUELO: CL		

3. DATOS PARA EL ENSAYO								
				PROCTOR	HO=15.04	MDS=1.781	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
			MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	

4. DENSIDAD								
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,648	11,798	11,905	12,006	12,146	12,154
2	Peso del molde	g	7,890	7,890	7,764	7,764	7,875	7,875
3	Volumen del molde REG:	cc	2,126	2,126	2,120	2,120	2,115	2,115
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,758	3,908	4,141	4,242	4,271	4,279
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.77	1.84	1.95	2.00	2.02	2.02
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	94.08	114.87	89.13	116.89	100.02	118.23
8	Peso del suelo seco + capsula	g	85.94	97.16	80.82	102.65	90.78	105.21
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	8.14	17.71	8.31	14.24	9.24	13.02
10	Peso de la capsula	g	32.15	33.45	25.98	35.61	30.48	32.40
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	53.79	63.71	54.84	67.04	60.30	72.81
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	15.13	27.80	15.15	21.24	15.32	17.88
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.535	1.438	1.696	1.650	1.751	1.716

5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	80	160	210	8		16		21	
	1.270	150	310	420	15		32		43	
	1.905	220	390	580	22		40		59	
70.5	2.540	270	490	740	27	26*	50	48*	75	71*
	3.175	310	530	800	32		54		82	
	3.810	320	590	880	33		60		90	
105.7	5.080	350	660	970	36	37*	67	69*	99	102*
	6.350	375	708	1,020	38		72		104	
	7.620	390	740	1,080	40		75		110	
	10.160	410	800	1,140	42		82		116	
	12.700	430	860	1,210	44		88		123	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN										H <sub>suelo</sub> = 127.0 mm	
TIEMPO			LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	0.010	mm		%		
22/07/24	3:15 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.0	0.00%
23/07/24	3:15 PM	24	2.27	1.77	1.46	0.023	1.79%	0.018	1.39%	0.0	1.15%
24/07/24	3:15 PM	48	3.68	3.16	2.80	0.037	2.90%	0.032	2.49%	0.0	2.20%
25/07/24	3:15 PM	72	5.60	3.99	3.75	0.056	4.41%	0.040	3.14%	0.0	2.95%
26/07/24	3:15 PM	96	5.05	4.65	4.32	0.051	3.98%	0.047	3.66%	0.04	3.40%

7. RESULTADOS											
ENSAYO CBR				PROCTOR		CBR FINAL					
Densidad Seca prom.				1.49	1.67	1.78	Humedad óptima		15.04%	Penetración	
Penetración: 0.1"				1.9	3.5	5.2	MDS		1.781	100% MDS	
Penetración: 0.2"				1.8	3.4	5.0	95 % de la MDS		1.692	95 % MDS	
										3.8	
										5.0	
										3.6	

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

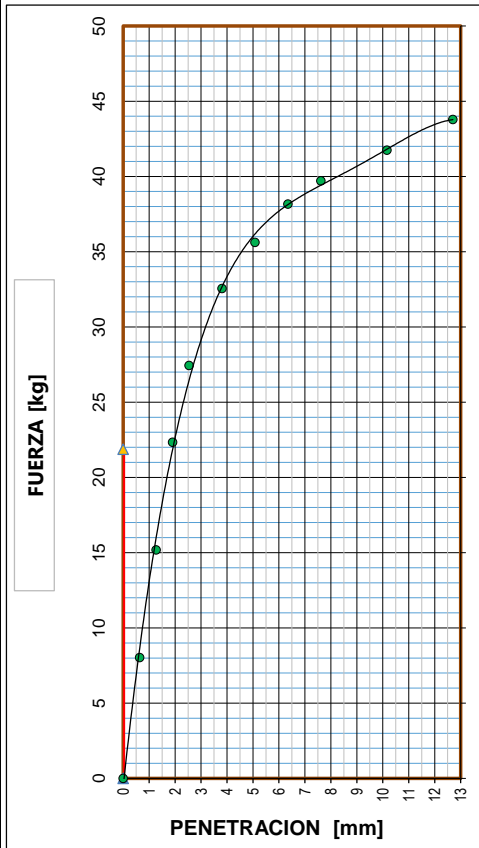
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

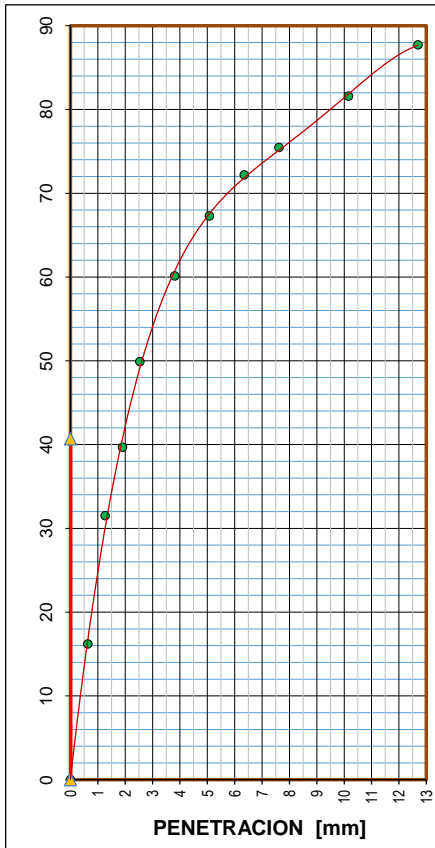
MUESTRA: M - 2

**9. GRÁFICA**

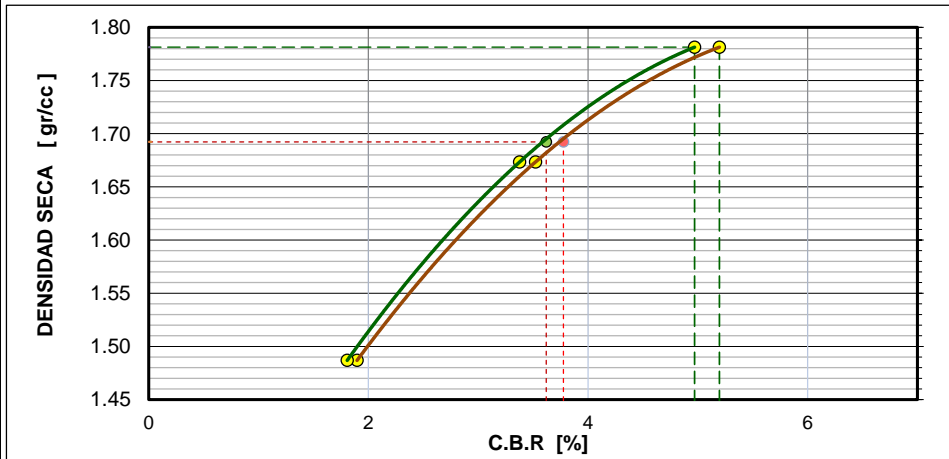
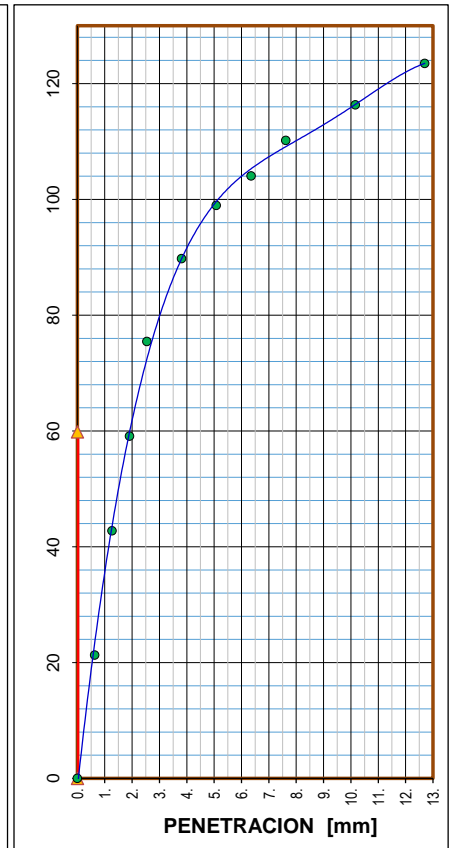
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.78</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>5.2</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>5.0</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.69</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>3.8</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>3.6</b>

LEYENDA



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

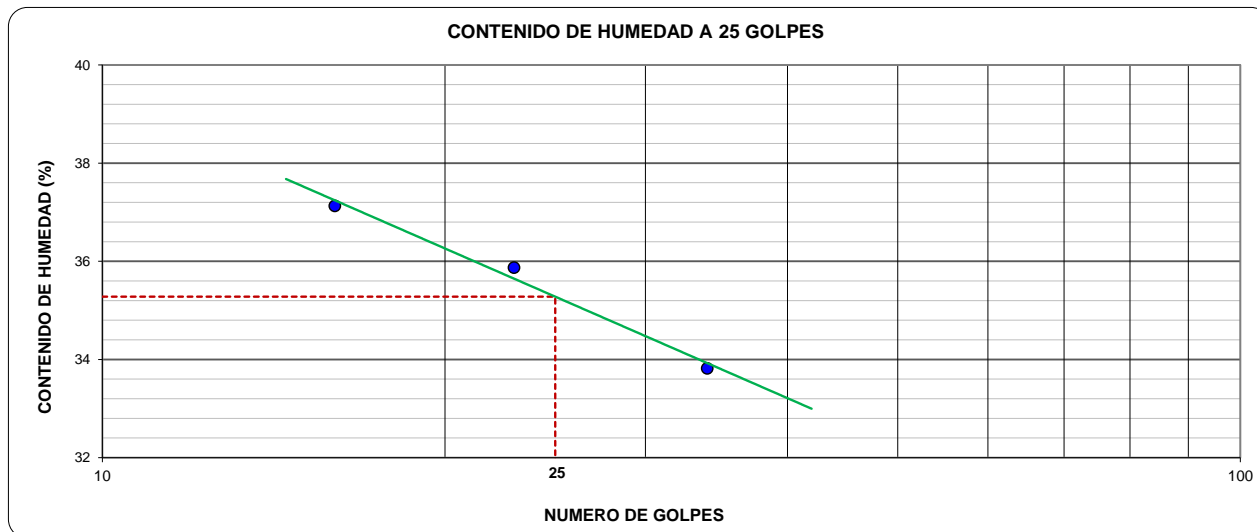
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S97-CF0-C3	M - 2
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CL	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-15	C-08	C-03	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	54.33	58.96	49.88	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	45.62	50.95	43.84	-
PESO DE AGUA	(g)	8.71	8.01	6.04	-
PESO DE LA TARA	(g)	22.16	28.62	25.98	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	23.46	22.33	17.86	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.13	35.87	33.82	-
NUMERO DE GOLPES		16	23	34	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
Nº TARRO	ID	T-04	T-03	T-05	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	20.94	27.15	23.04	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	18.98	25.03	21.26	
PESO DE LA TARA	(g.)	11.45	16.84	14.23	
PESO DEL AGUA	(g.)	1.96	2.12	1.78	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	7.53	8.19	7.03	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.03	25.89	25.32	25.74



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	35.28
LIMITE PLASTICO (%)	25.74
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.53

**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA	2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	<b>M - 2</b>
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S97-CF0-C3	
CLASF. DE SUELO: CL	

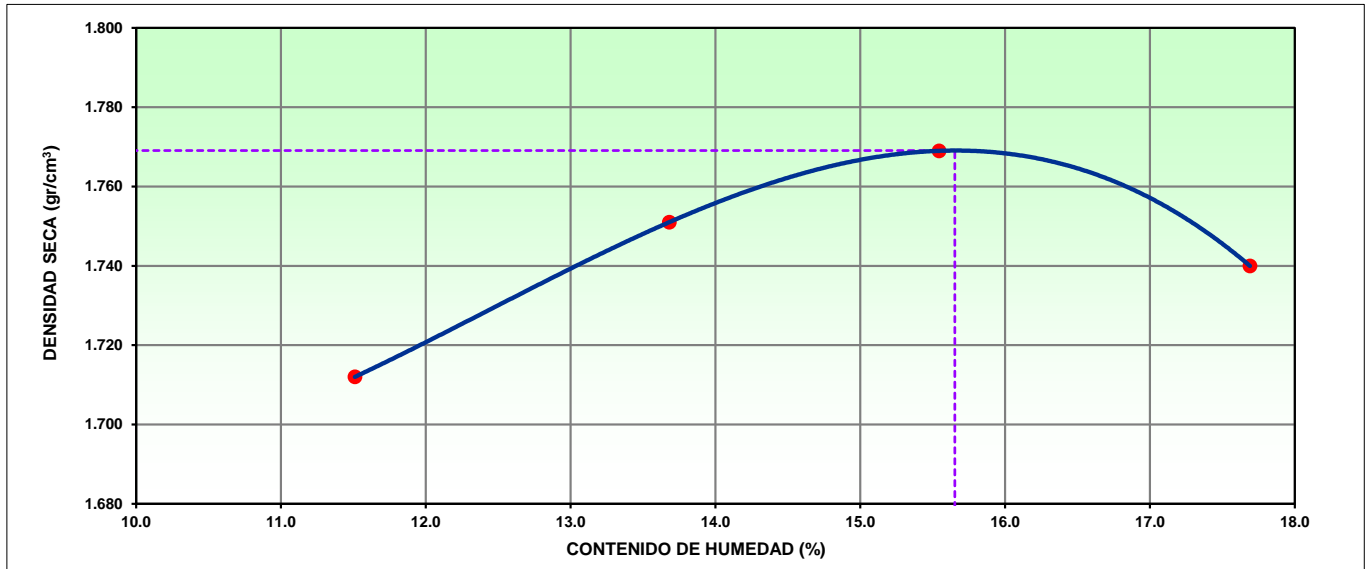
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5435	5511	5561	5565
PESO DE MOLDE (gr)		3651	3651	3651	3651
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1784	1860	1910	1914
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		935	935	935	935
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.909	1.990	2.044	2.048
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.712	1.751	1.769	1.740

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		510.6	468.3	427.8	372.4
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		462.1	417.1	375.9	323.2
PESO DE LA TARA (gr)		40.7	42.8	41.9	45.1
PESO DE AGUA (gr)		48.5	51.2	51.9	49.2
PESO DE SUELO SECO (gr)		421.4	374.3	334.0	278.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.51	13.68	15.54	17.69

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):** 1.769

**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 15.65

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S97-CF0-C3	
CLASF. DE SUELO: CL	

3. DATOS PARA EL ENSAYO								
				PROCTOR	HO=15.65	MDS=1.769	N°CAPAS	
							5	
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
			MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	

4. DENSIDAD									
Condición de humedad				Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g		11,105	11,369	11,745	11,894	11,601	11,597
2	Peso del molde	g		7,279	7,279	7,697	7,697	7,295	7,295
3	Volumen del molde REG:	cc		2,104	2,104	2,123	2,123	2,109	2,109
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g		3,826	4,090	4,048	4,197	4,306	4,302
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc		1.82	1.94	1.91	1.98	2.04	2.04
6	Id. Capsula	-		1	2	3	4	5	6
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g		136.12	120.15	99.89	128.02	100.92	105.23
8	Peso del suelo seco + capsula	g		120.15	102.35	90.84	110.45	90.54	94.38
9	Peso del agua, [7]-[8]	g		15.97	17.80	9.05	17.57	10.38	10.85
10	Peso de la capsula	g		21.32	32.15	33.48	30.98	25.48	36.87
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g		98.83	70.20	57.36	79.47	65.06	57.51
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%		16.16	25.36	15.78	22.11	15.95	18.87
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc		1.566	1.551	1.647	1.619	1.760	1.716

5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	190	240	320	19		24		33	
	1.270	390	450	630	40		46		64	
	1.905	560	660	940	57		67		96	
70.5	2.540	730	910	1,150	74	69*	93	85*	117	112*
	3.175	830	970	1,380	85		99		141	
	3.810	850	1,080	1,420	87		110		145	
105.7	5.080	990	1,210	1,560	101	102*	123	125*	159	166*
	6.350	1,060	1,250	1,730	108		128		177	
	7.620	1,090	1,330	1,820	111		136		186	
	10.160	1,120	1,370	1,910	114		140		195	
	12.700	1,150	1,410	2,000	117		144		204	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN											
TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			0.010		ALTURAS				
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
05/08/24	10:10 AM	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.0	0.00%
06/08/24	10:10 AM	24	1.43	1.62	0.84	0.014	1.13%	0.016	1.28%	0.0	0.66%
07/08/24	10:10 AM	48	2.33	1.90	1.61	0.023	1.83%	0.019	1.50%	0.0	1.27%
08/08/24	10:10 AM	72	2.90	2.40	2.15	0.029	2.28%	0.024	1.89%	0.0	1.69%
09/08/24	10:10 AM	96	3.19	2.79	2.48	0.032	2.51%	0.028	2.20%	0.02	1.95%

7. RESULTADOS										
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
Densidad Seca prom.	1.56	1.63	1.77	Humedad óptima		15.65%	Penetración		0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	5.1	6.2	8.2	MDS		1.769	100% MDS		8.2	8.1
Penetración: 0.2"	5.0	6.1	8.1	95 % de la MDS		1.681	95 % MDS		7.0	6.8

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

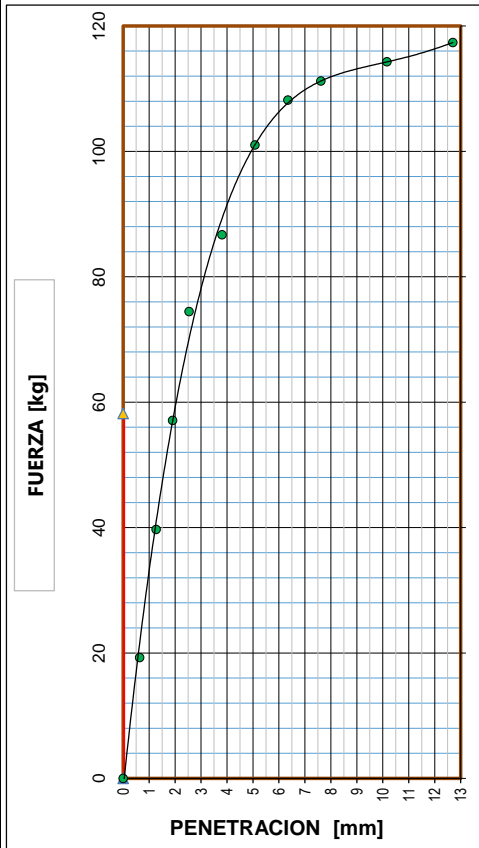
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

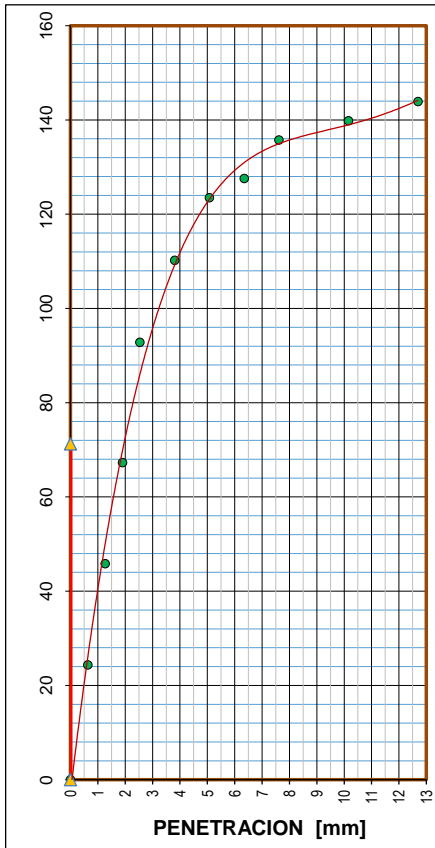
MUESTRA: M - 2

**9. GRÁFICA**

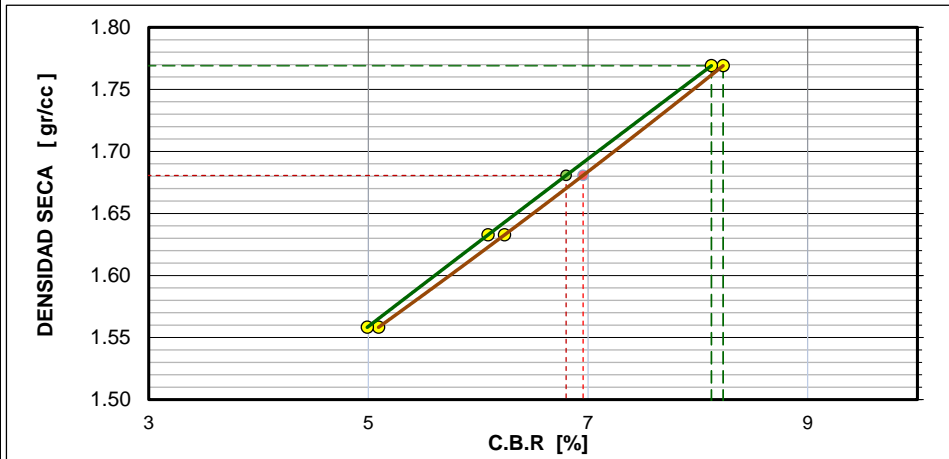
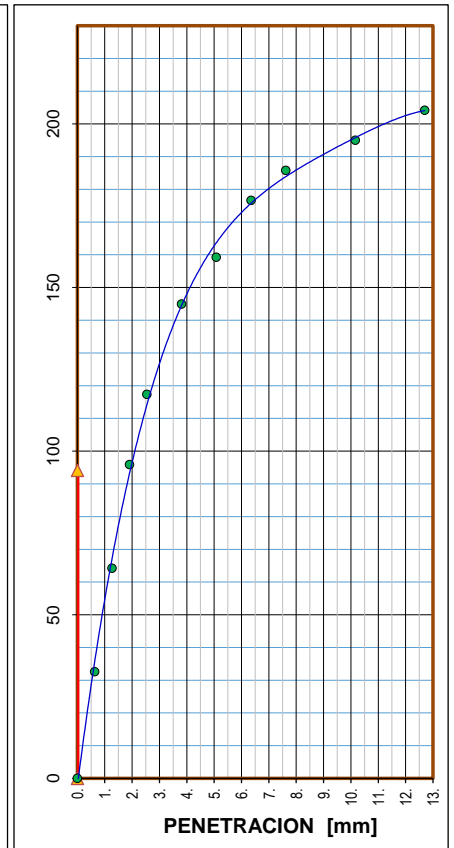
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.77</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>8.2</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>8.1</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.68</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>7.0</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>6.8</b>

LEYENDA



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

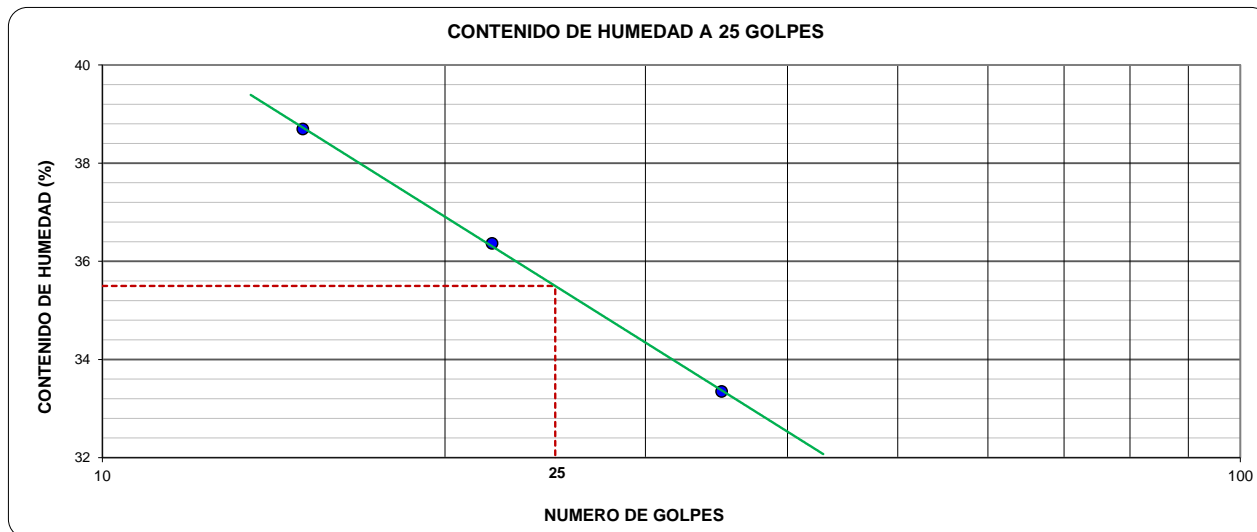
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S94-CF3-C3	M - 2
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CL	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-02	C-15	C-06	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	46.87	54.80	54.22	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	40.95	46.84	45.70	-
PESO DE AGUA	(g)	5.92	7.96	8.52	-
PESO DE LA TARA	(g)	25.65	24.95	20.15	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	15.30	21.89	25.55	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38.69	36.36	33.35	-
NUMERO DE GOLPES		15	22	35	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-05	T-08	T-11	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	22.16	21.80	21.88	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	20.16	19.65	20.15	
PESO DE LA TARA	(g.)	12.56	11.65	13.48	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.00	2.15	1.73	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	7.60	8.00	6.67	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.32	26.88	25.94	26.38



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	35.50
LIMITE PLASTICO (%)	26.38
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.12

**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE GENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	DOSIFICACIÓN: S94-CF3-C3	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CL	

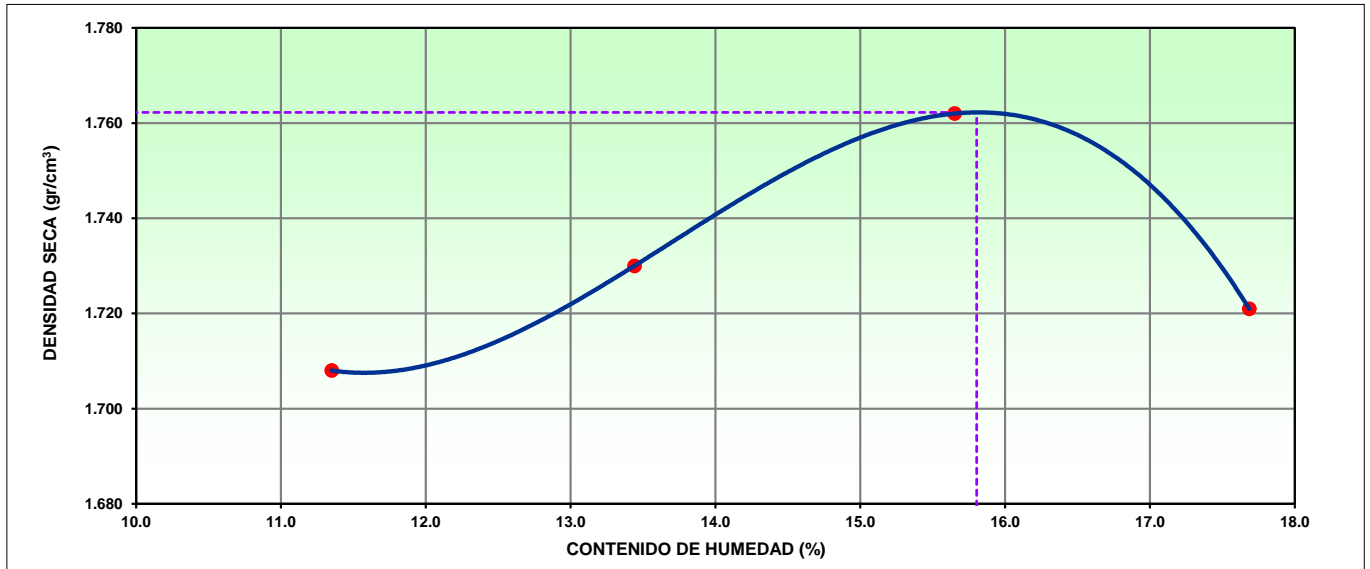
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5428	5485	5555	5544
PESO DE MOLDE (gr)		3651	3651	3651	3651
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1777	1834	1904	1893
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		935	935	935	935
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.902	1.963	2.037	2.026
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.708	1.730	1.762	1.721

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		471.1	468.9	432.6	395.5
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		428.6	419.7	380.8	344.3
PESO DE LA TARA (gr)		54.2	53.6	49.8	55.1
PESO DE AGUA (gr)		42.5	49.2	51.8	51.2
PESO DE SUELO SECO (gr)		374.4	366.1	331.0	289.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.35	13.44	15.65	17.69

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):** 1.762

**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 15.80

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S94-CF3-C3	
CLASF. DE SUELO: CL	

3. DATOS PARA EL ENSAYO							
				PROCTOR	HO=15.80	MDS=1.762	N°CAPAS 5
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES
			MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 03		

4. DENSIDAD								
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,684	11,854	12,101	12,134	12,154	12,185
2	Peso del molde	g	7,926	7,926	7,910	7,910	7,823	7,823
3	Volumen del molde REG:	cc	2,142	2,142	2,155	2,155	2,145	2,145
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,758	3,928	4,191	4,224	4,331	4,362
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.75	1.83	1.94	1.96	2.02	2.03
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	126.13	117.84	132.02	140.32	119.65	138.15
8	Peso del suelo seco + capsula	g	112.15	98.64	116.87	118.50	106.48	120.11
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	13.98	19.20	15.15	21.82	13.17	18.04
10	Peso de la capsula	g	21.65	25.61	22.48	20.95	23.31	25.87
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	90.50	73.03	94.39	97.55	83.17	94.24
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	15.45	26.29	16.05	22.37	15.84	19.14
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.520	1.452	1.676	1.602	1.743	1.707

5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	100	250	610	10		25		62	
	1.270	280	590	1,070	28		60		109	
	1.905	460	860	1,440	47		88		147	
70.5	2,540	650	1,040	1,760	66	58*	106	103*	180	172*
	3.175	690	1,120	1,930	70		114		197	
	3.810	750	1,310	2,060	76		134		210	
105.7	5,080	810	1,400	2,290	83	87*	143	148*	234	241*
	6.350	910	1,500	2,410	93		153		246	
	7.620	960	1,570	2,500	98		160		255	
	10.160	1,010	1,630	2,590	103		166		264	
	12.700	1,040	1,700	2,680	106		174		274	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN										H <sub>suelo</sub> = 127.0 mm	
TIEMPO			LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
05/08/24	12:15 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.0	0.00%
06/08/24	12:15 PM	24	1.20	0.99	0.78	0.012	0.94%	0.010	0.78%	0.0	0.61%
07/08/24	12:15 PM	48	1.95	1.77	1.49	0.020	1.54%	0.018	1.39%	0.0	1.17%
08/08/24	12:15 PM	72	2.43	2.24	1.99	0.024	1.91%	0.022	1.76%	0.0	1.57%
09/08/24	12:15 PM	96	2.67	2.60	2.29	0.027	2.10%	0.026	2.05%	0.02	1.80%

7. RESULTADOS										
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
Densidad Seca prom.	1.49	1.64	1.76	Humedad óptima		15.80%	Penetración		0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	4.2	7.5	12.6	MDS		1.762	100% MDS		12.6	11.8
Penetración: 0.2"	4.3	7.3	11.8	95 % de la MDS		1.674	95 % MDS		8.8	8.4

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



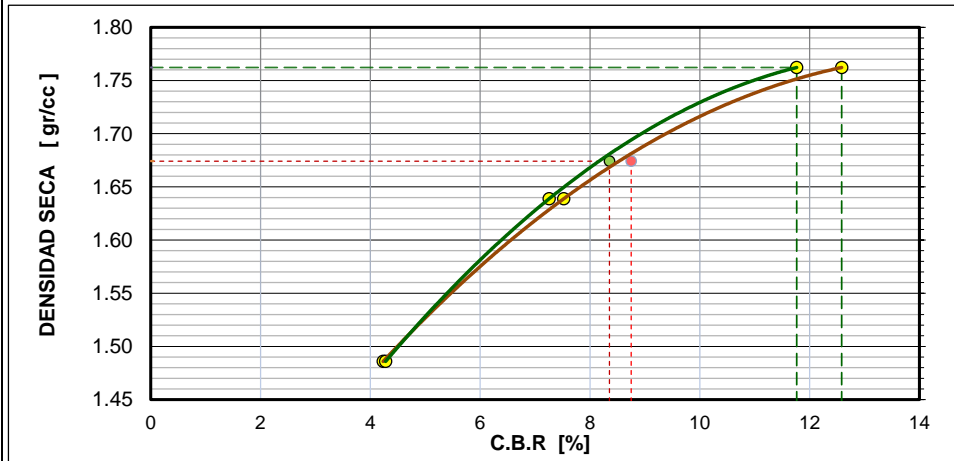
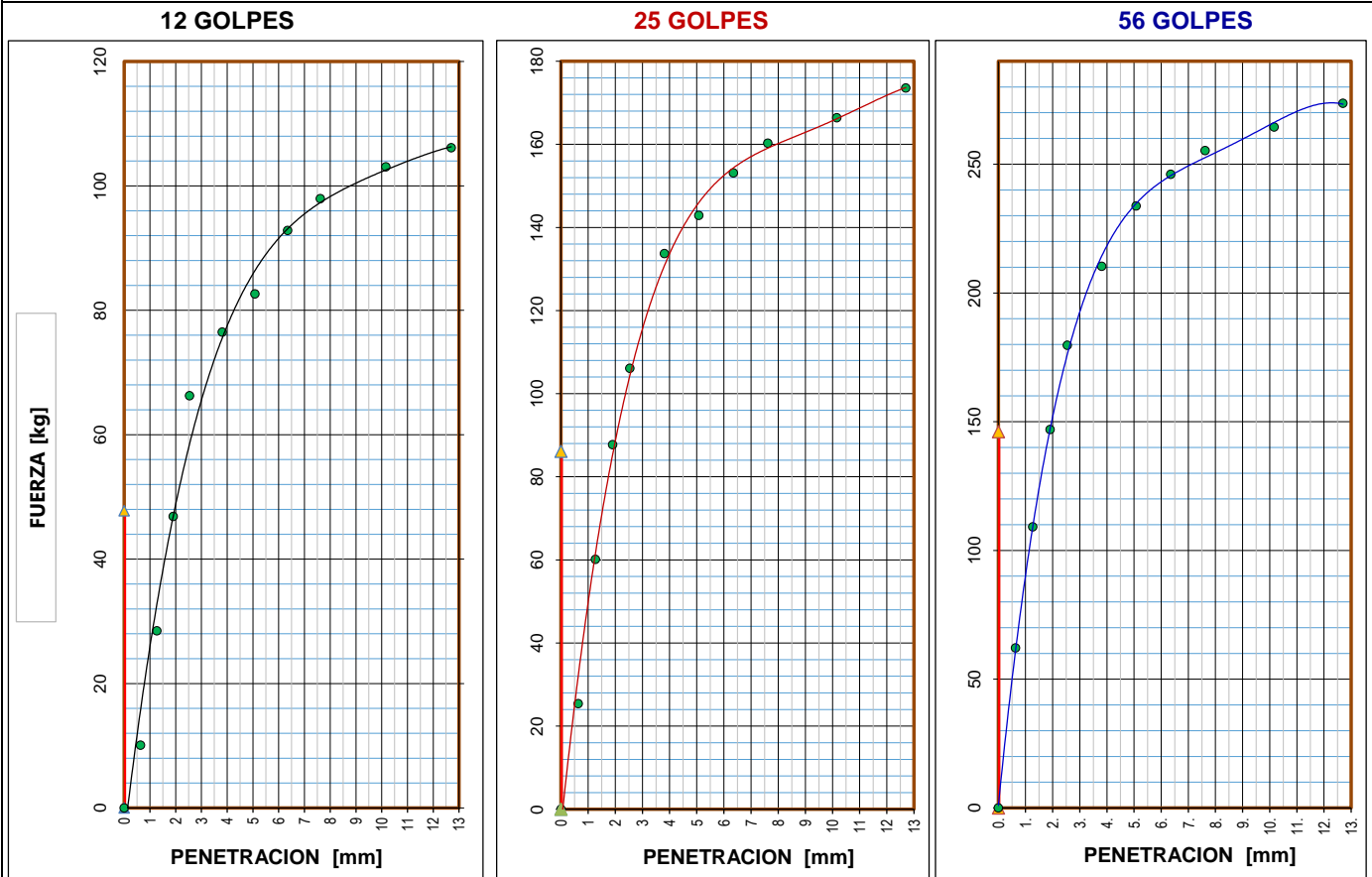
**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

MUESTRA: M - 2

**9. GRÁFICA**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.76</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>12.6</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>11.8</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.67</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>8.8</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>8.4</b>

**LEYENDA**



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

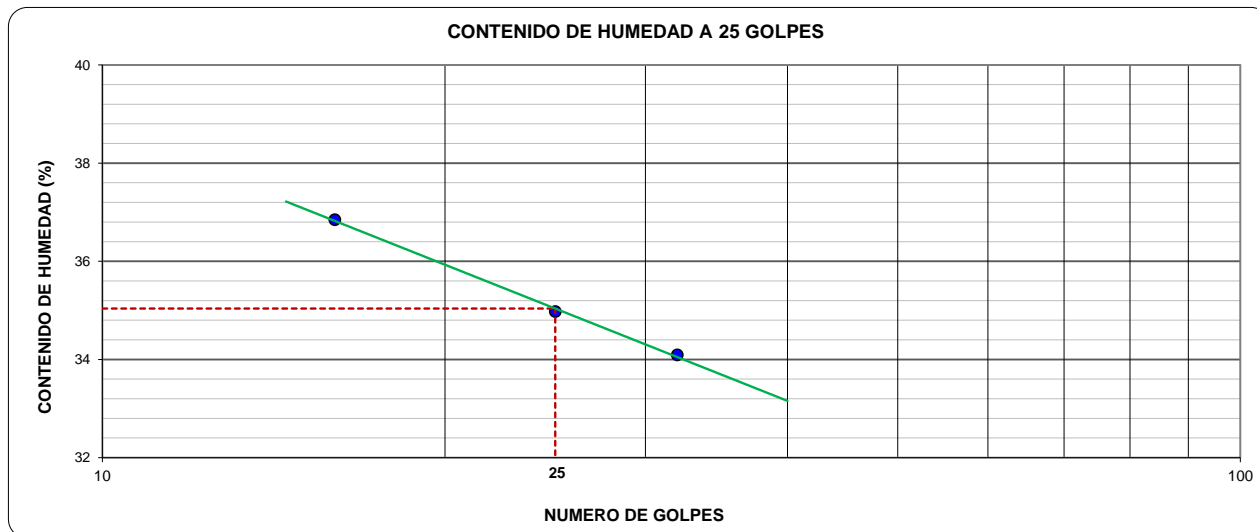
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S91-CF6-C3	M - 2
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CL	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-12	C-02	C-07	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	59.55	58.37	58.11	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	51.23	49.84	50.16	-
PESO DE AGUA	(g)	8.32	8.53	7.95	-
PESO DE LA TARA	(g)	28.65	25.45	26.84	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	22.58	24.39	23.32	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.85	34.97	34.09	-
NUMERO DE GOLPES		16	25	32	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-13	T-04	T-10	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	28.02	24.93	24.03	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	25.61	22.92	21.65	
PESO DE LA TARA	(g.)	16.65	15.45	12.98	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.41	2.01	2.38	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	8.96	7.47	8.67	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.90	26.91	27.45	27.09



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	35.04
LIMITE PLASTICO (%)	27.09
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.95

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE GENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	DOSIFICACIÓN: S91-CF6-C3	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CL	

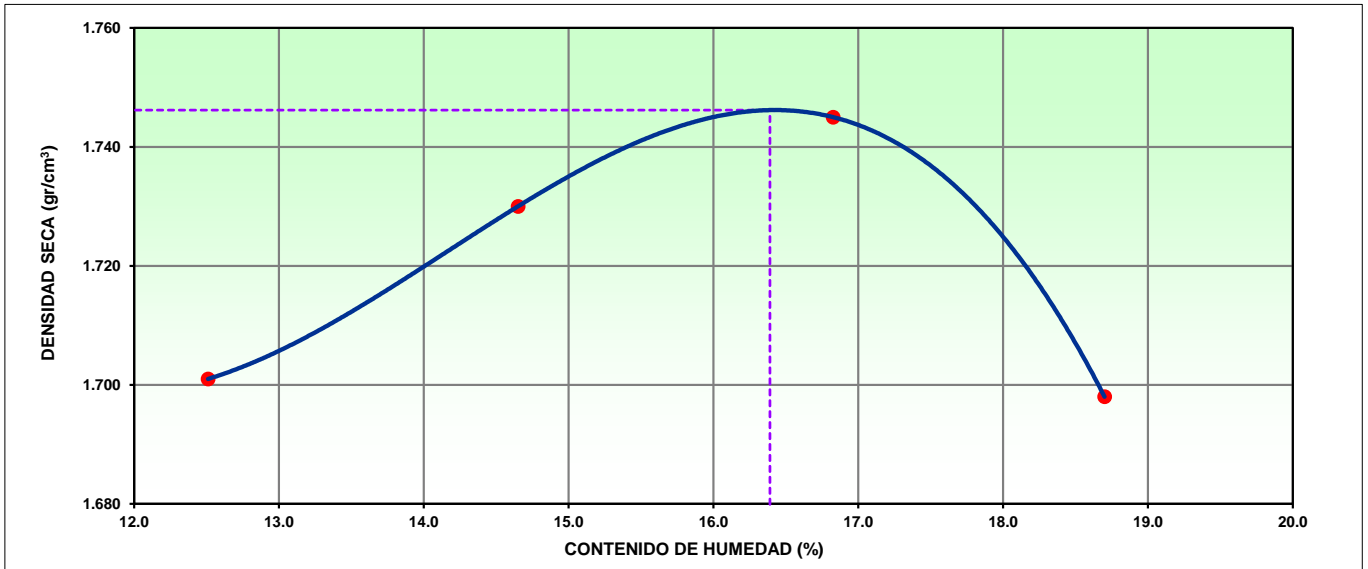
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5439	5505	5556	5535
PESO DE MOLDE (gr)		3651	3651	3651	3651
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1788	1854	1905	1884
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		935	935	935	935
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.913	1.984	2.039	2.016
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.701	1.730	1.745	1.698

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		447.8	423.5	394.2	403.9
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		403.7	375.6	344.7	348.1
PESO DE LA TARA (gr)		51.2	48.6	50.8	49.7
PESO DE AGUA (gr)		44.1	47.9	49.5	55.8
PESO DE SUELO SECO (gr)		352.5	327.0	293.9	298.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		12.51	14.65	16.83	18.70

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):** 1.746

**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 16.39

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S91-CF6-C3	
CLASF. DE SUELO: CL	

3. DATOS PARA EL ENSAYO	
PROCTOR	HO=16.39 MDS=1.746 N°CAPAS 5
N	DESCRIPCION UND
	12 GOLPES MOLDE 01 25 GOLPES MOLDE 02 56 GOLPES MOLDE 03

4. DENSIDAD		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
Condición de humedad							
1	Peso suelo húmedo + molde	g	10.994	11.235	11.807	11.870	11.594
2	Peso del molde	g	7,764	7,764	7,875	7,875	7,932
3	Volumen del molde REG:	cc	2,120	2,120	2,115	2,115	2,122
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,230	3,471	3,932	3,995	3,662
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.52	1.64	1.86	1.89	1.73
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	123.94	118.00	113.56	141.02	129.12
8	Peso del suelo seco + capsula	g	110.23	98.64	100.65	120.05	114.33
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	13.71	19.36	12.91	20.98	14.79
10	Peso de la capsula	g	25.13	24.10	22.94	28.31	24.87
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	85.10	74.54	77.71	91.74	89.46
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	16.11	25.97	16.61	22.86	16.53
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.312	1.300	1.594	1.537	1.481

5. PENETRACION		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	210	400	950	21		41		97	
	1.270	520	870	1,570	53		89		160	
	1.905	860	1,320	2,080	88		135		212	
70.5	2.540	1,140	1,670	2,470	116	108*	170	159*	252	243*
	3.175	1,400	1,840	2,750	143		188		281	
	3.810	1,450	1,990	2,880	148		203		294	
105.7	5.080	1,550	2,180	3,210	158	163*	223	230*	328	339*
	6.350	1,650	2,340	3,440	168		239		351	
	7.620	1,770	2,410	3,530	181		246		361	
	10.160	1,880	2,520	3,750	192		257		383	
	12.700	1,980	2,570	3,960	202		262		404	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN		LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			ALTURAS						
TIEMPO			12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
Fecha	Hora	(Hrs)									
16/08/24	9:30 AM	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.0	0.00%
17/08/24	9:30 AM	24	0.94	0.75	0.64	0.009	0.74%	0.008	0.59%	0.0	0.50%
18/08/24	9:30 AM	48	1.53	1.34	1.22	0.015	1.20%	0.013	1.06%	0.0	0.96%
19/08/24	9:30 AM	72	1.91	1.69	1.64	0.019	1.50%	0.017	1.33%	0.0	1.29%
20/08/24	9:30 AM	96	2.10	1.97	1.88	0.021	1.65%	0.020	1.55%	0.02	1.48%

7. RESULTADOS		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
ENSAYO CBR					Humedad óptima	16.39%	Penetración	0.1"
Densidad Seca prom.		1.31	1.57	1.75	MDS	1.746	100% MDS	17.9
Penetración: 0.1"		7.9	11.6	17.9	95 % de la MDS	1.659	95 % MDS	14.5
Penetración: 0.2"		8.0	11.3	16.6				13.7

**8. OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
(ASTM D 1883)**

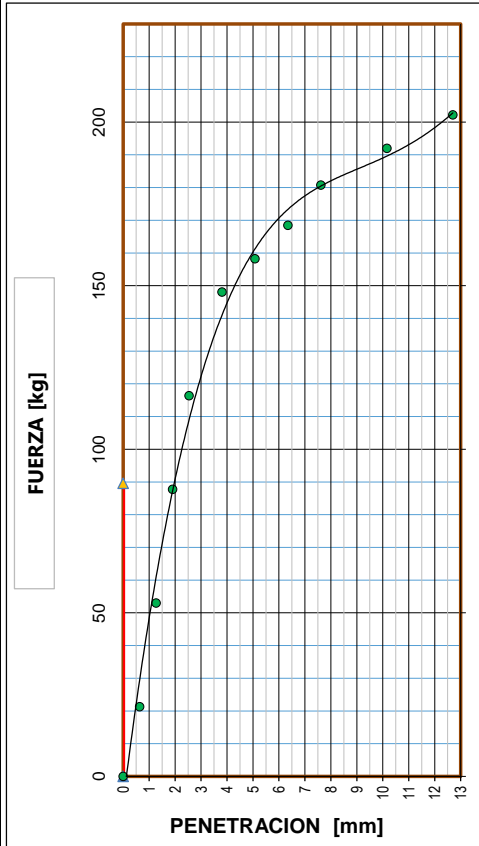
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

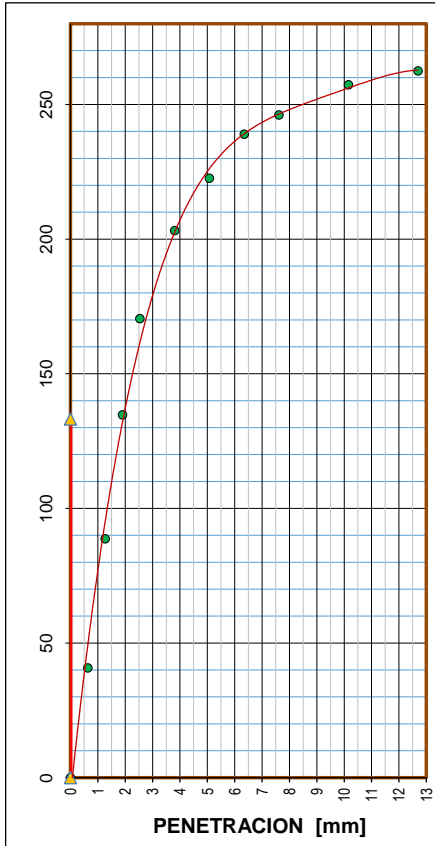
MUESTRA: M - 2

**9. GRÁFICA**

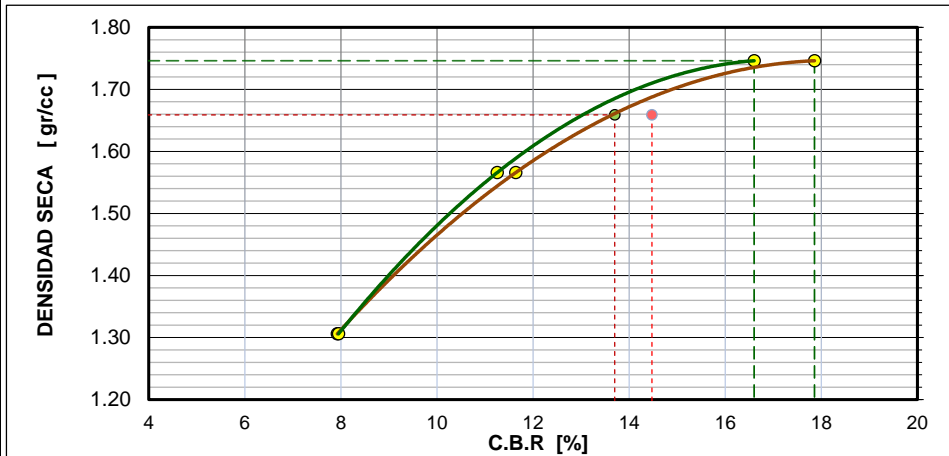
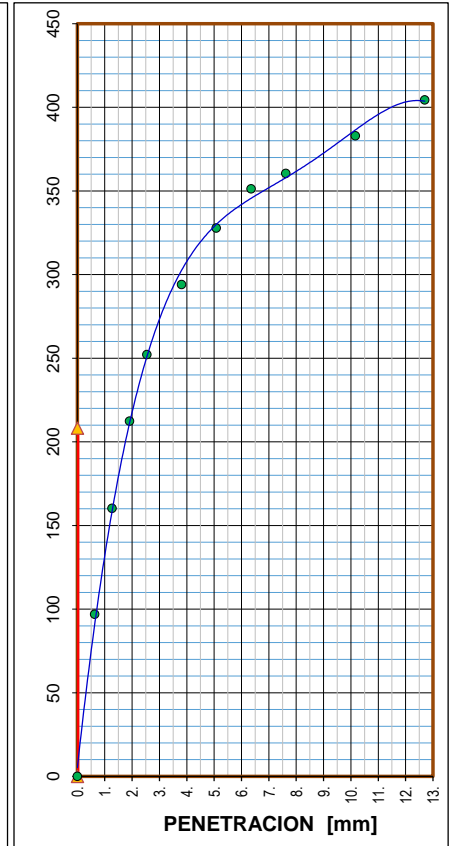
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.75</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>17.9</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>16.6</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.66</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>14.5</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>13.7</b>

LEYENDA



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

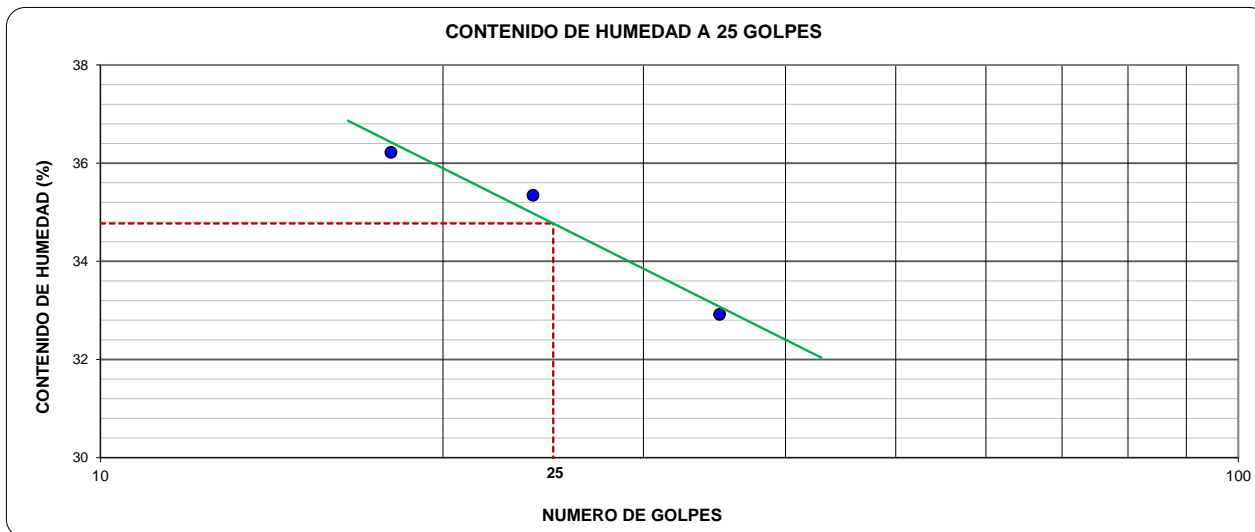
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S88-CF9-C3	M - 2
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CL	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-04	C-07	C-13	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	58.02	60.46	62.16	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	49.65	51.32	53.48	-
PESO DE AGUA	(g)	8.37	9.14	8.68	-
PESO DE LA TARA	(g)	26.54	25.46	27.11	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	23.11	25.86	26.37	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.22	35.34	32.92	-
NUMERO DE GOLPES		18	24	35	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-05	T-04	T-07	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	25.71	23.01	27.84	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	23.51	20.95	25.43	
PESO DE LA TARA	(g.)	15.62	13.54	17.06	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.20	2.06	2.41	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	7.89	7.41	8.37	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.88	27.80	28.79	28.16



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	34.77
LIMITE PLASTICO (%)	28.16
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.61

**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	DOSIFICACIÓN: S88-CF9-C3	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASIF. DE SUELO: CL	

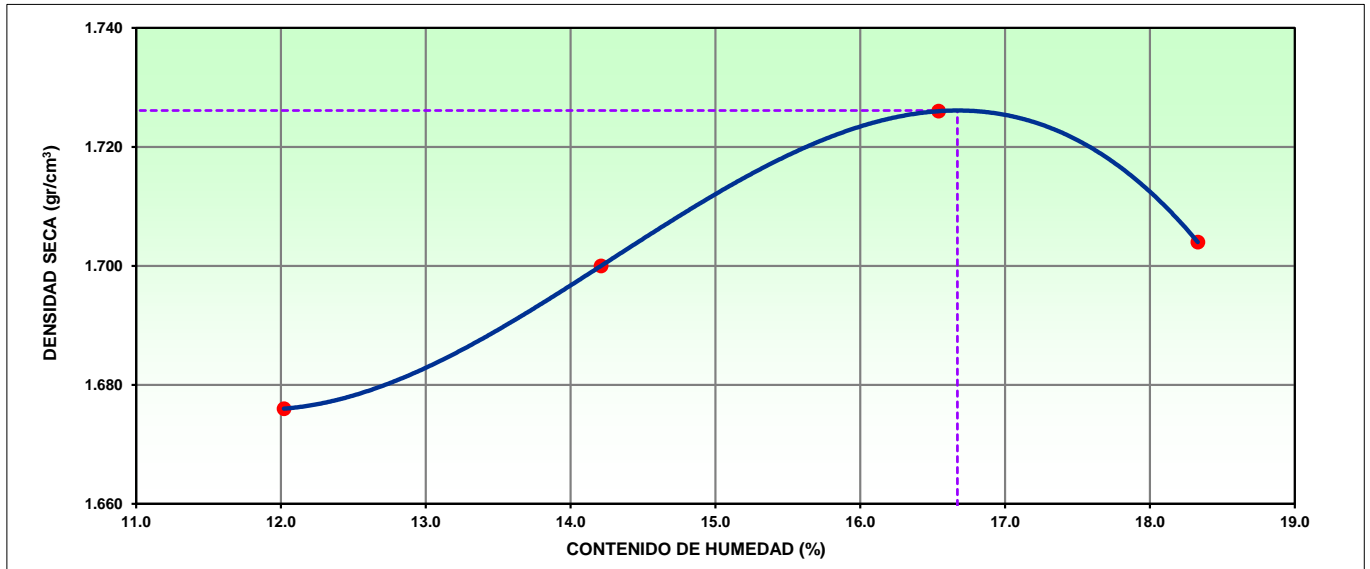
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5405	5465	5531	5535
PESO DE MOLDE (gr)		3651	3651	3651	3651
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1754	1814	1880	1884
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		935	935	935	935
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.877	1.941	2.012	2.016
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.676	1.700	1.726	1.704

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		496.9	463.1	389.3	369.9
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		448.7	411.6	341.4	320.8
PESO DE LA TARA (gr)		47.7	49.2	51.8	52.9
PESO DE AGUA (gr)		48.2	51.5	47.9	49.1
PESO DE SUELO SECO (gr)		401.0	362.4	289.6	267.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		12.02	14.21	16.54	18.33

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):** 1.726

**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 16.67

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S88-CF9-C3	
CLASF. DE SUELO: CL	

3. DATOS PARA EL ENSAYO	
PROCTOR	HO=16.67 MDS=1.726 N°CAPAS 5
N	DESCRIPCION UND
	12 GOLPES MOLDE 01 25 GOLPES MOLDE 02 56 GOLPES MOLDE 03

4. DENSIDAD		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
Condición de humedad							
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,684	11,898	11,968	12,095	12,120
2	Peso del molde	g	7,813	7,813	7,876	7,876	7,861
3	Volumen del molde REG:	cc	2,112	2,112	2,122	2,122	2,119
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,871	4,085	4,092	4,219	4,259
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.83	1.93	1.93	1.99	2.01
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	112.05	121.59	129.61	148.12	120.02
8	Peso del suelo seco + capsula	g	99.84	102.65	115.64	125.47	106.98
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	12.21	18.94	13.97	22.65	13.04
10	Peso de la capsula	g	26.31	32.15	28.64	30.15	28.97
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	73.53	70.50	87.00	95.32	78.01
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	16.61	26.87	16.06	23.76	16.72
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.572	1.525	1.662	1.606	1.722

5. PENETRACION		LECTURA DE DIAL (división)				FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0		
	0.635	510	620	800	52		63		82		
	1.270	1,020	1,270	1,770	104		130		181		
	1.905	1,540	1,910	2,210	157		195		226		
70.5	2,540	2,050	2,560	2,960	209	192*	261	242*	302	288*	
	3.175	2,250	2,860	3,320	230		292		339		
	3.810	2,450	3,150	3,690	250		322		377		
105.7	5,080	2,660	3,440	4,050	272	278*	351	359*	414	425*	
	6.350	2,780	3,650	4,340	284		373		443		
	7.620	2,900	3,870	4,650	296		395		475		
	10.160	3,020	4,120	4,960	308		421		507		
	12.700	3,060	4,250	5,280	313		434		539		

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN		LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			ALTURAS						
TIEMPO			12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
Fecha	Hora	(Hrs)									
16/08/24	1:40 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.0	0.00%
17/08/24	1:40 PM	24	0.74	0.63	0.48	0.007	0.58%	0.006	0.50%	0.0	0.38%
18/08/24	1:40 PM	48	1.20	1.12	0.92	0.012	0.94%	0.011	0.88%	0.0	0.72%
19/08/24	1:40 PM	72	1.49	1.42	1.24	0.015	1.17%	0.014	1.12%	0.0	0.98%
20/08/24	1:40 PM	96	1.64	1.65	1.42	0.016	1.29%	0.017	1.30%	0.01	1.12%

7. RESULTADOS		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL			
ENSAYO CBR					Humedad óptima		Penetración			
Densidad Seca prom.		1.55	1.63	1.73	16.67%		0.1"			
Penetración: 0.1"		14.1	17.8	21.1	MDS		100% MDS			
Penetración: 0.2"		13.6	17.6	20.8	95 % de la MDS		95 % MDS			
					1.726		21.1			
					1.640		18.0			

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



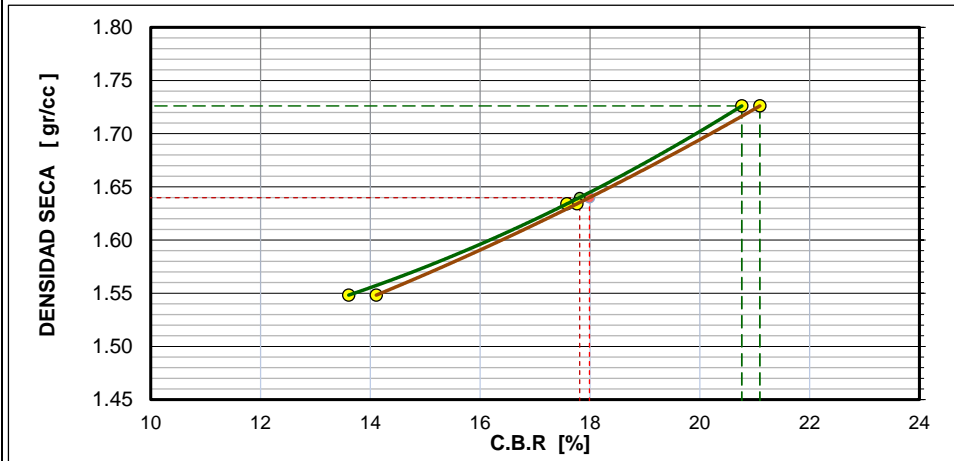
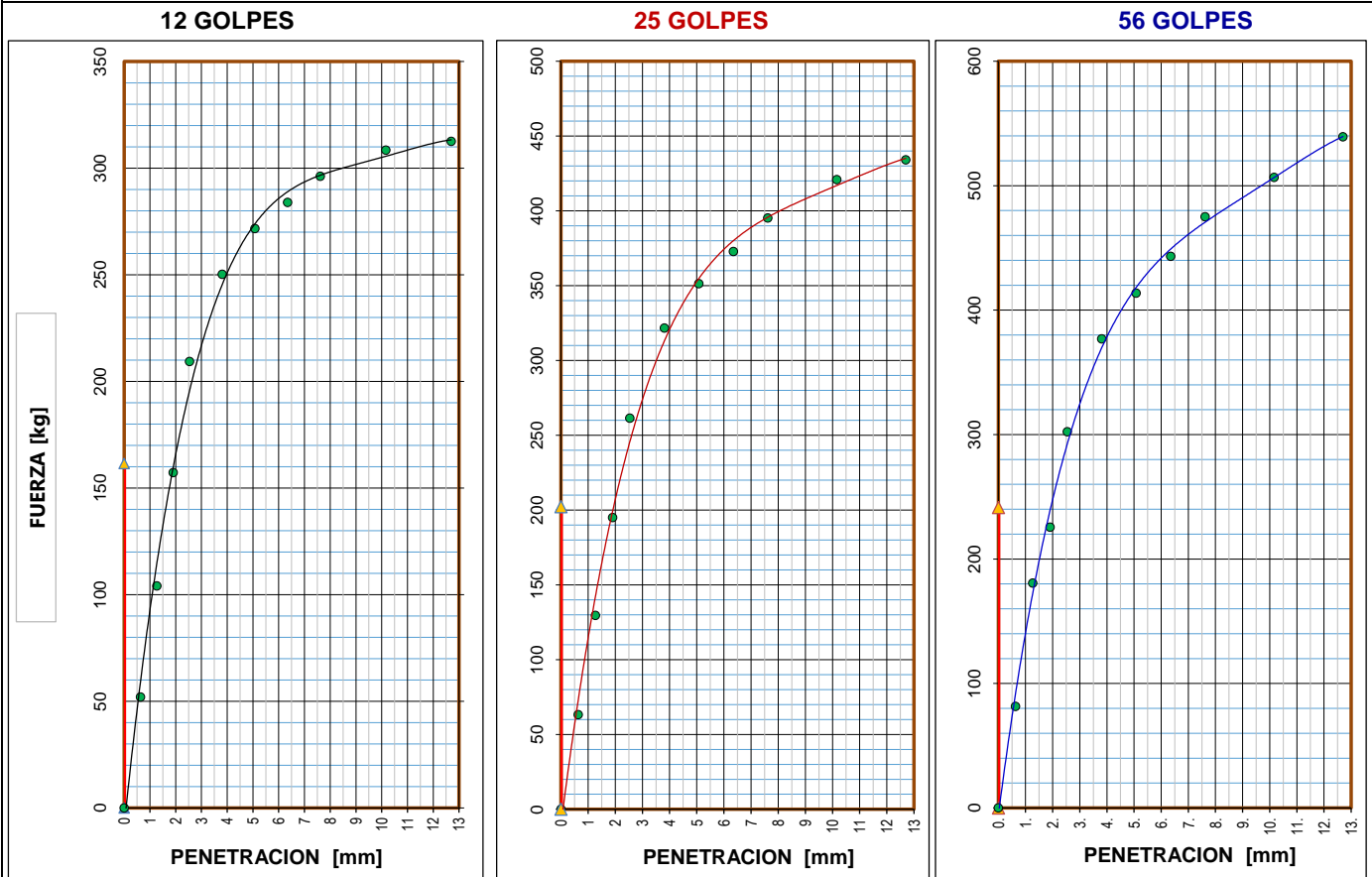
**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

MUESTRA: M - 2

**9. GRÁFICA**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.73</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>21.1</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>20.8</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.64</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>18.0</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>17.8</b>

**LEYENDA**



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

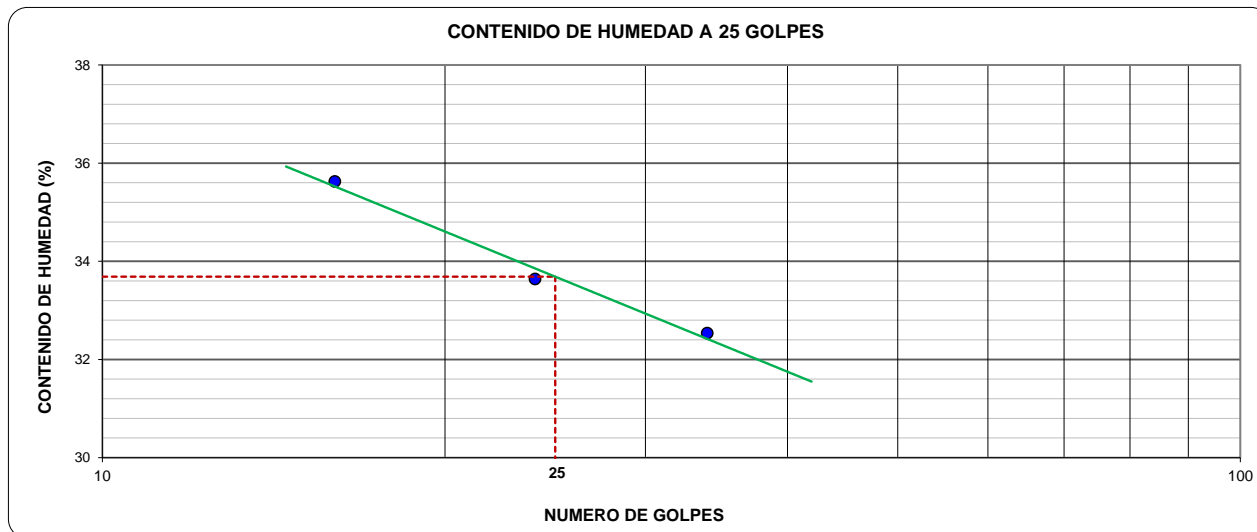
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S88-CF9-C3	M - 2
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CL	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-08	C-05	C-14	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	61.13	65.01	62.88	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	51.86	55.42	53.62	-
PESO DE AGUA	(g)	9.27	9.59	9.26	-
PESO DE LA TARA	(g)	25.84	26.91	25.16	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	26.02	28.51	28.46	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	35.63	33.64	32.54	-
NUMERO DE GOLPES		16	24	34	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-05	T-04	T-07	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	26.44	24.10	25.61	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	24.17	21.84	23.15	
PESO DE LA TARA	(g.)	16.54	13.94	14.61	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.27	2.26	2.46	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	7.63	7.90	8.54	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.75	28.61	28.81	29.05



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	33.69
LIMITE PLASTICO (%)	29.05
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	4.63

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA	2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	<b>M - 2</b>
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S88-CF9-C3	
CLASF. DE SUELO: CL	

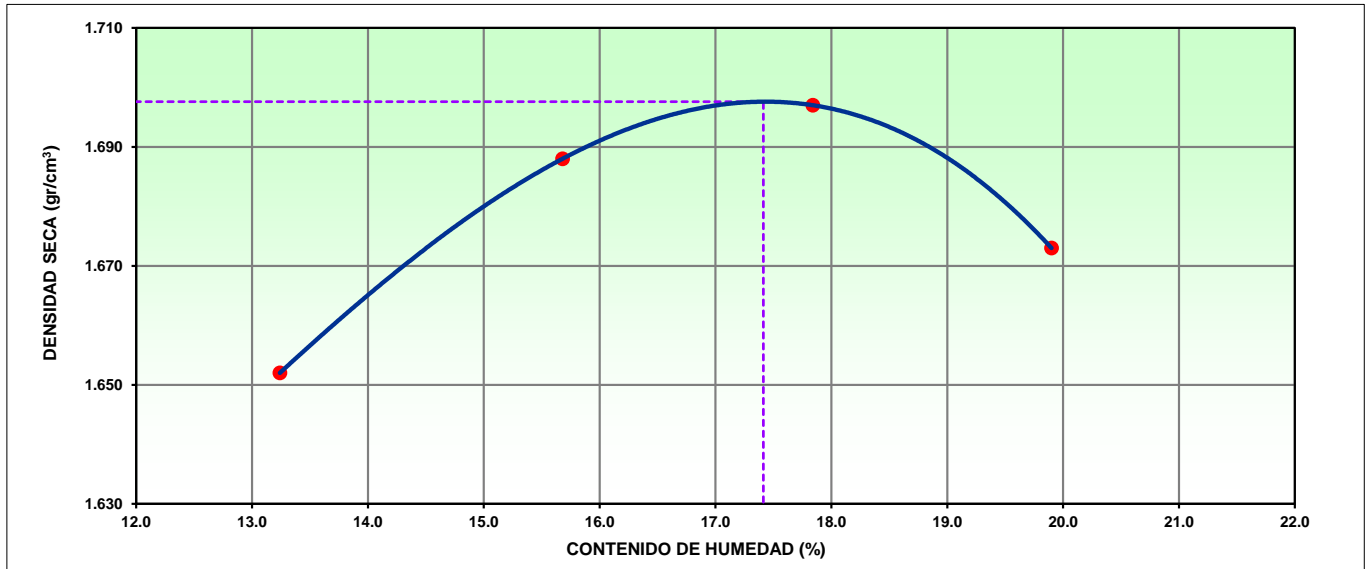
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5399	5476	5520	5525
PESO DE MOLDE (gr)		3651	3651	3651	3651
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1748	1825	1869	1874
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		935	935	935	935
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.871	1.953	2.000	2.005
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.652	1.688	1.697	1.673

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		484.0	414.7	373.4	365.4
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		433.4	366.0	323.8	312.6
PESO DE LA TARA (gr)		51.2	55.4	45.8	47.3
PESO DE AGUA (gr)		50.6	48.7	49.6	52.8
PESO DE SUELO SECO (gr)		382.2	310.6	278.0	265.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		13.24	15.68	17.84	19.90

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):** 1.698

**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 17.41

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 02 / PLATAFORMA KM 01+000 (L/D)	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S88-CF9-C3	
CLASF. DE SUELO: CL	

3. DATOS PARA EL ENSAYO								
				PROCTOR	HO=17.41	MDS=1.698	N°CAPAS	
							5	
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
			MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	

4. DENSIDAD									
Condición de humedad				Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g		10.849	10.980	11.684	11.648	11.485	11.514
2	Peso del molde	g		7.279	7.279	7.697	7.697	7.295	7.295
3	Volumen del molde REG:	cc		2,104	2,104	2,123	2,123	2,109	2,109
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g		3,570	3,701	3,987	3,951	4,190	4,219
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc		1.70	1.76	1.88	1.86	1.99	2.00
6	Id. Capsula	-		1	2	3	4	5	6
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g		114.23	150.33	127.64	163.21	120.15	152.95
8	Peso del suelo seco + capsula	g		101.23	125.65	112.41	135.94	105.64	131.02
9	Peso del agua, [7]-[8]	g		13.00	24.68	15.23	27.27	14.51	21.93
10	Peso de la capsula	g		25.32	33.15	26.65	21.54	22.84	25.61
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g		75.91	92.50	85.76	114.40	82.80	105.41
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%		17.13	26.68	17.76	23.84	17.52	20.80
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc		1.449	1.389	1.595	1.503	1.690	1.656

5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	450	680	990	46		69		101	
	1.270	940	1,270	1,580	96		130		161	
	1.905	1,370	1,760	2,240	140		180		229	
70.5	2.540	1,800	2,240	2,910	184	174*	229	221*	297	277*
	3.175	2,050	2,520	3,210	209		257		328	
	3.810	2,240	2,833	3,500	229		289		357	
105.7	5.080	2,470	3,080	3,810	252	257*	315	325*	389	411*
	6.350	2,650	3,360	4,290	271		343		438	
	7.620	2,740	3,550	4,570	280		363		467	
	10.160	2,830	3,730	4,890	289		381		499	
	12.700	2,890	3,940	5,190	295		402		530	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN											
TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			0.010		ALTURAS				
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
22/08/24	11:20 AM	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.0	0.00%
23/08/24	11:20 AM	24	0.61	0.47	0.44	0.006	0.48%	0.005	0.37%	0.0	0.35%
24/08/24	11:20 AM	48	0.99	0.85	0.85	0.010	0.78%	0.009	0.67%	0.0	0.67%
25/08/24	11:20 AM	72	1.24	1.07	1.14	0.012	0.98%	0.011	0.84%	0.0	0.90%
26/08/24	11:20 AM	96	1.36	1.24	1.31	0.014	1.07%	0.012	0.98%	0.01	1.03%

7. RESULTADOS										
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
Densidad Seca prom.	1.42	1.55	1.70	Humedad óptima		17.41%	Penetración		0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	12.8	16.2	20.3	MDS		1.698	100% MDS		20.3	20.1
Penetración: 0.2"	12.6	15.9	20.1	95 % de la MDS		1.613	95 % MDS		17.9	17.7

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



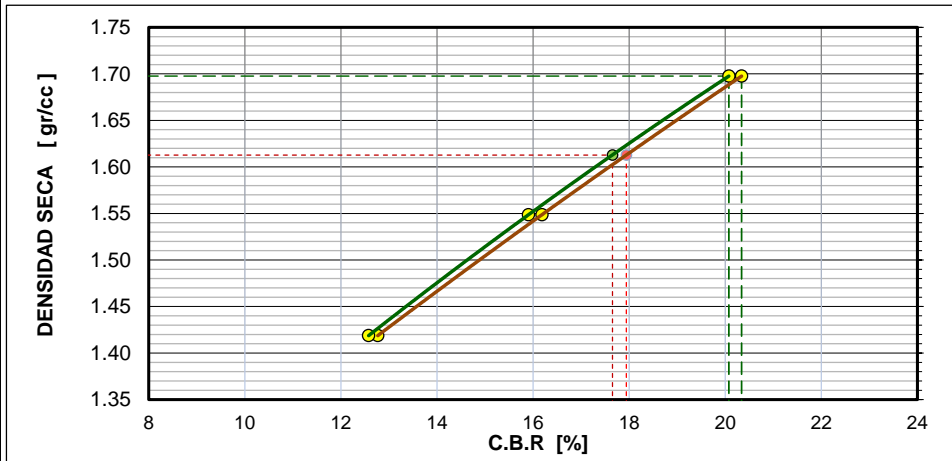
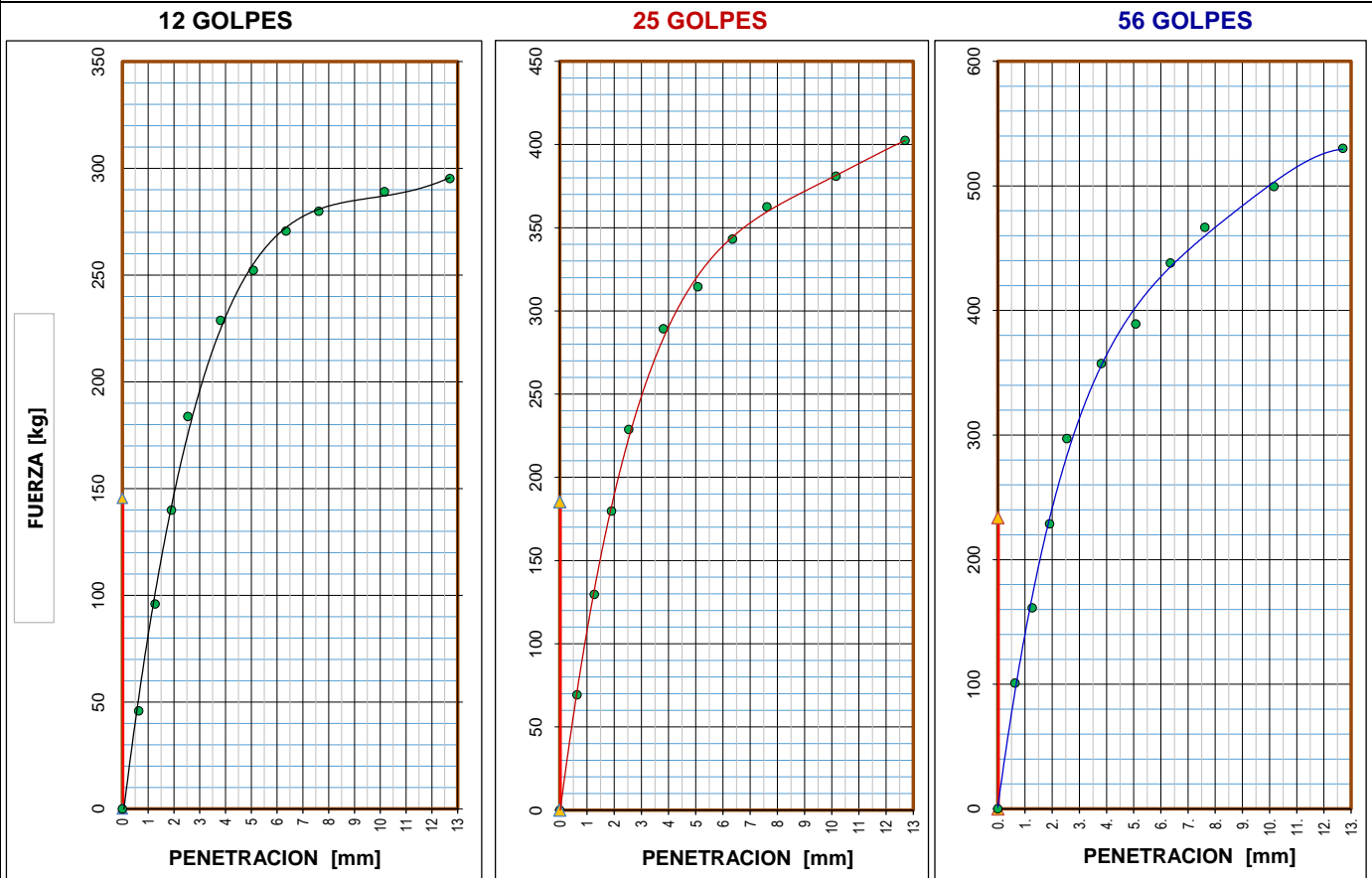
**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

MUESTRA: M - 2

**9. GRÁFICA**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.70</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>20.3</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>20.1</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.61</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>17.9</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>17.7</b>

**LEYENDA**

d) CALICATA C-03  
CLASIFICACIÓN DE SUELO: CH  
(M-01)

Resultados de ensayos con adición de 0%, 3%, 6%, 9% y 12% de ceniza de fondo + 3% de cal



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

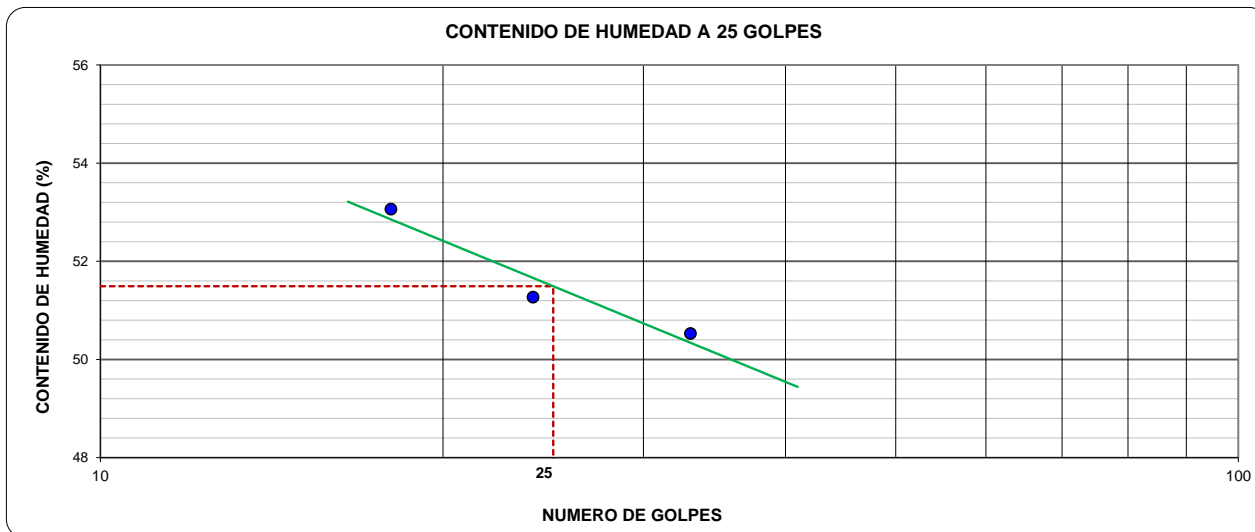
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA	
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S.N.	<b>M - 1</b>	
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CH		

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-06	C-08	C-05	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	43.83	37.94	40.11	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	35.51	31.67	33.41	-
PESO DE AGUA	(g)	8.32	6.27	6.70	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.83	19.44	20.15	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	15.68	12.23	13.26	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	53.06	51.27	50.53	-
NUMERO DE GOLPES		18	24	33	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-09	T-21	T-15	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	27.12	27.49	29.41	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	25.93	26.01	28.15	
PESO DE LA TARA	(g.)	19.65	18.05	21.03	
PESO DEL AGUA	(g.)	1.19	1.48	1.26	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	6.28	7.96	7.12	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.95	18.59	17.70	18.41



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	51.49
LIMITE PLASTICO (%)	18.41
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	33.08

**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.





**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA	
UBICACIÓN CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	DOSIFICACIÓN: S.N.	M - 1	
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH		

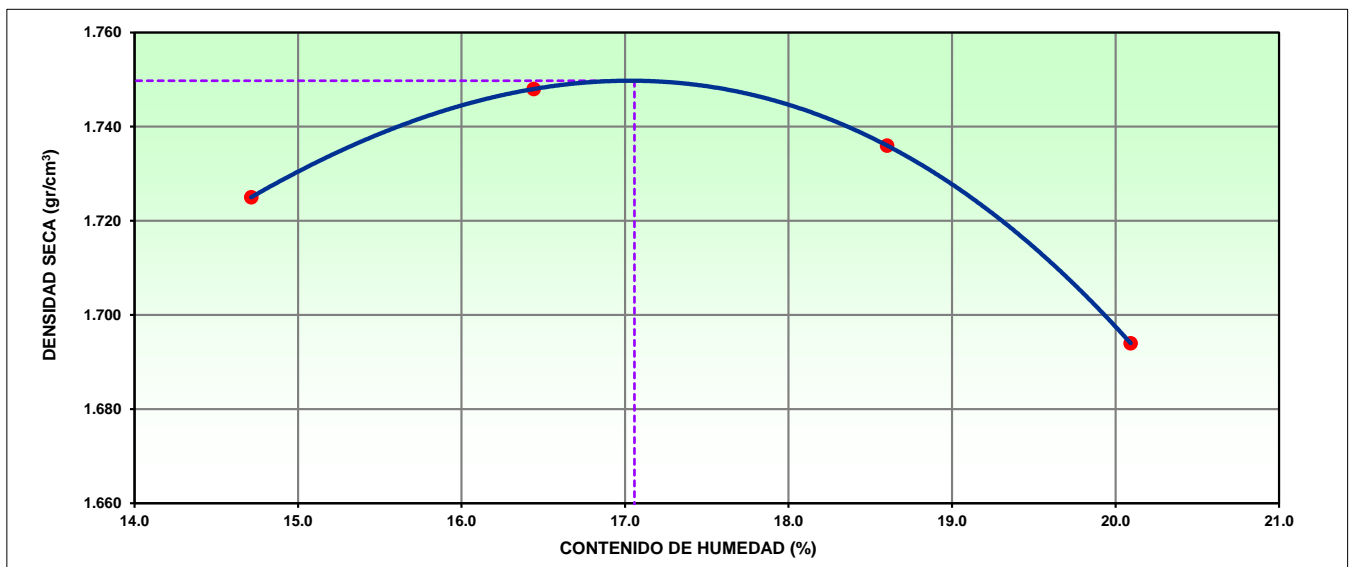
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		6043	6096	6118	6095
PESO DE MOLDE (gr)		4190	4190	4190	4190
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1853	1906	1928	1905
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		936	936	936	936
4.- LIMITE PLÁSTICO		1.979	2.035	2.059	2.034
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.725	1.748	1.736	1.694

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		389.0	369.2	293.0	366.8
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		346.7	326.8	257.6	310.2
PESO DE LA TARA (gr)		59.2	68.9	67.3	28.5
PESO DE AGUA (gr)		42.3	42.4	35.4	56.6
PESO DE SUELO SECO (gr)		287.5	257.9	190.3	281.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.71	16.44	18.60	20.09

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):** 1.750

**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 17.06

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	DOSIFICACIÓN:	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	S.N.	<b>M - 1</b>
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH	

3. DATOS PARA EL ENSAYO							
		PROCTOR	HO=17.06	MDS=1.750	N°CAPAS	5	

N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
			MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 03

4. DENSIDAD			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
Condición de humedad								
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,656	11,804	11,760	11,975	11,085	11,107
2	Peso del molde	g	7,921	7,921	7,807	7,807	6,703	6,703
3	Volumen del molde REG:	cc	2,120	2,120	2,114	2,114	2,128	2,128
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,735	3,883	3,953	4,168	4,382	4,404
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.76	1.83	1.87	1.97	2.06	2.07
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	360.20	151.52	341.04	250.46	360.10	342.11
8	Peso del suelo seco + capsula	g	318.12	130.07	298.63	212.21	317.94	294.69
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	42.08	21.45	42.41	38.25	42.16	47.42
10	Peso de la capsula	g	68.28	38.81	48.97	37.50	71.49	58.69
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	249.84	91.26	249.66	174.71	246.45	236.00
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	16.84	23.50	16.99	21.89	17.11	20.09
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.508	1.483	1.598	1.617	1.758	1.723

5. PENETRACION										
STANDARD	CARGA	LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
		mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	40	80	130	4		8		13	
	1.270	70	150	290	7		15		29	
	1.905	100	230	410	10		23		42	
70.5	2.540	120	280	500	12	12*	28	26*	51	48*
	3.175	130	290	560	13		29		57	
105.7	3.810	150	310	580	15		32		59	
	5.080	160	340	640	16	17*	35	37*	65	69*
	6.350	170	370	710	17		38		72	
	7.620	180	390	750	18		40		76	
	10.160	190	420	810	19		43		83	
	12.700	200	460	890	20		47		91	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN											H <sub>suelo</sub> = 127.0 mm		
TIEMPO			LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			0.010		ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
27/11/23	11:10 AM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
28/11/23	11:10 AM	24	5.56	4.69	3.67	0.06	4.38%	0.05	3.69%	0.04	2.89%	0.04	2.89%
29/11/23	11:10 AM	48	8.03	7.20	6.04	0.08	6.32%	0.07	5.67%	0.06	4.76%	0.06	4.76%
30/11/23	11:10 AM	72	9.20	8.36	7.52	0.09	7.24%	0.08	6.58%	0.08	5.92%	0.08	5.92%
01/12/23	11:10 AM	96	9.88	8.97	8.39	0.10	7.78%	0.09	7.06%	0.08	6.61%	0.08	6.61%

7. RESULTADOS												
ENSAYO CBR			12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
Densidad Seca prom.			1.50	1.61	1.75	Humedad óptima		17.06%	Penetración		0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"			0.9	1.9	3.5	MDS		1.750	100% MDS		3.5	3.4
Penetración: 0.2"			0.8	1.8	3.4	95 % de la MDS		1.662	95 % MDS		2.5	2.3

**8. OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

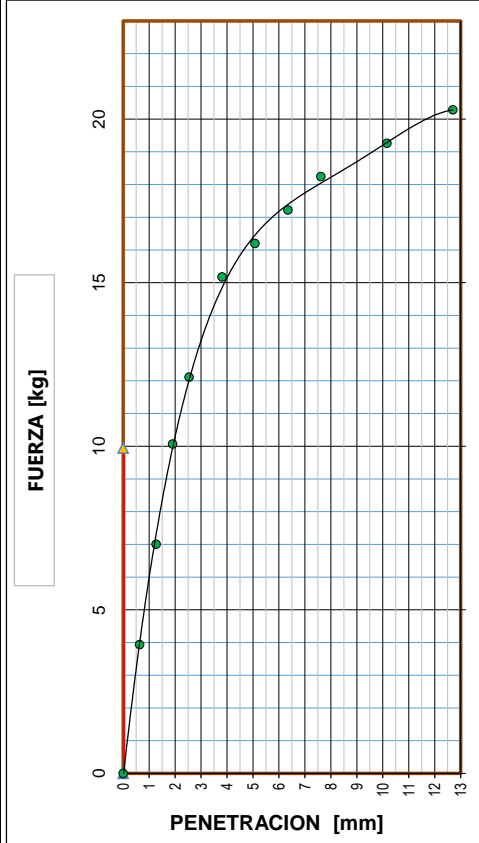
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

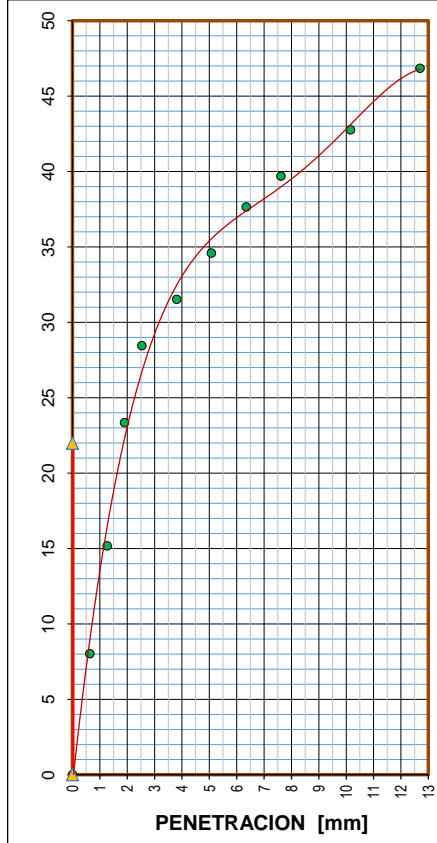
MUESTRA: M - 1

**9. GRÁFICA**

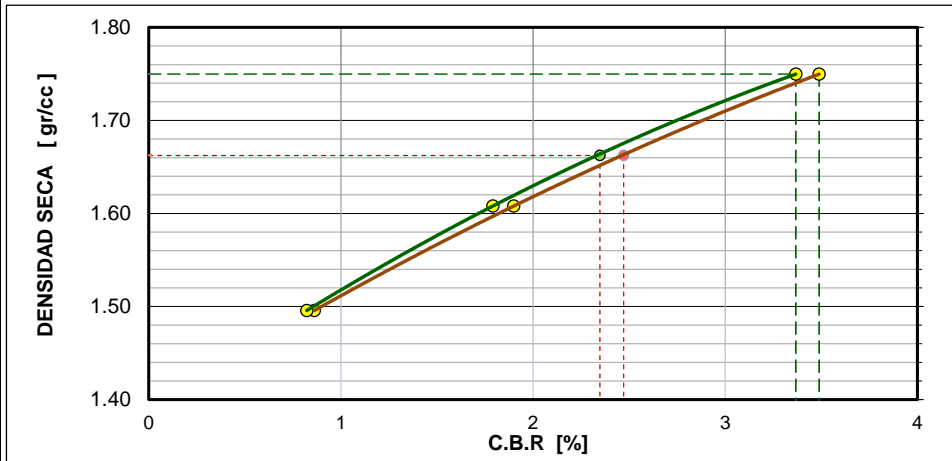
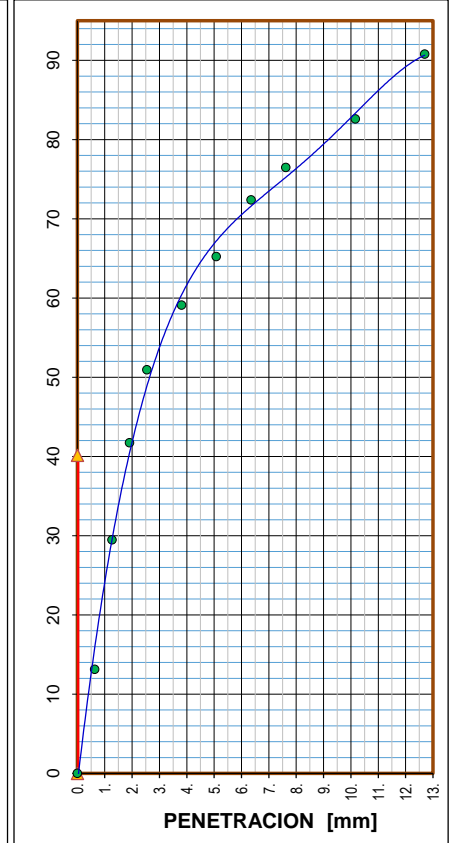
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.75</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>3.5</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>3.4</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.66</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>2.5</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>2.3</b>

**LEYENDA**



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

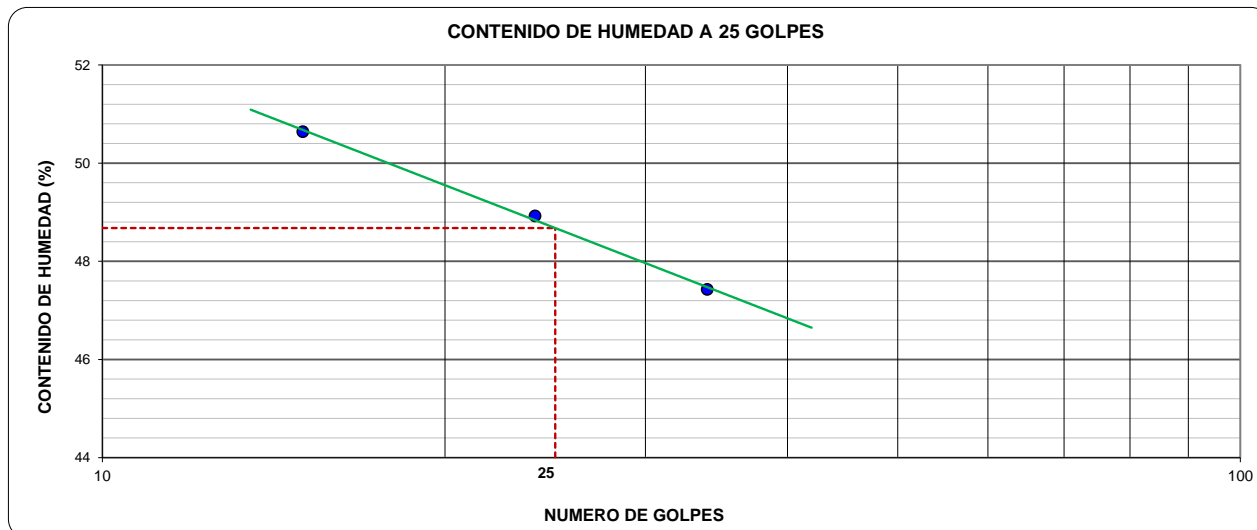
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S97-CF0-C3	M - 1
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CH	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-05	C-04	C-15	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	67.49	64.41	64.35	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	53.26	51.02	51.64	-
PESO DE AGUA	(g)	14.23	13.39	12.71	-
PESO DE LA TARA	(g)	25.16	23.65	24.84	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	28.10	27.37	26.80	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	50.64	48.92	47.43	-
NUMERO DE GOLPES		15	24	34	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-04	T-06	T-08	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	32.50	33.92	31.28	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	30.15	31.47	29.18	
PESO DE LA TARA	(g.)	21.65	22.75	21.43	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.35	2.45	2.10	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	8.50	8.72	7.75	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.65	28.10	27.10	27.61



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	48.68
LIMITE PLASTICO (%)	27.61
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	21.06

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	DOSIFICACIÓN: S97-CF0-C3	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH	

**3.- COMPACTACIÓN**

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25
NUMERO DE CAPAS	:	5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5974	6049	6105	6090
PESO DE MOLDE (gr)	4190	4190	4190	4190
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1784	1859	1915	1900
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	936	936	936	936
4.- LIMITE PLÁSTICO	1.905	1.985	2.045	2.029
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.682	1.719	1.740	1.696

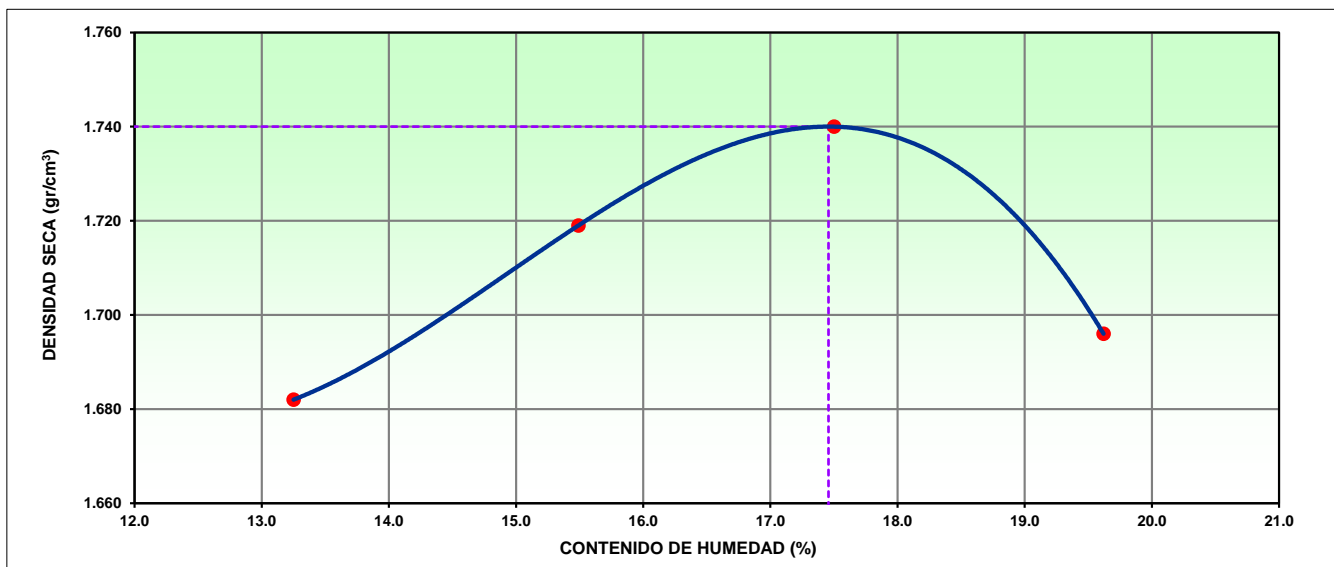
**4.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	422.4	404.3	388.9	369.6
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	378.9	357.5	338.7	317.8
PESO DE LA TARA (gr)	50.6	55.4	51.8	53.8
PESO DE AGUA (gr)	43.5	46.8	50.2	51.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	328.3	302.1	286.9	264.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.25	15.49	17.50	19.62

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.740

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 17.46

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	DOSIFICACIÓN:	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	S97-CF0-C3	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH	

3. DATOS PARA EL ENSAYO								
				PROCTOR	HO=17.46	MDS=1.740	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
			MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	

4. DENSIDAD									
Condición de humedad				Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,894	12,005	11,955	11,998	11,054	11,033	
2	Peso del molde	g	7,921	7,921	7,807	7,807	6,703	6,703	
3	Volumen del molde REG:	cc	2,120	2,120	2,114	2,114	2,128	2,128	
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,973	4,084	4,148	4,191	4,351	4,330	
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.87	1.93	1.96	1.98	2.04	2.03	
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	289.01	265.12	356.84	386.45	286.35	330.21	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	251.65	215.89	310.54	320.98	250.78	284.14	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	37.36	49.23	46.30	65.47	35.57	46.07	
10	Peso de la capsula	g	42.51	38.91	40.15	35.97	50.84	55.23	
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	209.14	176.98	270.39	285.01	199.94	228.91	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	17.86	27.82	17.12	22.97	17.79	20.13	
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.590	1.507	1.675	1.612	1.736	1.694	

5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	30	150	200	3		15		20	
	1.270	90	250	360	9		25		37	
	1.905	150	310	550	15		32		56	
70.5	2.540	180	400	680	18	17*	41	38*	69	64*
	3.175	210	430	720	21		44		73	
	3.810	220	460	780	22		47		80	
105.7	5.080	240	500	860	24	25*	51	53*	88	91*
	6.350	260	530	930	26		54		95	
	7.620	280	550	960	28		56		98	
	10.160	300	590	1,030	31		60		105	
	12.700	310	630	1,090	32		64		111	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN										H <sub>suelo</sub> = 127.0 mm	
TIEMPO			LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			0.010		ALTURAS			
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
22/08/24	4:00 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
23/08/24	4:00 PM	24	2.94	2.55	2.17	0.03	2.31%	0.03	2.01%	0.02	1.71%
24/08/24	4:00 PM	48	4.77	4.54	4.14	0.05	3.76%	0.05	3.57%	0.04	3.26%
25/08/24	4:00 PM	72	5.95	5.74	5.54	0.06	4.69%	0.06	4.52%	0.06	4.36%
26/08/24	4:00 PM	96	6.54	6.68	6.37	0.07	5.15%	0.07	5.26%	0.06	5.02%

7. RESULTADOS										
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
Densidad Seca prom.	1.55	1.64	1.74	Humedad óptima	17.46%	Penetración	0.1"	0.2"		
Penetración: 0.1"	1.2	2.8	4.7	MDS	1.740	100% MDS	4.7	4.5		
Penetración: 0.2"	1.2	2.6	4.5	95 % de la MDS	1.653	95 % MDS	3.0	2.7		

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

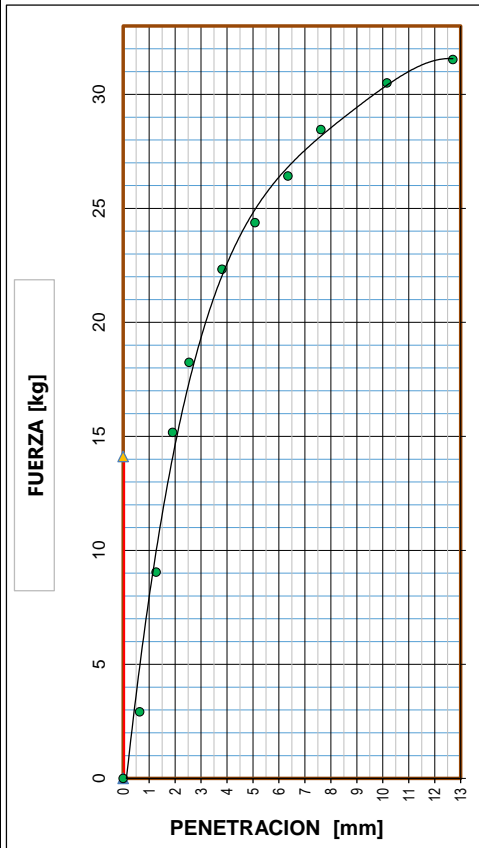
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

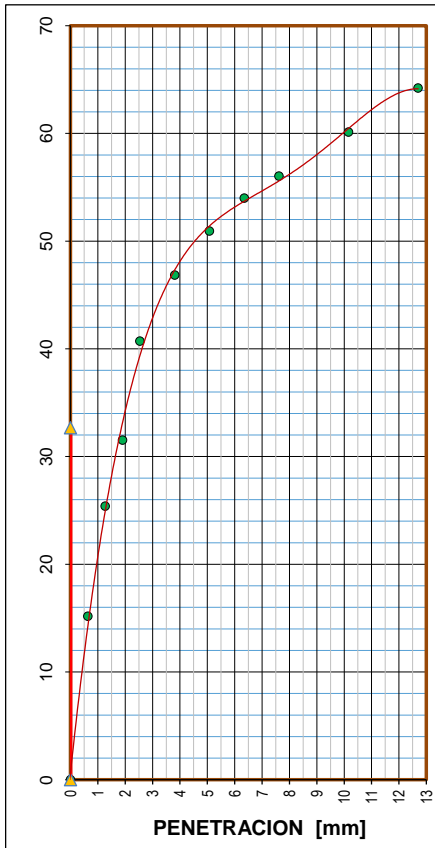
MUESTRA: M - 1

**9. GRÁFICA**

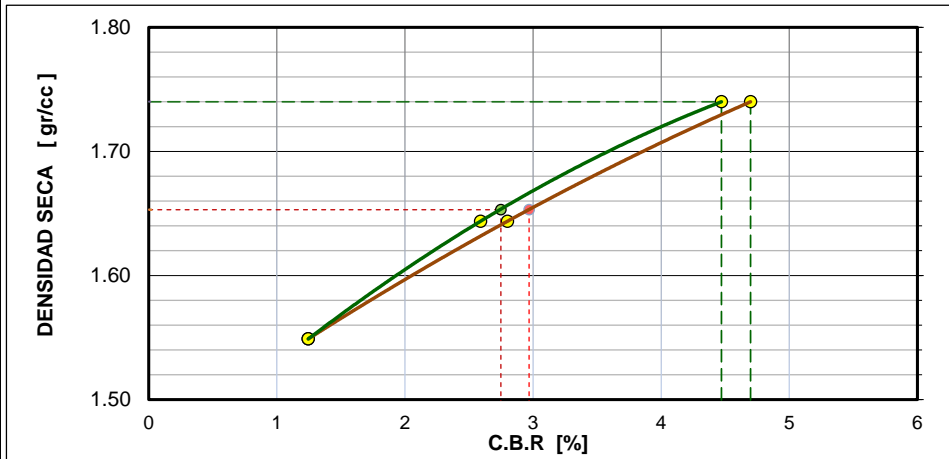
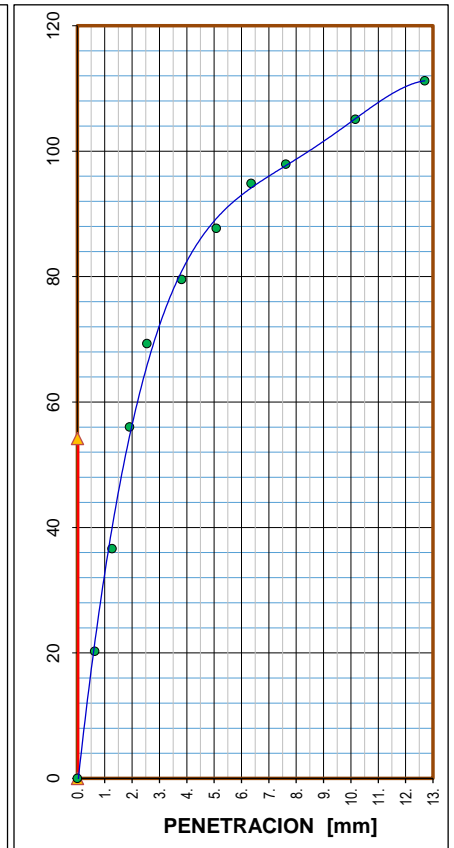
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.74</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>4.7</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>4.5</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.65</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>3.0</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>2.7</b>

**LEYENDA**



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

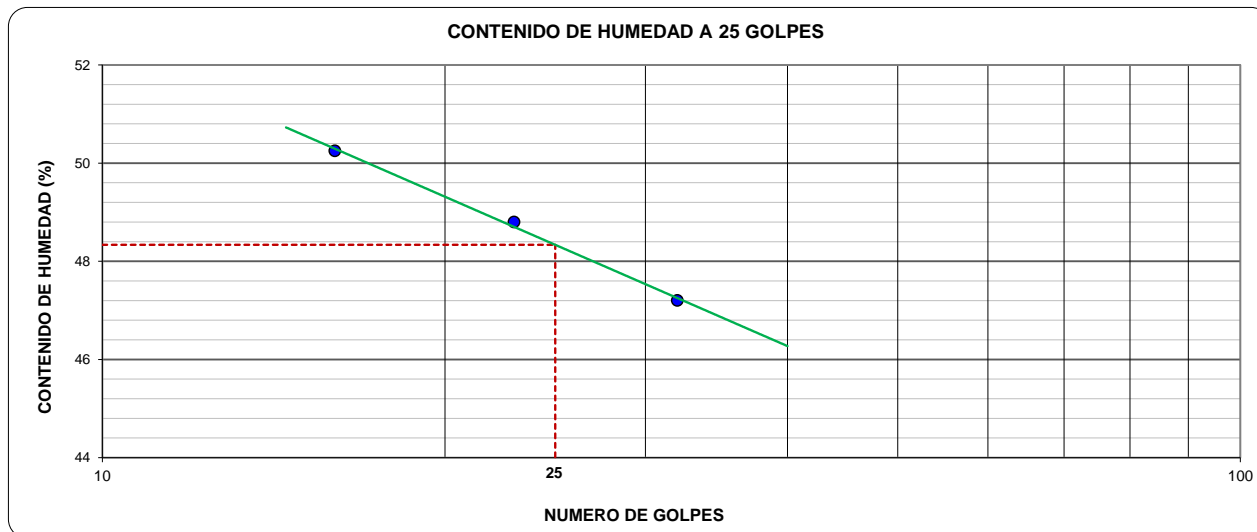
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S94-CF3-C3	M - 1
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CH	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-02	C-212	C-15	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	49.05	43.03	47.96	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	40.95	35.50	39.53	-
PESO DE AGUA	(g)	8.10	7.53	8.43	-
PESO DE LA TARA	(g)	24.83	20.07	21.67	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	16.12	15.43	17.86	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	50.25	48.80	47.20	-
NUMERO DE GOLPES		16	23	32	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-14	T-01	T-20	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	32.56	30.72	32.67	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	30.27	28.78	30.51	
PESO DE LA TARA	(g.)	21.98	21.65	22.83	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.29	1.94	2.16	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	8.29	7.13	7.68	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.62	27.21	28.13	27.65



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	48.34
LIMITE PLASTICO (%)	27.65
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	20.68

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.





**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	DOSIFICACIÓN: S94-CF3-C3	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH	

**3.- COMPACTACIÓN**

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"  
 NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25  
 NUMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5948	6034	6093	6087
PESO DE MOLDE (gr)	4189	4189	4189	4189
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1759	1845	1904	1898
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	937	937	937	937
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.877	1.969	2.032	2.026
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.652	1.702	1.732	1.695

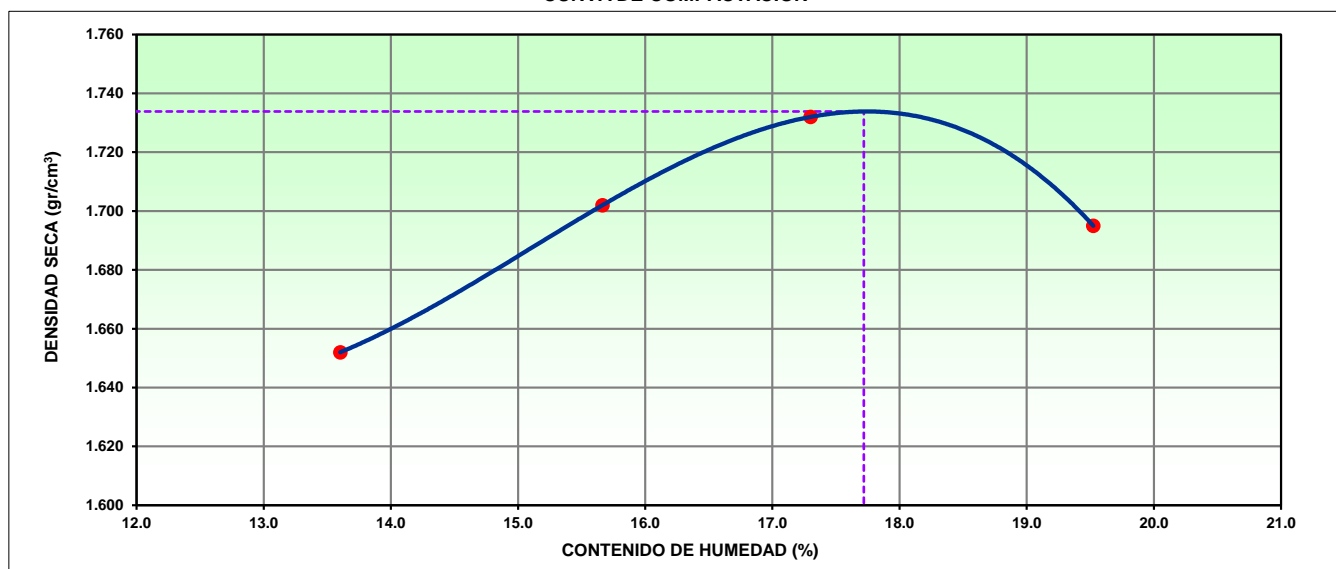
**4.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	508.5	514.6	500.4	482.6
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	453.1	454.7	432.5	410.5
PESO DE LA TARA (gr)	45.8	72.3	40.0	41.2
PESO DE AGUA (gr)	55.4	59.9	67.9	72.1
PESO DE SUELO SECO (gr)	407.3	382.4	392.5	369.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.60	15.66	17.30	19.52

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.734

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 17.72

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S94-CF3-C3	
CLASF. DE SUELO: CH	

3. DATOS PARA EL ENSAYO				
PROCTOR	HO=17.72	MDS=1.734	N°CAPAS	5

N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
			MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 03

4. DENSIDAD			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
Condición de humedad								
1	Peso suelo húmedo + molde	g	10,454	10,370	11,658	11,790	11,882	11,885
2	Peso del molde	g	6,590	6,590	7,491	7,491	7,560	7,560
3	Volumen del molde REG:	cc	2,128	2,128	2,125	2,125	2,125	2,125
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	3,864	3,780	4,167	4,299	4,322	4,325
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc	1.82	1.78	1.96	2.02	2.03	2.04
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	341.01	354.19	501.98	430.14	343.38	348.02
8	Peso del suelo seco + capsula	g	295.15	299.11	438.02	361.19	301.41	302.44
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	45.86	55.08	63.96	68.95	41.97	45.58
10	Peso de la capsula	g	35.12	68.26	70.97	48.35	61.54	72.17
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	260.03	230.85	367.05	312.84	239.87	230.27
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	17.64	23.86	17.43	22.04	17.50	19.79
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.544	1.434	1.670	1.658	1.731	1.699

5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm <sup>2</sup>	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	80	160	240	8		16		24	
	1.270	160	280	380	16		28		39	
	1.905	230	490	610	23		50		62	
70.5	2.540	290	600	720	29	28*	61	56*	73	69*
105.7	3.175	330	630	820	34		64		84	
	3.810	340	700	840	35		71		86	
	5.080	380	750	920	39	39*	76	80*	94	98*
	6.350	400	800	990	41		82		101	
	7.620	410	850	1,040	42		87		106	
	10.160	440	880	1,070	45		90		109	
	12.700	450	910	1,120	46		93		114	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN										H <sub>suelo</sub> = 127.0 mm	
TIEMPO			LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
04/12/23	3:30 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
05/12/23	3:30 PM	24	2.94	2.58	2.15	0.03	2.31%	0.03	2.03%	0.02	1.69%
06/12/23	3:30 PM	48	4.45	4.26	3.83	0.04	3.50%	0.04	3.35%	0.04	3.02%
07/12/23	3:30 PM	72	5.06	4.95	4.71	0.05	3.98%	0.05	3.90%	0.05	3.71%
08/12/23	3:30 PM	96	5.27	5.36	5.16	0.05	4.75%	0.05	4.22%	0.05	4.06%

7. RESULTADOS										
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
Densidad Seca prom.	1.49	1.66	1.73	Humedad óptima	17.72%	Penetración	0.1"	0.2"		
Penetración: 0.1"	2.0	4.1	5.1	MDS	1.734	100% MDS	5.1	4.8		
Penetración: 0.2"	1.9	3.9	4.8	95 % de la MDS	1.647	95 % MDS	3.9	3.7		

8. OBSERVACIONES
* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

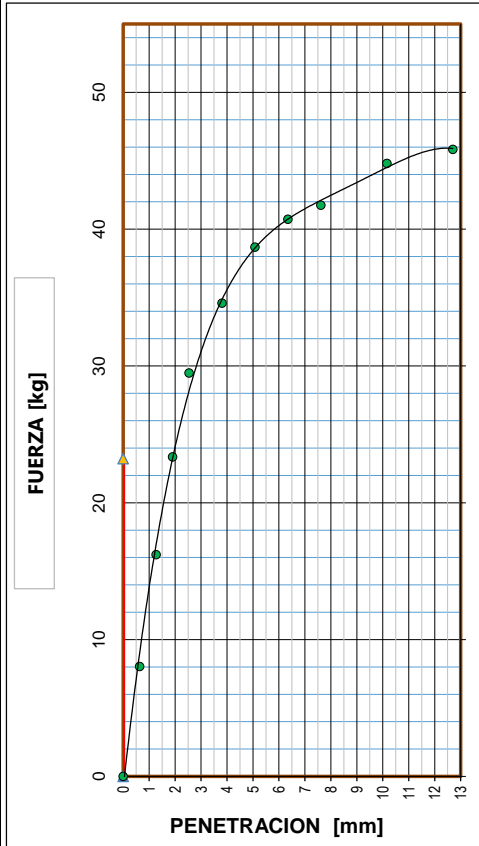
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

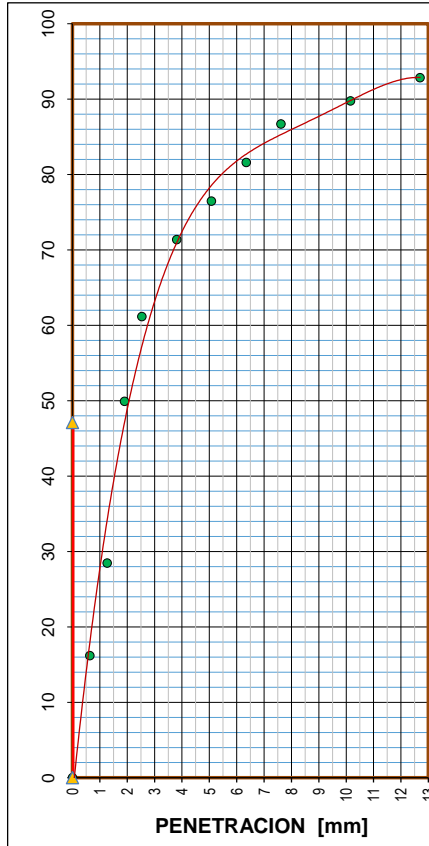
MUESTRA: M - 1

**9. GRÁFICA**

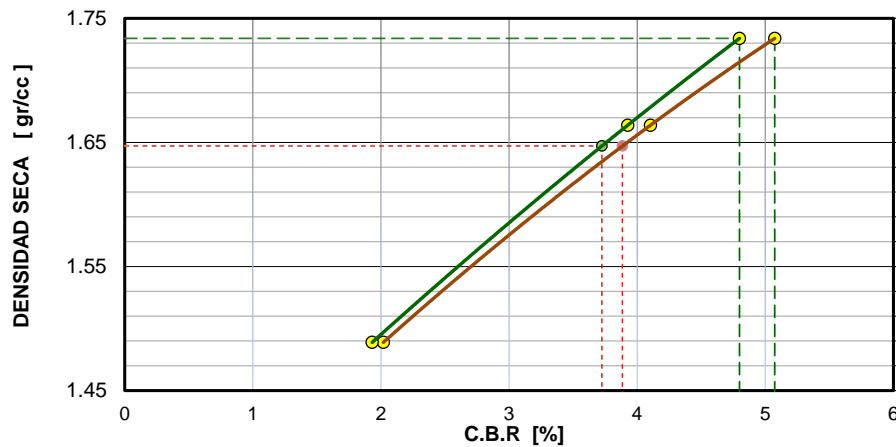
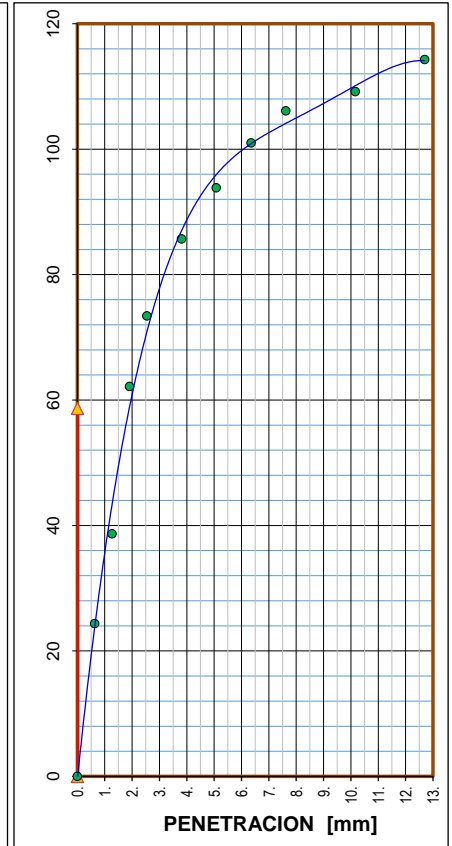
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.73</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>5.1</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>4.8</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.65</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>3.9</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>3.7</b>

LEYENDA



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

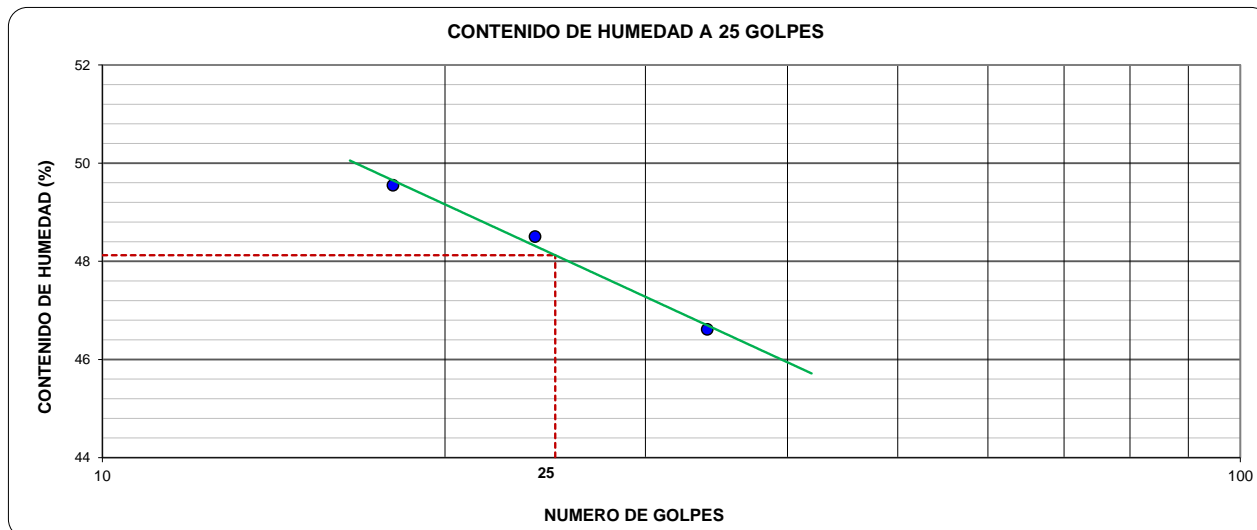
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S91-CF6-C3	M - 1
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CH	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-13	C-05	C-08	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	51.82	52.84	54.92	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	39.82	42.16	43.64	-
PESO DE AGUA	(g)	12.00	10.68	11.28	-
PESO DE LA TARA	(g)	15.60	20.14	19.44	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	24.22	22.02	24.20	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	49.55	48.50	46.61	-
NUMERO DE GOLPES		18	24	34	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-15	T-09	T-21	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	28.78	29.02	27.40	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	26.45	26.74	24.84	
PESO DE LA TARA	(g.)	18.67	19.42	16.31	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.33	2.28	2.56	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	7.78	7.32	8.53	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.95	31.15	30.01	30.37



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	48.12
LIMITE PLASTICO (%)	30.37
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.75

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	DOSIFICACIÓN: S91-CF6-C3	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH	

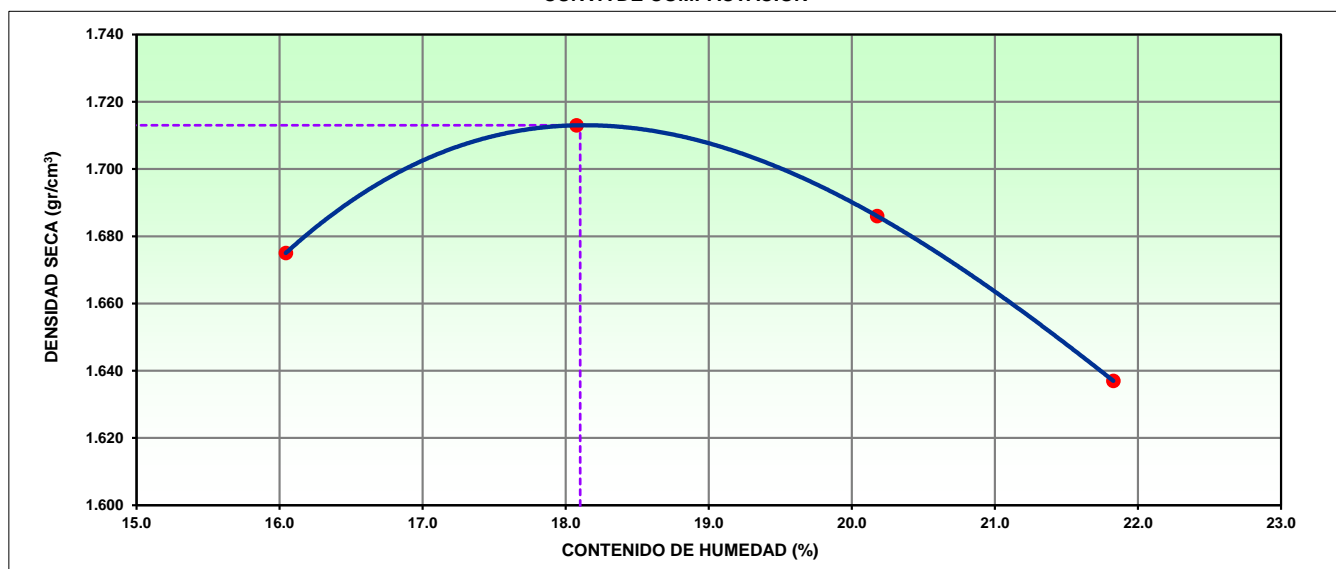
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5468	5541	5545	5515
PESO DE MOLDE (gr)		3651	3651	3651	3651
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1817	1890	1894	1864
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		935	935	935	935
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.944	2.022	2.027	1.994
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.675	1.713	1.686	1.637

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		523.2	453.9	466.0	513.2
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		462.7	395.2	400.5	435.8
PESO DE LA TARA (gr)		85.7	70.5	75.7	81.2
PESO DE AGUA (gr)		60.5	58.7	65.5	77.4
PESO DE SUELO SECO (gr)		377.1	324.7	324.8	354.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		16.04	18.07	20.18	21.83

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.713

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 18.10

CURVA DE COMPACTACIÓN



5.- OBSERVACIONES
* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S91-CF6-C3	
CLASF. DE SUELO: CH	

**3. DATOS PARA EL ENSAYO**

PROCTOR	HO=18.10	MDS=1.713	N°CAPAS	5	
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES MOLDE 01	25 GOLPES MOLDE 02	56 GOLPES MOLDE 03

**4. DENSIDAD**

Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,723	11,792	11,308	11,384	11,049	11,092
2	Peso del molde	g	7,850	7,850	7,123	7,123	6,792	6,792
3	Volumen del molde REG:	cc	2,104	2,104	2,123	2,123	2,109	2,109
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,873	3,942	4,185	4,261	4,257	4,300
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.84	1.87	1.97	2.01	2.02	2.04
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	109.51	155.93	124.59	154.16	135.80	133.67
8	Peso del suelo seco + capsula	g	96.32	130.07	109.07	129.62	118.97	115.32
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	13.19	25.86	15.52	24.54	16.83	18.35
10	Peso de la capsula	g	22.07	25.65	22.31	22.07	24.44	24.70
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	74.25	104.42	86.76	107.55	94.53	90.62
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	17.76	24.77	17.89	22.82	17.80	20.25
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cc	1.563	1.502	1.672	1.634	1.713	1.695

**5. PENETRACION**

CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm <sup>2</sup>	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	180	250	310	18		25		32	
	1.270	310	450	580	32		46		59	
	1.905	440	650	840	45		66		86	
70.5	2.540	570	850	1,080	58	53*	87	79*	110	103*
	3.175	610	930	1,190	62		95		121	
	3.810	660	1,000	1,280	67		102		131	
105.7	5.080	700	1,070	1,400	71	76*	109	115*	143	148*
	6.350	760	1,170	1,520	78		119		155	
	7.620	800	1,270	1,570	82		130		160	
	10.160	850	1,370	1,690	87		140		173	
	12.700	900	1,480	1,810	92		151		185	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

**6. EXPANSIÓN**

TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			ALTURAS						
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
04/12/23	1:00 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
05/12/23	1:00 PM	24	2.51	2.11	1.52	0.03	1.98%	0.02	1.66%	0.02	1.20%
06/12/23	1:00 PM	48	3.85	3.43	2.79	0.04	3.03%	0.03	2.70%	0.03	2.20%
07/12/23	1:00 PM	72	4.48	4.07	3.61	0.04	3.53%	0.04	3.20%	0.04	2.84%
08/12/23	1:00 PM	96	4.99	4.47	4.19	0.05	3.93%	0.04	3.52%	0.04	3.30%

**7. RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.53	1.65	1.71	Humedad óptima	18.10%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	3.9	5.8	7.5	MDS	1.713	100% MDS	7.5	7.2
Penetración: 0.2"	3.7	5.6	7.2	95 % de la MDS	1.627	95 % MDS	5.2	5.1

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

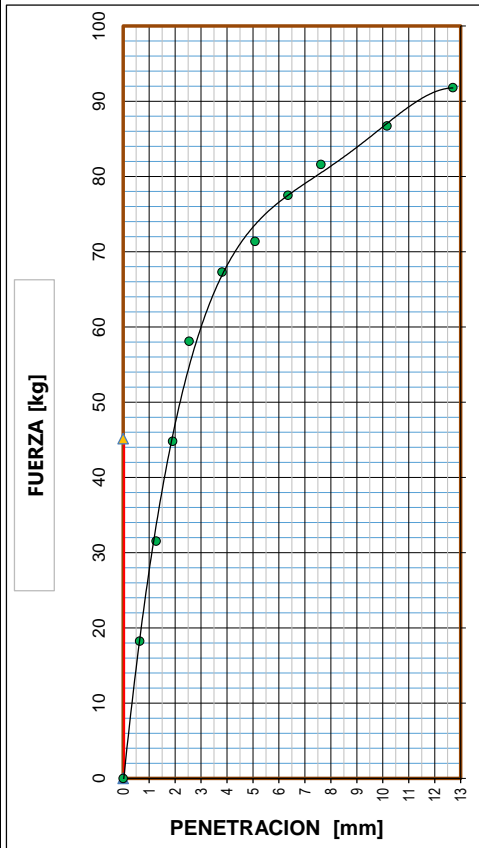
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

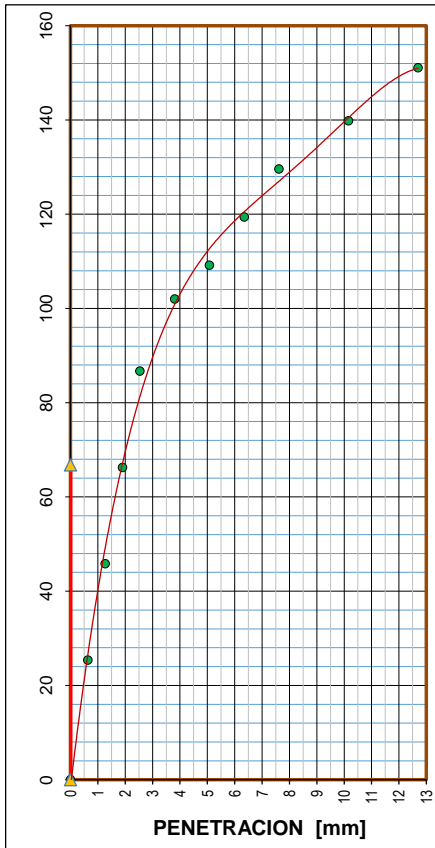
MUESTRA: M - 1

**9. GRÁFICA**

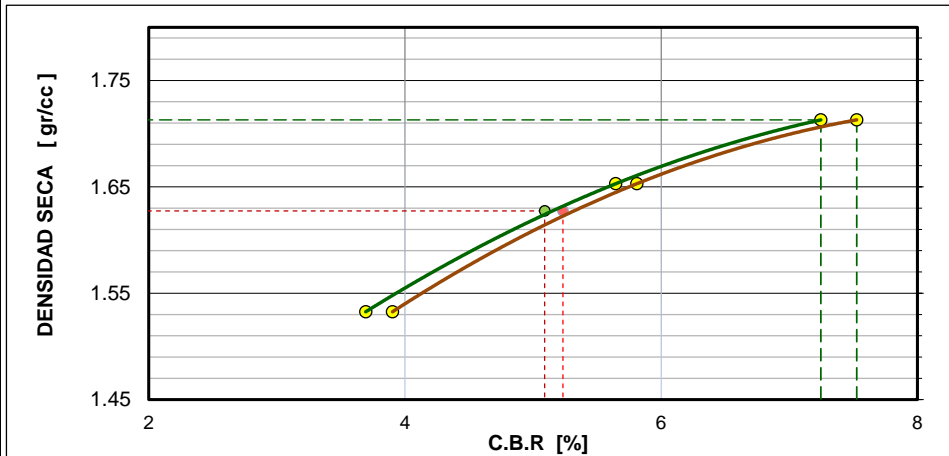
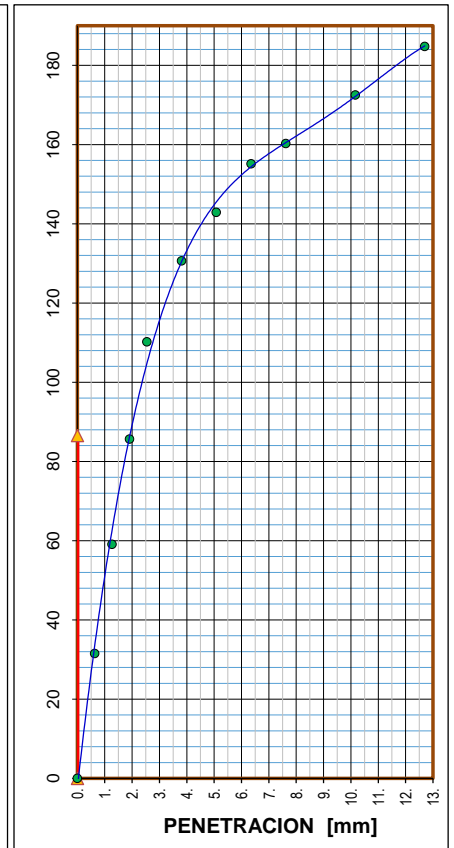
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.71</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>7.5</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>7.2</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.63</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>5.2</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>5.1</b>

LEYENDA



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

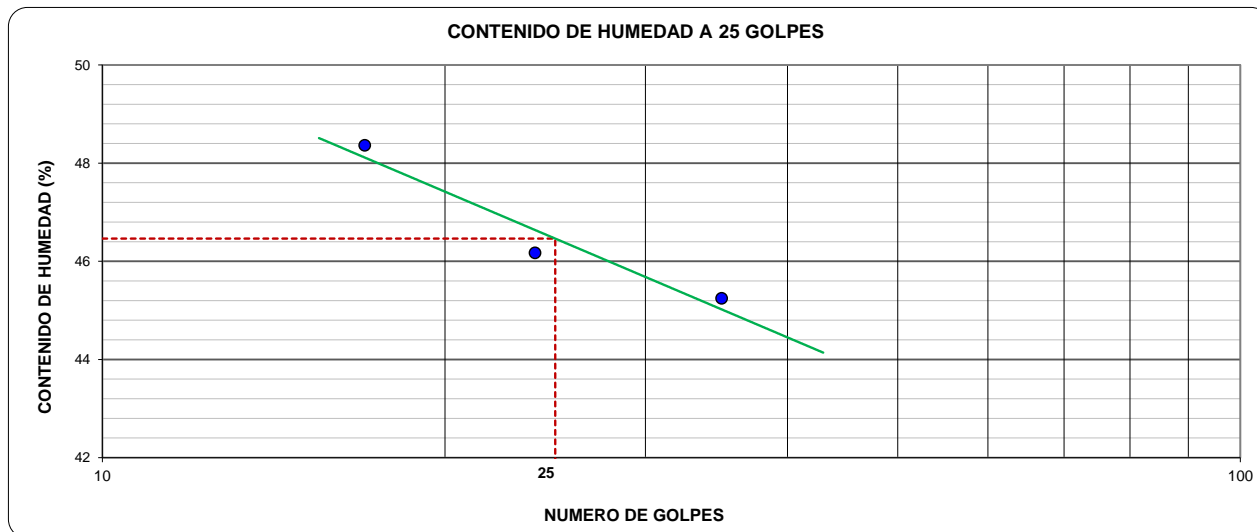
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S88-CF9-C3	M - 1
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CH	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-07	C-13	C-16	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	51.41	52.35	55.10	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	40.06	41.08	44.11	-
PESO DE AGUA	(g)	11.35	11.27	10.99	-
PESO DE LA TARA	(g)	16.59	16.67	19.82	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	23.47	24.41	24.29	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	48.36	46.17	45.24	-
NUMERO DE GOLPES		17	24	35	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-18	T-28	T-09	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	30.44	30.29	29.33	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	27.93	27.19	26.89	
PESO DE LA TARA	(g.)	20.08	17.62	19.24	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.51	3.10	2.44	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	7.85	9.57	7.65	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.97	32.39	31.90	32.09



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	46.46
LIMITE PLASTICO (%)	32.09
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	14.38

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.





**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	DOSIFICACIÓN: S88-CF9-C3	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH	

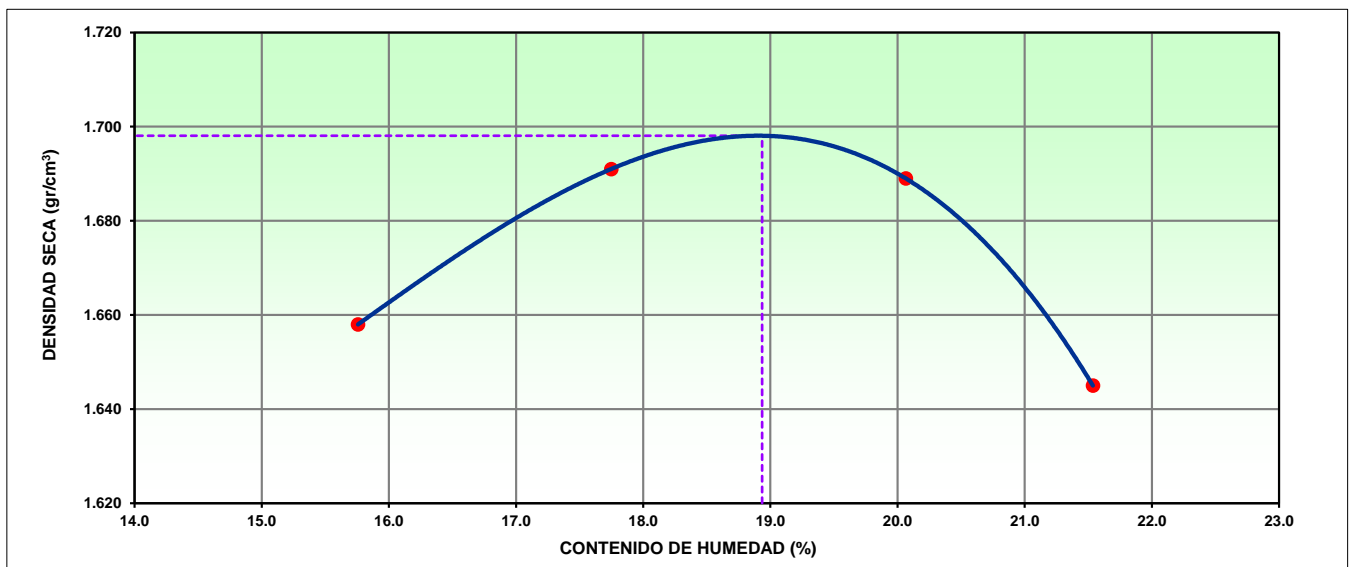
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5445	5512	5546	5519
PESO DE MOLDE (gr)		3651	3651	3651	3651
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1794	1861	1895	1868
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		935	935	935	935
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.920	1.991	2.028	1.999
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.658	1.691	1.689	1.645

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		449.9	530.2	490.4	531.1
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		398.5	462.5	421.7	450.9
PESO DE LA TARA (gr)		72.3	81.1	79.3	78.5
PESO DE AGUA (gr)		51.4	67.7	68.7	80.2
PESO DE SUELO SECO (gr)		326.2	381.5	342.4	372.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		15.76	17.75	20.06	21.54

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.698

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 18.94

CURVA DE COMPACTACIÓN



5.- OBSERVACIONES	
* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.	



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA - TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S88-CF9-C3	
CLASF. DE SUELO: CH	

**3. DATOS PARA EL ENSAYO**

PROCTOR	HO=18.94	MDS=1.698	N°CAPAS	5
---------	----------	-----------	---------	---

N	DESCRIPCION	UND	GOLPES		
			12 GOLPES MOLDE 01	25 GOLPES MOLDE 02	56 GOLPES MOLDE 03

**4. DENSIDAD**

Condición de humedad			Normal		Saturado		Normal		Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,035	11,178	11,407	11,573	10,819	10,806	10,819	10,806
2	Peso del molde	g	7,160	7,160	7,293	7,293	6,578	6,578	6,578	6,578
3	Volumen del molde REG:	cc	2,118	2,118	2,109	2,109	2,118	2,118	2,118	2,118
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,875	4,018	4,114	4,280	4,241	4,228	4,241	4,228
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.83	1.90	1.95	2.03	2.00	2.00	2.00	2.00
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6	5	6
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	126.33	139.85	120.88	143.42	106.82	162.55	106.82	162.55
8	Peso del suelo seco + capsula	g	109.94	116.48	105.87	120.47	93.78	138.42	93.78	138.42
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	16.39	23.37	15.01	22.95	13.04	24.13	13.04	24.13
10	Peso de la capsula	g	22.86	22.87	25.66	22.30	24.69	24.42	24.69	24.42
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	87.08	93.61	80.21	98.17	69.09	114.00	69.09	114.00
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	18.82	24.97	18.71	23.38	18.87	21.17	18.87	21.17
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.540	1.518	1.643	1.645	1.685	1.648	1.685	1.648

**5. PENETRACION**

STANDARD	CARGA mm	LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm <sup>2</sup>	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	250	330	470	25		34		48	
	1.270	480	610	820	49		62		84	
	1.905	720	890	1,020	73		91		104	
70.5	2.540	980	1,180	1,350	100	93*	120	111*	138	129*
	3.175	1,050	1,240	1,430	107		127		146	
	3.810	1,230	1,400	1,600	126		143		163	
105.7	5.080	1,340	1,550	1,720	137	140*	158	164*	176	183*
	6.350	1,440	1,700	1,850	147		174		189	
	7.620	1,520	1,750	1,920	155		179		196	
	10.160	1,590	1,830	2,020	162		187		206	
	12.700	1,630	1,890	2,110	166		193		215	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

**6. EXPANSIÓN**

TIEMPO			LECTURA DIAL (Div):			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	0.010		0.010		H <sub>suelo</sub> = 127.0 mm	
			0.010mm			mm	%	mm	%	mm	%
11/12/23	4:30 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
12/12/23	4:30 PM	24	2.01	1.84	1.50	0.02	1.58%	0.02	1.45%	0.02	1.18%
13/12/23	4:30 PM	48	3.15	2.82	2.49	0.03	2.48%	0.03	2.22%	0.02	1.96%
14/12/23	4:30 PM	72	3.79	3.44	3.21	0.04	2.98%	0.03	2.71%	0.03	2.53%
15/12/23	4:30 PM	96	4.01	3.75	3.67	0.04	3.16%	0.04	2.95%	0.04	2.89%

**7. RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom.	1.53	1.64	1.70	Humedad óptima		Penetración	
Penetración: 0.1"	6.9	8.2	9.5	MDS		18.94%	100% MDS
Penetración: 0.2"	6.8	8.0	9.0	95 % de la MDS		1.698	9.5
						1.613	7.6

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
(ASTM D 1883)**

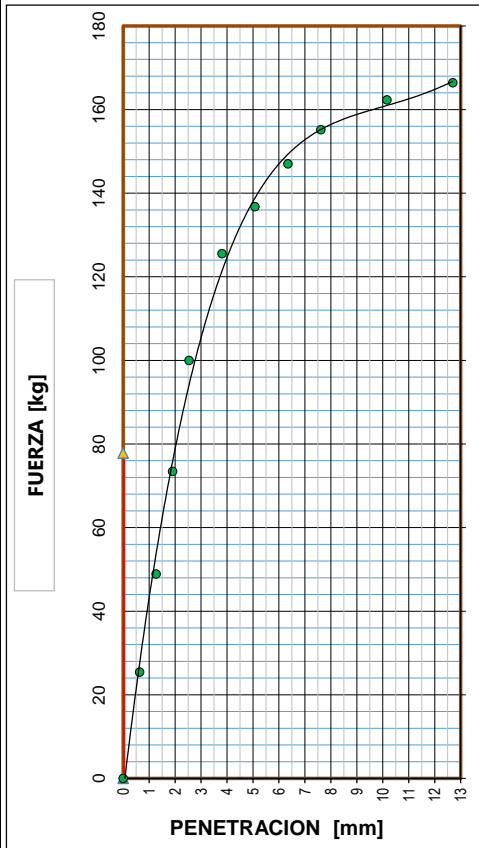
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

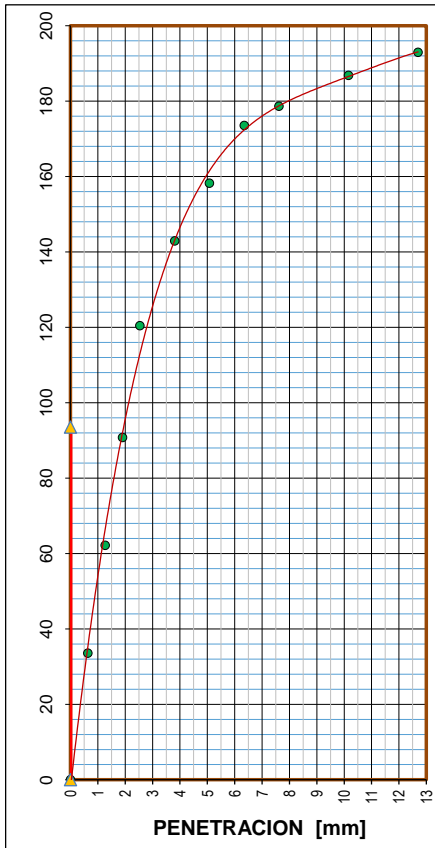
MUESTRA: M - 1

**9. GRÁFICA**

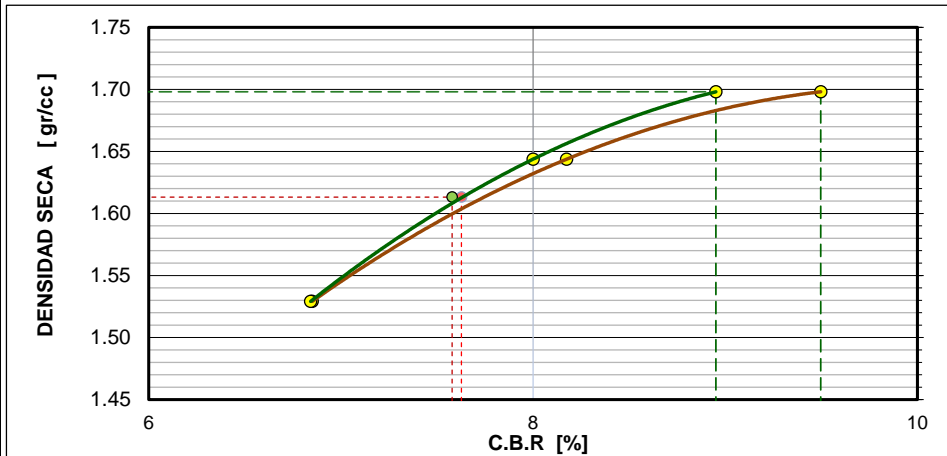
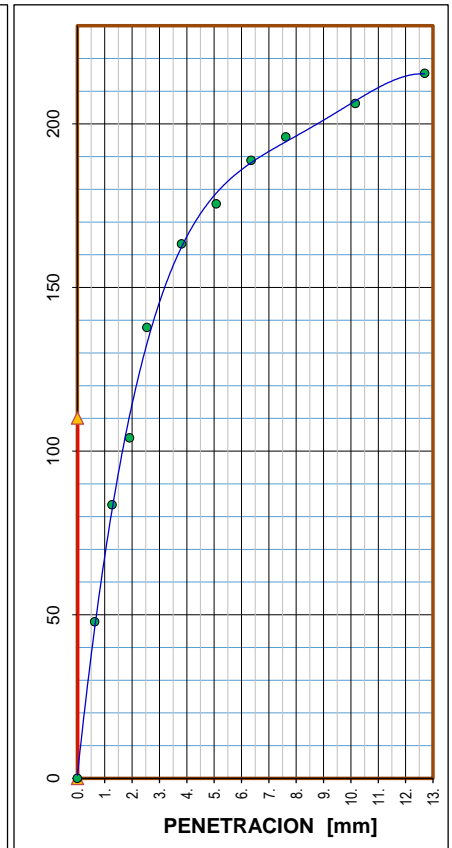
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.70</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>9.5</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>9.0</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.61</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>7.6</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>7.6</b>

LEYENDA



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

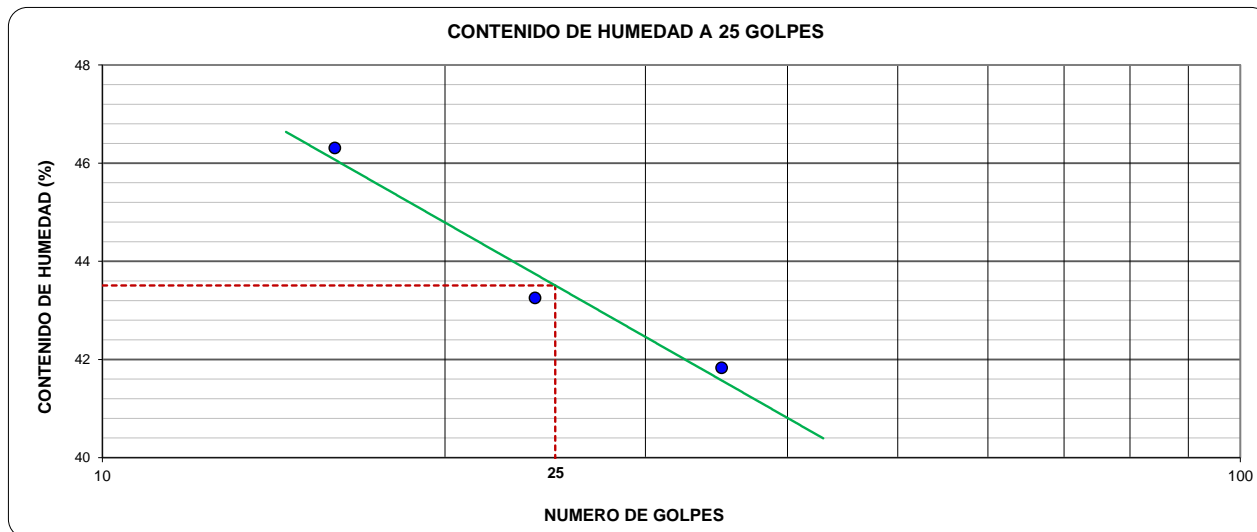
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S85-CF12-C3	M - 1
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CH	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-09	C-10	C-07	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	57.98	56.55	49.17	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	46.32	45.81	40.98	-
PESO DE AGUA	(g)	11.66	10.74	8.19	-
PESO DE LA TARA	(g)	21.14	20.98	21.40	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	25.18	24.83	19.58	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	46.31	43.25	41.83	-
NUMERO DE GOLPES		16	24	35	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
Nº TARRO	ID	T-05	T-11	T-03	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	31.59	32.14	33.15	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	28.93	29.19	30.31	
PESO DE LA TARA	(g.)	21.15	20.78	22.03	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.66	2.95	2.84	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	7.78	8.41	8.28	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.19	35.08	34.30	34.52



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	43.51
LIMITE PLASTICO (%)	34.52
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	8.99

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	DOSIFICACIÓN: S85-CF12-C3	M - 1
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH	

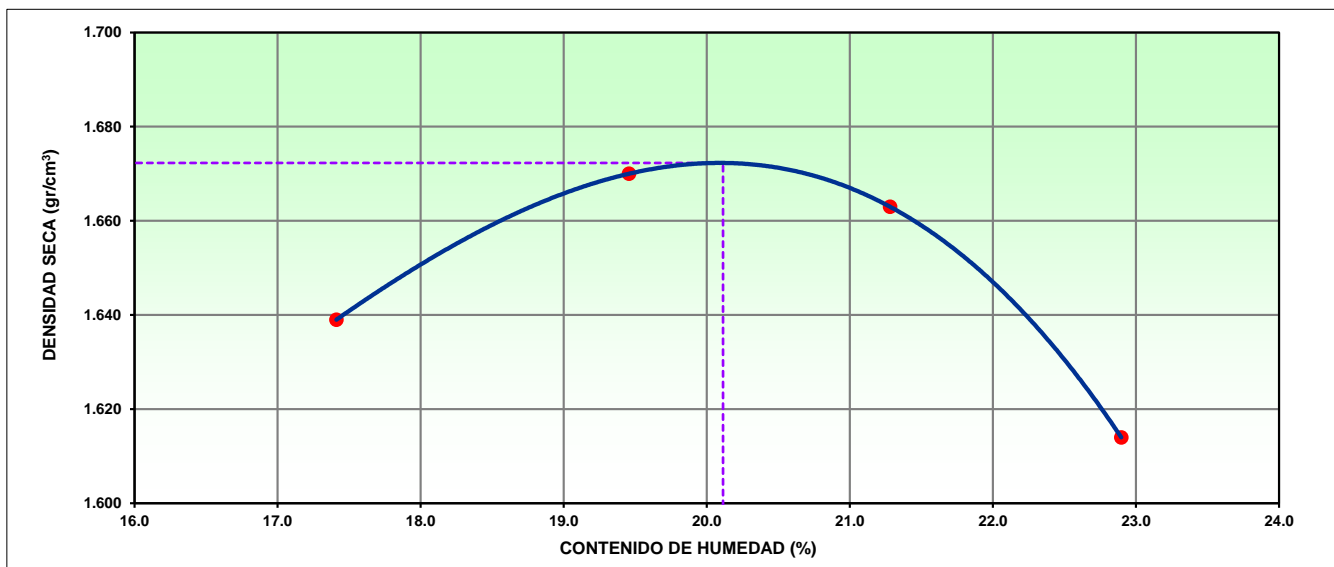
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5449	5516	5536	5505
PESO DE MOLDE (gr)		3651	3651	3651	3651
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1798	1865	1885	1854
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		935	935	935	935
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.924	1.996	2.017	1.984
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.639	1.670	1.663	1.614

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		469.5	522.1	506.9	549.2
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		412.5	450.2	432.7	462.1
PESO DE LA TARA (gr)		85.1	80.7	84.0	81.7
PESO DE AGUA (gr)		57.0	71.9	74.2	87.1
PESO DE SUELO SECO (gr)		327.4	369.6	348.7	380.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		17.41	19.46	21.28	22.90

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.672

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 20.11

CURVA DE COMPACTACIÓN



5.- OBSERVACIONES	
* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

<b>1. DATOS DE LA MUESTRA</b>	<b>2. N° MUESTRA</b>
UBICACION: CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>M - 1</b>
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S85-CF12-C3	
CLASF. DE SUELO: CH	

**3. DATOS PARA EL ENSAYO**

PROCTOR	HO=20.11	MDS=1.672	N°CAPAS	5
---------	----------	-----------	---------	---

N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
			MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 03

**4. DENSIDAD**

	Condición de humedad	UND	Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,914	11,997	11,276	11,350	11,021	11,014
2	Peso del molde	g	7,850	7,850	7,123	7,123	6,792	6,792
3	Volumen del molde REG:	cc	2,104	2,104	2,123	2,123	2,109	2,109
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	4,064	4,147	4,153	4,227	4,229	4,222
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.93	1.97	1.96	1.99	2.00	2.00
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	152.21	195.83	168.09	136.87	119.27	136.29
8	Peso del suelo seco + capsula	g	131.20	162.40	145.20	115.84	103.95	116.48
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	21.01	33.43	22.89	21.03	15.32	19.81
10	Peso de la capsula	g	28.59	31.26	30.45	26.87	28.34	26.91
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	102.61	131.14	114.75	88.97	75.61	89.57
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	20.48	25.49	19.95	23.64	20.26	22.12
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.603	1.571	1.631	1.610	1.667	1.639

**5. PENETRACION**

STANDARD	CARGA	LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
		mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA
Area del pistón: 19.35 cm <sup>2</sup>	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	380	540	630	39		55		64	
	1.270	750	890	1,000	76		91		102	
	1.905	1,100	1,190	1,230	112		121		126	
70.5	2.540	1,350	1,390	1,450	138	129*	142	138*	148	151*
	3.175	1,440	1,550	1,590	147		158		162	
105.7	3.810	1,620	1,660	1,850	165		169		189	
	5.080	1,790	1,910	2,150	183	191*	195	205*	220	220*
	6.350	1,970	2,190	2,280	201		224		233	
	7.620	2,120	2,350	2,450	216		240		250	
	10.160	2,350	2,590	2,730	240		264		279	
	12.700	2,480	2,870	3,060	253		293		313	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

**6. EXPANSIÓN**

TIEMPO			LECTURA DIAL (Div):			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
11/12/23	12:10 PM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
12/12/23	12:10 PM	24	1.79	1.47	1.26	0.02	1.41%	0.01	1.16%	0.01	0.99%
13/12/23	12:10 PM	48	2.76	2.51	2.20	0.03	2.17%	0.03	1.98%	0.02	1.73%
14/12/23	12:10 PM	72	3.37	3.16	2.92	0.03	2.65%	0.03	2.49%	0.03	2.30%
15/12/23	12:10 PM	96	3.57	3.48	3.23	0.04	2.81%	0.03	2.74%	0.03	2.54%

**7. RESULTADOS**

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad Seca prom.	1.59	1.62	1.67	Humedad óptima	20.11%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	9.46	10.13	11.07	MDS	1.672	100% MDS	11.1	10.8
Penetración: 0.2"	9.36	10.02	10.76	95 % de la MDS	1.589	95 % MDS	9.5	9.4

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

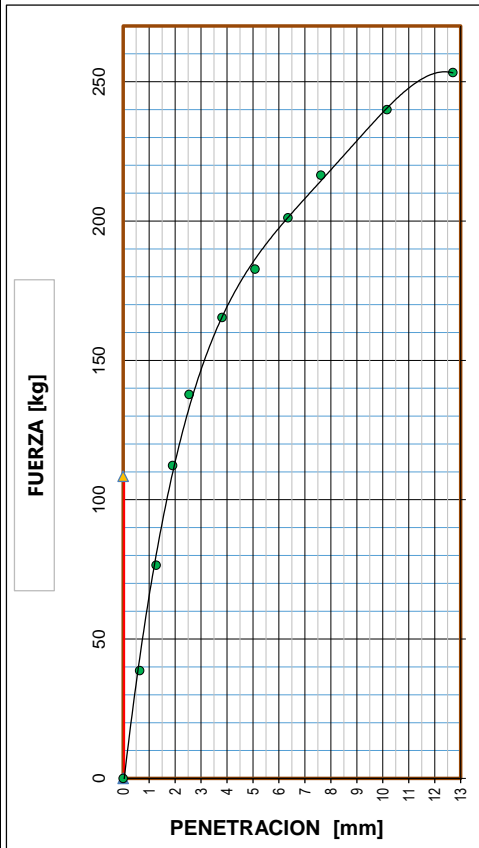
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

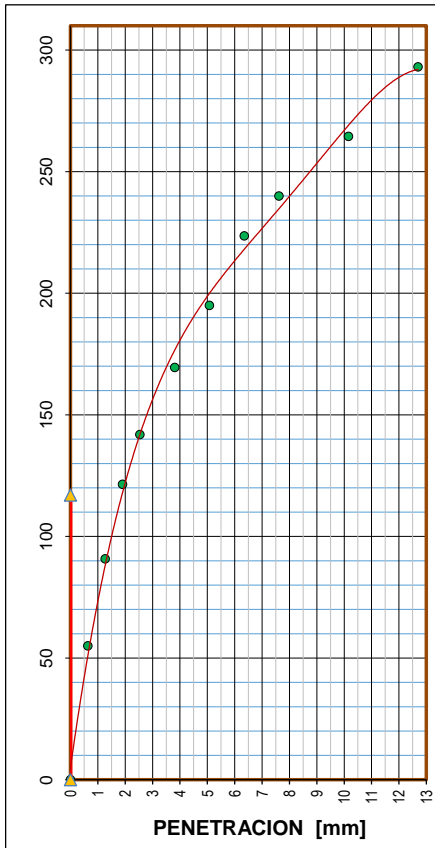
MUESTRA: M - 1

**9. GRÁFICA**

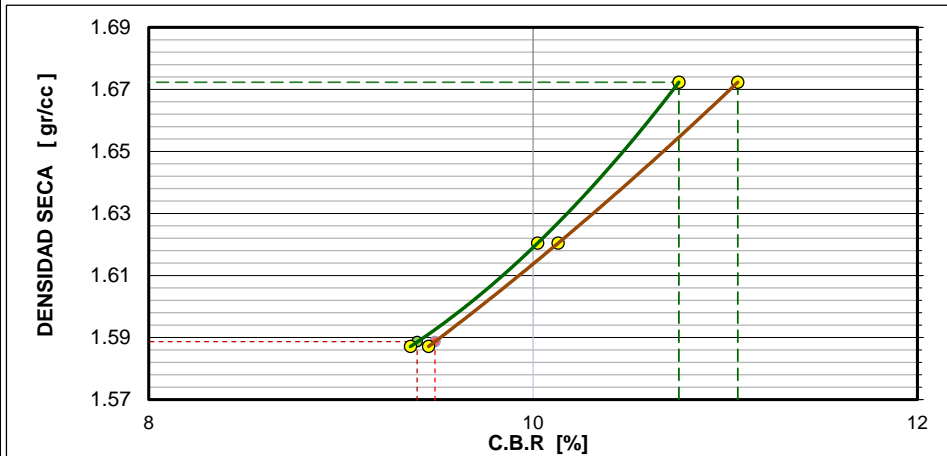
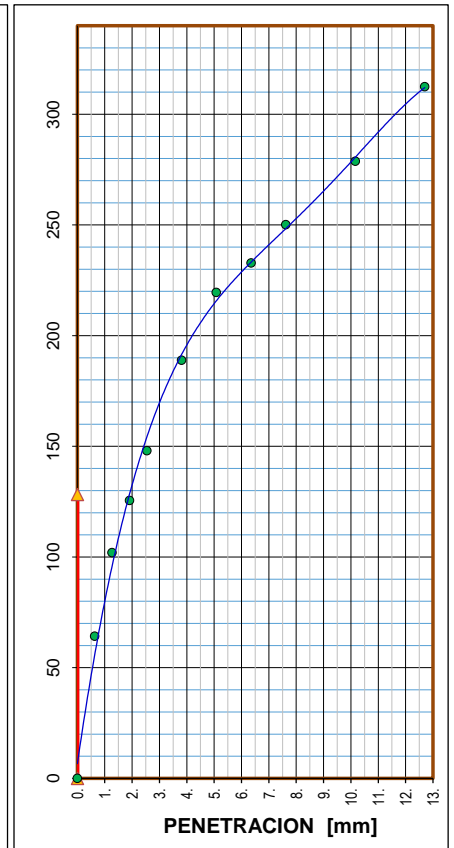
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.67</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>11.1</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>10.8</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.59</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>9.5</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>9.4</b>

LEYENDA

e) CALICATA C-03  
CLASIFICACIÓN DE SUELO: CH  
(M-02)

Resultados de ensayos con adición de 0%, 3%, 6%, 9% y 12% de ceniza de fondo + 3% de cal





**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

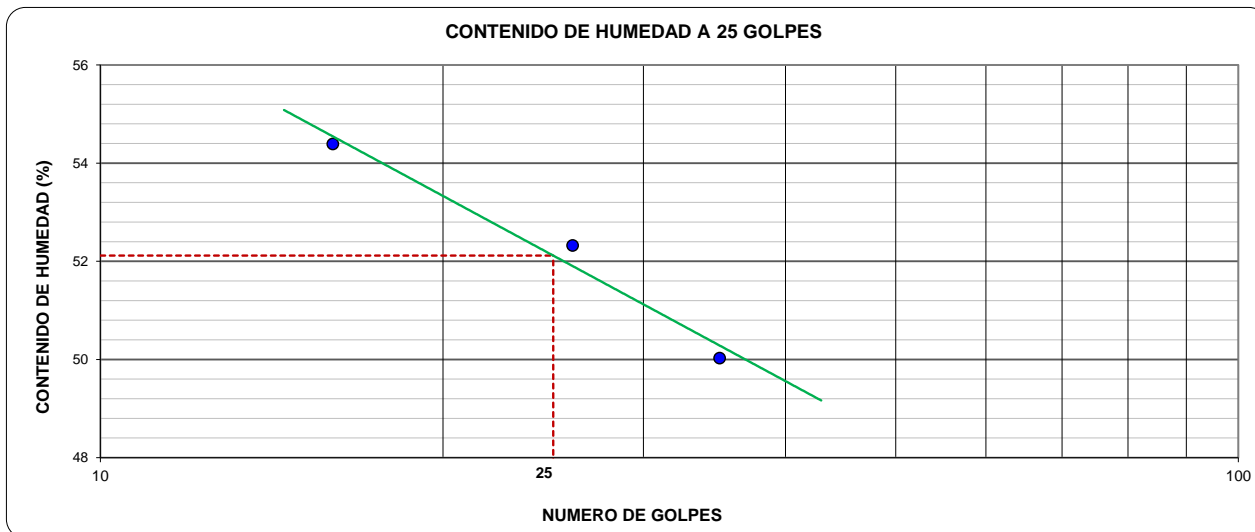
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA	
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S.N.	<b>M - 2</b>	
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CH		

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-02	C-05	C-10	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	50.86	52.16	50.43	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	40.51	41.34	40.96	-
PESO DE AGUA	(g)	10.35	10.82	9.47	-
PESO DE LA TARA	(g)	21.48	20.66	22.03	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	19.03	20.68	18.93	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	54.39	52.32	50.03	-
NUMERO DE GOLPES		16	26	35	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-06	T-07	T-01	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	31.81	31.22	31.65	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	30.42	29.85	30.26	
PESO DE LA TARA	(g.)	22.51	21.84	22.07	
PESO DEL AGUA	(g.)	1.39	1.37	1.39	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	7.91	8.01	8.19	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	17.57	17.10	16.97	17.22



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	52.12
LIMITE PLASTICO (%)	17.22
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	34.90

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA	
UBICACIÓN CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	DOSIFICACIÓN: S.N.	M - 2	
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH		

**3.- COMPACTACIÓN**

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25
NUMERO DE CAPAS	:	5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5990	6054	6110	6105
PESO DE MOLDE (gr)	4190	4190	4190	4190
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1800	1864	1920	1915
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	936	936	936	936
4.- LIMITE PLÁSTICO	1.922	1.991	2.050	2.045
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.709	1.737	1.755	1.719

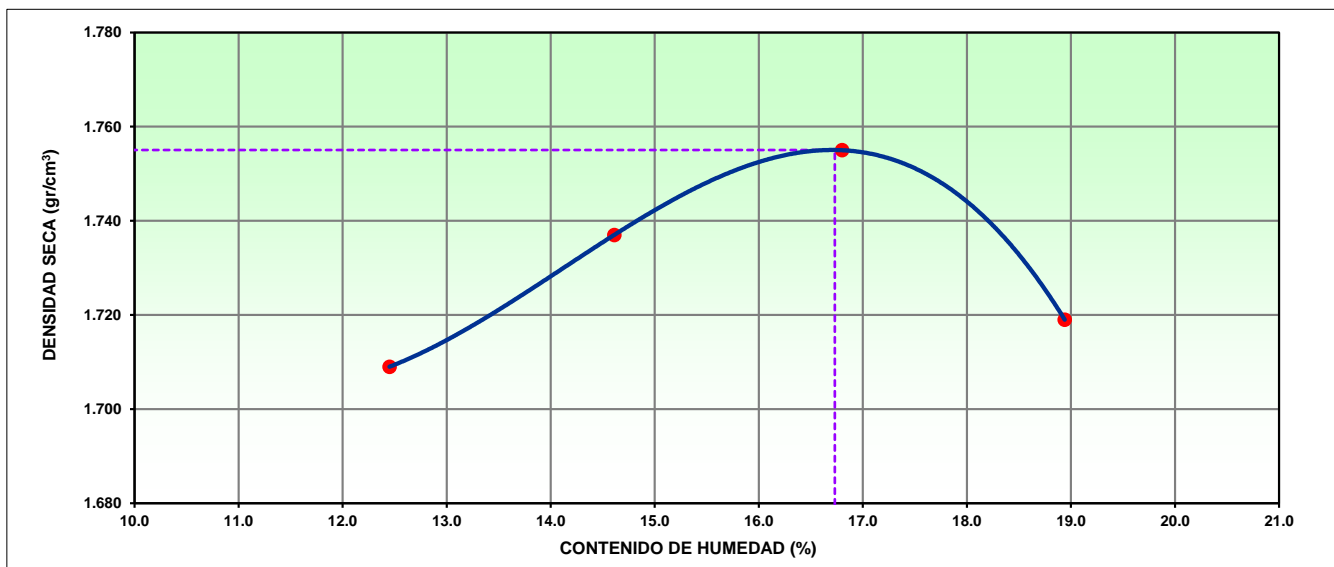
**4.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	413.8	376.0	408.4	399.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	373.1	333.2	357.2	344.2
PESO DE LA TARA (gr)	46.2	40.2	52.4	54.9
PESO DE AGUA (gr)	40.7	42.8	51.2	54.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	326.9	293.0	304.8	289.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.45	14.61	16.80	18.94

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.755

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 16.73

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

<b>1. DATOS DE LA MUESTRA</b>	<b>2. N° MUESTRA</b>
UBICACION: CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	DOSIFICACIÓN: S.N.
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH
	<b>M - 2</b>

<b>3. DATOS PARA EL ENSAYO</b>								
				PROCTOR	HO=16.73	MDS=1.755	N°CAPAS	5

N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
			MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	

<b>4. DENSIDAD</b>									
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,842	11,994	11,985	12,090	11,032	11,095	
2	Peso del molde	g	7,921	7,921	7,807	7,807	6,703	6,703	
3	Volumen del molde REG:	cc	2,120	2,120	2,114	2,114	2,128	2,128	
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,921	4,073	4,178	4,283	4,329	4,392	
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.85	1.92	1.98	2.03	2.03	2.06	
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	150.25	185.15	139.94	200.48	169.52	198.51	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	133.65	152.94	123.94	168.39	150.42	170.55	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	16.60	32.21	16.00	32.09	19.10	27.96	
10	Peso de la capsula	g	35.26	32.16	30.61	28.94	35.12	33.84	
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	98.39	120.78	93.33	139.45	115.30	136.71	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	16.87	26.67	17.14	23.01	16.57	20.45	
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.583	1.517	1.687	1.647	1.745	1.713	

<b>5. PENETRACION</b>										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	50	90	130	5		9		13	
	1.270	110	180	250	11		18		25	
	1.905	170	250	360	17		25		37	
70.5	2.540	200	290	430	20	20*	29	29*	44	42*
	3.175	230	310	460	23		32		47	
105.7	3.810	250	350	520	25		36		53	
	5.080	280	390	600	28	29*	40	41*	61	62*
	6.350	300	430	630	31		44		64	
	7.620	310	450	680	32		46		69	
	10.160	330	490	750	34		50		76	
	12.700	340	530	840	35		54		86	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

<b>6. EXPANSIÓN</b>										<b>H<sub>suelo</sub> = 127.0 mm</b>	
TIEMPO			LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
12/10/23	11:10 AM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
13/10/23	11:10 AM	24	4.47	3.43	2.90	0.04	3.52%	0.03	2.70%	0.03	2.28%
14/10/23	11:10 AM	48	7.26	6.14	5.54	0.07	5.72%	0.06	4.83%	0.06	4.36%
15/10/23	11:10 AM	72	9.05	7.77	7.41	0.09	7.13%	0.08	6.12%	0.07	5.83%
16/10/23	11:10 AM	96	9.94	9.03	8.52	0.10	7.83%	0.09	7.11%	0.09	6.71%

<b>7. RESULTADOS</b>										
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
Densidad Seca prom.	1.55	1.67	1.76	Humedad óptima	16.73%	Penetración	0.1"	0.2"		
Penetración: 0.1"	1.4	2.1	3.1	MDS	1.755	100% MDS	3.1			
Penetración: 0.2"	1.4	2.0	3.0	95 % de la MDS	1.667	95 % MDS	2.1			

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

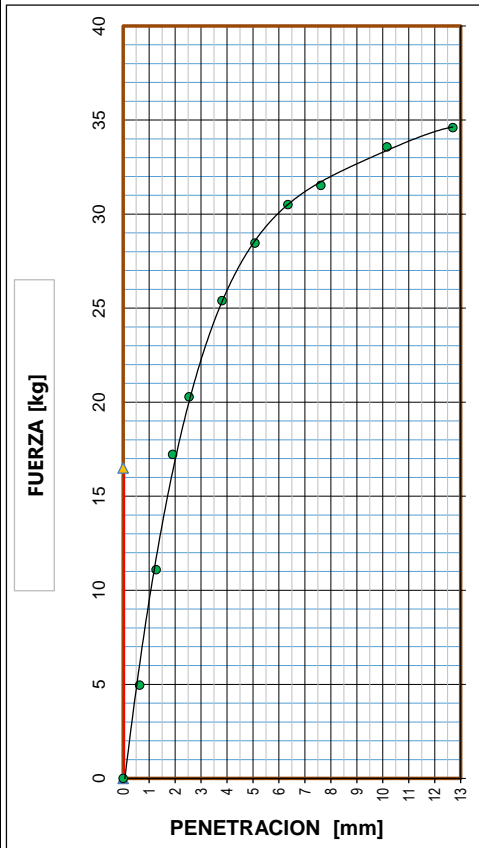
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

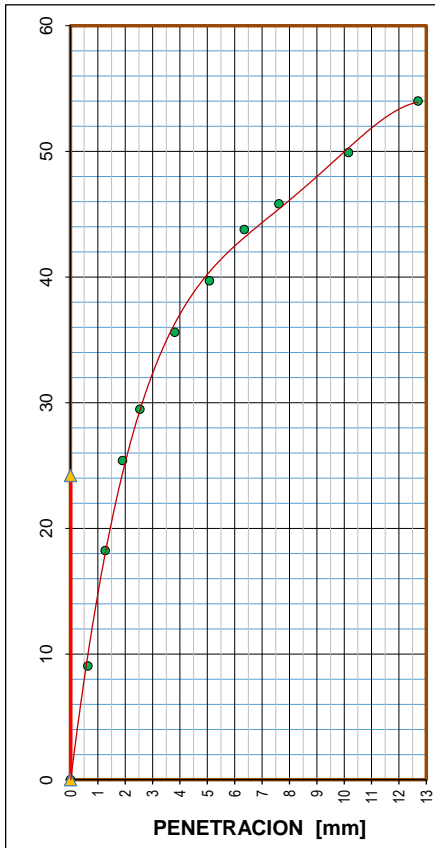
MUESTRA: M - 2

**9. GRÁFICA**

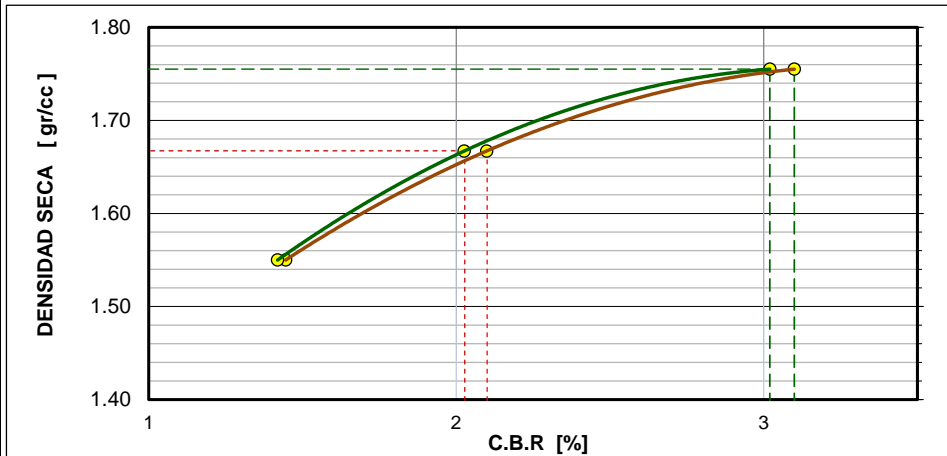
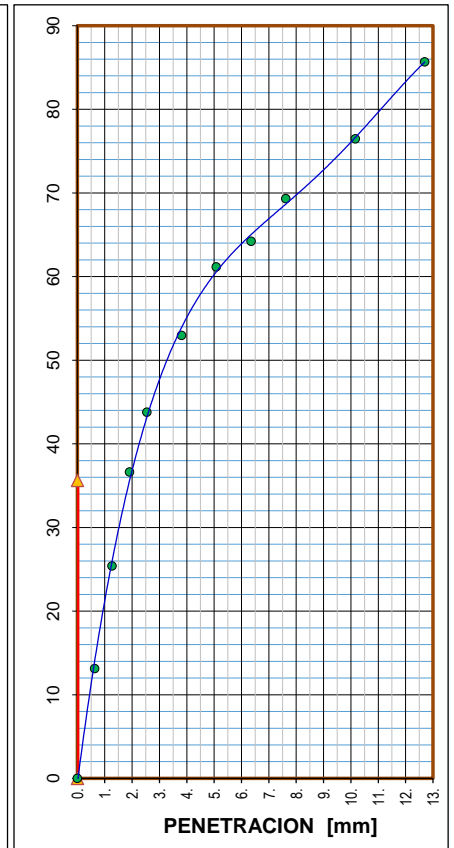
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.76</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>3.1</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>3.0</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.67</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>2.1</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>2.0</b>

LEYENDA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

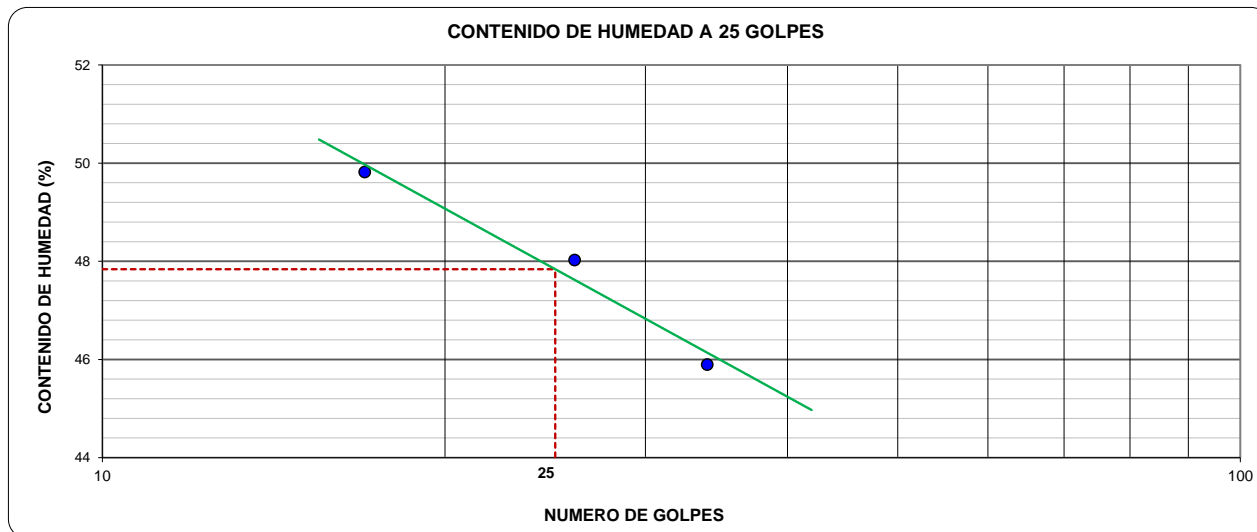
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S97-CF0-C3	M - 2
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CH	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-08	C-05	C-12	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	52.05	52.30	51.34	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	42.55	42.71	42.12	-
PESO DE AGUA	(g)	9.50	9.59	9.22	-
PESO DE LA TARA	(g)	23.48	22.74	22.03	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	19.07	19.97	20.09	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	49.82	48.02	45.89	-
NUMERO DE GOLPES		17	26	34	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-04	T-07	T-02	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	32.10	31.52	32.87	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	29.77	29.11	30.26	
PESO DE LA TARA	(g.)	21.68	20.79	21.42	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.33	2.41	2.61	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	8.09	8.32	8.84	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.80	28.97	29.52	29.10



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	47.84
LIMITE PLASTICO (%)	29.10
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	18.74

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	DOSIFICACIÓN: S97-CF0-C3	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH	

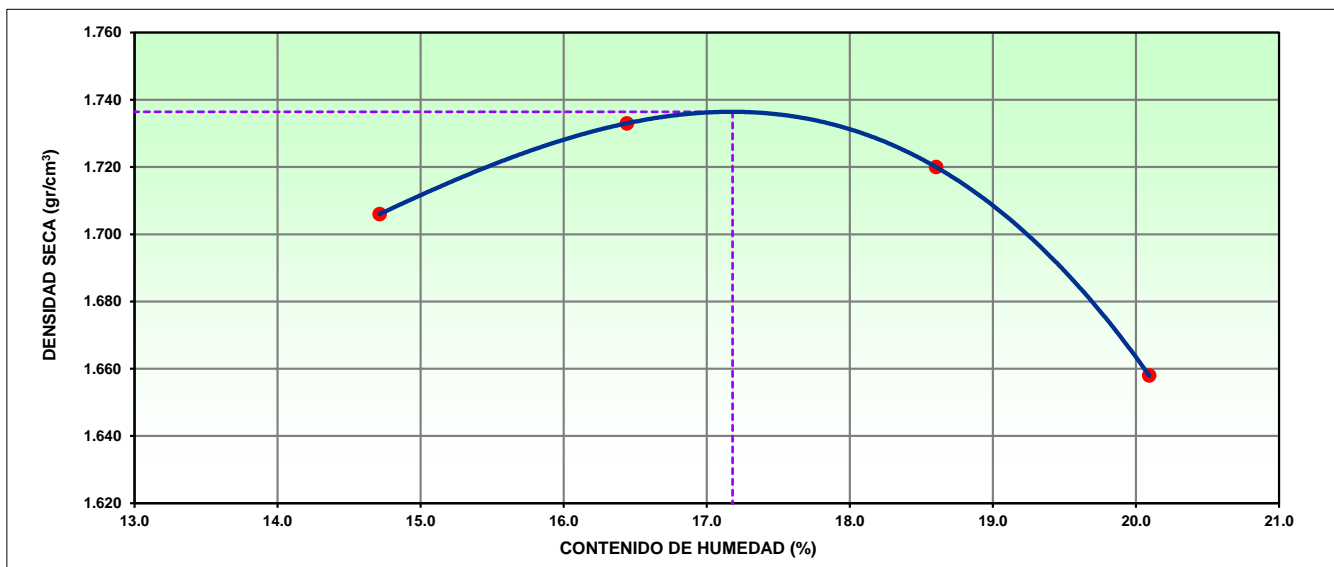
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		6023	6080	6100	6055
PESO DE MOLDE (gr)		4190	4190	4190	4190
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1833	1890	1910	1865
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		936	936	936	936
4.- LIMITE PLÁSTICO		1.957	2.018	2.040	1.992
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.706	1.733	1.720	1.658

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		389.0	369.2	293.0	366.8
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		346.7	326.8	257.6	310.2
PESO DE LA TARA (gr)		59.2	68.9	67.3	28.5
PESO DE AGUA (gr)		42.3	42.4	35.4	56.6
PESO DE SUELO SECO (gr)		287.5	257.9	190.3	281.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.71	16.44	18.60	20.09

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.736

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 17.18

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	DOSIFICACIÓN:	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	S97-CF0-C3	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH	

3. DATOS PARA EL ENSAYO									
PROCTOR									
			HO=17.18	MDS=1.736	N°CAPAS		5		
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES		
			MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03		

4. DENSIDAD									
Condición de humedad									
			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11.953	12.117	12.051	12.147	12.180	12.256	
2	Peso del molde	g	8,023	8,023	7,890	7,890	7,925	7,925	
3	Volumen del molde REG:	cc	2,120	2,120	2,144	2,144	2,100	2,100	
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,930	4,094	4,161	4,257	4,255	4,331	
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.85	1.93	1.94	1.99	2.03	2.06	
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	153.01	171.25	134.56	191.32	157.84	175.98	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	135.61	142.15	120.54	161.20	138.49	150.44	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	17.40	29.10	14.02	30.12	19.35	25.54	
10	Peso de la capsula	g	35.65	32.15	39.12	33.24	28.94	30.12	
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	99.96	110.00	81.42	127.96	109.55	120.32	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	17.41	26.45	17.22	23.54	17.66	21.23	
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cc	1.579	1.527	1.656	1.607	1.722	1.701	

5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm <sup>2</sup>	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	80	150	180	8		15		18	
	1.270	170	260	380	17		26		39	
	1.905	250	340	530	25		35		54	
70.5	2.540	330	450	650	34	31*	46	44*	66	63*
	3.175	360	500	710	37		51		72	
	3.810	400	550	760	41		56		78	
105.7	5.080	430	610	850	44	45*	62	63*	87	90*
	6.350	450	640	920	46		65		94	
	7.620	470	670	960	48		68		98	
	10.160	500	700	1,020	51		71		104	
	12.700	510	730	1,100	52		74		112	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN										H <sub>suelo</sub> = 127.0 mm	
TIEMPO			LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
12/10/23	11:10 AM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
13/10/23	11:10 AM	24	2.94	2.15	1.79	0.03	2.31%	0.02	1.69%	0.02	1.41%
14/10/23	11:10 AM	48	4.77	3.84	3.43	0.05	3.76%	0.04	3.02%	0.03	2.70%
15/10/23	11:10 AM	72	5.95	4.86	4.59	0.06	4.69%	0.05	3.83%	0.05	3.61%
16/10/23	11:10 AM	96	6.54	5.65	5.27	0.07	5.15%	0.06	4.45%	0.05	4.15%

7. RESULTADOS										
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
Densidad Seca prom.	1.55	1.63	1.74	Humedad óptima		17.18%	Penetración		0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	2.3	3.2	4.6	MDS		1.736	100% MDS		4.6	4.4
Penetración: 0.2"	2.2	3.1	4.4	95 % de la MDS		1.650	95 % MDS		3.4	3.3

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

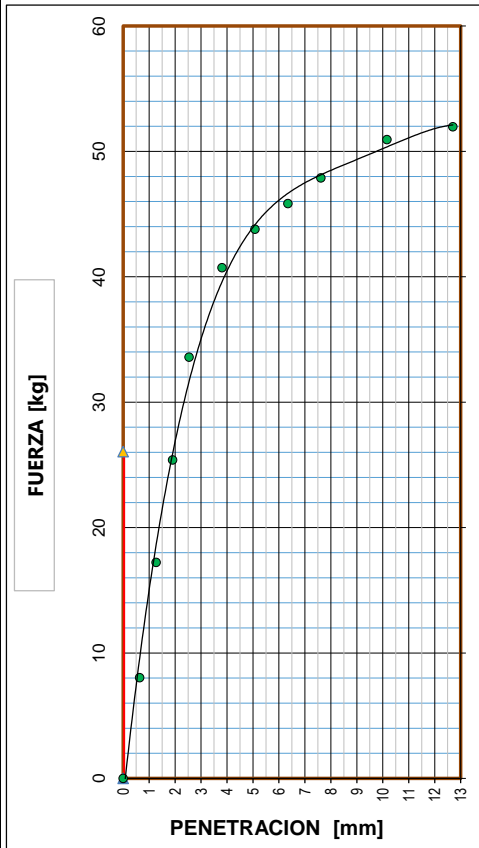
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

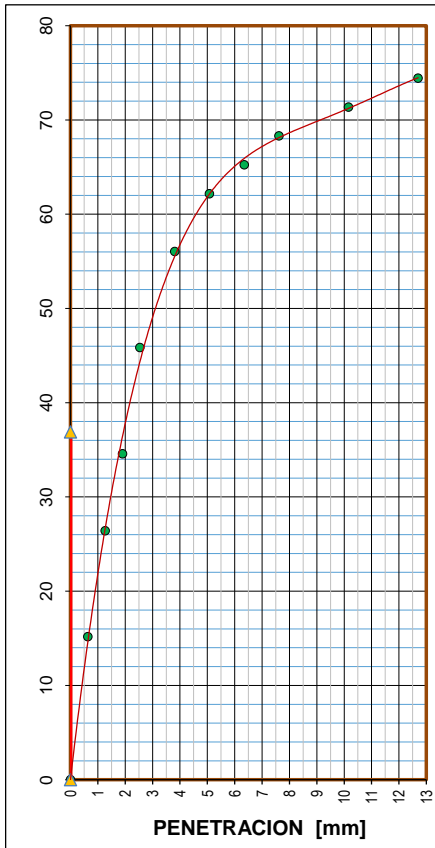
MUESTRA: M - 2

**9. GRÁFICA**

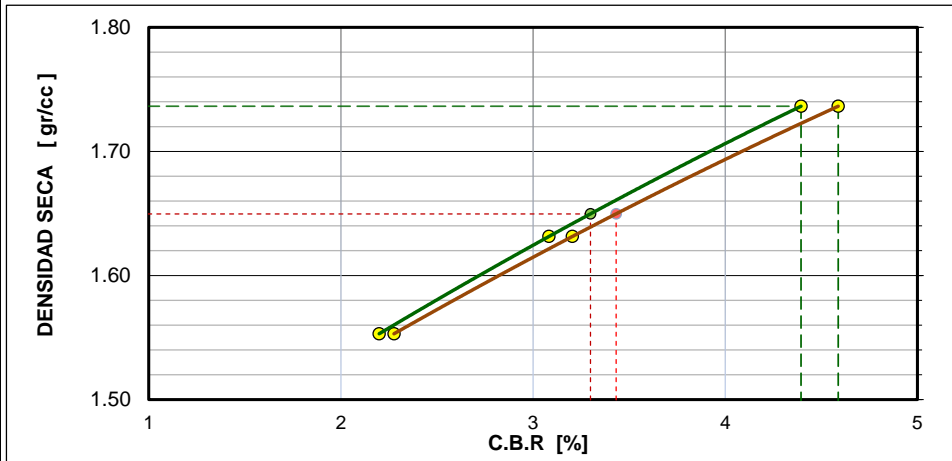
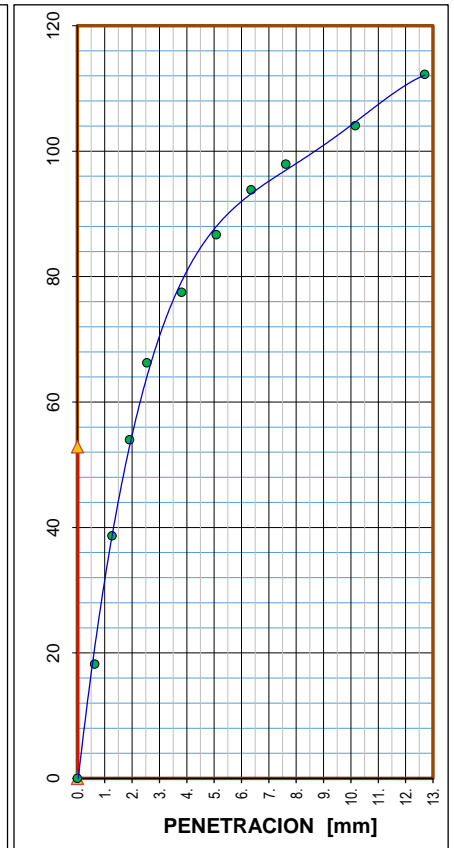
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.74</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>4.6</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>4.4</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.65</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>3.4</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>3.3</b>

**LEYENDA**





**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

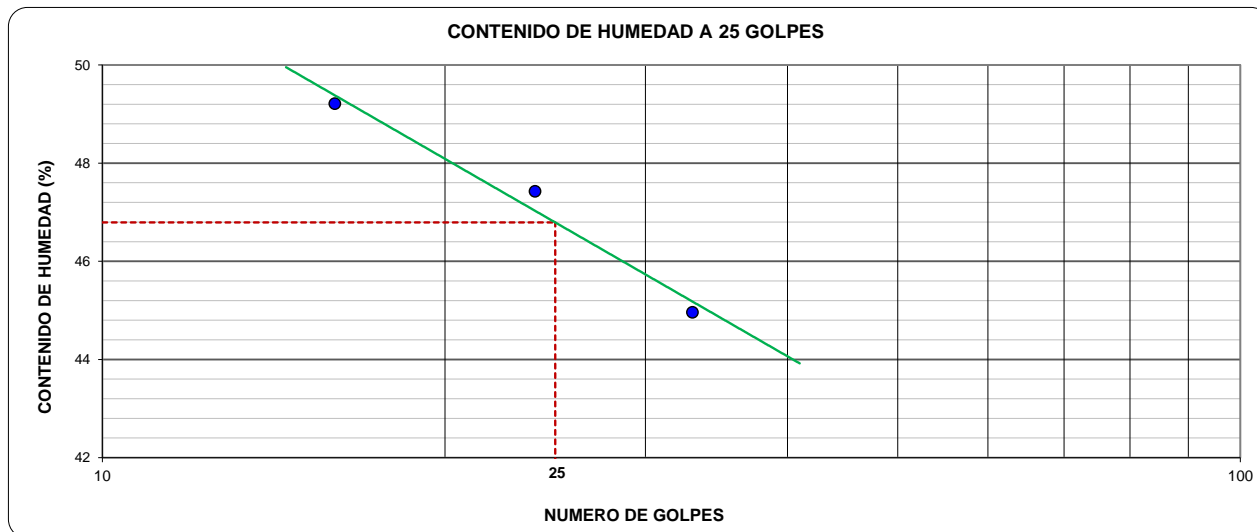
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S94-CF3-C3	M - 2
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CH	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-01	C-04	C-02	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	51.75	48.75	53.37	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	41.79	39.64	43.87	-
PESO DE AGUA	(g)	9.96	9.11	9.50	-
PESO DE LA TARA	(g)	21.55	20.43	22.74	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	20.24	19.21	21.13	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	49.21	47.42	44.96	-
NUMERO DE GOLPES		16	24	33	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-06	T-04	T-11	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	31.22	30.65	31.64	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	28.64	28.01	29.14	
PESO DE LA TARA	(g.)	19.65	18.98	20.47	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.58	2.64	2.50	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	8.99	9.03	8.67	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.70	29.24	28.84	28.92



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	46.79
LIMITE PLASTICO (%)	28.92
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.87

**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	DOSIFICACIÓN: S94-CF3-C3	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH	

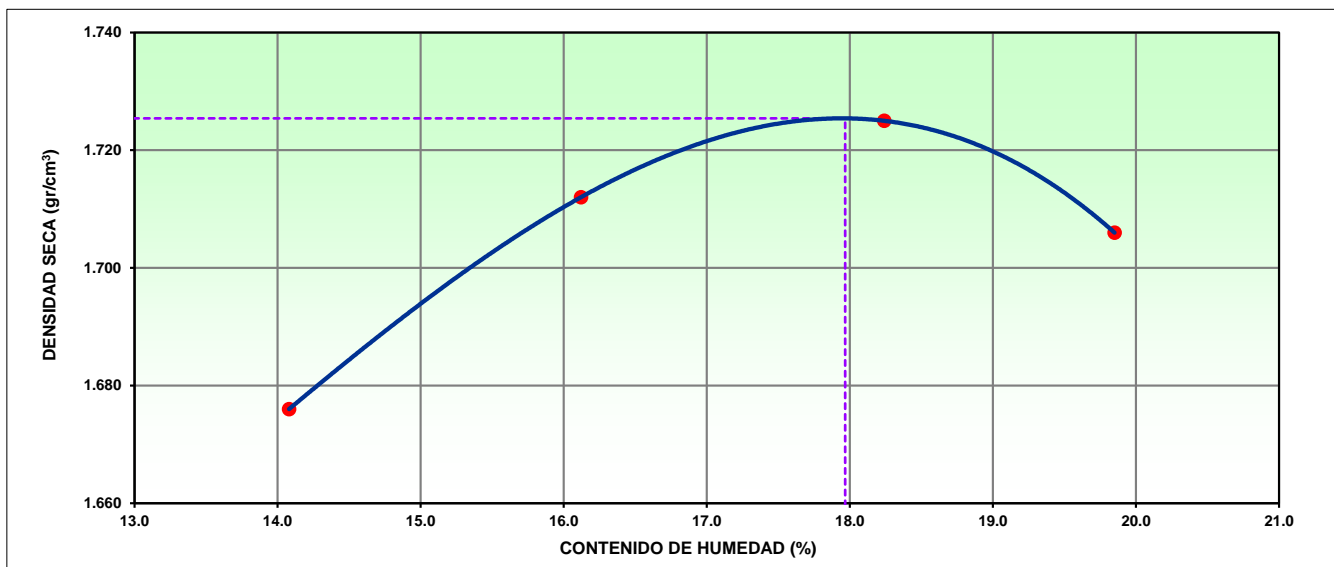
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5980	6052	6100	6105
PESO DE MOLDE (gr)		4190	4190	4190	4190
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1790	1862	1910	1915
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		936	936	936	936
4.- LIMITE PLÁSTICO		1.912	1.988	2.040	2.045
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.676	1.712	1.725	1.706

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		395.5	392.9	344.7	368.7
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		353.0	344.3	299.8	316.9
PESO DE LA TARA (gr)		51.2	42.8	53.6	55.9
PESO DE AGUA (gr)		42.5	48.6	44.9	51.8
PESO DE SUELO SECO (gr)		301.8	301.5	246.2	261.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.08	16.12	18.24	19.85

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):** 1.725

**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 17.97

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I) MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	<b>M - 2</b>
DOSIFICACIÓN: S94-CF3-C3	
CLASF. DE SUELO: CH	

3. DATOS PARA EL ENSAYO								
				PROCTOR	HO=17.97	MDS=1.725	N°CAPAS	5

N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
			MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	

4. DENSIDAD				Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
Condición de humedad									
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,498	11,665	11,865	11,968	12,165	12,135	
2	Peso del molde	g	7,813	7,813	7,876	7,876	7,861	7,861	
3	Volumen del molde REG:	cc	2,112	2,112	2,122	2,122	2,119	2,119	
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,685	3,852	3,989	4,092	4,304	4,274	
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.74	1.82	1.88	1.93	2.03	2.02	
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	171.32	206.35	166.54	203.65	180.02	197.79	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	151.20	168.97	146.35	171.32	156.94	168.01	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	20.12	37.38	20.19	32.33	23.08	29.78	
10	Peso de la capsula	g	35.61	34.19	32.55	38.45	29.84	31.40	
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	115.59	134.78	113.80	132.87	127.10	136.61	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	17.41	27.73	17.74	24.33	18.16	21.80	
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.486	1.428	1.597	1.551	1.719	1.656	

5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	90	210	290	9		21		29	
	1.270	190	320	460	19		33		47	
	1.905	280	410	630	28		42		64	
70.5	2.540	360	520	790	37	34*	53	52*	81	76*
	3.175	410	610	850	42		62		87	
	3.810	430	650	930	44		66		95	
105.7	5.080	470	710	1,020	48	50*	72	74*	104	107*
	6.350	510	750	1,080	52		76		110	
	7.620	530	760	1,110	54		78		113	
	10.160	560	790	1,170	57		81		119	
	12.700	570	820	1,240	58		84		127	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN										H <sub>suelo</sub> = 127.0 mm	
TIEMPO			LECTURA DIAL (Div):			0.010mm	ALTURAS				
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	0.010	mm	%	mm	%	
12/10/23	11:10 AM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
13/10/23	11:10 AM	24	2.47	2.06	1.77	0.02	1.94%	0.02	1.62%	1.39%	
14/10/23	11:10 AM	48	4.00	3.69	3.39	0.04	3.15%	0.04	2.91%	2.67%	
15/10/23	11:10 AM	72	4.99	4.66	4.54	0.05	3.93%	0.05	3.67%	3.57%	
16/10/23	11:10 AM	96	5.49	5.42	5.22	0.05	4.32%	0.05	4.27%	4.11%	

7. RESULTADOS										
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
Densidad Seca prom.	1.46	1.57	1.73	Humedad óptima	17.97%	Penetración	0.1"	0.2"		
Penetración: 0.1"	2.5	3.8	5.6	MDS	1.725	100% MDS	5.6	5.2		
Penetración: 0.2"	2.4	3.6	5.2	95 % de la MDS	1.639	95 % MDS	4.6	4.3		

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



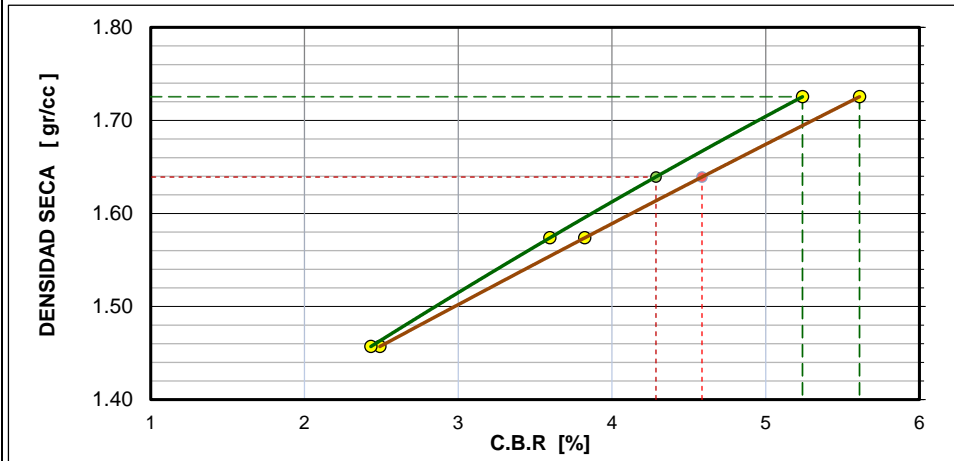
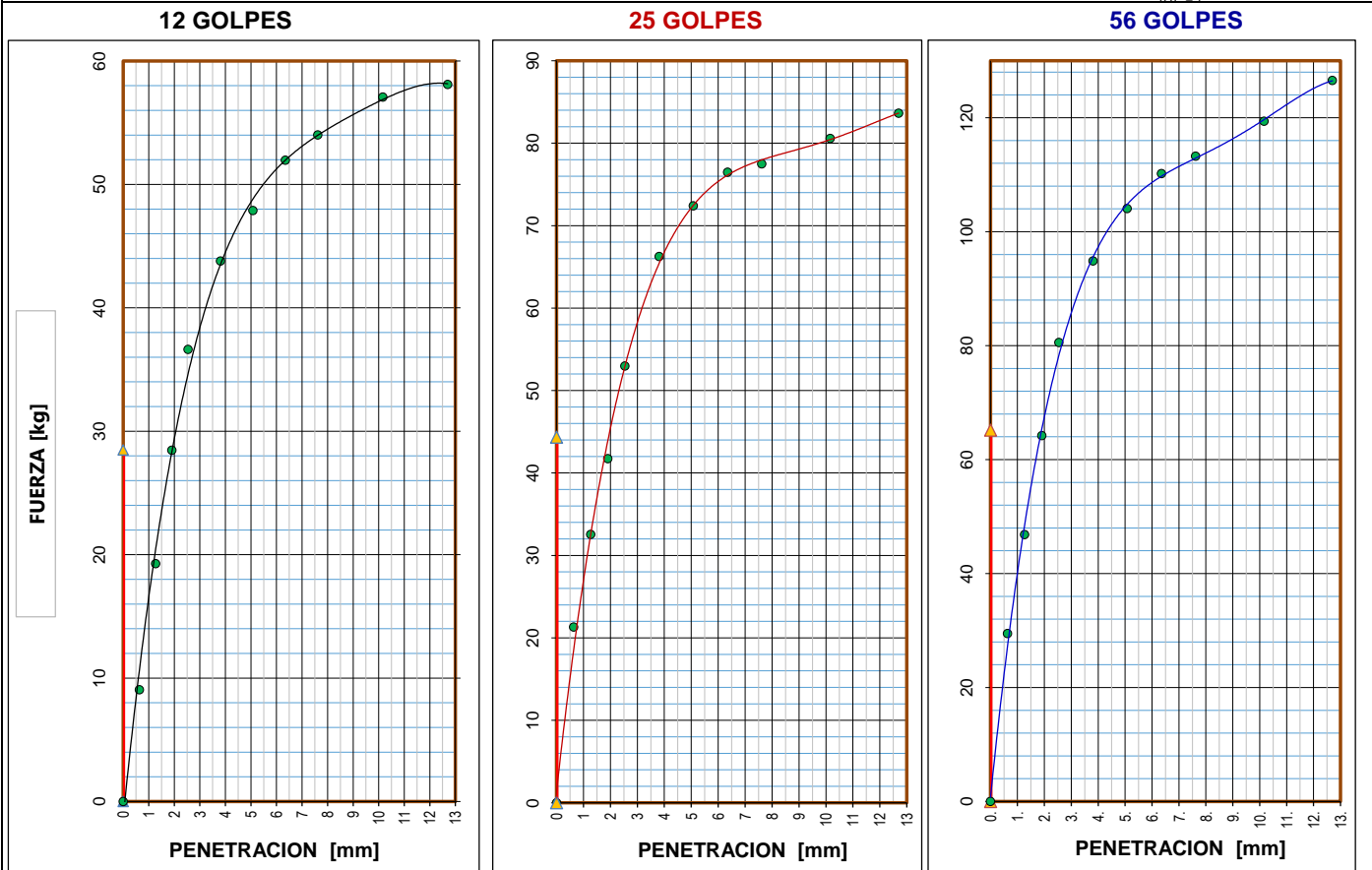
**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

MUESTRA: M - 2

**9. GRÁFICA**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.73</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>5.6</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>5.2</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.64</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>4.6</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>4.3</b>

**LEYENDA**



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

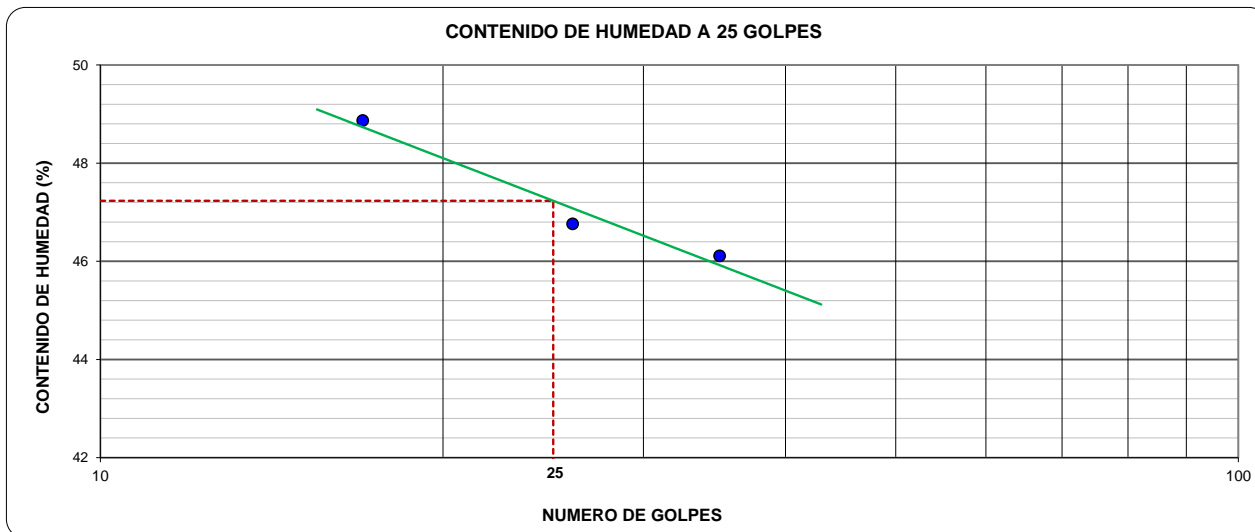
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S91-CF6-C3	M - 2
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CH	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-06	C-02	C-12	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	53.75	50.01	51.62	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	42.98	40.05	41.78	-
PESO DE AGUA	(g)	10.77	9.96	9.84	-
PESO DE LA TARA	(g)	20.94	18.75	20.44	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	22.04	21.30	21.34	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	48.87	46.76	46.11	-
NUMERO DE GOLPES		17	26	35	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-07	T-02	T-04	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	32.25	32.20	31.94	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	29.83	29.57	28.99	
PESO DE LA TARA	(g.)	21.54	20.80	19.64	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.42	2.63	2.95	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	8.29	8.77	9.35	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.19	29.99	31.55	30.24



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	47.23
LIMITE PLASTICO (%)	30.24
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.99

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	DOSIFICACIÓN: S91-CF6-C3	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH	

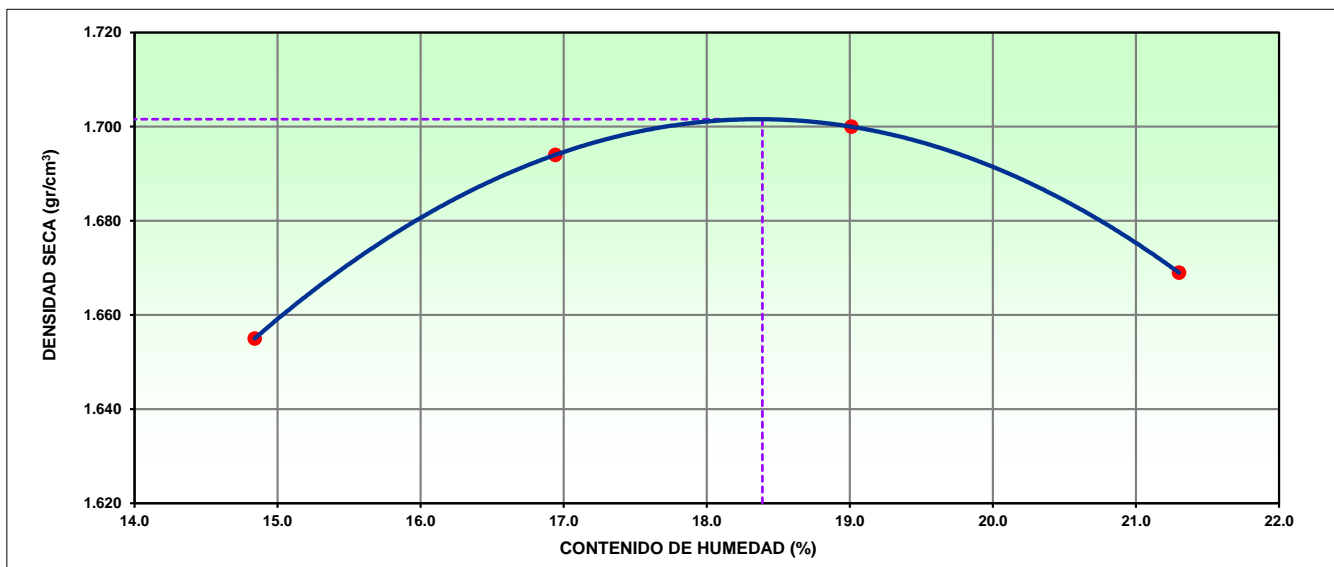
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5970	6045	6085	6086
PESO DE MOLDE (gr)		4190	4190	4190	4190
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1780	1855	1895	1896
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		936	936	936	936
4.- LIMITE PLÁSTICO		1.901	1.981	2.024	2.025
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.655	1.694	1.700	1.669

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		349.5	345.3	302.8	320.8
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		310.9	302.8	262.2	273.9
PESO DE LA TARA (gr)		50.8	51.9	48.6	53.7
PESO DE AGUA (gr)		38.6	42.5	40.6	46.9
PESO DE SUELO SECO (gr)		260.1	250.9	213.6	220.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.84	16.94	19.01	21.30

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.702

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 18.39

CURVA DE COMPACTACIÓN



5.- OBSERVACIONES
* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	DOSIFICACIÓN: S91-CF6-C3
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH
	M - 2

3. DATOS PARA EL ENSAYO			
		PROCTOR	HO=18.39
		MDS=1.702	N°CAPAS
			5
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES MOLDE 01
			25 GOLPES MOLDE 02
			56 GOLPES MOLDE 03

4. DENSIDAD									
Condición de humedad				Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	10.403	10.559	10.940	11.114	11.003	11.031	
2	Peso del molde	g	6.618	6.618	6.890	6.890	6.744	6.744	
3	Volumen del molde REG:	cc	2,128	2,128	2,131	2,131	2,121	2,121	
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,785	3,941	4,050	4,224	4,259	4,287	
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.78	1.85	1.90	1.98	2.01	2.02	
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	138.32	205.31	117.98	210.11	136.98	167.25	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	121.32	165.84	104.32	175.20	119.65	142.87	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	17.00	39.47	13.66	34.91	17.33	24.38	
10	Peso de la capsula	g	30.15	26.84	29.22	35.78	25.65	32.51	
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	91.17	139.00	75.10	139.42	94.00	110.36	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	18.65	28.40	18.19	25.04	18.44	22.09	
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.499	1.442	1.608	1.585	1.695	1.655	

5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm <sup>2</sup>	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	90	210	350	9		21		36	
	1.270	250	430	650	25		44		66	
	1.905	360	600	860	37		61		88	
70.5	2.540	510	790	1,100	52	46*	81	74*	112	107*
	3.175	560	850	1,240	57		87		127	
	3.810	580	910	1,310	59		93		134	
105.7	5.080	630	1,000	1,510	64	67*	102	105*	154	156*
	6.350	670	1,050	1,610	68		107		164	
	7.620	710	1,100	1,690	72		112		173	
	10.160	734	1,150	1,780	75		117		182	
	12.700	750	1,200	1,910	76		122		195	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN										H <sub>suelo</sub> = 127.0 mm	
TIEMPO			LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
12/10/23	11:10 AM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
13/10/23	11:10 AM	24	2.27	1.72	1.45	0.02	1.79%	0.02	1.35%	0.01	1.14%
14/10/23	11:10 AM	48	3.69	3.08	2.76	0.04	2.91%	0.03	2.43%	0.03	2.17%
15/10/23	11:10 AM	72	4.60	3.90	3.70	0.05	3.62%	0.04	3.07%	0.04	2.91%
16/10/23	11:10 AM	96	5.05	4.53	4.25	0.05	3.98%	0.05	3.57%	0.04	3.35%

7. RESULTADOS									
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL			
Densidad Seca prom.	1.47	1.60	1.70	Humedad óptima	18.39%	Penetración	0.1"	0.2"	
Penetración: 0.1"	3.4	5.4	7.9	MDS	1.702	100% MDS	7.9	7.6	
Penetración: 0.2"	3.3	5.1	7.6	95 % de la MDS	1.617	95 % MDS	5.8	5.5	

**8. OBSERVACIONES**  
\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

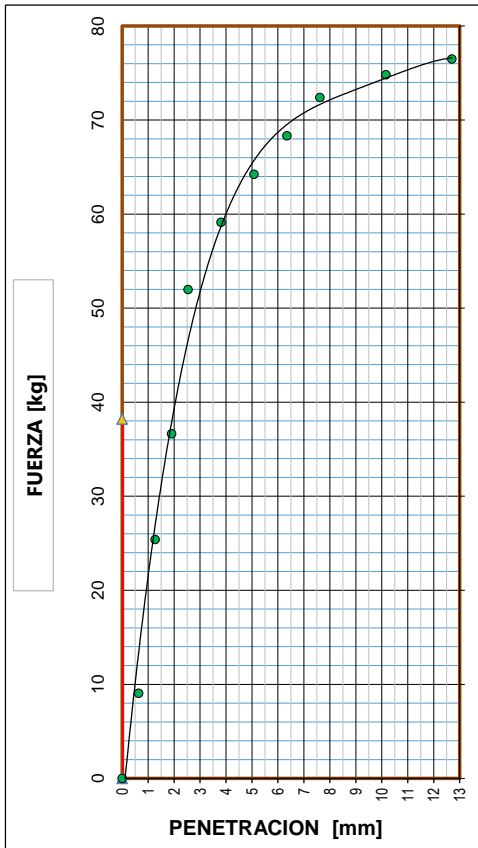
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

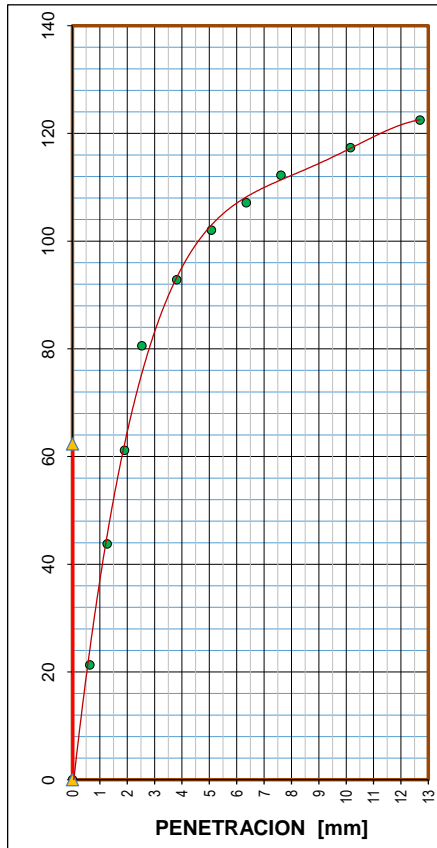
MUESTRA: M - 2

**9. GRÁFICA**

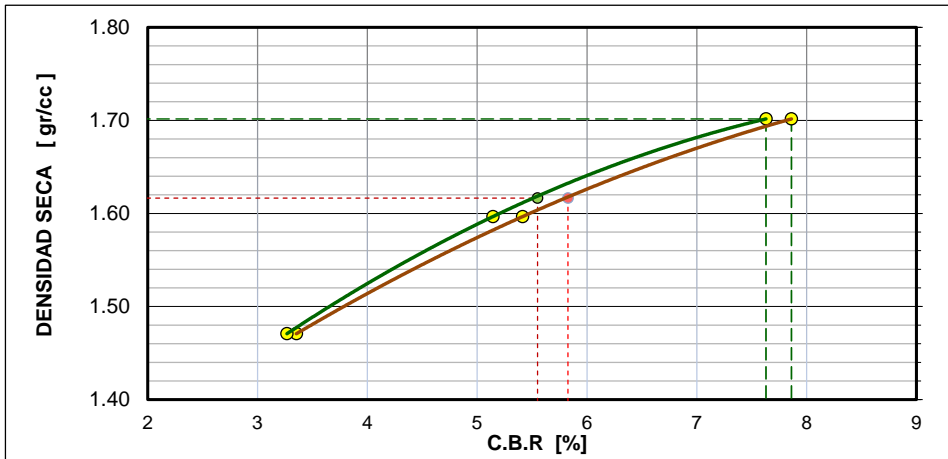
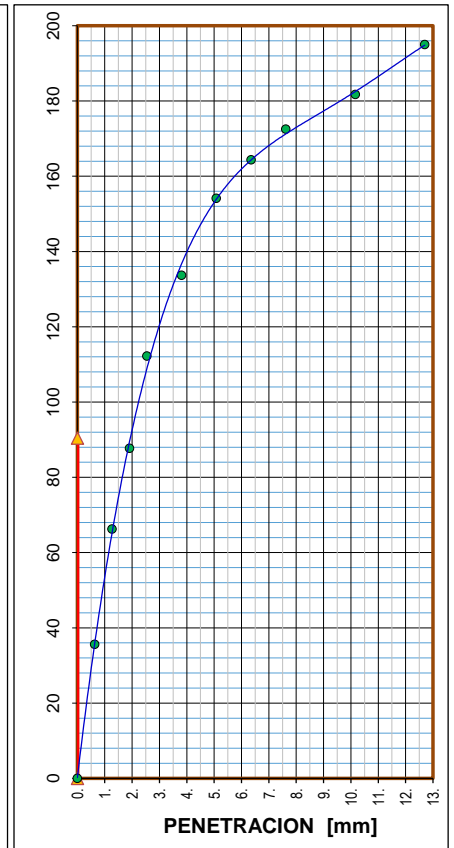
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.70</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>7.9</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>7.6</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.62</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>5.8</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>5.5</b>

LEYENDA





**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

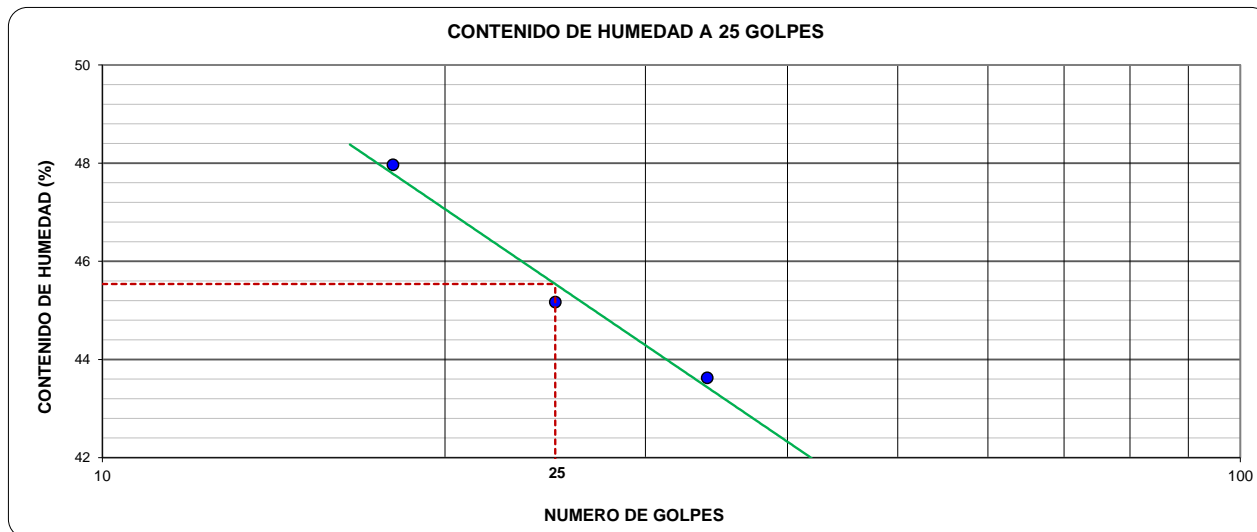
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S88-CF9-C3	M - 2
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CH	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-08	C-10	C-04	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	52.69	50.08	53.02	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	41.98	40.87	43.61	-
PESO DE AGUA	(g)	10.71	9.21	9.41	-
PESO DE LA TARA	(g)	19.65	20.48	22.04	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	22.33	20.39	21.57	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	47.96	45.17	43.63	-
NUMERO DE GOLPES		18	25	34	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-04	T-09	T-11	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	30.75	35.02	33.61	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	28.15	31.64	30.94	
PESO DE LA TARA	(g.)	19.84	21.58	22.74	
PESO DEL AGUA	(g.)	2.60	3.38	2.67	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	8.31	10.06	8.20	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.29	33.60	32.56	32.48



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	45.54
LIMITE PLASTICO (%)	32.48
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	13.06

**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO  
 EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	DOSIFICACIÓN: S88-CF9-C3	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH	

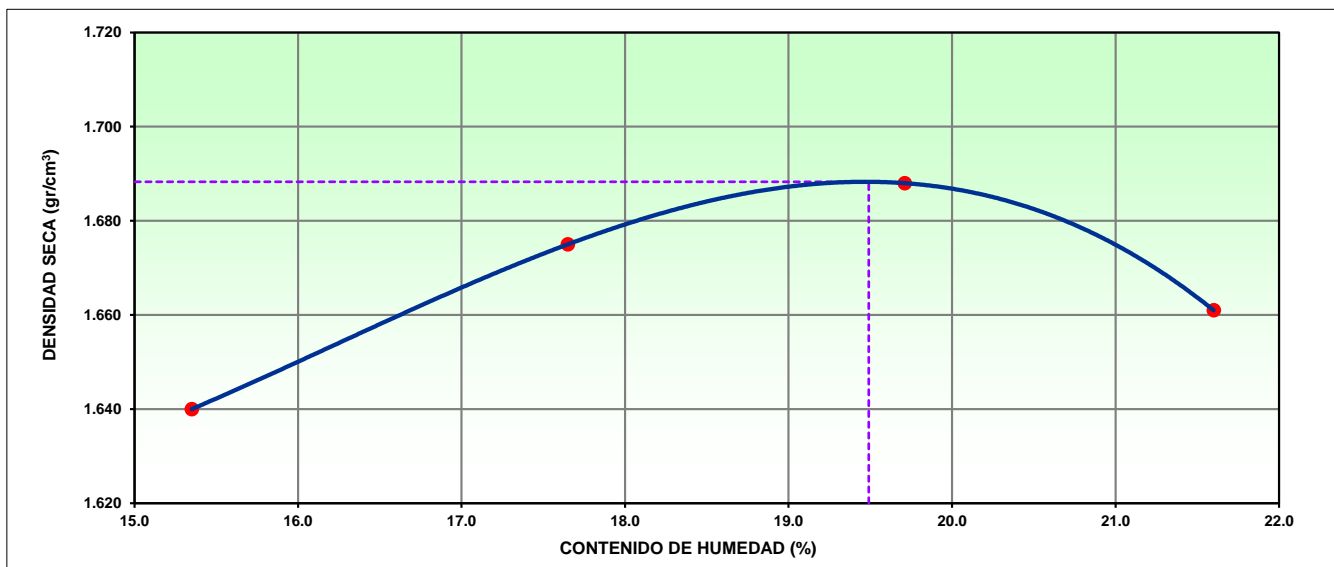
3.- COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5961	6035	6082	6081
PESO DE MOLDE (gr)		4190	4190	4190	4190
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1771	1845	1892	1891
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		936	936	936	936
4.- LIMITE PLÁSTICO		1.891	1.970	2.021	2.019
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.640	1.675	1.688	1.661

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		356.7	357.7	303.5	330.2
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		316.1	312.5	261.7	281.2
PESO DE LA TARA (gr)		51.6	56.4	49.6	54.3
PESO DE AGUA (gr)		40.6	45.2	41.8	49.0
PESO DE SUELO SECO (gr)		264.5	256.1	212.1	226.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		15.35	17.65	19.71	21.60

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1.688

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 19.49

CURVA DE COMPACTACIÓN



5.- OBSERVACIONES
* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA				2. N° MUESTRA	
UBICACION: CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)		DOSIFICACIÓN: S88-CF9-C3		M - 2	
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD		CLASF. DE SUELO: CH			

3. DATOS PARA EL ENSAYO								
				PROCTOR	HO=19.49	MDS=1.688	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
			MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	

4. DENSIDAD								
Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,511	11,669	11,898	11,890	10,961	11,020
2	Peso del molde	g	7,921	7,921	7,807	7,807	6,703	6,703
3	Volumen del molde REG:	cc	2,120	2,120	2,114	2,114	2,128	2,128
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	3,590	3,748	4,091	4,083	4,258	4,317
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.69	1.77	1.94	1.93	2.00	2.03
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	107.84	189.55	115.94	200.65	162.15	150.02
8	Peso del suelo seco + capsula	g	95.84	156.32	102.54	166.84	140.70	129.38
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	12.00	33.23	13.40	33.81	21.45	20.64
10	Peso de la capsula	g	35.26	40.12	36.94	33.12	29.15	36.84
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	60.58	116.20	65.60	133.72	111.55	92.54
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	19.81	28.60	20.43	25.28	19.23	22.30
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc	1.414	1.375	1.607	1.542	1.678	1.659

5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm2	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	200	310	460	20		32		47	
	1.270	380	630	880	39		64		90	
	1.905	540	890	1,220	55		91		125	
70.5	2.540	660	1,100	1,460	67	64*	112	105*	149	141*
	3.175	700	1,120	1,490	71		114		152	
	3.810	790	1,280	1,700	81		131		174	
105.7	5.080	890	1,430	1,920	91	95*	146	151*	196	204*
	6.350	990	1,530	2,080	101		156		212	
	7.620	1,060	1,620	2,230	108		165		228	
	10.160	1,130	1,740	2,450	115		178		250	
	12.700	1,200	1,832	2,670	122		187		273	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN										H <sub>suelo</sub> = 127.0 mm	
TIEMPO			LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			ALTURAS					
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
12/10/23	11:10 AM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
13/10/23	11:10 AM	24	1.83	1.45	1.27	0.02	1.44%	0.01	1.14%	0.01	1.00%
14/10/23	11:10 AM	48	2.97	2.59	2.43	0.03	2.34%	0.03	2.04%	0.02	1.91%
15/10/23	11:10 AM	72	3.71	3.28	3.25	0.04	2.92%	0.03	2.58%	0.03	2.56%
16/10/23	11:10 AM	96	4.08	3.81	3.73	0.04	3.21%	0.04	3.00%	0.04	2.94%

7. RESULTADOS										
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
Densidad Seca prom.	1.39	1.57	1.69	Humedad óptima		19.49%	Penetración		0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"	4.7	7.7	10.3	MDS		1.688	100% MDS		10.3	10.0
Penetración: 0.2"	4.6	7.4	10.0	95 % de la MDS		1.604	95 % MDS		8.3	8.0

**8. OBSERVACIONES**  
\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

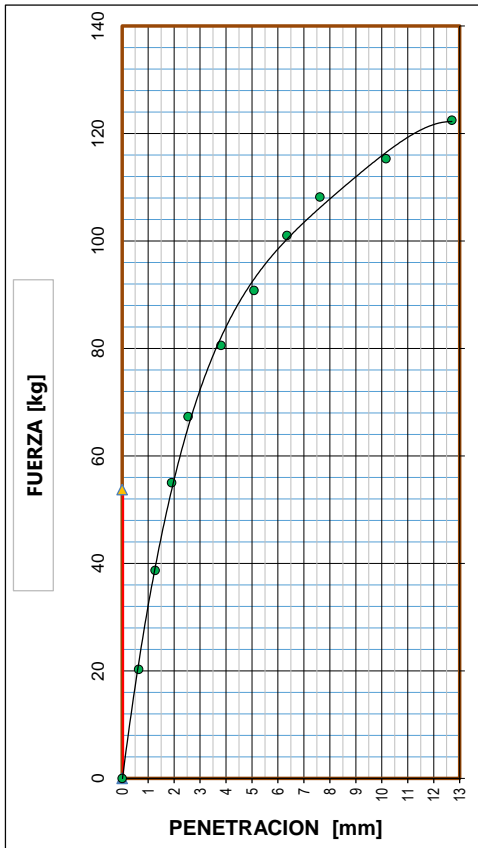
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

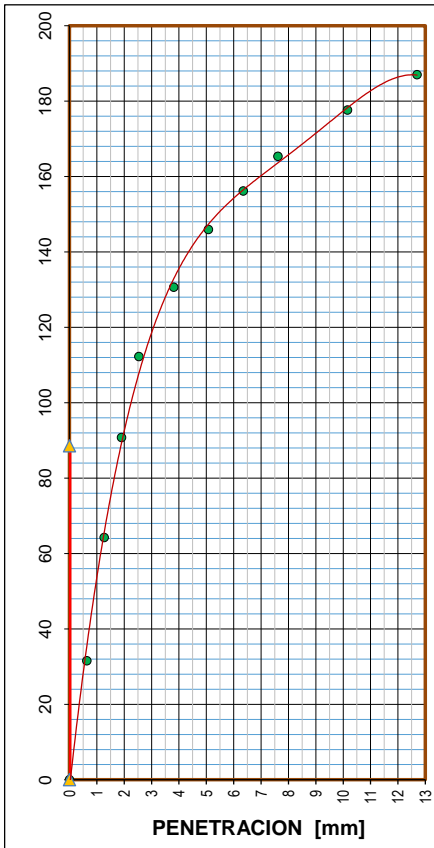
MUESTRA: M - 2

**9. GRÁFICA**

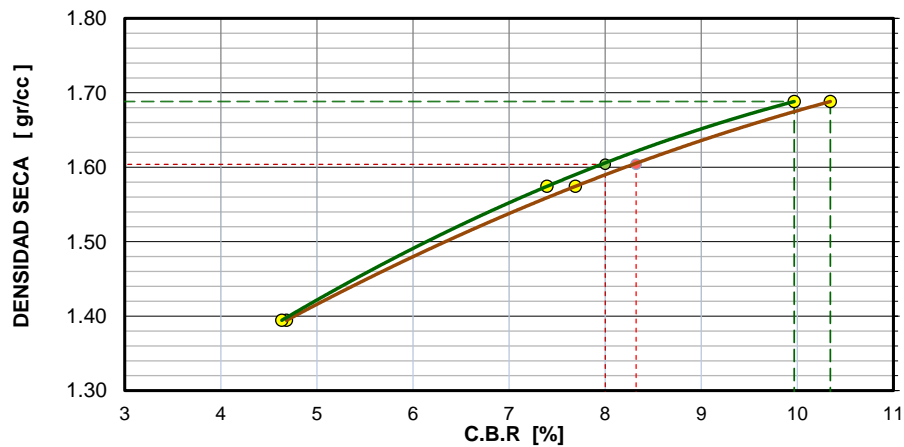
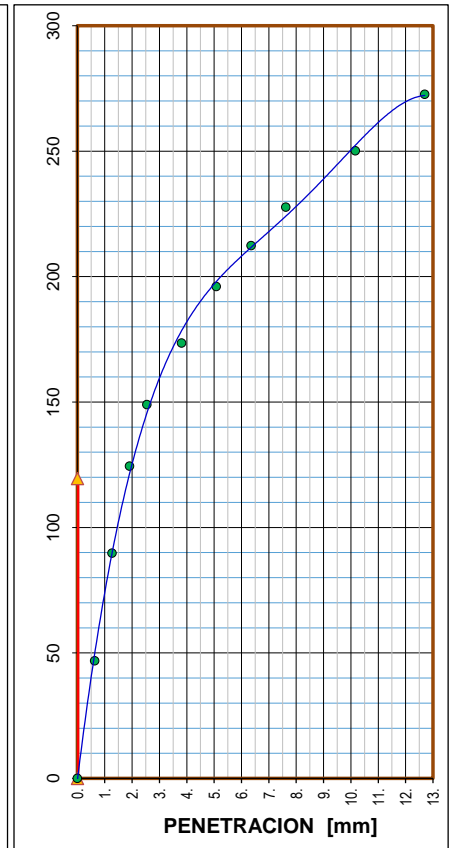
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.69</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>10.3</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>10.0</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.60</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.1"</b>	<b>8.3</b>
<b>CBR, PENETRACION 0.2"</b>	<b>8.0</b>

LEYENDA



**LIMITES DE CONCISTENCIA**  
**(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

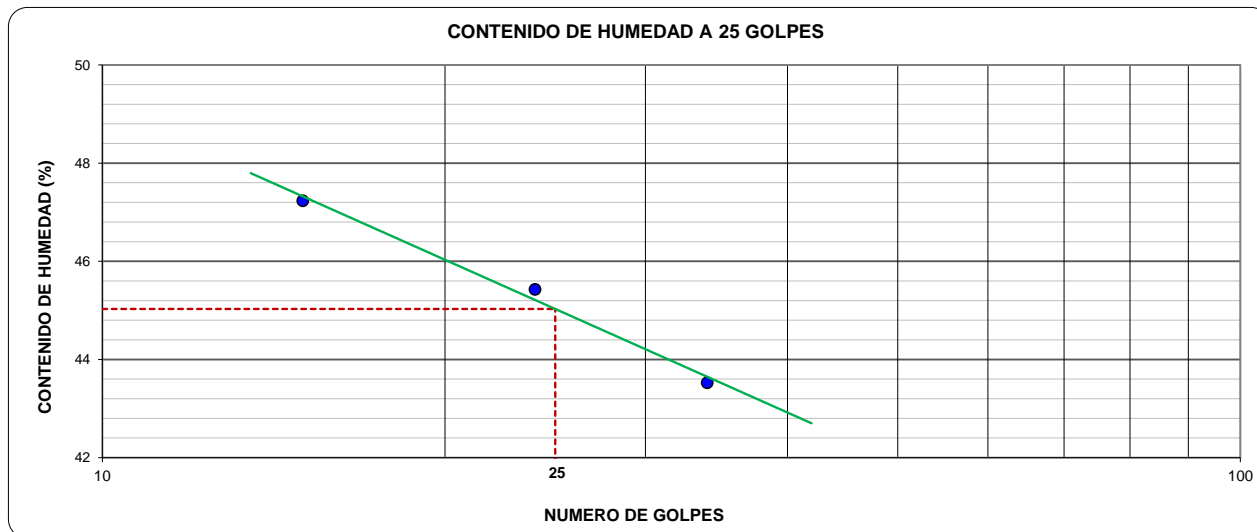
**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
<b>UBICACIÓN:</b> CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>DOSIFICACIÓN:</b> S85-CF12-C3	M - 2
<b>MATERIAL:</b> ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	<b>CLASF. DE SUELO:</b> CH	

3.- LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	C-14	C-06	C-07	-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	53.59	50.33	48.95	-
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	43.95	41.54	40.95	-
PESO DE AGUA	(g)	9.64	8.79	8.00	-
PESO DE LA TARA	(g)	23.54	22.19	22.57	-
PESO DEL SUELO SECO	(g)	20.41	19.35	18.38	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	47.23	45.43	43.53	-
NUMERO DE GOLPES		15	24	34	

4.- LIMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	T-12	T-07	T-10	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	33.84	33.69	34.50	
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	30.64	30.14	31.22	
PESO DE LA TARA	(g.)	21.84	20.55	22.08	
PESO DEL AGUA	(g.)	3.20	3.55	3.28	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	8.80	9.59	9.14	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.36	37.02	35.89	36.42



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	45.03
LIMITE PLASTICO (%)	36.42
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	8.61

**5.- OBSERVACIONES**  
 \* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**PRÓCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

**SOLICITADO:** Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1.- DATOS DE LA MUESTRA		2.- N° MUESTRA
UBICACIÓN CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	DOSIFICACIÓN: S85-CF12-C3	M - 2
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CLASF. DE SUELO: CH	

**3.- COMPACTACIÓN**

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25
NUMERO DE CAPAS	:	5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5970	6031	6070	6075
PESO DE MOLDE (gr)	4190	4190	4190	4190
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1780	1841	1880	1885
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	936	936	936	936
4.- LIMITE PLÁSTICO	1.901	1.966	2.008	2.013
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.627	1.653	1.661	1.641

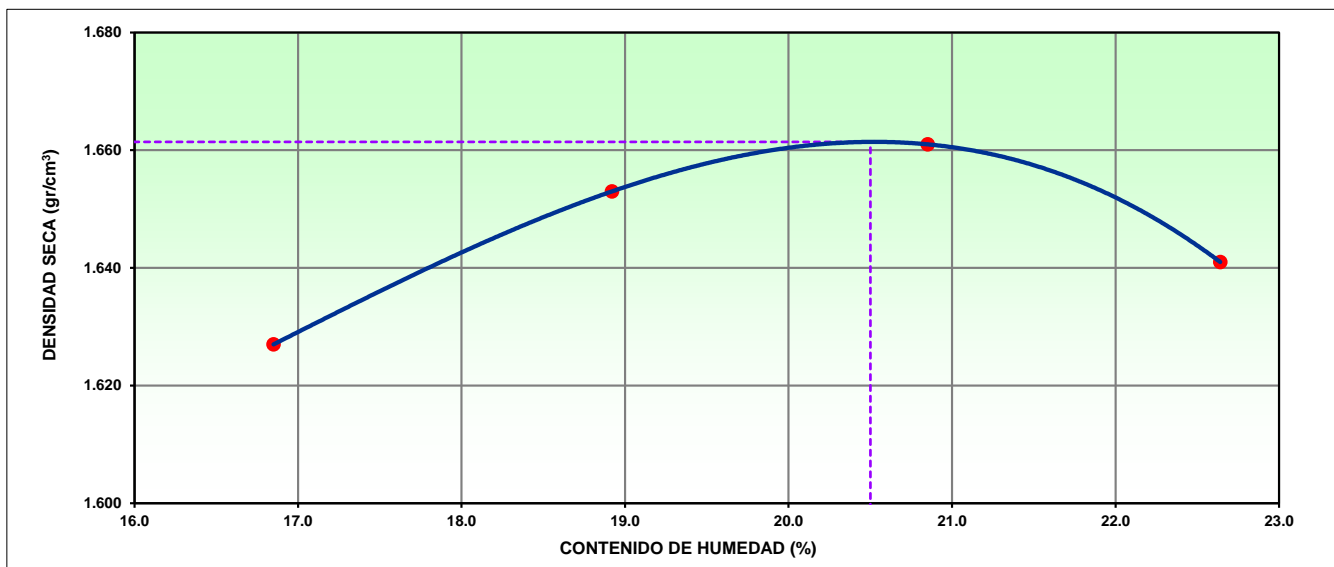
**4.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	335.6	348.3	284.8	337.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	293.0	300.2	244.1	285.2
PESO DE LA TARA (gr)	40.2	46.0	48.9	56.4
PESO DE AGUA (gr)	42.6	48.1	40.7	51.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	252.8	254.2	195.2	228.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.85	18.92	20.85	22.64

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):** 1.661

**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 20.50

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**5.- OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)**  
**(ASTM D 1883)**

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

1. DATOS DE LA MUESTRA	2. N° MUESTRA
UBICACION: CALICATA 03 / PLATAFORMA KM 01+500 (L/I)	<b>M - 2</b>
MATERIAL: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	
DOSIFICACIÓN: S85-CF12-C3	
CLASF. DE SUELO: CH	

3. DATOS PARA EL ENSAYO								
				PROCTOR	HO=20.50	MDS=1.661	N°CAPAS	
							5	
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
			MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	

4. DENSIDAD									
Condición de humedad				Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g		11,551	11,750	12,050	12,105	12,102	12,098
2	Peso del molde	g		7,813	7,813	7,910	7,910	7,823	7,823
3	Volumen del molde REG:	cc		2,112	2,112	2,155	2,155	2,145	2,145
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g		3,738	3,937	4,140	4,195	4,279	4,275
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc		1.77	1.86	1.92	1.95	1.99	1.99
6	Id. Capsula	-		1	2	3	4	5	6
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g		119.02	152.66	105.78	137.22	144.70	128.59
8	Peso del suelo seco + capsula	g		105.84	125.68	94.88	116.48	125.64	110.87
9	Peso del agua, [7]-[8]	g		13.18	26.98	10.90	20.74	19.06	17.72
10	Peso de la capsula	g		42.15	35.61	40.12	38.16	32.61	33.98
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g		63.69	90.07	54.76	78.32	93.03	76.89
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%		20.69	29.95	19.91	26.48	20.49	23.05
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cc		1.466	1.434	1.602	1.539	1.656	1.620

5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.35 cm <sup>2</sup>	0.000	0	0	0	0		0		0	
	0.635	270	480	660	27		49		67	
	1.270	640	890	1,110	65		91		113	
	1.905	810	1,120	1,410	83		114		144	
70.5	2,540	1,090	1,380	1,690	111	104*	141	139*	173	167*
	3.175	1,200	1,590	1,950	122		162		199	
	3.810	1,320	1,760	2,050	135		180		209	
105.7	5,080	1,430	1,970	2,250	146	151*	201	206*	230	246*
	6.350	1,540	2,120	2,590	157		216		264	
	7.620	1,600	2,270	2,810	163		232		287	
	10.160	1,730	2,420	3,070	177		247		314	
	12.700	1,830	2,540	3,410	187		259		348	

CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN NEWTON

6. EXPANSIÓN											H <sub>suelo</sub> = 127.0 mm
TIEMPO			LECTURA DIAL (Div): 0.010mm			0.010		ALTURAS			
Fecha	Hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
12/10/23	11:10 AM	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
13/10/23	11:10 AM	24	1.57	1.35	1.01	0.02	1.24%	0.01	1.06%	0.01	0.80%
14/10/23	11:10 AM	48	2.55	2.41	1.94	0.03	2.01%	0.02	1.90%	0.02	1.53%
15/10/23	11:10 AM	72	3.18	3.05	2.60	0.03	2.50%	0.03	2.40%	0.03	2.05%
16/10/23	11:10 AM	96	3.49	3.54	2.98	0.03	2.75%	0.04	2.79%	0.03	2.35%

7. RESULTADOS										
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL				
Densidad Seca prom.	1.45	1.57	1.66	Humedad óptima		Penetración	0.1"	0.2"		
Penetración: 0.1"	7.6	10.2	12.3	MDS		100% MDS	12.3	12.0		
Penetración: 0.2"	7.4	10.1	12.0	95 % de la MDS		95 % MDS	10.4	10.2		

**8. OBSERVACIONES**

\* La muestra de suelo corresponde a la calicata seleccionada en base a su relevancia para la presente investigación.



**CBR DE LABORATORIO (CALIFORNIA BEARING RATIO)  
 (ASTM D 1883)**

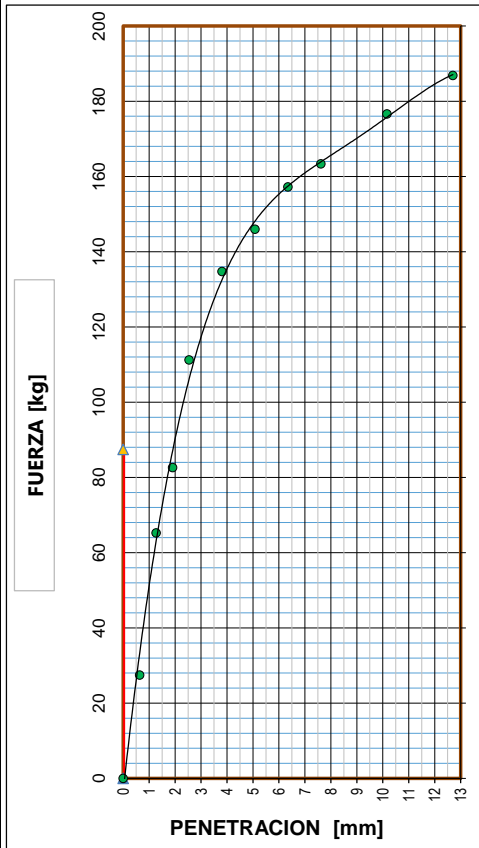
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA.

SOLICITADO: Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO

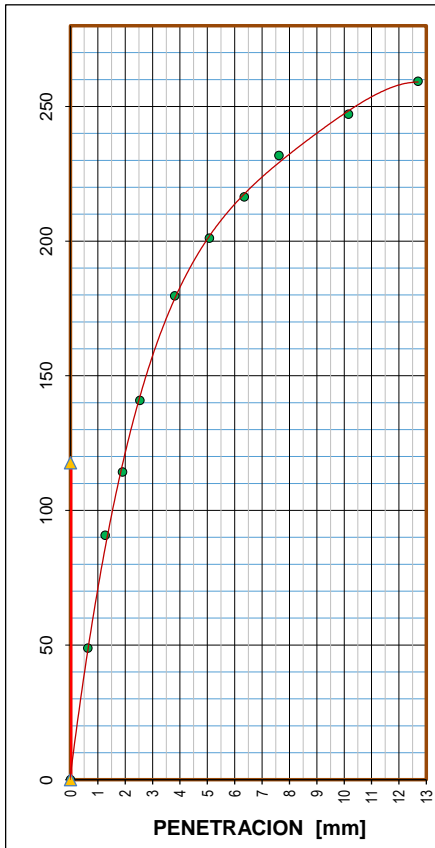
MUESTRA: M - 2

**9. GRÁFICA**

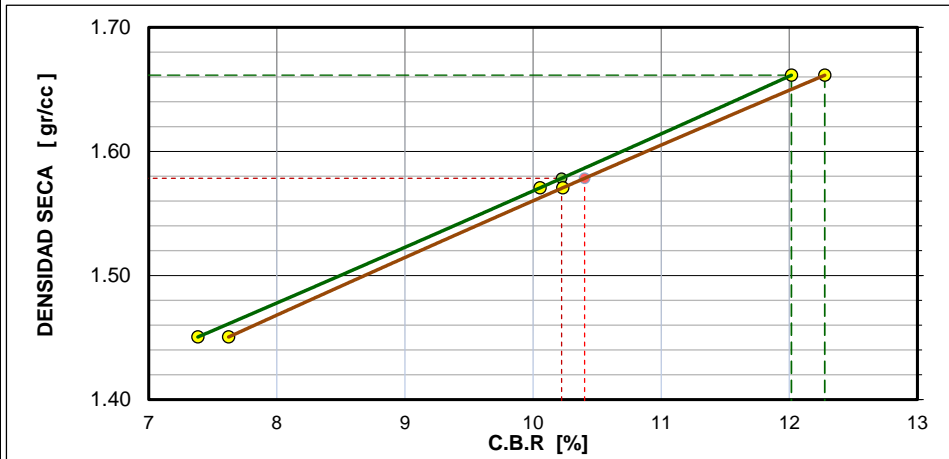
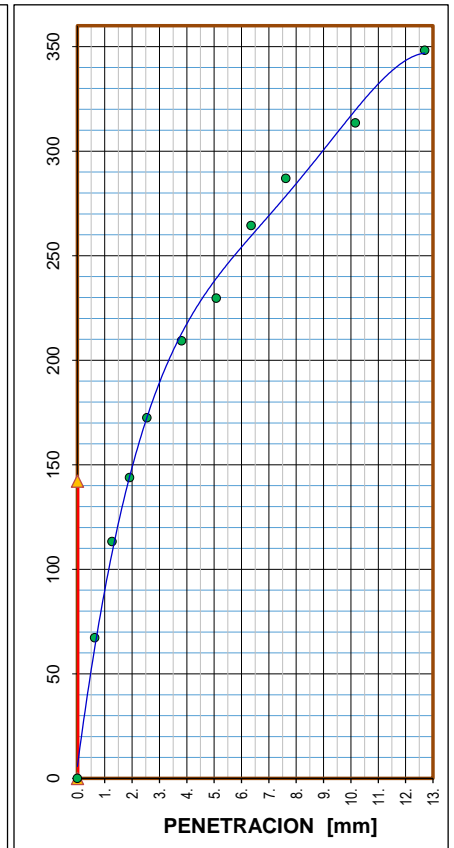
**12 GOLPES**



**25 GOLPES**



**56 GOLPES**



**CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS**

<b>100% MDS</b>	<b>1.66</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>12.3</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>12.0</b>
<b>95% MDS</b>	<b>1.58</b>
CBR, PENETRACION 0.1"	<b>10.4</b>
CBR, PENETRACION 0.2"	<b>10.2</b>

LEYENDA



# **ANEXO 5: CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS DE LABORATORIO**



N° 020-2024-LMSM-EPIC-FICA/UNAP.

## CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS DE LABORATORIO

EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE LA FICA.

### Hace constar:

Que el tesista, **Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO**, hizo uso de los equipos del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales - FICA, para realizar los ensayos requeridos para su proyecto de Tesis: **“EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA - TOTOJIRA”**, Conducente a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil.

Los ensayos que realizaron son los siguientes:

### ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS

ÍTEM	ENSAYOS	NORMA	CANTI DAD	U.M.
01	Contenido de Humedad.	ASTM D-2216	<b>12</b>	Und.
02	Análisis Granulométrico por Lavado.	ASTM D-6913	<b>12</b>	Und.
03	Limite Liquido – Limite Plástico.	ASTM D-4318	<b>20</b>	
04	Ensayo de Proctor.	ASTM D-1557-12	<b>10</b>	Und.
05	Ensayo de C.B.R.	ASTM D-1883	<b>10</b>	Und.

*Los resultados obtenidos, de los ensayos, no son responsabilidad del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales.*

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita del interesado, para adjuntar en su proyecto de Tesis.

**Puno, C. U. 19 de julio del 2024.**



C.c.  
Arch./LMSyM.  
Adj solicitud (80 folios)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



N° 031-2024-LMSM-EPIC-FICA/UNAP.

**CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS DE  
LABORATORIO**

EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE LA FICA.

**Hace constar:**

Que el tesista, **Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO**, hizo uso de los equipos del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales - FICA, para realizar los ensayos requeridos para su proyecto de Tesis: **“EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA - TOTOJIRA”**, Conducente a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil.

Los ensayos que realizaron son los siguientes:

**ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS**

ÍTEM	ENSAYOS	NORMA	CANTIDAD	U.M.
01	Límite Líquido – Límite Plástico.	ASTM D-4318	14	Und.
02	Ensayo de Proctor.	ASTM D-1557-12	14	Und.
03	Ensayo de C.B.R.	ASTM D-1883	14	Und.

*Los resultados obtenidos, de los ensayos, no son responsabilidad del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales.*

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita del interesado, para adjuntar en su proyecto de Tesis.

**Puno, C. U. 22 de octubre del 2024.**



ING. SAMUEL HUAQUISTO CACERES  
JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

C.c.  
Arch./LMSyM.  
Adj solicitud (56 folios)

# ANEXO 6: SOLICITUD PARA AUTORIZACIÓN DE CALICATAS

“Año de la Unidad, Paz y el Desarrollo”

**SOLICITO:** Autorización de análisis de suelos en el sector Callanca, para ejecución de proyecto de tesis.

**Lic. RUBEN BAYLON ROQUE**  
ALCALDE DEL CENTRO POBLADO DE PALLALLA

Yo, **Américo COLQUE ATENCIO**, identificado con DNI N° 75396205, y código de matrícula N° **164358**, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, con código de **Proyecto de Tesis N° 2023-1341**, ante usted con el debido respeto y previo saludo, me presento y expongo:

Que, en aras de obtener el título profesional de INGENIERO CIVIL que se viene ejecutando el proyecto de tesis denominado EVALUACIÓN DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA – TOTOJIRA, este trabajo de investigación implica la realización de 7 pozos exploratorios a cielo abierto en el camino vecinal Pallalla – Totojira exactamente en el sector Callanca con el fin de obtener muestras de suelos para su respectivo análisis de suelos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la E.P. de Ingeniería Civil, por lo cual acudo a usted para que me brinde la respectiva autorización para ingresar a la zona indicada.

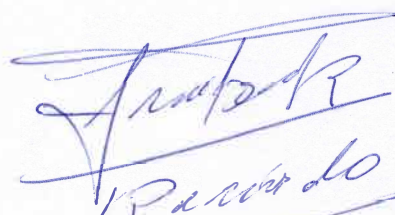
Por lo expuesto:

Ruego a Usted, atender a mi solicitud.

Puno, 20 de julio del 2023



Bach. AMÉRICO COLQUE ATENCIO  
Tesisista



Recibido  
20-07-23  
hora 5:00 p.m.



MUNICIPALIDAD DEL CENTRO POBLADO DE PALLALLA  
DISTRITO DE PLATERIA

---

## Constancia.

Conste por el presente documento que el señor **Américo COLQUE ATENCIO** con DNI 75396205 solicita análisis de suelo en el Sector Callanca para ejecución de proyecto de tesis, visto la solicitud se le autoriza para siete pozos exploratorios a cielo abierto en el camino vecinal de Pallalla con dirección a la comunidad de Totojira.

Se le expide el presente documento con la finalidad de justificación ante las autoridades sectoriales.

Pallalla 21 de julio del 2023.



Lic. Rubén Bailón Roque  
DNI: 01277424  
ALCALDE

**ANEXO 7:  
ESPECIFICACIONES DE CAL  
DE OBRA**

**NOMBRE DE PRODUCTO:  
 CAL DE OBRA PARA CONSTRUCCIÓN  
 MARTELL**


TIPO DE ENVASE	PRESENTACIÓN
Bolsa laminada	Bolsa * 20kg

**DESCRIPCIÓN:**

Compuesto formado de trazas de carbonato de calcio, hidróxido de calcio o bien una mezcla de carbonato de calcio y partículas de rocas disgregadas.

**COMPOSICIÓN:**

Carbonato de calcio, hidróxido de calcio y óxidos.

**ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN**

- Tiempo de vencimiento 24 meses en envase cerrado si se mantiene almacenado en ambiente fresco, seco y protegido del sol directo.
- Transporte y distribución a temperatura ambiente.
- No exponer a fuentes térmicas.
- Proteger el producto de la humedad porque puede formar grumos.

**CARACTERÍSTICAS:**

PARAMETRO	ESPECIFICACIÓN
ASPECTO	Polvo
COLOR	Crema / Gris
OLOR	Inodoro

**USOS Y/O APLICACIONES:**

- Marcar Campos.
- Estabilizar suelos.
- Complementación de mortero.

**MODO DE EMPLEO**

- En suelos sódicos que tienen en promedio 1.56kg de  $\text{Na}^+$ /50m<sup>2</sup>, esparcir 20kg de cal de obra por cada 50m<sup>2</sup>, previamente el suelo debe estar rastrillado.
- Espolvorear de manera uniforme en zanjas y suelos salitrosos: 1.5kg/m<sup>2</sup>.

**DOSIFICACIÓN:**

Zanjas: 1.5 kg/m<sup>2</sup>.

**PRECAUCIONES:**

- No ingerir el producto.
- Mantener alejado del alcance de los niños.
- En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.
- Mantener la bolsa herméticamente cerrada.

NOTA: LAS INSTRUCCIONES DE FORMA DE USO ESTAN BASADOS EN NUESTROS CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA TÉCNICA Y NO SUPONEN COMPROMISO. ESTA INFORMACIÓN NO LIBERA A NUESTROS CLIENTES DE REALIZAR SUS PROPIOS ENSAYOS, QUEDA FUERA DE NUESTRO CONTROL Y ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO.



**SECCION I : IDENTIFICACION DEL PRODUCTO**

Nombre del Producto	: CAL DE OBRA MARTELL
Familia Química	: Mezcla del calcinado de calizas con carbonato de calcio
Nombre del proveedor	: Química Martell S.A.C.
Dirección	: Calle Sta. Ana Mz. E Lt. 51B
Ciudad - País	: Comas- Lima - Perú
Teléfono Del Proveedor	: (01) 714-1840
Teléfono De Emergencia	: (01) 714-1841
FAX	: (01) 714-1840

**SECCION II : COMPOSICION**

Hidróxido de calcio	:	Ca(OH) <sub>2</sub>
Nº CAS	:	1305-62-0

**SECCION III : CLASIFICACION DE RIESGO**

Generalmente no es peligroso cuando se manipula adecuadamente, sin embargo se deben adoptar buenas prácticas de trabajo.

**Efectos Adversos para la salud**

**Ojos** : El contacto con los ojos puede causar irritación

**Piel** : irritación

**Ingestión** : náuseas, vómitos, dolores abdominales.

**Inhalación:** Las neblinas en aire pueden causar irritación de ojos u garganta.

LAS INSTRUCCIONES DE FORMA DE USO ESTAN BASADOS EN NUESTROS CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA TECNICA Y NO SUPONEN COMPROMISO. ESTA INFORMACION NO LIBERA A NUESTROS CLIENTES DE REALIZAR SUS PROPIOS ENSAYOS, QUEDA FUERA DE NUESTRO DE CONTROL Y ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO.

**SECCION IV : EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS**

- PIEL:** Si la cal está seca eliminar el máximo posible y después lavar abundantemente con agua. Si la cal está húmeda, lavar abundantemente con agua. Quitar y lavar a fondo las prendas, calzado, relojes, etc., manchados antes de volver a utilizarlos.
- OJOS:** No frotarse los ojos para evitar daños de la córnea. Enjuagar inmediatamente con abundante agua, para eliminar todas las partículas y consultar a un oftalmólogo.
- INHALACION:** Trasladar a la persona a un sitio donde pueda respirar aire fresco. Beber agua para limpiar la garganta y sonarse la nariz para eliminar el polvo. Buscar asistencia médica si los síntomas persisten.
- INGESTION:** No provocar el vómito. Si la persona está consciente, enjuagar la boca para eliminar el material o polvo, darle de beber abundante agua

**SECCION V : MEDIDAS CONTRA EL FUEGO**

- INFLAMBILIDAD** No inflamable
- LUCHA CONTRA INCENDIOS:** Según la magnitud del incendio, puede ser necesario el uso de trajes de protección contra el calor, equipo respiratorio autónomo, guantes, gafas protectoras o máscaras faciales y botas.
- Utilizar agentes extintores en polvo para extinguir fuegos cercanos.

LAS INSTRUCCIONES DE FORMA DE USO ESTAN BASADOS EN NUESTROS CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA TECNICA Y NO SUPONEN COMPROMISO. ESTA INFORMACION NO LIBERA A NUESTROS CLIENTES DE REALIZAR SUS PROPIOS ENSAYOS, QUEDA FUERA DE NUESTRO DE CONTROL Y ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO.

**SECCION VI : MEDIDAS PARA CONTROLAR FUGAS O DERRAMRES**

PROTECCION PERSONAL :	Evitar la formación de polvo. No inhalar el polvo.
MEDIO AMBIENTE	Evitar la contaminación de desagües, aguas superficiales o subterráneas, así como del suelo. En caso de producirse grandes vertidos, informar a las autoridades competentes.
METODOS DE LIMPIEZA:	Recoger en seco y proceder a la eliminación de los residuos. Lavar después.

**SECCION VII : MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO**

MANIPULACION SIN EXIGENCIAS	Mantener los niveles de polvo al mínimo.
ALMACENAMIENTO CERRADO Y SECO	Temperatura de almacenamiento:
SIN LIMITACIONES	No emplear recipientes de aluminio.

**SECCION VIII : CONTROL DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL**

OCULAR	:	Vestir anteojos de seguridad
ROPA PROTECTORA	:	Vestir vestimenta protectora y guantes. Guantes de hule neopreno o PVC.
OTRAS MEDIDAS	:	Sustituir la ropa contaminada. Lavar manos y cara al finalizar el trabajo.
VENTILACION	:	Use equipos de ventilación o ventilación natural para mantener los niveles de polvo debajo del OEL
PROTECCION RESPIRATORIA	:	Si los niveles de polvo están por encima del OEL utilice una mascarilla anti-polvo.

LAS INSTRUCCIONES DE FORMA DE USO ESTAN BASADOS EN NUESTROS CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA TECNICA Y NO SUPONEN COMPROMISO. ESTA INFORMACION NO LIBERA A NUESTROS CLIENTES DE REALIZAR SUS PROPIOS ENSAYOS, QUEDA FUERA DE NUESTRO DE CONTROL Y ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO.

**SECCION IX :**

**PROPIEDADES FISICOQUIMICAS**

Temperatura de Ebullición (°C)	Se descompone a óxido de calcio sobre los 580°C
Temperatura de Fusión (°C)	(-H <sub>2</sub> O) a 580°C, se convierte en óxido de calcio
Densidad especifica	2.85g/cm <sup>3</sup>
Estado Físico, Color y Olor	sólido en forma de polvo de color entre gris y beige
Presión de Vapor (mm Hg 20°C)	No Aplicable

**SECCION X :**

**ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

ESTABILIDAD	:	Estable en condiciones normales
REACCIONES PELIGROSAS	:	Ninguno conocido
MATERIALES A EVITAR	:	ácidos, sulfuro de hidrógeno, metales ligeros

**SECCION XI :**

**INFORMACION TOXICOLOGICA**

No se dispone de información de intoxicación aguda por efecto del producto.  
Sin embargo se debe evitar exposiciones en concentraciones elevadas.

**SECCION XII :**

**INFORMACION ECOLOGICA**

No se ha determinado daños al medio ambiente.

**SECCION XIII :**

**CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICION FINAL**

Después del fraguado, la cual puede ser eliminado igual que el resto de desperdicios de la construcción y puede ser almacenado en contenedores adecuados conforme con la reglamentación vigente en cada caso.

**SECCION XIV :**

**INFORMACION PARA EL TRANSPORTE**

Mercancía no peligrosa

**SECCION XV :**

**INFORMACION REGLAMENTARIA**

Normas internacionales aplicables: IATA, IMDG  
Normas nacionales aplicables: DS 021-2008-MTC

LAS INSTRUCCIONES DE FORMA DE USO ESTAN BASADOS EN NUESTROS CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA TECNICA Y NO SUPONEN COMPROMISO. ESTA INFORMACION NO LIBERA A NUESTROS CLIENTES DE REALIZAR SUS PROPIOS ENSAYOS, QUEDA FUERA DE NUESTRO DE CONTROL Y ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO.



**SECCION XVI :**

**OTRAS INFORMACIONES**

**GLOSARIO:**

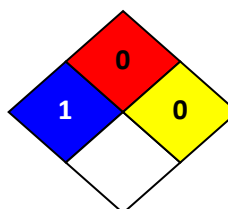
**TWA:** Media Ponderada en el tiempo

**OEL:** Limite de exposición ocupacional

La información que se suministra en este documento se ha recopilado en base a las mejores fuentes existentes y de acuerdo con los últimos conocimientos disponibles y con los requerimientos legales vigentes sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. Esto no implica que la información sea exhaustiva en todos los casos. Es responsabilidad del usuario determinar la validez de esta información para su aplicación en cada caso.

- 4 : Riesgo severo
- 3 : Riesgo serio
- 2 : Riesgo moderado
- 1 : Riesgo leve
- 0 : Riesgo mínimo

SALUD	1
INFLAMABILIDAD	0
REACTIVIDAD	0
RIESGOS ESPECIALES	



LAS INSTRUCCIONES DE FORMA DE USO ESTAN BASADOS EN NUESTROS CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA TECNICA Y NO SUPONEN COMPROMISO. ESTA INFORMACION NO LIBERA A NUESTROS CLIENTES DE REALIZAR SUS PROPIOS ENSAYOS, QUEDA FUERA DE NUESTRO DE CONTROL Y ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO.

➤ Precio de la Cal de Obra en su presentación de bolsas de 20 kg en tiendas PROMART



PROMART - Homecenters Peruanos S.A.  
AV. AVIACION 2405 LIMA - LIMA - SAN BORJA  
RUC 20536557358

**BOLETA DE VENTA ELECTRONICA**  
BA05-02460283

CAJERO : 74309318  
D 7755394000336 CAL DE OBRA B 17.90  
SUBTOTAL S/ 17.90  
1 UNIDAD(ES)

OP. GRAVADA 15.17  
I.G.V. S/ 2.73  
IMPORTE TOTAL S/ 17.90  
TOTAL A PAGAR S/ 17.90  
DIECISIETE Y 90/100 SOLES  
SOLES 50.00  
APOYA A LA TELETON 0.10  
VUELTO 32.00-



\*\*\*\*\*  
Este ticket no representa un certificado de donación. En caso requerirlo lo podrá solicitar a teleton.pe  
TeletonPeru 2023  
#MostremosQuePodemos

-----  
Representación impresa de la boleta electrónica, revisar en [www.Promart.pe](http://www.Promart.pe)  
-----

CLIENTE: CLIENTE

-----



8453 0505/004/059 22.07.23 14:29 AC-00



**ANEXO 8: ANÁLISIS  
QUÍMICO DE LA CENIZA DE  
FONDO**



FIQ Nro

LQ-2023

Nº 002508

# Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Químico de CENIZA DE FONDO

PROCEDENCIA : HORNO DE LADRILLERAS DEL C.P. SALCEDO  
PROYECTO : "EVALUACION DEL USO DE CENIZA DE FONDO Y CAL COMO ADITIVO ESTABILIZANTE DE SUELO ARCILLOSO EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL PALLALLA - TOTOJIRA"  
INTERESADO : AMERICO COLQUE ATENCIO  
MUESTREO : 06/11/2023, por el interesado  
ANÁLISIS : 06/11/2023  
COD. MUESTRA : B009-000527

**CARACTERISTICAS FISICO - QUIMICAS**

PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADOS
1.- Contenido de humedad	%	0.98
2.- Oxido de fosforo $O_{10}P_4$	%	0.043
3.- Dióxido de azufre $SO_2$	mg/kg	6061.12
4.- Óxido de hierro $Fe_2O_3$	%	2.13
5.- Oxido de potasio $K_2O$	%	0.002
6.- Trióxido de aluminio $Al_2O_3$	%	6.25
7.- Oxido de calcio $CaO$	mg/kg	7482.32
8.- Oxido de magnesio $MgO$	mg/kg	98.15
9.- Oxido de silicio $SiO_2$	%	52.78

Puno, C.U. 13 de noviembre del 2023.

VºBº

  
ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ-UNA-CIP-162393

  
  
DECANO  
DECANO - FIQ - UNA