

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Efecto de la ceniza de carbón como activador alcalino en
las propiedades del suelo arcilloso de la subrasante del
jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de
Huancayo, departamento de Junín**

Kelvin Quiñones Sara

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Felipe Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Jorge Aurelio Ticlla Rivera
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 4 de Diciembre de 2023

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) KELVIN QUIÑONES SARA, de la E.A.P. de Ingeniería Civil; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 15) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Asesor de tesis

Cc.
Facultad
Oficina de Grados y Títulos
Interesado(a)

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, KELVIN QUIÑONES SARA, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 47225116, de la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

04 de diciembre de 2023.



KELVIN QUIÑONES SARA

DNI. No. 47225116

EFFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JU

INFORME DE ORIGINALIDAD

20% INDICE DE SIMILITUD	20% FUENTES DE INTERNET	6% PUBLICACIONES	8% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
4	www.repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%

www.repositorio.unach.edu.pe

8	Fuente de Internet	1 %
9	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	www.munihuamanga.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

20	eujournal.org Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	www4.congreso.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
26	repositorio.uptc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
27	"Inter-American Yearbook on Human Rights / Anuario Interamericano de Derechos Humanos, Volume 9 (1993)", Brill, 1996 Publicación	<1 %
28	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
29	Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de Administración de Negocios para Graduados Trabajo del estudiante	<1 %
30	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

31	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	prodapp.seace.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	<1 %
36	1library.co Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
38	www.cyberline.com.pe Fuente de Internet	<1 %
39	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
40	moam.info Fuente de Internet	<1 %
41	rua.ua.es Fuente de Internet	<1 %
42	vdocuments.mx Fuente de Internet	<1 %

		<1 %
43	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
44	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
45	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
46	repositorio.uaustral.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	theibfr.com Fuente de Internet	<1 %
50	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
51	informatica.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
52	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %

53	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
54	repository.pedagogica.edu.co Fuente de Internet	<1 %
55	repository.unipiloto.edu.co Fuente de Internet	<1 %
56	researchspace.ukzn.ac.za Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

DEDICATORIA

A mi familia por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Al Mg. Jorge Aurelio Ticlla Rivera por la guía para el desarrollo de la investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	x
AGRADECIMIENTOS	xi
ÍNDICE	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
RESUMEN	xxi
ABSTRACT	xxii
INTRODUCCIÓN	xxiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	25
1.1. Planteamiento y formulación del problema	25
1.1.1. Planteamiento del problema	25
1.1.2. Formulación del problema	29
1.2. Objetivos	29
1.2.1. Objetivo general	29
1.2.2. Objetivos específicos	29
1.3. Justificación e importancia	30
1.3.1. Teórica	30
1.3.2. Práctica	30
1.3.3. Metodológica	30
1.4. Delimitación del proyecto	30
1.4.1. Delimitación espacial	30
1.4.2. Delimitación temporal	31
1.5. Hipótesis y variables	31
1.5.1. Hipótesis general	31
1.5.2. Hipótesis específicas	31
1.5.3. Descripción y operacionalización de las variables	31
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	33
2.1. Antecedentes de la investigación	33
2.1.1. Nacionales	33
2.1.2. Internacionales	35
2.2. Bases teóricas	37
2.2.1. Ceniza de carbón	37
2.2.2. Suelos	40
2.2.3. Subrasante	43
	xii

2.2.4. Propiedades del suelo de la subrasante	44
2.3. Definición de términos básicos	48
2.3.1. Aditivo	48
2.3.2. Agregado pétreo	48
2.3.3. Calicata	48
2.3.4. Carretera	49
2.3.5. Contenido de humedad	49
2.3.6. Cuarteo	49
2.3.7. Estabilización de suelos	49
2.3.8. Granulometría	49
2.3.9. Muestras de campo	49
2.3.10. Perfil del suelo	49
2.3.11. Superficie de rodadura	49
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	51
3.1. Método y alcance de la investigación	51
3.1.1. Enfoque	51
3.1.2. Tipo	51
3.1.3. Nivel o alcance	52
3.2. Diseño de la investigación	52
3.3. Población y muestra	53
3.3.1. Población	53
3.3.2. Muestra	53
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	54
3.4.1. Técnicas e instrumentos de investigación	54
3.4.2. Validez de instrumentos de investigación	59
3.4.3. Procedimiento de recolección de datos	72
3.4.4. Confiabilidad de instrumentos de investigación	80
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	118
4.1. Presentación de resultados	118
4.1.1. La ceniza de carbón en la plasticidad del suelo arcilloso de la subrasante del Jr. Los Libertadores	118
4.1.2. La ceniza de carbón en la compactación del suelo arcilloso de la subrasante del Jr. Los Libertadores	127
4.1.3. La ceniza de carbón en la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante del Jr. Los Libertadores	133
4.2. Prueba de hipótesis	138

4.2.1. Hipótesis específica “a”	141
4.2.2. Hipótesis específica “b”	143
4.2.3. Hipótesis específica “c”	146
4.3. Discusión de resultados	148
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	151
5.1. Conclusiones	151
5.2. Recomendaciones	152
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	154
ANEXOS	157
Anexo 01: matriz de consistencia	158
Anexo 02: matriz de operacionalización de variables	159
Anexo 03: fichas de juicio de expertos firmadas	161
Anexo 04: fichas empleadas en laboratorio	171
Anexo 05: certificados de la prueba piloto	208
Anexo 06: certificados de ensayos realizados	227
Anexo 07: certificados de calibración de equipos	282
Anexo 08: panel fotográfico	301

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Operacionalización de las variables.</i>	32
Tabla 2. <i>Composición química de la ceniza de carbón.</i>	38
Tabla 3. <i>Propiedades físico – mecánicas de la ceniza de carbón.</i>	39
Tabla 4. <i>Tamaño de los materiales finos.</i>	43
Tabla 5. <i>Valores de la capacidad del índice de plasticidad.</i>	45
Tabla 6. <i>Calidad de subrasantes.</i>	48
Tabla 7. <i>Propiedades a medir de las muestras.</i>	54
Tabla 8. <i>Ficha de observación para la obtención de los límites de consistencia.</i>	56
Tabla 9. <i>Ficha de observación para la obtención de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad.</i>	57
Tabla 10. <i>Ficha de observación para la obtención de CBR.</i>	58
Tabla 11. <i>Presentación de expertos ingenieros civiles para la validación del instrumento de investigación.</i>	60
Tabla 12. <i>Validación de ficha de observación para la obtención de los límites de consistencia – Experto N° 1.</i>	61
Tabla 13. <i>Validación de ficha de observación para la obtención de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad – Experto N° 1.</i>	62
Tabla 14. <i>Validación de ficha de observación para la obtención de CBR – Experto N° 1.</i>	63
Tabla 15. <i>Validación de ficha de observación para la obtención de los límites de consistencia – Experto N° 2.</i>	64
Tabla 16. <i>Validación de ficha de observación para la obtención de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad – Experto N° 2.</i>	65
Tabla 17. <i>Validación de ficha de observación para la obtención de CBR – Experto N° 2.</i>	66
Tabla 18. <i>Validación de ficha de observación para la obtención de los límites de consistencia – Experto N° 3.</i>	67
Tabla 19. <i>Validación de ficha de observación para la obtención de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad – Experto N° 3.</i>	68
Tabla 20. <i>Validación de ficha de observación para la obtención de CBR – Experto N° 3.</i>	69
Tabla 21. <i>Resumen de la evaluación de contenido de los ítems del instrumento para la obtención de los límites de consistencia.</i>	70
Tabla 22. <i>Resumen de la evaluación de contenido de los ítems del instrumento para la obtención de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad.</i>	71
Tabla 23. <i>Resumen de la evaluación de contenido de los ítems del instrumento para la obtención del CBR.</i>	72

Tabla 24. <i>Ubicación geográfica de las calicatas.</i>	75
Tabla 25. <i>Los coeficientes de alfa de Cronbach y su interpretación.</i>	81
Tabla 26. <i>Datos de la prueba piloto.</i>	81
Tabla 27. <i>Resumen del procesamiento de datos.</i>	81
Tabla 28. <i>Estadística de la fiabilidad.</i>	81
Tabla 29. <i>Estadísticas de la totalidad de los elementos.</i>	82
Tabla 30. <i>Límite líquido del suelo arcilloso sin y con ceniza de carbón.</i>	119
Tabla 31. <i>Cambios porcentuales del límite líquido sin y con ceniza de carbón por calicata.</i>	120
Tabla 32. <i>Límite plástico del suelo arcilloso sin y con ceniza de carbón.</i>	122
Tabla 33. <i>Cambios porcentuales del límite plástico sin y con ceniza de carbón por calicata.</i>	123
Tabla 34. <i>Índice de plasticidad del suelo arcilloso sin y con ceniza de carbón.</i>	124
Tabla 35. <i>Cambios porcentuales del índice de plasticidad sin y con ceniza de carbón por calicata.</i>	126
Tabla 36. <i>Máxima densidad seca del suelo arcilloso sin y con ceniza de carbón.</i>	127
Tabla 37. <i>Cambios porcentuales de la máxima densidad seca con y sin ceniza de carbón por calicata.</i>	129
Tabla 38. <i>Óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso sin y con ceniza de carbón.</i>	130
Tabla 39. <i>Cambios porcentuales del óptimo contenido de humedad con y sin ceniza de carbón por calicata.</i>	132
Tabla 40. <i>CBR al 95 % de la MDS del suelo sin y con ceniza de carbón.</i>	133
Tabla 41. <i>Cambios porcentuales del CBR al 95 % de la MDS sin y con ceniza de carbón por calicata.</i>	135
Tabla 42. <i>CBR al 100 % de la MDS del suelo sin y con ceniza de carbón.</i>	136
Tabla 43. <i>Cambios porcentuales del CBR al 100 % de la MDS sin y con ceniza de carbón por calicata.</i>	138
Tabla 44. <i>Prueba de Shapiro – Wilk para la plasticidad del suelo arcilloso.</i>	138
Tabla 45. <i>Prueba de Shapiro – Wilk para la compactación del suelo arcilloso.</i>	139
Tabla 46. <i>Prueba de Shapiro – Wilk para la capacidad de soporte del suelo arcilloso.</i>	140
Tabla 47. <i>Prueba ANOVA para la plasticidad de suelos arcillosos.</i>	142
Tabla 48. <i>Prueba post – hoc de Tukey para la plasticidad, mediante comparaciones múltiples.</i>	143
Tabla 49. <i>Subconjuntos con igual significancia de la plasticidad de suelos arcillosos.</i>	143
Tabla 50. <i>Prueba ANOVA para la máxima densidad y óptimo contenido de humedad de suelos arcillosos.</i>	144

Tabla 51. <i>Prueba post – hoc de Tukey para la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, mediante comparaciones múltiples.</i>	145
Tabla 52. <i>Subconjuntos con igual significancia de la máxima densidad seca de suelos arcillosos.</i>	146
Tabla 53. <i>Subconjuntos con igual significancia del óptimo contenido de humedad de suelos arcillosos.</i>	146
Tabla 54. <i>Prueba Kruskal – Wallis para el CBR al 95 % y 100 % de suelos arcillosos.</i>	147
Tabla 55. <i>Comparaciones por parejas de cantidad de ceniza de carbón para el CBR al 95 % de suelos arcillosos.</i>	147
Tabla 56. <i>Comparaciones por parejas de cantidad de ceniza de carbón para el CBR al 100 % de suelos arcillosos.</i>	147
Tabla 57. <i>Operacionalización de las variables.</i>	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista de la ceniza de carbón.	26
Figura 2. Producción por año de ceniza de carbón.	26
Figura 3. Vista del Jr. Los Libertadores en el distrito de Huancán, provincia de Huancayo en la región Junín.	28
Figura 4. Vista de la ceniza de fondo de carbón.	38
Figura 5. Vista morfológica de la ceniza de carbón.	40
Figura 6. Clasificación de suelos de acuerdo a AASHTO.	41
Figura 7. Vista de material granular.	42
Figura 8. Vista de material fino.	42
Figura 9. Estructura típica del pavimento flexible.	43
Figura 10. Equipos, materiales e insumos para la determinación del límite líquido y límite plástico.	45
Figura 11. Equipos y materiales para el ensayo de Proctor modificado.	46
Figura 12. Vista de moldes para el ensayo de Proctor modificado.	47
Figura 13. Flujograma de la recolección de datos.	73
Figura 14. Zona de estudio para la investigación.	74
Figura 15. Acceso a la zona de estudio.	74
Figura 16. Exploración de la zona de estudio.	75
Figura 17. Vista de la calicata excavada para la extracción del suelo arcilloso.	76
Figura 18. Traslado del suelo al laboratorio de suelos.	76
Figura 19. Vista de la ejecución del ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.	77
Figura 20. Vista del proceso de tamizado del suelo.	78
Figura 21. Vista del ensayo para determinar el límite líquido de los suelos.	78
Figura 22. Vista del ensayo para determinar el límite plástico del suelo.	79
Figura 23. Vista de la ejecución del ensayo de Proctor modificado y de los equipos necesarios.	79
Figura 24. Determinación del CBR de los suelos.	80
Figura 25. Cambios del límite líquido por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 1.	119
Figura 26. Cambios del límite líquido por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 2.	119
Figura 27. Cambios del límite líquido por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 3.	120
Figura 28. Cambios porcentuales del límite líquido sin y con ceniza de carbón por calicata.	121

Figura 29. Cambios del límite plástico por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 1.	122
Figura 30. Cambios del límite plástico por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 2.	122
Figura 31. Cambios del límite plástico por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 3.	123
Figura 32. Cambios porcentuales del límite plástico sin y con ceniza de carbón por calicata.	124
Figura 33. Cambios del índice de plasticidad por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 1.	125
Figura 34. Cambios del índice de plasticidad por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 2.	125
Figura 35. Cambios del índice de plasticidad por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 3.	126
Figura 36. Cambios porcentuales del índice de plasticidad sin y con ceniza de carbón por calicata.	127
Figura 37. Cambios de la máxima densidad seca por adición de ceniza de carbón en la C - 1.	128
Figura 38. Cambios de la máxima densidad seca por adición de ceniza de carbón en la C-2.	128
Figura 39. Cambios de la máxima densidad seca por adición de ceniza de carbón en la C-3.	129
Figura 40. Cambios porcentuales de la máxima densidad seca sin y con ceniza de carbón por calicata.	130
Figura 41. Cambios del óptimo contenido de humedad por adición de ceniza de carbón en la C-1.	131
Figura 42. Cambios del óptimo contenido de humedad por adición de ceniza de carbón en la C-2.	131
Figura 43. Cambios del óptimo contenido de humedad por adición de ceniza de carbón en la C-3.	132
Figura 44. Cambios porcentuales del óptimo contenido de humedad sin y con ceniza de carbón por calicata.	133
Figura 45. Cambios del CBR al 95 % de la MDS por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 1.	134
Figura 46. Cambios del CBR al 95 % de la MDS por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 2.	134
Figura 47. Cambios del CBR al 95 % de la MDS por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 3.	134
Figura 48. Cambios porcentuales del CBR al 95 % de la MDS sin y con ceniza de carbón por calicata.	135

Figura 49. Cambios del CBR al 100 % de la MDS por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 1.	136
Figura 50. Cambios del CBR al 100 % de la MDS por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 2.	137
Figura 51. Cambios del CBR al 100 % de la MDS por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 3.	137
Figura 52. Cambios porcentuales del CBR al 100 % de la MDS sin y con ceniza de carbón por calicata.	138
Figura 53. Gráfico Q-Q de normalidad para la plasticidad del suelo arcilloso.	139
Figura 54. Gráfico Q-Q de normalidad para la máxima densidad seca del suelo arcilloso.	140
Figura 55. Gráfico Q-Q de normalidad para el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso.	140
Figura 56. Gráfico Q-Q de normalidad para el CBR al 95 % del suelo arcilloso.	141
Figura 57. Gráfico Q-Q de normalidad para el CBR al 100 % del suelo arcilloso.	141

RESUMEN

Esta investigación buscó responder el problema: ¿Cuál es el efecto de la ceniza de carbón como activador alcalino en las propiedades del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín?, con lo cual se da un acercamiento al problema generalizado que se presenta en la mayoría de vías por contar con un suelo de subrasante deficiente o de baja capacidad de soporte.

Para lo cual se optó por un enfoque cuantitativo y un diseño experimental, por medio de la aplicación de fichas de recolección de datos, así se consideró ceniza de fondo de carbón proveniente de la madera *Dipteryx férrea* (un total de 80 kg), en dosificaciones de 12, 17 y 22 % en relación del peso seco del suelo arcilloso que fue obtenido por medio de 3 calicatas (750 kg), para continuar con la medición de los cambios en el límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y el CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca.

Como resultados se encontró que, la ceniza de carbón tiene un impacto significativo en la plasticidad y capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante. Se observó una disminución significativa en la plasticidad al añadir ceniza, mientras que la capacidad de soporte aumentó considerablemente. Sin embargo, la influencia en la compactación fue menos marcada.

Se concluye entonces que, es factible emplear 17 % de ceniza de carbón para mejorar las propiedades del suelo arcilloso del jirón Los Libertadores, lográndose reducir su plasticidad e incrementando su resistencia.

Palabras clave: ceniza de carbón, suelo arcilloso, subrasante.

ABSTRACT

This research sought to answer the problem: What is the effect of coal ash as an alkaline activator on the properties of the clayey soil of the subgrade of the Los Libertadores street, district of Huancán, province of Huancayo, department of Junín, which gives an approach to the generalised problem that occurs in the majority of roads due to deficient subgrade soil or low bearing capacity.

For this purpose, a quantitative approach and an experimental design were chosen, by means of the application of data collection sheets, so coal bottom ash from *Dipteryx ferrea* wood was considered (a total of 80 kg), in dosages of 12, 17 and 22 % in relation to the dry weight of the clayey soil that was obtained by means of 3 pits (750 kg), to continue with the measurement of the changes in the liquid limit, plastic limit, plasticity index, maximum dry density, optimum moisture content and the CBR at 95 % and 100 % of the maximum dry density.

As results, it was found that coal ash has a significant impact on the plasticity and bearing capacity of the clayey subgrade soil. A significant decrease in plasticity was observed with the addition of ash, while the bearing capacity increased considerably. However, the influence on compaction was less marked.

It is therefore concluded that it is feasible to use 17% coal ash to improve the properties of the clayey soil of the jirón Los Libertadores, reducing its plasticity and increasing its strength.

Keywords: coal ash, clayey soil, subgrade.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de vías de un país se ve limitado a dos factores principales: a aspectos políticos de gestión, y problemas de calidad del suelo. Con respecto al primer punto, poco se puede realizar desde el punto de vista técnico, sin embargo, el segundo punto de vista es un aspecto que concierne a aquellos relacionados a la profesión de la ingeniería civil. Esto ha conllevado que muchas investigaciones busquen nuevas formas, métodos, técnicas, y, sobre todo, elementos que puedan mejorar dichas condiciones de los suelos que son utilizados como parte de la subrasante en una carretera.

Dentro de la gama de investigaciones relacionadas al mejoramiento de las propiedades de los suelos, podemos encontrar un sinnúmero de elementos que pueden coadyuvar a mejorar la resistencia de los suelos, tales como los plásticos, las fibras, entre otras, pero ninguna de ellas con la capacidad de cemento; sin embargo, recientes estudios han demostrado que las cenizas pueden asemejarse a dicho elemento, ya que su composición y activación alcalina, puede resultar un aspecto interesante, y sobre todo económico; sin embargo, aún existen diversos vacíos, basados en las dosificaciones de este material y su forma de uso.

Es por lo dicho que mediante el desarrollo de esta investigación buscó determinar el efecto que tiene la ceniza de carbón en las propiedades de suelos arcillosos para la subrasante, siendo considerado dentro de este estudio el Jr. Los Libertadores del distrito de Huancán en la provincia de Huancayo del departamento de Junín. Para lo cual se consideró ceniza de fondo de carbón proveniente de la madera *Dipteryx férrea* en 12, 17 y 22 % en relación del peso seco del suelo arcilloso que fue obtenido por medio de tres calicatas en el Jr. Los Libertadores en el distrito de Huancán, para medir los cambios en el límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y el CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca.

Asimismo, con el objetivo de presentar un mejor panorama se procede a describir cada uno de los capítulos que conforman la investigación:

- Capítulo I: Planteamiento del estudio, cuenta con el planteamiento y formulación del problema, los objetivos, las justificaciones de la investigación, las delimitaciones, y las hipótesis y variables.
- Capítulo II: Marco teórico, consigna los antecedentes de la investigación, las bases teóricas que sustentan el estudio enfocándose en la ceniza de carbón, suelos finos, subrasante, plasticidad, compactación y capacidad de soporte de suelos.
- Capítulo III: Metodología, cuenta con el método, tipo y alcance de la investigación, el diseño, la población y muestra, además de los materiales y métodos.

- Capítulo IV: Resultados y discusión, donde se presenta los resultados y la discusión de los mismos de acuerdo a los objetivos planteados y los antecedentes de la investigación.
- Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones, se detalla las conclusiones y recomendaciones de la investigación según los resultados obtenidos.

Como parte final, se tiene las referencias bibliográficas y los anexos como: matriz de consistencia, matriz de operacionalización de variables, certificados de ensayos realizados, certificados de calibración de equipos y el panel fotográfico.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

La presencia de suelos con calidad deficiente orienta a la búsqueda de alternativas de solución que permitan la obtención de subrasantes óptimas en la elaboración de pavimentos, pues tal como es indicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones [1], todo suelo que vaya a utilizarse como subrasante debe tener un CBR igual o superior al 6 %, esto suele convertirse en un problema en la realización de proyectos de pavimentación puesto que las alternativas de solución suelen incurrir en procesos contaminantes, creando un problema más al medio ambiente.

En ese sentido, han sido estudiadas opciones que permitan el mejoramiento de la calidad de los suelos con mínimos costos ambientales, esto ha orientado a investigar la utilización de materiales de residuo procedentes de las actividades de otras industrias que en la mayoría de los casos suelen quedar como pasivos ambientales.

Este es el caso de la ceniza de carbón (ver *Figura 1*), un residuo que es producto de la actividad de gran variedad de industrias que van desde la generación eléctrica a la elaboración de materiales de construcción como los ladrillos de arcilla, tan solo para tener una idea del volumen de producción de este residuo, en la India el 90 % de la energía eléctrica es generada por la quema de carbón [2].

Asimismo, se tiene que a nivel global, la India es el país que mayor cantidad de cenizas de carbón produce llegando a alcanzar anualmente hasta 112 millones de toneladas, sin dejar de mencionar que los demás países desarrollados y con una amplia industria como China y Estados Unidos llegan a producir 100 y 75 millones

de toneladas por año [3], tal como se puede observar en la *Figura 2*. Debido a que se cuenta a nivel mundial una gran cantidad de cenizas de carbón, estos residuos fueron analizados en diversas investigaciones hallando que cuenta con una capacidad de actuar como un agente puzolánico de activación alcalina, siendo muy útil para la estabilización de suelos muy pobres [4].



Figura 1. Vista de la ceniza de carbón.

Fuente: Reutilización de cenizas de carbón de central térmica en bases de pavimentos [5].

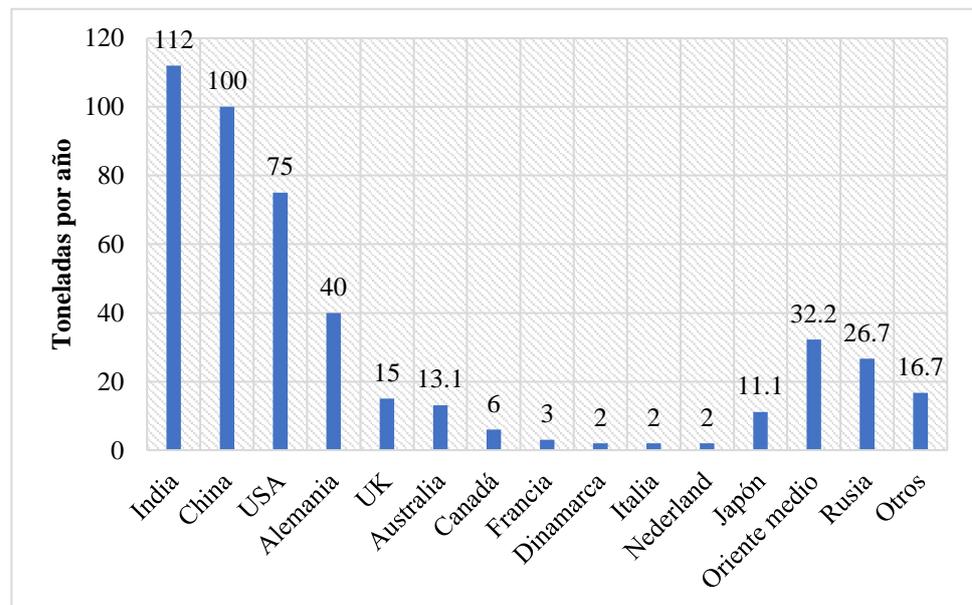


Figura 2. Producción por año de ceniza de carbón.

Fuente: Revisión general de las cenizas de carbón [3].

No obstante, es dable menciona que, en cuanto a los tipos de cenizas se tiene a las de fondo que son más pesadas y con textura gruesa y las volantes que son más finas y su presencia se da de manera predominante en el aire [6], donde las investigaciones internacionales referentes a ellas en la estabilización de suelos, como la denominada “Efecto de las cenizas de carbón en las características de resistencia del suelo limo arcilloso tratado con cemento” donde llegaron a estudiar

un tipo de suelo limo arcilloso de baja compresibilidad y adicionaron cenizas de carbón en 20 %, 35 % y 50 % lograron incrementar el CBR en más del 100 % destacando su factibilidad en la construcción de vías [2]. Otra investigación internacional, cuyo objetivo fue emplear las cenizas de carbón en el mejoramiento de capas de base de pavimento en Vietnam, encontró que con 5 %, 10 %, 15 y 20 % de cenizas es dable incrementar en más de 100 % del CBR del suelo [5]. Por consiguiente, se puede mencionar que, a nivel nacional existe cierta aceptación de que las cenizas de fondo resultan una gran opción para el mejoramiento de suelos sobre todo en el incremento de la capacidad de soporte.

En el contexto nacional, hay una gran presencia de suelos de características pobres, haciéndolos inadecuados para su uso como subrasantes, bases o subbases en la construcción de vías pavimentadas ya sean flexibles o rígidas, por lo que, tal como menciona el MTC [1], estos suelos deben pasar por un proceso de mejoramiento. Sumado a ello, se resalta que, la industria de la producción de ladrillos de arcilla origina cerca de 53 mil toneladas de ceniza de carbón cada año que, sumado a los alto índices de informalidad del Perú, estos vayan a parar a botaderos sin tener algún nuevo tratamiento o uso [7]. En cuanto a las investigaciones nacionales que emplearon a las cenizas de carbón para el mejoramiento de las propiedades de suelos, como la realizada en Lambayeque [7], donde se evaluó suelos limosos con la adición de 0 %, 10 %, 15, 20 % y 25 % de la ceniza de carbón a diferentes temperaturas, obteniendo resultados favorables con un incremento de hasta el 646.67 % de la capacidad de soporte del suelo; asimismo, otra investigación realizada en Puno [8] donde trabajaron con suelos cohesivos y contenidos de cenizas de carbón provenientes de pollerías en 4 %, 6 %, 8 % y 10 %, llegando a reducir la plasticidad del suelo en 60 % e incrementar la resistencia a compresión no confinada en 76.92 % en relación del suelo cohesivo en su estado natural. De este modo, en el Perú es posible hallar investigaciones con resultados positivos relacionados a la estabilización de suelos con la aplicación de ceniza de carbón, como ambas citadas anteriormente, que destacaron que la ceniza de carbón acentúa las propiedades físicas y mecánicas de los suelos limo arcillosos ya sean empleados a nivel de subrasante o en el caso de materiales granular, quedando un vacío científico a nivel nacional en lo que respecta a los suelos arcillosos.

En la región Junín, específicamente en la provincia de Huancayo, las cenizas de carbón ya sean de fondo o volantes son provenientes de las ladrilleras o de las empresas dedicadas al rubro de expendio de alimentos que emplean al carbón para

la generación de combustión y energía, donde este primer rubro alcanza hasta 191 ladrilleras que se encuentran en constante crecimiento [6].

En cuanto a la condición de los suelos en Huancayo, su baja capacidad de soporte se refleja en la presencia de fisuras, fallas y ahuellamientos de la vía que no satisface las mínimas solicitaciones en cuanto a CBR y consistencia, sobre todo en zonas arcillosas [9]. Del mismo modo, en el distrito de Huancán en la provincia de Huancayo, existen una carencia de vías pavimentadas como el Jr. Los Libertadores tal como se aprecia en la *Figura 3*, que ante épocas de lluvia estas son de difícil acceso, incrementándose el problema por la presencia de suelos pobres y/o arcillosos, los cuales requieren de un proceso de estabilización a fin de poder ser aptos para la pavimentación y, por lo tanto, generar un beneficio a la población mejorando los servicios de transitabilidad de la zona.



Figura 3. Vista del Jr. Los Libertadores en el distrito de Huancán, provincia de Huancayo en la región Junín.

Fuente: Google Maps [10].

Ante lo señalado anteriormente, se ha denotado que, las cenizas de carbón serían una gran solución para la estabilización de suelos arcillosos sobre todo en la plasticidad y capacidad de soporte, en comparación de otros materiales, reduciéndose costos y por ende los impactos ambientales negativos; asimismo, se estaría contribuyendo con la economía circular al dar un uso alternativo de un subproducto en la mayoría de casos es considerado como residuo, sin embargo, es de importancia conocer la cantidad adecuada para la estabilización con la finalidad de garantizar un comportamiento idóneo del suelo en subrasantes y evitándose así los posibles impactos negativos, es así que, en la presente investigación se considerará diversas dosificaciones de ceniza de carbón como 12 %, 17 % y 22 %

en relación del peso seco del suelo arcilloso del Jr. Los Libertadores del distrito de Huancán.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la ceniza de carbón como activador alcalino en las propiedades del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de la ceniza de carbón en la plasticidad del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín?
- ¿Cuál es el efecto de la ceniza de carbón en la compactación del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín?
- ¿Cuál es el efecto de la ceniza de carbón en la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la ceniza de carbón como activador alcalino en las propiedades del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la ceniza de carbón en la plasticidad del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.
- Evaluar el efecto de la ceniza de carbón en la compactación del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

- Evaluar el efecto de la ceniza de carbón en la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Teórica

Con los resultados a obtener se estaría apoyando la teoría del empleo de cenizas cuyas propiedades químicas y físicas contribuyen en la estabilización de los suelos arcillosos o de baja capacidad de soporte para ser empleados en subrasante, asimismo, se dejará un precedente para que este estabilizador sea considerado dentro de los lineamientos de las normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

1.3.2. Práctica

Con el desarrollo de la investigación se logrará plantear una dosificación óptima de ceniza de carbón que podrá ser empleada para el mejoramiento de las propiedades del suelo que conforman la subrasante del Jr. Los Libertadores, logrando así asegurar una calidad idónea que evitará la presencia de fallas estructurales y superficiales de la vía, así como el libre tránsito de personas y vehículos que se verá reflejado en una mejor calidad de vida y el crecimiento de actividad económica del distrito de Huancán. Adicionalmente, al emplearse las cenizas de carbón como material alternativo para la estabilización de suelos se estaría evitando su vertimiento a botadores informales que dañan al medio ambiente.

1.3.3. Metodológica

De acuerdo a la naturaleza de la investigación no se cuenta con justificación metodológica, puesto que los instrumentos para medir cada una de las variables, además de sus dimensiones ya se encuentran normadas en las normas técnicas peruanas (NTP) y las especificaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones referente a carreteras.

1.4. Delimitación del proyecto

1.4.1. Delimitación espacial

La investigación se llevó a cabo en el Jr. Los Libertadores entre el Jr. Sucre hasta el Jr. Pichas, en el distrito de Huancán, provincia de Huancayo en la región Junín.

1.4.2. Delimitación temporal

Se desarrollará la investigación durante los meses de marzo hasta agosto de 2023.

1.5. Hipótesis y variables

1.5.1. Hipótesis general

La ceniza de carbón como activador alcalino influye significativamente en las propiedades del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La ceniza de carbón influye significativamente en la plasticidad del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.
- La ceniza de carbón influye significativamente en la compactación del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.
- La ceniza de carbón influye significativamente en la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

1.5.3. Descripción y operacionalización de las variables

En la Tabla 1 se muestra la operacionalización de las variables consideradas para el desarrollo de la investigación, además de sus definiciones conceptuales y operacionales, dimensiones, indicadores, unidades de medida, tipo de variable y la escala de medición correspondiente:

Tabla 1. *Operacionalización de las variables.*

VARIABLES	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Unidad de medida	Tipo de variable	Escala de medición
VI: contenido de ceniza de carbón	La ceniza de carbón es un residuo de la quema de carbón en gran variedad de industrias que van desde la generación eléctrica a la elaboración de materiales de construcción como los ladrillos de arcilla [2].	Cantidad de ceniza de carbón	La ceniza de carbón se empleará en dosificaciones de 12, 17 y 22 % respecto al peso seco del suelo.	Proporciones de ceniza de carbón	%	Cuantitativa	Razón
		Plasticidad	La plasticidad del suelo se da por medio de diferencia entre el límite líquido y límite plástico [1].	Límite líquido	%	Cuantitativa	Razón
				Límite plástico	%	Cuantitativa	Razón
VD: propiedades del suelo arcilloso	El MTC (2014) señala que las propiedades a considerar para que un suelo sea empleado como subrasante es la plasticidad (índice de plasticidad) y la capacidad de soporte (CBR) valor obtenido con el ensayo previo de compactación.	Compactación	La compactación del suelo viene a ser la máxima densidad seca del suelo con un determinado óptimo de humedad según el ensayo de Proctor modificado [11].	Contenido óptimo de humedad	%	Cuantitativa	Razón
				Máxima densidad seca	g/cm ³	Cuantitativa	Razón
		Capacidad de soporte	Está representado por el CBR que viene a ser a la capacidad de penetración de determinada fuerza en la masa del suelo [12].	CBR al 95 % de la MDS	%	Cuantitativa	Razón
CBR al 100 % de la MDS	%			Cuantitativa	Razón		

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Nacionales

La tesis titulada “Estudio de la influencia de la ceniza de carbón en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso con fines de pavimentación” plantea como **objetivo** determinar la influencia de la ceniza de carbón en las propiedades mecánicas del suelo para fines de pavimentación en las vías del centro poblado de Chacupe Alto, distrito La Victoria, Lambayeque [7]. Para tal fin siguió una **metodología** experimental que consistió en la realización de 5 calicatas de la zona para hacer el estudio de sus propiedades físicas y mecánicas, además realizó la mezcla del material con diversas dosis de ceniza de carbón en relación del peso seco del suelo (0, 10, 15, 20, 25 %), esta ceniza fue obtenida de una ladrillera de la zona, para determinar la temperatura óptima del aditivo sometió las muestras a temperaturas de 500, 600, 700 y 800 °C para después según el ensayo de resistencia no confinada determinar la temperatura óptima con la cual debe ser obtenida la ceniza. Los **resultados** que obtuvo fueron, que el suelo correspondió a un tipo A – 4 con un valor de CBR entre 1.50 a 2 %, respecto de la determinación de la temperatura óptima fue a los 600 °C donde la muestra tuvo mayor resistencia mecánica, y respecto a las propiedades mecánicas del suelo, entre las más resaltantes el aumento de la densidad máxima seca hasta en 3.81 % en relación al patrón y del CBR un aumento de 646.67 %, todos estos con el 20 % de adición de ceniza de carbón respecto al peso del suelo. El autor **concluyó** la investigación indicando que el suelo de subrasante encontrada en la zona (tipo A – 4) era inadecuado según su CBR, y que este mejoró con un 20 % de adición de ceniza de carbón, específicamente en la máxima densidad seca y CBR llegando a cumplir

los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras [1], por lo que recomienda su uso en suelos con valores de CBR bajos.

Relevancia. – Esta investigación es relevante porque trabajó con un suelo que se encuentra considerado dentro de los finos, pues a pesar de ser un limo arcilloso (A - 4), brinda un panorama de cómo la ceniza de carbón incrementa los valores de CBR del suelo.

La tesis titulada “Evaluación de la ceniza de carbón como aditivo estabilizador en suelos arcillosos con fines de pavimentación” tuvo como principal **objetivo** establecer la incidencia de las cenizas que vienen de ladrilleras, en la mejora de las propiedades de un suelo arcilloso, y que de esta manera pueda ser considerado como parte de la subrasante de una pavimentación [13]. Para tal finalidad tomó en cuenta una **metodología** experimental basada fundamentalmente en la determinación de los parámetros físico-mecánicos del suelo y la recolección de ceniza de cuatro ladrilleras, para posteriormente poder adicionarla en porcentajes de 5 %, 10 %, 15 % y 20 % en relación del peso seco del suelo, los cuales fueron mezclados con el mismo para finalmente obtener su comportamiento mediante la ejecución de ensayos como Proctor modificado y CBR. Los **resultados** obtenidos durante el estudio demostraron que, los suelos encontrados correspondieron a un tipo A – 6 y A – 7 con un valor de CBR entre 2.20 a 4.80 %; asimismo, estimaron que la mejor dosificación corresponde a una dosificación de ceniza del 10 %, ya que se alcanza la mayor densidad seca de 1.688 g/cm³, un óptimo contenido de humedad de 14.77 % y un CBR de 7.60 %; **concluyendo** finalmente que, el uso de la ceniza puede mejorar las características de los suelos arcillosos.

Relevancia. - Esta investigación tiene relevancia porque consideró diversos porcentajes de ceniza de carbón para el mejoramiento del suelo, asimismo, enfatiza los resultados respecto al Proctor modificado y el CBR del suelo, denotando la tendencia de los cambios por el aditivo.

En la investigación que tiene como título “Influencia de ceniza de carbón en los parámetros de resistencia de suelos cohesivos en el distrito de Puno, 2022” ha considerado como principal **objetivo** determinar si la ceniza de carbón puede mejorar las propiedades físicas y mecánicas [8]. Para cumplir con dicha finalidad se ha considerado una **metodología** experimental, basada en la exploración de tres calicatas, de las cuales se ha obtenido suelos cohesivos a los que se les ha adicionado ceniza de carbón provenientes de pollerías, en proporciones de 4 %, 6 %, 8 % y 10 % del peso seco del suelo, y posteriormente estimar sus propiedades,

tales como: granulometría, los límites de consistencia, Proctor modificado, la capacidad de soporte al 95 % de la máxima densidad seca y el ensayo de compresión no confinada. Como principales **resultados** pudo determinar que, el suelo existente correspondió a un tipo A – 7 con una resistencia a compresión no confinada promedio de 181.39 KPa, mientras que al emplear 4 % de ceniza, el índice de plasticidad disminuyó de 31 % a 19 %, mientras que la resistencia a la compresión no confinada logra incrementarse en promedio de 272.10 KPa. De tal manera **concluyó** que el uso de la ceniza de carbón incide de manera significativa en la reducción de la plasticidad del suelo, especialmente para un tipo de suelo CH.

Relevancia. - La descripción del desarrollo de esta investigación, es relevante, pues se establece que el comportamiento físico del suelo es adecuado con una dosificación del 4 % de ceniza, también establece que el 10 % puede mejorar la capacidad mecánica de los suelos.

2.1.2. Internacionales

El artículo de investigación titulado “Efecto de las cenizas de carbón en las características de resistencia del suelo limo arcilloso tratado con cemento”, tuvo como **objetivo** la utilización de la ceniza de carbón en la optimización de materiales para suelos [2]. A través de un **método** experimental que consistió en la obtención de material de suelo limo arcilloso (ML), teniendo así una muestra de suelo patrón, y otras con la adición de cemento y cenizas de carbón (CA) en diferentes proporciones (20, 35 y 50 %) en función de masa del suelo, a estas mezclas les realizaron los ensayos de Proctor modificado y CBR, obtenido como **resultados** de la caracterización del material, un suelo del tipo limo arcilloso de baja compresibilidad, respecto al ensayo Proctor obtuvo máximas densidades secas de 16.48, 16.57, 16.38 y 15.99 g/cm³ para el suelo patrón, 20, 35 y 50 % de adición de cenizas de carbón respectivamente, y para el CBR obtuvo valores de 4.72, 11.69, 9.66 y 10.34 % para el suelo patrón, 20, 35 y 50 % de adición de cenizas de carbón respectivamente. Los investigadores **concluyeron** la investigación indicando que la mezcla óptima se da con un 20 % de adición de ceniza de carbón, asimismo recomiendan su uso en la construcción de terraplenes de autopistas, materiales de relleno, material de subbase, para la construcción de carreteras y la estabilización de suelos.

Relevancia. – Este artículo es relevante como antecedente para la tesis dado que indica los valores respecto a la cantidad de ceniza de carbón necesarios para la obtención de los mejores resultados posibles para la estabilización de suelos.

En la investigación denominada “Reutilización de la ceniza de carbón de una central térmica en la capa de base de un pavimento”, tuvo como principal **objetivo** establecer una dosificación adecuada mediante el cual se pueda darle un uso alternativo a la ceniza de carbón, que representa problemas medioambientales, especialmente en Vietnam [5]; para ello se consideró como parte de la **metodología**, la experimentación de varias combinaciones de suelo del tipo CL (arcillas inorgánicas de baja plasticidad), cemento y ceniza. La primera dosificación consistió en mezclar la ceniza de fondo con 3, 5, 7, 9, 11 y 13 % del peso del cemento; la segunda mezcla consistió en la mezcla del agregado grueso con 3 % de cemento y 5, 10, 15 y 20 % de ceniza volante. Estas muestras o grupos, posteriormente, fueron sometidos a ensayos como: CBR, la compactación de Proctor, esfuerzo al corte, el módulo de resiliencia, módulo resiliente y la resistencia a la rotura por tracción. Los **resultados** finales obtenidos demuestran que el uso de cenizas de fondo y cenizas volantes con cemento, pueden reducir el hinchamiento del suelo hasta alcanzar el valor mínimo (0 %), mientras que el valor de CBR, superan de manera satisfactoria el 100 % de su valor, con respecto a la resistencia a la tracción del suelo, determinaron que los valores más altos fueron estimados con el uso de ceniza de fondo y cemento, pues esta pudo alcanzar valores de hasta 0.146 MPa. De esta manera lograron establecer que el mejor comportamiento de las mezclas analizadas fueron las dosificaciones de ceniza de fondo más 11 % de cemento, el agregado grueso más 20 % de ceniza volante + 3 % de cemento, y finalmente la mezcla del suelo patrón más 10 % de ceniza volante + 5 % de cemento; **concluyendo** finalmente que las cenizas de carbón utilizadas en Vietnam son adecuadas para mejorar las propiedades de suelos asiéndolas factibles para reutilizarlas en las capas de base de un pavimento.

Relevancia. – La relevancia de este artículo, para el desarrollo de la presente investigación, se basa en la determinación de mezclas grupos analizadas, pues propone un panorama más amplio, donde se demuestra, que la obtención de resultados ideales depende de la consideración de otros elementos adicionales como el cemento.

En la investigación denominada “Evaluación técnica y medioambiental de la estabilización de suelos con cenizas de carbón”, ha considerado como principal **objetivo** estimar el impacto ambiental que tendría el uso de las cenizas de carbón

para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos mediante la consideración de un material binario [14]. Para este fin, se ha considerado como parte de la **metodología**, el uso de las cenizas de carbón, las cuales fueron activada alcalinamente con hidróxido de calcio, además se formó el sistema binario que junta ambos elementos denominados como CLM, para posteriormente comparar su eficacia con activos comunes como el cemento Portland y el hidróxido de calcio comercial (cal viva), mediante el desarrollo de propiedades como la máxima densidad seca, el óptimo contenido de humedad y la compresión no confinada. Los **resultados** obtenidos han demostrado que, en todos los casos de un suelo del tipo A – 7 - 5, el incremento de la capacidad de soporte implica el incremento de la demanda de agua, el cual se hace más notable desde una dosificación del 14 % y destacándose principalmente el CLM. Con respecto a la resistencia inconfiada, los datos obtenidos determinaron que el uso de CLM da resultados mayores que la cal viva y el cemento Portland, y que puede alcanzar valores de hasta 5 MPa, mientras que el cemento de solo 4 MPa. Complementariamente, se puede mencionar que la cantidad de dióxido de carbono que se puede reducir al aplicar el elemento CLM como un estabilizador es entre 61.11 % a 82.24 %, los cuales son valores más bajos que al usar cal y cemento. Finalmente, **concluye** que el uso de los elementos descritos, son factibles para la estabilización de los suelos, pero el uso de CLM, representa una menor contaminación al medioambiente.

Relevancia. - Los datos mostrados en la anterior investigación, demuestran que el uso de ceniza y su mezcla con cal, puede tener, además de un efecto positivo en las propiedades de los suelos, una reducción en la contaminación del medioambiente.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Ceniza de carbón

Las cenizas son un residuo que pueden ser obtenidos de la quema del carbón o de materiales similares. Normalmente, después del proceso de quema, los principales residuos son las cenizas volantes y de fondo, las cuales son muy conocidas por su aplicabilidad para el mejoramiento de carreteras, ya que este material presente dentro de su composición grandes reservas de puzolanas [13].

No obstante, las cenizas de carbón, de las cuales el 80 % son generadas en la industria, suelen ser consideradas como contaminantes del medio ambiente por

contar con metales pesados tóxicos, que de ser almacenadas por tiempos prolongados pueden ser influyentes [13].

Otro aspecto rescatable de las cenizas que al provenir de materiales orgánicos presentan puzolana, sílice y alúmina, que al contacto con el agua proporcionan un cementante en el suelo [7].

En cuanto a la apariencia de la ceniza de fondo de carbón esta es representada en la siguiente figura:



Figura 4. Vista de la ceniza de fondo de carbón.

Fuente: Evaluación de la ceniza de carbón como aditivo estabilizador de suelos arcillosos con fines de pavimentación [13].

2.2.1.1. Composición de la ceniza de carbón

En cuanto a la composición química de las cenizas de carbón, se encuentran diversos elementos como silicio, oxígeno, aluminio, titanio, hierro, manganeso, magnesio, potasio y sodio [15], tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 2. Composición química de la ceniza de carbón.

Compuesto	Cantidad
SiO ₂	23 % - 73 %
Al ₂ O ₃	13 % - 27 %
TiO ₂	0.2 % - 1.8 %
Fe ₂ O ₃	3 % - 11 %

MnO	0 - 0.3 %
MgO	0.1 % - 0.7 %
CaO	0.1 % - 0.8 %
K ₂ O	0 % - 0.56 %
Na ₂ O	0 % - 0.3 %
Gravedad específica	2.29 g/cm ³
Porosidad	39.70%

Fuente: Modelo para el uso de residuos de materiales [15].

2.2.1.2. Propiedades físico – mecánicas de la ceniza de carbón

Asimismo, la ceniza de carbón presenta diversas propiedades físico – mecánicas, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 3. *Propiedades físico – mecánicas de la ceniza de carbón.*

Propiedad	Valor
Gravedad específica	2.52
Peso unitario (kg/m ³)	1265
Resistencia a compresión (MPa)	
Máximo peso unitario seco (g/cm ³)	1.47
Contenido óptimo de agua (%)	11.44
Valor de CBR (%)	
	K = 1 37.34
	K = 0.98 35.42
	K = 0.95 30.07

Fuente: Reuso de ceniza de carbón de planta de energía en bases de pavimentos [5].

2.2.1.3. La ceniza de carbón como activador alcalino

El activador alcalino es una sustancia que, cuando se mezcla con ciertos materiales, activa su capacidad de endurecimiento similar al cemento. Los activadores alcalinos comunes se componen de hidróxido de sodio (NaOH) y el hidróxido de potasio (KOH), que generalmente se combinan con diversos materiales. En el caso de la ceniza de carbón, puede actuar como un material suplementario, pues se agrega en combinación con otros materiales para reemplazar parcial o totalmente el cemento Portland convencional. Si se diera la combinación de activador alcalino y ceniza de carbón puede generar una reacción química que resulta en un endurecimiento similar al cemento [16].

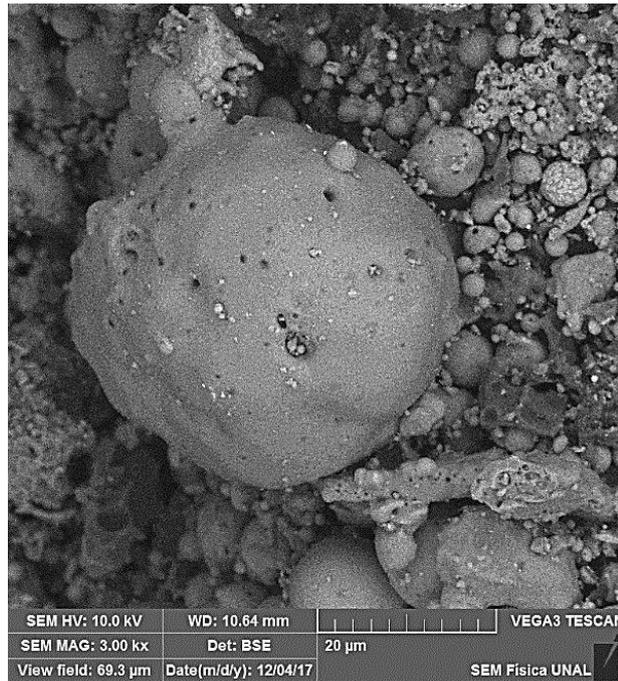


Figura 5. Vista morfológica de la ceniza de carbón.

Fuente: Evaluación mecánica y ambiental del uso de ceniza de carbono [16].

2.2.2. Suelos

Los suelos es considerado como un agregado natural constituido por granos minerales, con o sin la presencia de componentes orgánicos, siendo factible su separación por medios mecánicos, en cuanto a su origen, este es por medio de la meteorización, proceso por el cual las rocas tienden a desintegrarse (donde se conservan las propiedades físicas y químicas de las rocas) o descomponerse (donde se presentan cambios en las propiedades físicas y químicas de la roca madre) [17].

2.2.2.1. Clasificación de los suelos

La clasificación de los suelos se da por medio del método del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), donde las características de este último se proceden a detallar en la Figura 6, básicamente entre suelos granulares y suelos limo arcillosos.

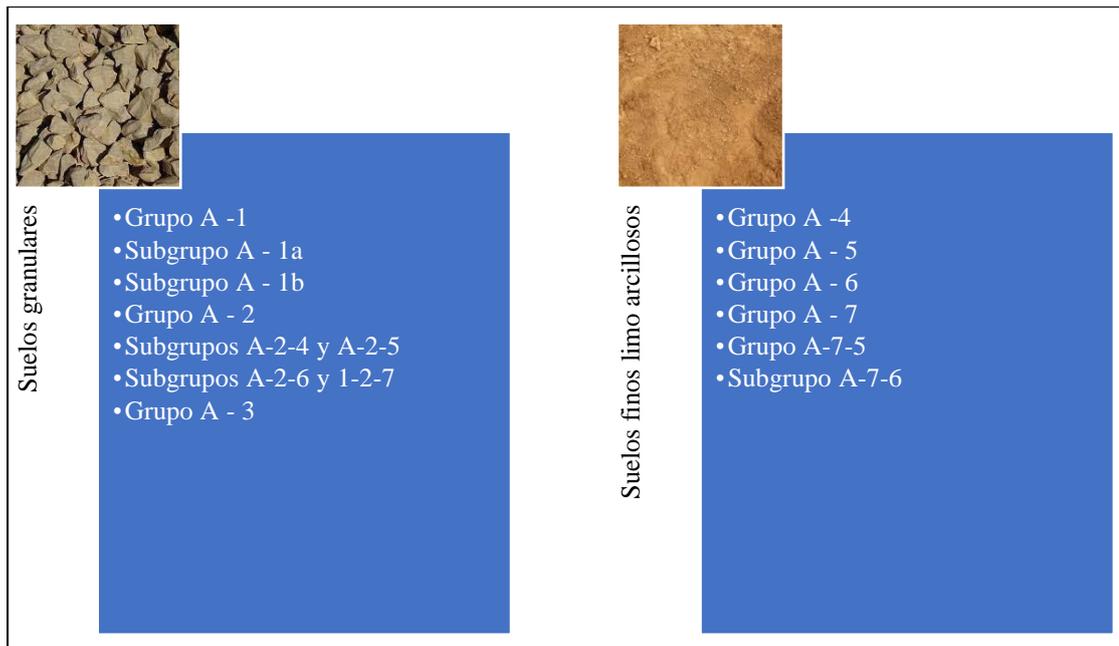


Figura 6. Clasificación de suelos de acuerdo a AASHTO.

Fuente: Ingeniería de pavimentos para carreteras [17].

Otro aspecto importante, en la clasificación de suelos en función del método AASHTO, es el índice de grupo, característica que agrupa a determinados tipos de suelos con comportamiento similar, tomando como referencia al límite líquido, índice de plasticidad y el porcentaje de finos que logran pasar el tamiz N° 200 [17], tal como se puede observar en la siguiente fórmula:

$$IG = 0.2(a) + 0.005(ac) + 0.01(bd)$$

Donde:

a : es igual a $F - 35$ y F es el porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200, valor que se comprende entre 1 a 40.

b : es igual a $F - 15$.

c : es igual a $LL - 40$, donde LL es el límite líquido, siendo expresado entre 0 y 20.

d : es igual a $IP - 10$, donde IP es el índice de plasticidad, expresado también entre 0 y más de 20.

2.2.2.2. Suelos granulares

Son considerados como suelos granulares aquellos donde menos del 35 % pasa el tamiz N° 200, de los cuales un tipo A -1 representa a los suelos bien graduados conformado por piedras, gravas, arenas y un

material que actúa como ligante de baja plasticidad, aunque puede darse casos donde no se cuente con material ligante tal como se observa en la *Figura 7*, mientras que un tipo A – 2 también cuenta con un máximo de 35 % del pasante de materiales fino, y en el A – 3 se encuentran las arenas finas con mínima cantidad de limos sin plasticidad [17].



Figura 7. Vista de material granular.
Fuente: Diseño y control de mezclas [18].

2.2.2.3. Suelos finos limo arcillosos

Los suelos finos limo arcillosos, son suelos que presentan más del 35 % de material fino que logra pasar el tamiz N° 200 [17], tal como se puede observar en la siguiente figura:



Figura 8. Vista de material fino.
Fuente: Diseño y control de mezclas [18].

Este tipo de suelos son aquellos que presentan mayor cantidad de partículas menores a 0.075 mm, lo cual implica que pasan el tamiz N° 200 [1]. Dentro de este rango podemos encontrar los siguientes tipos:

Tabla 4. *Tamaño de los materiales finos.*

	Material	Tamaño (mm)
Fino	Limo	0.075 a 0.005
	Arcilla	< 0.005

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones [1].

Asimismo, dentro de los suelos limo arcillosos, se tiene al A – 4, suelo que es poco o nada plástico con más de 75 % que pasa el tamiz N° 200, el A – 5, suelo que se diferencia del A – 4 por contar un límite líquido elevado, un A – 6, que cambia de manera considerablemente en cuanto a volumen en su estado húmedo y seco, el A – 7, que son semejantes al A – 6 [17].

2.2.3. Subrasante

Es la capa del suelo que sirve de fundación para los pavimentos, por lo que en muchas ocasiones se hace referencia al suelo natural. La principal función de esta parte del pavimento, es la de soportar fuerzas de tráfico, la variación de humedad y especialmente asegurar un soporte uniforme y duradero [10].

Por otro lado, la calidad de la subrasante que es evaluada a partir de sus propiedades físicas y mecánicas es un factor primordial en la obtención de los espesores de las capas que conforman el pavimento que, de no considerarse por ejemplo el hinchamiento podría ocasionar daños en la estructura [17].

Para una mejor perspectiva en la siguiente figura, se muestra la estructura del pavimento flexible, resaltando a la subrasante, subbase, base y carpeta asfáltica:

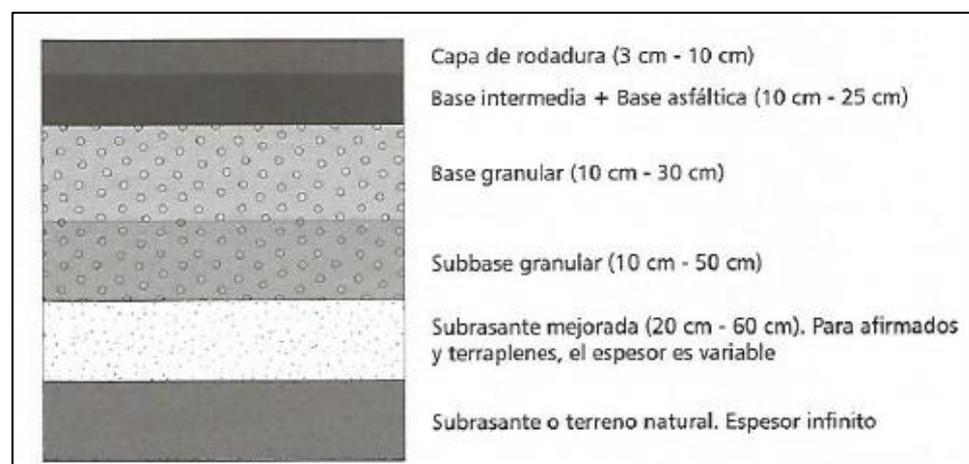


Figura 9. Estructura típica del pavimento flexible.

Fuente: Pavimentos, materiales, construcción y diseño [19].

2.2.4. Propiedades del suelo de la subrasante

A continuación, se describe las principales propiedades del suelo de subrasante, en concordancia con el Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones [1]:

2.2.4.1. Plasticidad

Es una de las principales formas de medir la presencia de elementos arcillosos en los suelos, por lo que su representación está bajo la definición de los límites de Atterberg [13]. Para el control del suelo en carreteras normalmente se considera los siguientes:

Límite plástico: Es el estado del suelo en el que pasa de plástico a semisólido, lo cual genera que este sea más frágil y se rompa [1]. Asimismo, es el cociente multiplicado por 100 del peso del agua y el peso del suelo que ha sido secado en el horno [11].

Límite líquido: Es la propiedad del suelo mediante la cual se indica que este pasa del estado semilíquido a otro plástico, por lo que es más fácil moldearla [1].

Índice de plasticidad: Este es un indicador de la magnitud de humedades del suelo que tiene consistencias plásticas. Se puede obtener como la diferencia entre el límite líquido y el plástico, por lo que si posee valores pequeños significan que son suelos poco arcillosos [1].

Para la obtención del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos se sigue los lineamientos considerados en el MTC E 111 [11] y NTP 339.129 [20], normativas que consideran que los equipos, materiales e insumos necesarios son:

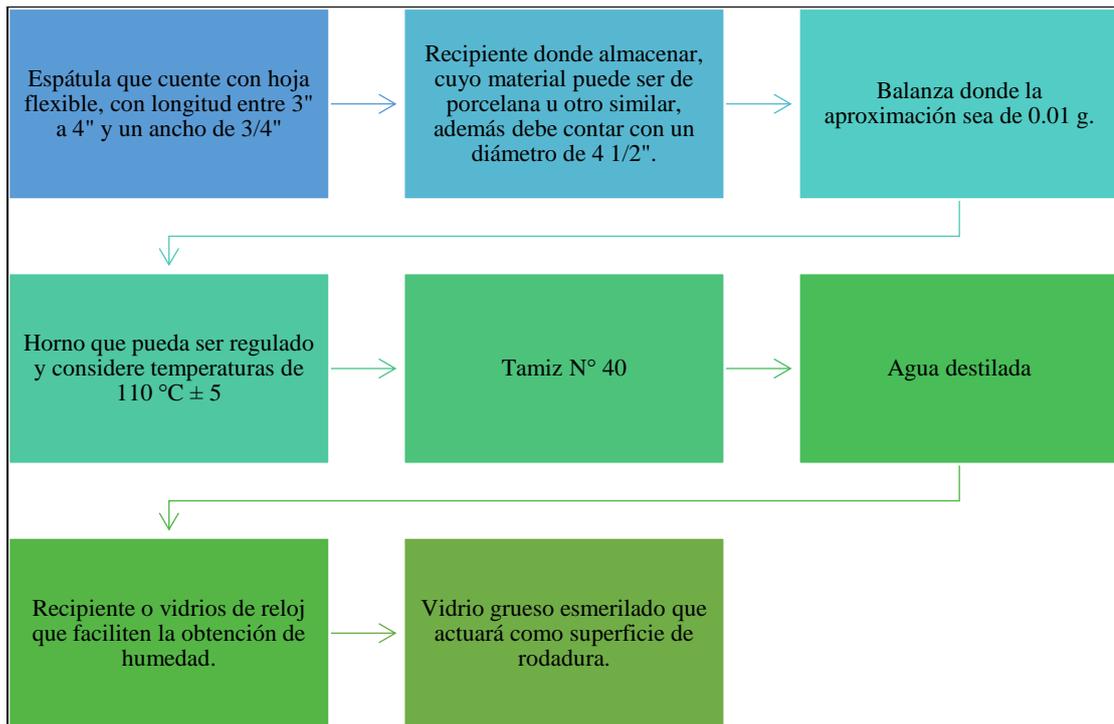


Figura 10. Equipos, materiales e insumos para la determinación del límite líquido y límite plástico.
Fuente: Manual de Ensayos de Materiales [11].

Con los valores del límite líquido y plástico del suelo, se procede a la obtención del índice de plasticidad, en concordancia con la siguiente representación matemática que establece el Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones [11]:

$$IP = L.L - L.P \quad (\text{Ecuación 1})$$

La interpretación de los valores del índice de plasticidad va acorde a la especificado en la Tabla 5:

Tabla 5. Valores de la capacidad del índice de plasticidad.

Índice de plasticidad	Plasticidad	Características
IP mayor a 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP entre 7 y 20	Media	Suelos arcillosos
IP menor a 7	Baja	Suelos poco arcillosos
IP igual a 0	No plástica	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones [1].

2.2.4.2. Compactación

Es el principal método con el que se puede mejorar la densidad del suelo, para ello se debe eliminar la cantidad de espacios que se origina en el material estudiado. La compactación puede determinarse mediante pruebas de compactación conocida como Proctor, mediante el cual se puede estimarse la máxima densidad seca y el óptimo

contenido de humedad necesario para lograr la mejor compactación del suelo [7].

2.2.4.3. Humedad de compactación

Esta se puede determinar al añadir diferentes cantidades de agua a una muestra de suelo, que posteriormente será compactado, para posteriormente obtener la densidad seca que se alcanza en cada caso analizado [21].

El procedimiento para el cálculo del peso unitario seco máximo y el contenido de humedad está regido en la norma MTC E 115 del Manual de ensayo de materiales [11] y NTP 339.137 [20], donde se puede utilizar ya sea el método A si el material necesario pasa el tamiz N° 4, el método B si el material logra pasar el tamiz de 3/8" o el método C si el material pasa el tamiz de 3/4", otra diferencia que también es observable es el número de golpes requeridos, puesto que de emplearse el método A y B se necesita 25 golpes por cada capa y con el método C se requiere 56 golpes.

Los materiales y equipos necesarios para su ejecución, son detallados en la *Figura 11*, en concordancia con norma MTC E 115 del Manual de ensayo de materiales [11] y NTP 339.137 [20]:

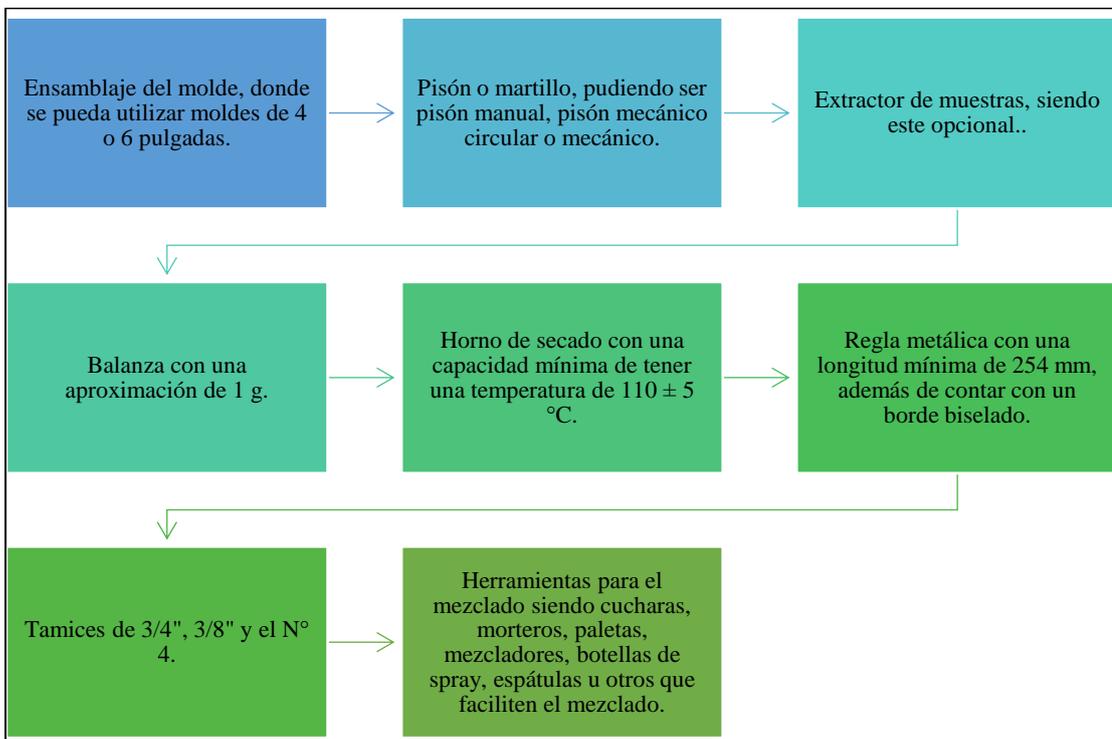


Figura 11. Equipos y materiales para el ensayo de Proctor modificado.
Fuente: Manual de Ensayos de Materiales [11].

Asimismo, a continuación, se muestra los moldes tanto de 4 y 6 pulgadas para la ejecución del ensayo de Proctor modificado:

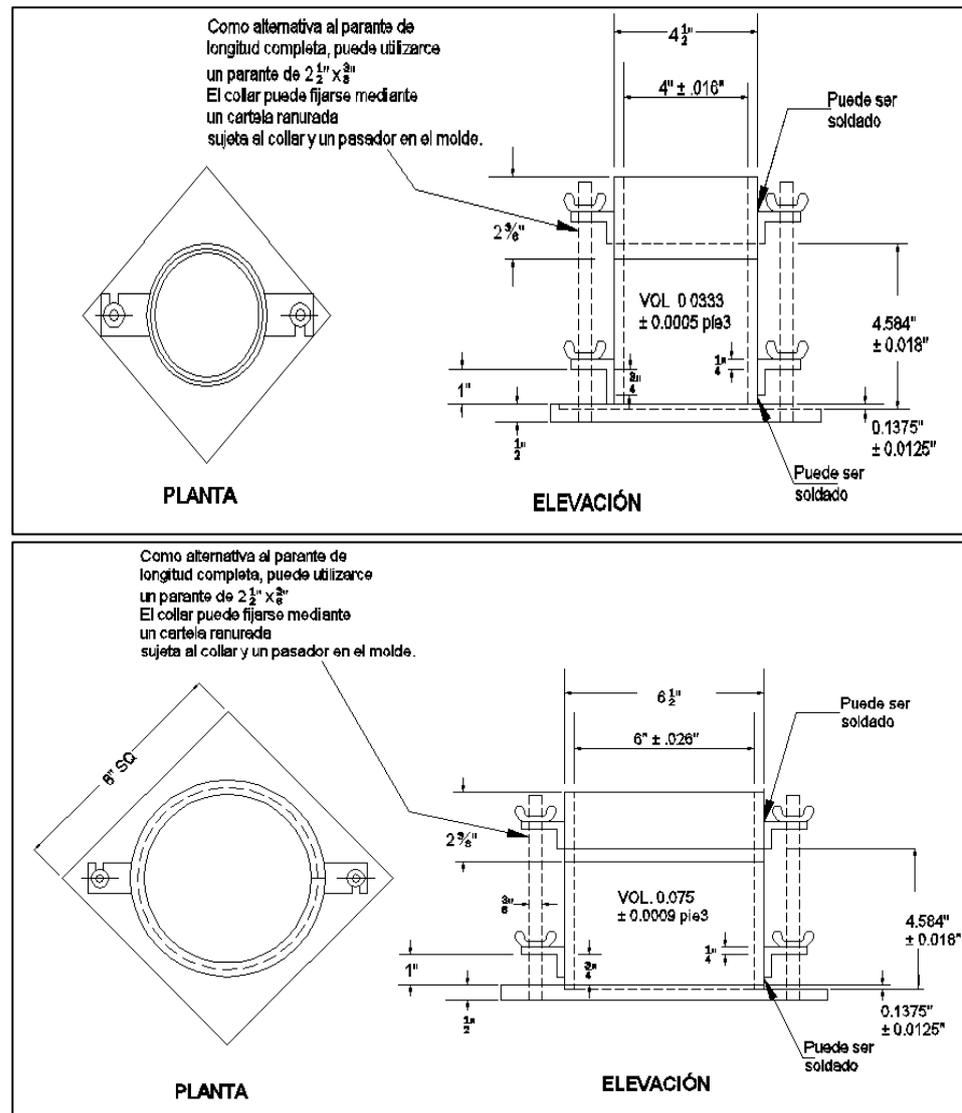


Figura 12. Vista de moldes para el ensayo de Proctor modificado.
Fuente: Manual de Ensayos de Materiales [11].

2.2.4.4. Capacidad de soporte de suelos

El valor del soporte de suelo es una de las propiedades fundamentales para establecer su factibilidad de uso en la subrasante. Este ensayo, conocido también como el índice de CBR (por sus siglas en inglés), consiste en la determinación de una fuerza mediante que una muestra de suelo colocada en un molde de 6'' de diámetro y altura de 5'' resiste la penetración que genera un pistón de 3 in² a una velocidad de 0.05 in/min. Estos resultados son comparados con los valores de una muestra patrón, para lo cual se deberá aplicar la siguiente ecuación [9].

$$CBR = \frac{\text{Fuerza requerida para penetrar 2.5 mm de suelo}}{\text{Fuerza requerida para penetrar 2.5 mm de muestra patrón}}$$

Los resultados que se obtienen de la fórmula anterior dan a conocer una relación, lo cual permite establecer una clasificación del suelo para su aplicación como subrasante en la siguiente tabla [1].

Tabla 6. *Calidad de subrasantes.*

Notación	Calidad	Valor
S ₀	Inadecuada	CBR < 3 %
S ₁	Insuficiente	3 % ≤ CBR < 6 %
S ₂	Regular	6 % ≤ CBR < 10 %
S ₃	Buena	10 % ≤ CBR < 20
S ₄	Muy buena	20 % ≤ CBR < 30 %
S ₅	Excelente	CBR ≥ 30 %

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones [1].

Conociendo esta clasificación de subrasantes de acuerdo a su calidad, el MTC [1] señala que todo suelo a usarse como subrasante debe ser de una calidad regular por lo menos, es decir contar con un CBR igual o mayor al 6 %, caso contrario deberán plantearse métodos de mejoramiento del suelo dado que esta característica del suelo es muy importante desde el proceso de diseño del pavimento hasta la operación y mantenimiento del mismo.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Aditivo

En carreteras, un aditivo es aquel compuesto que tiene por finalidad mantener y mejorar los componentes del suelo, fomentado así un excelente rendimiento de la vía [22].

2.3.2. Agregado pétreo

Los agregados pétreos pueden ser empleados en materiales estabilizados, concretos o mezclas asfálticas, puesto que se refiere al conglomerado de partículas como los finos, arenas y gravas, ya sean naturales o triturados [19].

2.3.3. Calicata

Es una excavación que se ejecuta en determinado terreno, cuya profundidad mínima es de 1.50 m, con la finalidad de obtener la estratigrafía del suelo en cada uno de los sectores de su perfil [1].

2.3.4. Carretera

Camino cuyo finalidad es el tránsito de vehículos con un mínimo de dos ejes, además cuenta con características geométricas que cumplen con las normativas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones [23].

2.3.5. Contenido de humedad

El contenido de humedad está dado por el volumen de agua que posee algún material (por ejemplo el suelo) y que es expresado en porcentaje de la masa del mismo [12].

2.3.6. Cuarteo

El cuarteo en suelos corresponde a aquel procedimiento que se ejecuta para lograr reducir una muestra respecto a su tamaño [23].

2.3.7. Estabilización de suelos

Es la modificación de las propiedades del suelo con la finalidad de cumplir con los mínimos requisitos o la calidad necesaria para actuar en el pavimento, pudiendo ser por medios mecánicos, por drenaje, por medios eléctricos, por medio del calor o por medio químico [17].

2.3.8. Granulometría

La granulometría es la representación de cómo se distribuye el agregado en relación a su tamaño, determinándose con ello si corresponde a las gravas, arenas, limos o las arcillas [1].

2.3.9. Muestras de campo

Son materiales que se obtienen de determinado yacimiento, horizonte de suelo y que es reducido a determinados tamaños que son representativos de acuerdo a especificados procedimientos [22].

2.3.10. Perfil del suelo

El perfil del suelo está representado por una sección vertical por el cual es posible la visualización de cada uno de sus horizontes y que a la vez se extiende para cada una de sus variaciones [17].

2.3.11. Superficie de rodadura

Está representada por capa que es colocada sobre la base del pavimento con el objetivo de brindar protección a la estructura del pavimento, además de

impermeabilizar la superficie con lo cual se logra evitar las filtraciones de agua [22].

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Enfoque

El enfoque cuantitativo implica la recopilación de datos con el propósito de probar hipótesis mediante mediciones numéricas y análisis estadístico. Su finalidad radica en identificar pautas de comportamiento y corroborar teorías a través de métodos basados en datos objetivos y cuantificables [24].

Por lo tanto, en esta investigación se emplea un enfoque cuantitativo, este enfoque permitirá llevar a cabo una recolección precisa de datos numéricos y utilizar análisis estadísticos para evaluar el impacto de la ceniza de carbón en las propiedades del suelo y en la calidad de la subrasante. A través de mediciones cuantitativas y métodos objetivos, se podrán establecer relaciones causales, identificar patrones y obtener resultados fiables y generalizables.

3.1.2. Tipo

El tipo de investigación aplicada, tiene la premisa de realizar investigaciones que aplican los conocimientos existentes, obtenidos por la investigación básica o pura, con el que se pretende dar solución a los problemas existentes que afectan a la sociedad [25].

Con base a lo descrito, el desarrollo de esta investigación considera este tipo de investigación, pues se pretende hacer uso de la información existente como los Manuales de carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, las normas técnicas peruanas (NTP) y ASTM, referente a suelos, subrasante y su estabilización para establecer soluciones adecuadas en suelos que posean bajas capacidades de soporte.

3.1.3. Nivel o alcance

El alcance explicativo en una investigación, hace referencia a que mediante esta se pretende detallar la causa y efecto entre las variables de estudio, por lo que implícitamente, se realiza descripciones de cada una de estas y se establece relaciones [24].

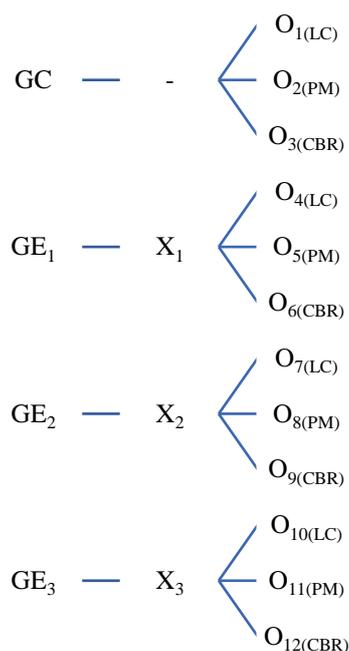
Con lo mencionado, se puede establecer que el desarrollo de esta investigación considerará un alcance explicativo, pues se pretenderá establecer relaciones de causa y efecto entre las variables de estudio (ceniza de carbón y propiedades del suelo), para lo cual se realizarás diversos ensayos en laboratorio.

3.2. Diseño de la investigación

Un diseño de investigación experimental del tipo cuasi experimental, se da cuando de manera deliberada se manipulan las variables de investigación con el fin de determinar la relación entre ellas, además de contar con grupos no aleatorios [24].

Bajo lo mencionado, el desarrollo de este proyecto considerará un diseño cuasi experimental, pues se pretende determinar los efectos que tiene la ceniza de carbón, en las propiedades de los suelos, para lo cual se manipulará la variable independiente en diferentes proporciones y se contará con grupos de comparación tales como el suelo patrón, suelo con 12 % de ceniza de carbón, suelo con 17 % de ceniza de carbón y suelo con 22 % de ceniza de carbón.

Asimismo, a continuación, se tiene el esquema del diseño a considerar:



Donde:

GC : es el grupo control representado por el suelo arcilloso natural.

GE : corresponde a los grupos experimentales.

X_{1,2,3} : es el tratamiento representado por la adición de ceniza de carbón en 12 %, 17 % y 22 % en relación del peso seco del suelo.

O_{1,2,3,4}: son las observaciones dadas por la medición de límites de consistencia, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población se refiere a todos los individuos o casos que cumplen con ciertas características o especificaciones establecidas en determinada investigación [24].

Por consiguiente, en esta investigación, la población corresponderá al suelo de la subrasante del jirón Los Libertadores entre el Jr. Sucre y el Jr. Pichas en el distrito de Huancán en la provincia de Huancayo de la región Junín, extraído por medio de calicatas de una profunda de 1.5 m; lo cual coadyuvará a mejorar el tránsito en los jirones contiguos, tales el mismo Jr. Sucre y el Jr. San Martín.

3.3.2. Muestra

Podríamos decir que la población es un subgrupo de elementos que forman parte del conjunto general y que comparten características específicas que definen su inclusión en ese grupo [24].

Entonces, según el tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia, la muestra corresponderá a un total de 3 calicatas obtenidas del Jr. Los Libertadores entre el Jr. Sucre y el Jr. Pichas, de cada calicata se obtuvo 250 kg muestra (haciendo un total de 750 kg), para la ejecución de los ensayos detallados en la Tabla 7, de acuerdo a lo establecido en la norma CE. 010 del Reglamento Nacional de Edificaciones [26], donde se señala que el mínimo de exploraciones es de 3 calicatas; asimismo, el carbón fue proveniente de la madera *Dipteryx ferrea* caracterizada por su gran dureza y evitar los ataques biológicos, en un total de 80 kg.

Tabla 7. *Propiedades a medir de las muestras.*

Propiedad	Suelo patrón	Suelo con ceniza de carbón		
		12 %	17 %	22 %
Límite líquido	3	3	3	3
Límite plástico	3	3	3	3
Máxima densidad seca	3	3	3	3
Óptimo contenido de humedad	3	3	3	3
CBR al 95 % de la MDS	3	3	3	3
CBR al 100 % de la MDS	3	3	3	3

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas e instrumentos de investigación

3.4.1.1. Técnicas de investigación

La recolección de datos se refiere a un conjunto de técnicas utilizadas para obtener información relevante en un estudio o investigación. Estas técnicas abarcan una variedad de métodos que permiten recopilar datos de manera sistemática y estructurada. Algunas de estas técnicas incluyen la observación, la entrevista, la encuesta y las pruebas, entre otras [27].

Ante ello, se tiene a la observación que juega un papel fundamental en todos los campos científicos, ya que implica el uso sistemático de los sentidos para captar y comprender la realidad que se está estudiando. Consiste en estar atentos y receptivos ante un fenómeno específico, recopilando y registrando información con el propósito de analizarla posteriormente. Los investigadores se apoyan en la observación como una herramienta indispensable para obtener la mayor cantidad de datos posible. Es importante destacar la importancia de la observación científica, que se caracteriza por tener un objetivo claro y preciso. En este sentido, el investigador sabe con claridad qué aspectos desea observar y qué información busca obtener, implicando una preparación previa al proceso de observación [27].

En consecuencia, en la presente investigación se empleará la observación científica para recopilar datos sobre las propiedades de los suelos arcillosos antes y después de la aplicación de las cenizas de carbón. En primer lugar, la observación permitirá evaluar el impacto de las cenizas de carbón en los límites de consistencia del suelo arcilloso, como el límite líquido y el límite plástico. Además, la observación será útil para analizar cambios en la máxima densidad seca

del suelo, esto permitirá determinar si la adición de cenizas de carbón ha mejorado la máxima densidad seca del suelo, lo cual es importante para su estabilidad y capacidad de soporte, en cuanto al contenido de humedad óptimo del suelo tratado se podrá observar la respuesta del suelo a diferentes contenidos de humedad, ayudando a identificar el rango de contenido de humedad en el cual el suelo tratado con las cenizas de carbón. Por último, la observación se utilizará para analizar el índice de resistencia CBR (California Bearing Ratio) del suelo tratado, donde se realizará observaciones visuales y mediciones de la capacidad de soporte del suelo en condiciones controladas, esto permitirá determinar si las cenizas de carbón han mejorado la capacidad de soporte del suelo, lo cual es importante para aplicaciones en ingeniería civil y construcción.

3.4.1.2. Instrumentos de investigación

Los instrumentos son recursos utilizados por los investigadores para acercarse al fenómeno en estudio y obtener información de él. Si se considera la observación como técnica, se utiliza un instrumento llamado ficha de observación. Esta ficha se utiliza para anotar una serie de características que pueden estar presentes o ausentes en el fenómeno observado. Cabe mencionar que, es especialmente útil en trabajos prácticos o en entornos de laboratorio, donde se requiere una evaluación sistemática y estructurada de las características observadas [27].

Por consiguiente, se utilizará la ficha de observación en esta investigación para estructurar la observación, registrar sistemáticamente los datos de cada una de las propiedades del suelo arcilloso, comparar y analizar los resultados, evaluar el impacto del tratamiento y aumentar la replicabilidad y validez de la investigación. Ayudando a garantizar un enfoque riguroso y objetivo en la recopilación y análisis de datos.

A continuación, se muestran las fichas de observación a considerar:

Tabla 8. Ficha de observación para la obtención de los límites de consistencia.

		LÍMITES DE CONSISTENCIA					
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUINONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:					
REALIZADO POR:		MUESTRA:					
N° Recipiente (g)		ESTRATO (m):					
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):					
R+ M. Seca (g)							
R+ M. Lab. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):					
TAMÍZ		PESO RETENIDO (g)		TIPO DE SUELO:			
6"		FECHA DE RECEPCIÓN:					
5"		FECHA DE ENSAYO:					
4"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		LÍMITE PLÁSTICO			
3"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)		(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)			
2 ^{1/2} "		Realizado por:		Realizado por:			
2"		Hora de ingreso al horno:		Hora de ingreso al horno:			
1 ^{1/2} "		N° Recipiente		N° Ensayo		1	
1"				N° Recipiente		2	
3/4"		Peso de Recipiente (g)		Peso de Recipiente (g)			
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)		R+ Muestra Hum. (g)			
3/8"		R + Muestra Seca (g)		R+ Muestra Seca (g)			
1/4"				LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)			
N°4		Realizado por:					
N°10		Hora de ingreso al horno:				F.E. -----/-----/-----/	
N°20		N° Ensayo		N° Golpe		N° Recipiente	
N°40		1				Peso Recipiente (g)	
N°80		2				R + Muestra Húmeda (g)	
N°100		3				R + Muestra Seca (g)	
N°200							
OBSERVACIONES:							

Tabla 9. Ficha de observación para la obtención de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad.

		PROCTOR MODIFICADO (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)				
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
CALICATA:				MÉTODO:		
MUESTRA:				CENIZA DE CARBÓN (%):		
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):				FECHA DE INICIO:		
P R O C T O R (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)						
Ceniza de Carbón (%)					CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)						
Volumen de molde (cm³)					N° Recipiente	
H₂O (%)					Peso de Recipiente (g)	
N° Recipiente					Recipiente + Muestra Húmeda (g)	
Peso de Recipiente (g)					Recipiente + Muestra Seca (g)	
Recipiente + Muestra Húmeda (g)					Humedad inicial (%)	
Recipiente + Muestra Seca (g)					Hora de ingreso al horno:	
Peso molde + M. H. compactada (g)					Realizado por:	
Realizado por:			F.E:/...../.....		F.E:/...../.....	
Hora de ingreso al horno:			MDS:		OCH:	
OBSERVACIONES:						

Tabla 10. Ficha de observación para la obtención de CBR.

		CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)	
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA	
CALICATA:		ESTRATO:	
MUESTRA:		CENIZA DE CARBÓN (%):	
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:		FECHA DE INICIO:	
GOLPES		GOLPES	
55 GOLPES		26 GOLPES	
H2O (g)			
Peso de Molde (g)			
Volumen de Molde (cm ³)			
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno:	
N° Recipiente		F.E:/...../.....	
Peso de Recipiente (g)			
Recipiente + Muestra Húmeda (g)			
Recipiente + Muestra Seca (g)			
EXPANSIÓN		Realizado por:	
0 horas		F.E:/...../.....	
24 horas			
48 horas			
72 horas			
96 horas			
PM + Muestra Compactada Saturada (g)			
PENETRACIÓN		Realizado por:	
0 seg		F.E:/...../.....	
30 seg			
1 min			
1 min 30 seg			
2 min			
3 min			
4 min			
6 min			
8 min			
10 min			
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno:	
N° Recipiente		F.E:/...../.....	
Peso de Recipiente (g)			
Recipiente + Muestra Húmeda (g)			
Recipiente + Muestra Seca (g)			

3.4.2. Validez de instrumentos de investigación

En general, la validez se refiere al nivel en el cual un instrumento mide de manera precisa la variable que se pretende evaluar [24].

En la mayoría de los casos, se sugiere utilizar la **técnica del juicio de expertos** para determinar la validez. Esta técnica implica proporcionar una copia del instrumento, junto con su matriz de respuestas, a un grupo de expertos en el área de estudio y metodología/instrucción de instrumentos. Se les entrega también los objetivos de la investigación, el sistema de variables y una serie de criterios para evaluar las preguntas. Entonces, los expertos revisan el contenido, redacción y pertinencia de cada ítem y ofrecen recomendaciones al investigador para realizar las correcciones necesarias, en caso de ser requeridas [27].

En consecuencia, se empleará la técnica de juicio de expertos para dar validez a las fichas de observación, cuya presentación de cada uno de ellos se procede a detallar en la Tabla 11.

Del mismo modo, desde la Tabla 12 a la Tabla 20 se considera los formatos de la validación de los expertos debidamente rellenos.

Tabla 11. *Presentación de expertos ingenieros civiles para la validación del instrumento de investigación.*

Ítem	Nombres y apellidos	Nº de colegiatura	Cargo	Experiencia laboral
1	Adolfo Eulogio Camayo Ginche	153550	Gerente general de GICA PERÚ EIRL	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de laboratorio de APPLUS NORCONTROL SAC. - Jefe de laboratorio INCOSA SAC - Titular general de GICA PERU EIRL - Técnico de laboratorio de SENCICO
2	Katherin Soledad Espíritu Veliz	133923	Especialista en mecánica de suelos y geotecnia para obras lineales	<ul style="list-style-type: none"> - Especialista en mecánica de suelos y concretos, en la obra: “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal del Jr. 30 de noviembre, Jr. Alberto Gerardini, Jr. Dolores y Jr. Cahuide - Centro Poblado de Concepción - Distrito de Concepción - Provincia de Concepción - Región Junín”- I etapa. - Especialista en mecánica de suelos y concretos, en la obra: “Mejoramiento y rehabilitación de pistas y veredas del jirón Junín, Jr. Los Libertadores, Jr. Las Américas, Av. Ramón Castilla cdras. 9 y 10, Psje. Castillo, Jr. Jorge Chávez y Jr. Bolognesi (tramo Av. Mariscal Cáceres - Jr. manco Cápac) del distrito Concepción, provincia Concepción, Junín.” IV etapa - jirón Las Américas. - Docencia universitaria en la Universidad Nacional del Centro del Perú docente en asignatura Mecánica de Suelos II. - Especialista en mecánica de suelos y concretos, en la obra: “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal del Jr. 30 de noviembre, Jr. Alberto Gerardini, Jr. Dolores y Jr. Cahuide- Centro Poblado de Concepción – distrito de Concepción – provincia de Concepción-región Junín”-I etapa.
3	Omar Alex Huamaní Salazar	146898	Especialista en mecánicas de suelos y pavimentos	<ul style="list-style-type: none"> - Ingeniero de calidad en mecánicas de suelos y pavimentos de la obra: “Mejoramiento de las vías urbanas de la localidad de Congalla, distrito de Congalla – provincia de Angaraes – departamento de Huancavelica”. - Ingeniero de calidad en mecánicas de suelos y pavimentos de la obra: “Mejoramiento de los servicios de transitabilidad vehicular y peatonal del Jr. Huancayo, calle Real, calle José Carlos Mariátegui, calle Manco Capac, Jr. Ramón Castilla, Calle San Isidro, calle Simón Bolívar, calle Tupac Amaru, calle Petronila Acualaya, calle Cunas, calle Alvarez Arenales del centro poblado de Achipampa, distrito de Yanacancha – Chupaca – Junín”. - Especialista en suelos y pavimentos de la obra: “Construcción de pistas, veredas y habilitación de áreas verdes en la asociación de Basilio Auqui del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga – Ayacucho”. - Especialista en suelos y pavimentos de la obra: “Construcción de pistas, veredas y habilitación de áreas verdes en el asentamiento humano Covadonga Sector 02 del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga – Ayacucho”.

Tabla 12. Validación de ficha de observación para la obtención de los límites de consistencia – Experto N° 1.

Formato de validación de criterios de expertos					
I. Datos generales					
Fecha:		lunes, 5 de junio de 2023			
Validador:		Ing. Adolfo Eulogio Camayo Ginche			
Cargo e institución donde labora:		Gerente general de GICA PERÚ EIRL			
Instrumento a validar:		Ficha de observación para la obtención de los límites de consistencia			
Objetivo del instrumento:		Determinar el límite líquido y límite plástico del suelo.			
Autor del instrumento:		Bach. Kelvin Quiñones Sara			
II. Criterios de validación del instrumento					
Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:					
0	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.			
1	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
2	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL		0	2	16	
III. Coeficiente de validez					
(D+R+B)/20 =		0.90			

Tabla 13. Validación de ficha de observación para la obtención de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad – Experto N° 1.

Formato de validación de criterios de expertos					
I. Datos generales					
Fecha:	lunes, 5 de junio de 2023				
Validador:	Ing. Adolfo Eulogio Camayo Ginche				
Cargo e institución donde labora:	Gerente general de GICA PERÚ EIRL				
Instrumento a validar:	Ficha de observación para la obtención de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo				
Objetivo del instrumento:	Determinar el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca del suelo				
Autor del instrumento:	Bach. Kelvin Quiñones Sara				
II. Criterios de validación del instrumento					
Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:					
0	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.			
1	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
2	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL		0	4	12	
III. Coeficiente de validez					
(D+R+B)/20 =		0.80			

Tabla 14. Validación de ficha de observación para la obtención de CBR – Experto N° 1.

Formato de validación de criterios de expertos					
I. Datos generales					
Fecha:		lunes, 5 de junio de 2023			
Validador:		Ing. Adolfo Eulogio Camayo Ginche			
Cargo e institución donde labora:		Gerente general de GICA PERÚ EIRL			
Instrumento a validar:		Ficha de observación para la obtención de CBR			
Objetivo del instrumento:		Determinar el CBR del suelo al 95 % y 100 % de contenido de humedad			
Autor del instrumento:		Bach. Kelvin Quiñones Sara			
II. Criterios de validación del instrumento					
Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:					
0	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.			
1	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
2	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL		0	2	16	
III. Coeficiente de validez					
(D+R+B)/20 =		0.90			

Tabla 15. Validación de ficha de observación para la obtención de los límites de consistencia – Experto N° 2.

Formato de validación de criterios de expertos					
I. Datos generales					
Fecha:		lunes, 5 de junio de 2023			
Validador:		Ing. Katherin Soledad Espíritu Veliz			
Cargo e institución donde labora:		Especialista en mecánica de suelos y geotecnia para obras lineales			
Instrumento a validar:		Ficha de observación para la obtención de los límites de consistencia			
Objetivo del instrumento:		Determinar el límite líquido y límite plástico del suelo.			
Autor del instrumento:		Bach. Kelvin Quiñones Sara			
II. Criterios de validación del instrumento					
Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:					
0	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.			
1	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
2	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL		0	2	16	
III. Coeficiente de validez					
$(D+R+B)/20 =$		0.60			

Tabla 16. Validación de ficha de observación para la obtención de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad – Experto N° 2.

Formato de validación de criterios de expertos					
I. Datos generales					
Fecha:		lunes, 5 de junio de 2023			
Validador:		Ing. Katherin Soledad Espíritu Veliz			
Cargo e institución donde labora:		Especialista en mecánica de suelos y geotecnia para obras lineales			
Instrumento a validar:		Ficha de observación para la obtención de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo			
Objetivo del instrumento:		Determinar el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca del suelo			
Autor del instrumento:		Bach. Kelvin Quiñones Sara			
II. Criterios de validación del instrumento					
Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:					
0	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.			
1	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
2	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL		0	1	18	
III. Coeficiente de validez					
(D+R+B)/20 =		0.95			

Tabla 17. Validación de ficha de observación para la obtención de CBR – Experto N° 2.

Formato de validación de criterios de expertos					
I. Datos generales					
Fecha:		lunes, 5 de junio de 2023			
Validador:		Ing. Katherin Soledad Espíritu Veliz			
Cargo e institución donde labora:		Especialista en mecánica de suelos y geotecnia para obras lineales			
Instrumento a validar:		Ficha de observación para la obtención de CBR			
Objetivo del instrumento:		Determinar el CBR del suelo al 95 % y 100 % de contenido de humedad			
Autor del instrumento:		Bach. Kelvin Quiñones Sara			
II. Criterios de validación del instrumento					
Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:					
0	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.			
1	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
2	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL		0	1	18	
III. Coeficiente de validez					
(D+R+B)/20 =		0.95			

Tabla 18. Validación de ficha de observación para la obtención de los límites de consistencia – Experto N° 3.

Formato de validación de criterios de expertos					
I. Datos generales					
Fecha:		lunes, 5 de junio de 2023			
Validador:		Ing. Omar Alex Huamaní Salazar			
Cargo e institución donde labora:		Especialista en mecánicas de suelos y pavimentos			
Instrumento a validar:		Ficha de observación para la obtención de los límites de consistencia			
Objetivo del instrumento:		Determinar el límite líquido y límite plástico del suelo.			
Autor del instrumento:		Bach. Kelvin Quiñones Sara			
II. Criterios de validación del instrumento					
Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:					
0	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.			
1	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
2	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL		0	2	16	
III. Coeficiente de validez					
$(D+R+B)/20 =$		0.90			

Tabla 19. Validación de ficha de observación para la obtención de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad – Experto N° 3.

Formato de validación de criterios de expertos					
I. Datos generales					
Fecha:	lunes, 5 de junio de 2023				
Validador:	Ing. Omar Alex Huamaní Salazar				
Cargo e institución donde labora:	Especialista en mecánicas de suelos y pavimentos				
Instrumento a validar:	Ficha de observación para la obtención de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo				
Objetivo del instrumento:	Determinar el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca del suelo				
Autor del instrumento:	Bach. Kelvin Quiñones Sara				
II. Criterios de validación del instrumento					
Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:					
0	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.			
1	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
2	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL		0	1	18	
III. Coeficiente de validez					
(D+R+B)/20 =		0.95			

Tabla 20. Validación de ficha de observación para la obtención de CBR – Experto N° 3.

Formato de validación de criterios de expertos					
I. Datos generales					
Fecha:	lunes, 5 de junio de 2023				
Validador:	Ing. Omar Alex Huamaní Salazar				
Cargo e institución donde labora:	Especialista en mecánicas de suelos y pavimentos				
Instrumento a validar:	Ficha de observación para la obtención de CBR				
Objetivo del instrumento:	Determinar el CBR del suelo al 95 % y 100 % de contenido de humedad				
Autor del instrumento:	Bach. Kelvin Quiñones Sara				
II. Criterios de validación del instrumento					
Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:					
0	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.			
1	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
2	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.			
Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL		0	2	16	
III. Coeficiente de validez					
(D+R+B)/20 =		0.90			

Tabla 21. Resumen de la evaluación de contenido de los ítems del instrumento para la obtención de los límites de consistencia.

Ítem	Expertos			Suma total de acuerdos (S)	V de Aiken
	Ing. Adolfo Eulogio Camayo Ginche	Ing. Katherin Soledad Espíritu Veliz	Ing. Omar Alex Huamaní Salazar		
1	2	1	2	5	0.83
2	2	2	2	6	1.00
3	2	2	1	5	0.83
4	2	2	2	6	1.00
5	2	2	1	5	0.83
6	1	2	2	5	0.83
7	2	1	2	5	0.83
8	2	2	2	6	1.00
9	2	2	2	6	1.00
10	1	2	2	5	0.83
				Sumatoria	9.00
				Número de ítems	10
				Promedio	0.90
				Interpretación	Fuerte

A partir de las tablas previamente detalladas, se presenta un resumen de la evaluación del contenido de los ítems del instrumento para la obtención de los límites de consistencia en la Tabla 21, lo cual permite realizar las siguientes interpretaciones:

- El instrumento consta de 4 ítems (ítem 2, 4, 8 y 9) que presentan una validez de contenido sólida, ya que el coeficiente es de 1.00. Esto indica que los 3 expertos consultados están totalmente de acuerdo en cuanto a la relevancia y pertinencia de estos ítems.
- El instrumento incluye 6 ítems (ítem 1, 3, 5, 6, 7 y 10) que cuentan con una validez de contenido aceptable, dado que el coeficiente es de 0.83. Esta cifra se ubica dentro del rango de 0.80 a 0.89, lo cual indica que existe un grado de acuerdo considerable entre los expertos consultados respecto a la validez de estos ítems.

En conclusión, el coeficiente de validez del instrumento es de 0.90 según la V de Aiken, lo cual representa una validez sólida. Este valor se encuentra dentro del rango de 0.90 a 1.00, lo cual demuestra que el instrumento diseñado es válido y confiable.

Tabla 22. Resumen de la evaluación de contenido de los ítems del instrumento para la obtención de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad.

Ítem	Expertos			Suma total de acuerdos (S)	V de Aiken
	Ing. Adolfo Eulogio Camayo Ginche	Ing. Katherin Soledad Espíritu Veliz	Ing. Omar Alex Huamaní Salazar		
1	1	2	2	5	0.83
2	2	1	2	5	0.83
3	2	2	2	6	1.00
4	2	2	2	6	1.00
5	2	2	2	6	1.00
6	2	2	2	6	1.00
7	2	2	1	5	0.83
8	1	2	2	5	0.83
9	1	2	2	5	0.83
10	1	2	2	5	0.83
				Sumatoria	9.00
				Número de ítems	10
				Promedio	0.90
				Interpretación	Fuerte

Del mismo modo, se presenta un resumen de la evaluación del contenido de los ítems del instrumento para la obtención de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad en la Tabla 22, lo cual permite realizar las siguientes interpretaciones:

- El instrumento consta de 4 ítems (ítem 3, 4, 5 y 6) que presentan una validez de contenido sólida, ya que el coeficiente es de 1.00. Esto indica que los 3 expertos consultados están totalmente de acuerdo en cuanto a la relevancia y pertinencia de estos ítems.
- El instrumento incluye 6 ítems (ítem 1, 2, 7, 8, 9 y 10) que cuentan con una validez de contenido aceptable, dado que el coeficiente es de 0.83. Esta cifra se ubica dentro del rango de 0.80 a 0.89, lo cual indica que existe un grado de acuerdo considerable entre los expertos consultados respecto a la validez de estos ítems.

En conclusión, el coeficiente de validez del instrumento es de 0.90 según la V de Aiken, lo cual representa una validez sólida. Este valor se encuentra dentro del rango de 0.90 a 1.00, lo cual demuestra que el instrumento diseñado es válido y confiable.

Tabla 23. Resumen de la evaluación de contenido de los ítems del instrumento para la obtención del CBR.

Ítem	Expertos			Suma total de acuerdos (S)	V de Aiken
	Ing. Adolfo Eulogio Camayo Ginche	Ing. Katherin Soledad Espíritu Veliz	Ing. Omar Alex Huamaní Salazar		
1	2	2	2	6	1.00
2	2	2	2	6	1.00
3	2	2	2	6	1.00
4	2	2	1	5	0.83
5	1	2	2	5	0.83
6	2	2	1	5	0.83
7	2	1	2	5	0.83
8	2	2	2	6	1.00
9	2	2	2	6	1.00
10	1	2	2	5	0.83
				Sumatoria	9.17
				Número de ítems	10
				Promedio	0.92
				Interpretación	Fuerte

Por último, se presenta un resumen de la evaluación del contenido de los ítems del instrumento para la obtención del CBR en la Tabla 23, lo cual permite realizar las siguientes interpretaciones:

- El instrumento consta de 5 ítems (ítem 1, 2, 3, 8 y 9) que presentan una validez de contenido sólida, ya que el coeficiente es de 1.00. Esto indica que los 3 expertos consultados están totalmente de acuerdo en cuanto a la relevancia y pertinencia de estos ítems.
- El instrumento incluye 5 ítems (ítem 4, 5, 6 y 7) que cuentan con una validez de contenido aceptable, dado que el coeficiente es de 0.83. Esta cifra se ubica dentro del rango de 0.80 a 0.89, lo cual indica que existe un grado de acuerdo considerable entre los expertos consultados respecto a la validez de estos ítems.

En conclusión, el coeficiente de validez del instrumento es de 0.92 según la V de Aiken, lo cual representa una validez sólida. Este valor se encuentra dentro del rango de 0.90 a 1.00, lo cual demuestra que el instrumento diseñado es válido y confiable.

3.4.3. Procedimiento de recolección de datos

El procedimiento para la recolección de datos constó de la exploración y muestreo del suelo, la determinación del contenido de humedad del suelo, granulometría del suelo, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad,

Proctor modificado y CBR, los cuales se encuentran esquematizados en el siguiente diagrama de flujo:

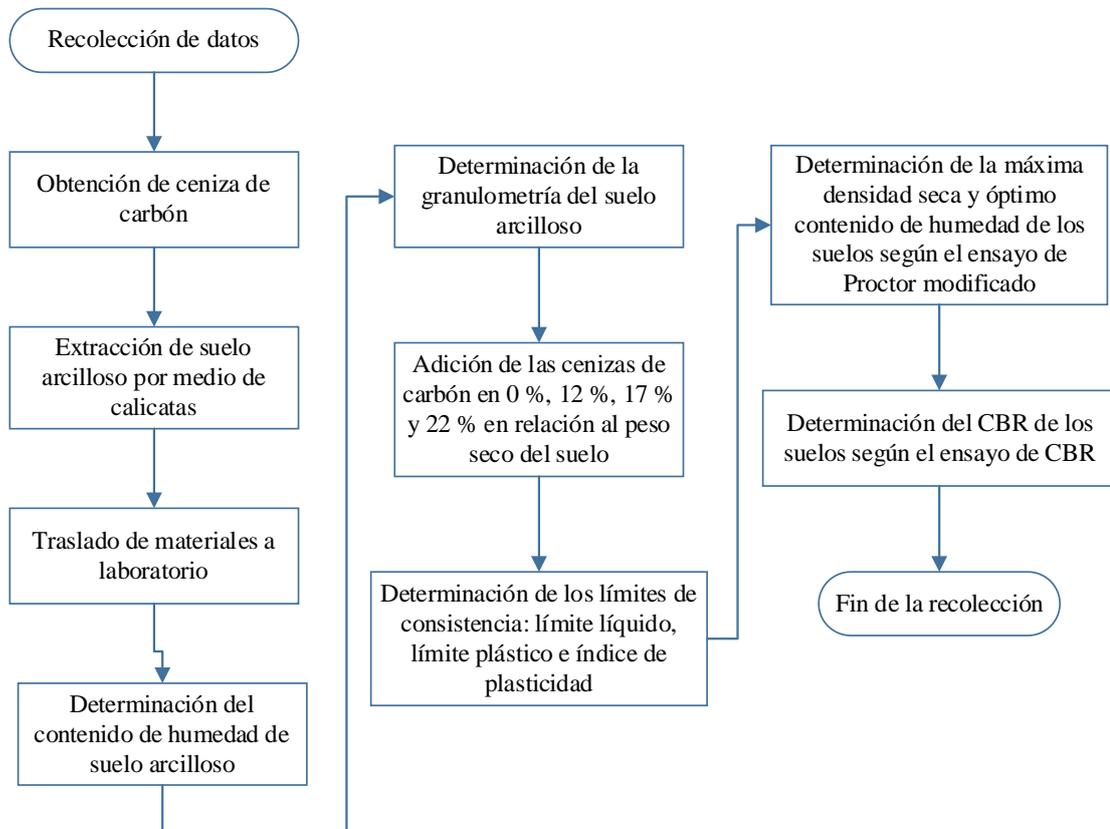


Figura 13. Flujograma de la recolección de datos.

3.4.3.1. Ubicación y acceso a la zona de estudio

La zona de estudio corresponde al Jr. Los Libertadores entre el Jr. Sucre y el Jr. Pichas (según la Figura 14), el mismo que se encuentra a 5.3 km de la plaza Constitución del distrito de Huancayo (tal como se puede observar en la Figura 15), donde para llegar es necesario partir desde la plaza Constitución hasta la Av. Giraldez y se continúa por la Av. Real hasta la Av. Ferrocarril para continuar por esta vía hasta la Av. Arequipa, continuando por esta vía hasta la Av. Leoncio Prado hasta la Av. General Cordova y continuar por esta vía hasta el Jr. 7 de octubre y continuar por esta vía hasta el Jr. La Cantuta llegando así al Jr. Sucre y girar hacia el Jr. Los Libertadores.

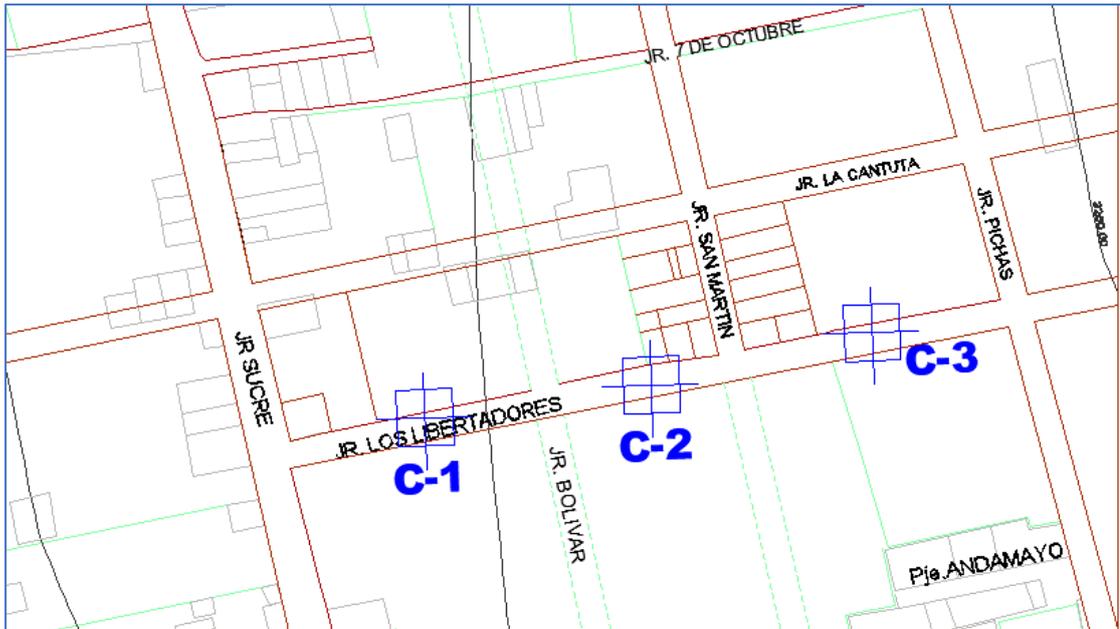


Figura 14. Zona de estudio para la investigación.

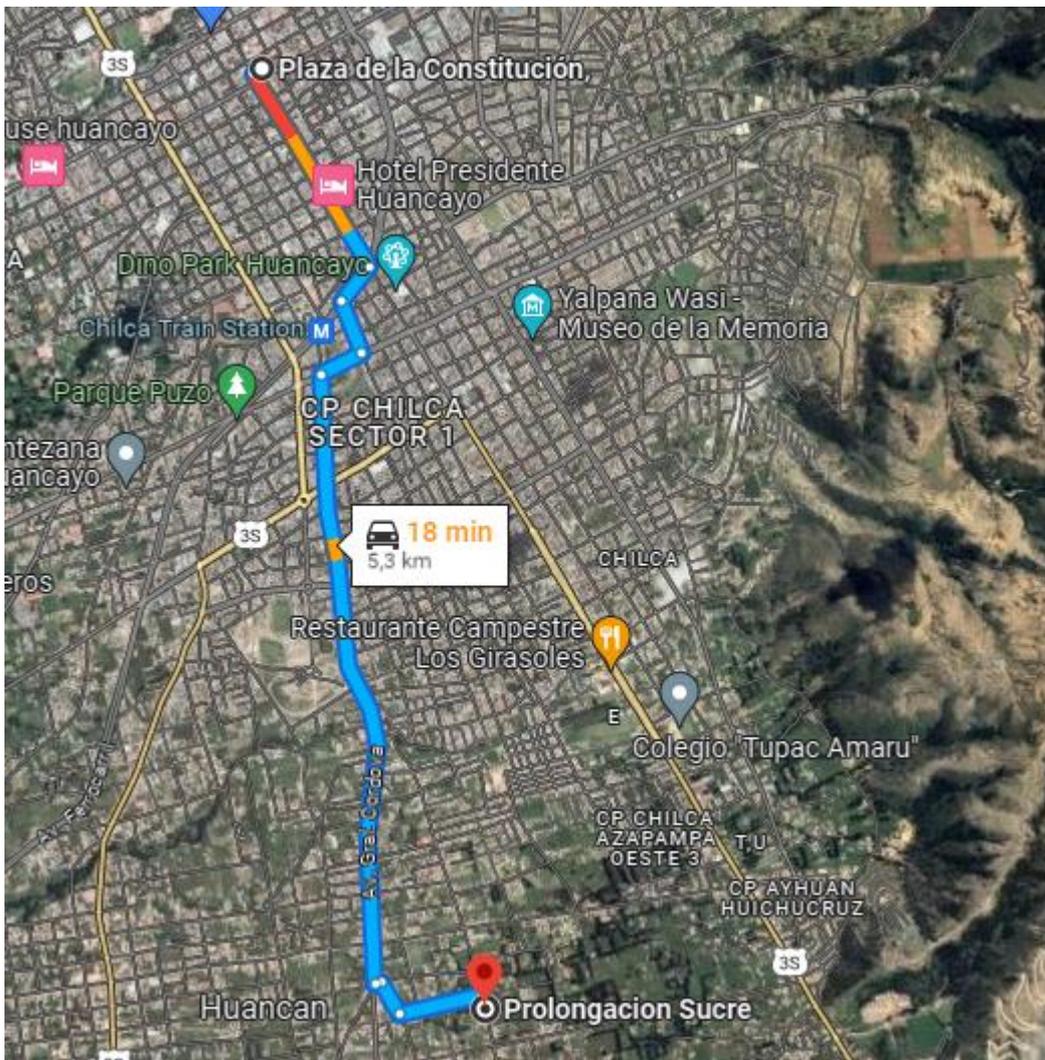


Figura 15. Acceso a la zona de estudio.

Fuente: Google maps [10].

3.4.3.2. Trabajos de exploración

Previamente, para la ubicación de los puntos idóneos de donde se extraerá el material, se realizó la exploración de la zona, según se muestra en la *Figura 16*, lográndose identificar con ello, tres puntos para la ubicación de las calicatas, los cuales se especifican en la tabla 24.



Figura 16. Exploración de la zona de estudio.

Tabla 24. Ubicación geográfica de las calicatas.

Calicata	Coordenadas UTM WG S84		Progresiva
	Norte	Este	
C-1	8661553.79	478247.54	0 + 060
C-2	8661568.00	478346.00	0 + 160
C-3	8661591.00	478442.00	0 + 257.90

3.4.3.3. Extracción de muestras

Se realizó 03 calicatas con ayuda de una retroexcavadora en la zona de estudio de una profundidad de 1.50 m, tal como se muestra en la *Figura 17*, para la extracción del suelo arcilloso, el mismo que fue trasladado al laboratorio de suelos en costales de plástico, tal como se muestra en la *Figura 18*.



Figura 17. Vista de la calicata excavada para la extracción del suelo arcilloso.



Figura 18. Traslado del suelo al laboratorio de suelos.

3.4.3.4. Ensayos en laboratorio

Los ensayos de laboratorio realizados correspondieron a la determinación del contenido de humedad, la granulometría, los límites de consistencia como límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, el Proctor modificado para la obtención de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad, además del CBR, los cuales se procede a detallar:

3.4.3.4.1. Contenido de humedad del suelo

El contenido de humedad del suelo se siguió de acuerdo a las NTP 339.151: Prácticas estándar para la preservación y transporte de suelos y la NTP 339.127: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, tal como se muestra a continuación:



Figura 19. Vista de la ejecución del ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Como se muestra en la imagen anterior, para la determinación fue necesario el uso de un horno eléctrico, en el cual se estimó el peso de la muestra seca y húmeda.

3.4.3.4.2. Granulometría del suelo

La normativa que se consideró fue la NTP 339.128: método de ensayo del análisis granulométrico por tamizado, según se logra observar en la siguiente figura, el desarrollo de este ensayo ha considerado el uso de diversos tamices con aberturas establecidos en las respectivas normativas; ello con la finalidad de poder estimar la gradación del material fino.



Figura 20. Vista del proceso de tamizado del suelo.

3.4.3.4.3. Límites de consistencia: límite líquido y plástico

El límite líquido y plástico de los suelos fueron obtenidos de acuerdo a la NTP 339.129: método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad. Esto es posible ser apreciado en las siguientes figuras:



Figura 21. Vista del ensayo para determinar el límite líquido de los suelos.



Figura 22. Vista del ensayo para determinar el límite plástico del suelo.

3.4.3.4.4. Proctor modificado

Para la obtención del óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca, se realizó el ensayo de Proctor modificado, en concordancia con la NTP 339.141: método de ensayo para la compactación del suelo mediante energía modificada, según las siguientes figuras:



Figura 23. Vista de la ejecución del ensayo de Proctor modificado y de los equipos necesarios.

3.4.3.4.5. CBR

Del mismo modo, para determinar el CBR de los suelos, se consideró el ensayo de CBR según la NTP 339.145: Método de ensayo

de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, tal como se muestra en la siguiente figura:



Figura 24. Determinación del CBR de los suelos.

3.4.3.5. Trabajos de gabinete

Obtenidos los datos tanto de los límites de consistencia, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR, estos fueron procesado en el programa Microsoft Excel con la finalidad de generar tablas y figuras que permitan mostrar de una adecuada interpretación, siguiendo la estadística descriptiva como: promedio, desviación estándar y variación porcentual.

Asimismo, se empleará el programa SPSS para el análisis estadístico inferencial, partiendo con la prueba de normalidad de Shapiro Wilk (número de muestras menor a 50) para elegir la prueba estadística correcta para la comparación de los grupos analizados, es decir, si los datos presentan una distribución normal se empleará el estadístico ANOVA de un factor y de ser una distribución no normal se considerará la prueba de Kruskal-Wallis.

3.4.4. Confiabilidad de instrumentos de investigación

La confiabilidad de un instrumento hace alusión al nivel en el cual la repetición de la aplicación de dicho instrumento al mismo sujeto produce resultados iguales de manera consistente [24].

Por consiguiente, se realizó la prueba piloto, cuyos certificados se adjuntan en el Anexo 05, cuya confiabilidad se midió por medio de la técnica de Alfa de Cronbach, cuya interpretación del coeficiente se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 25. *Los coeficientes de alfa de Cronbach y su interpretación.*

Intervalo	Interpretación
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1.00	Confiabilidad perfecta

Tabla 26. *Datos de la prueba piloto.*

Grupos	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Máxima densidad seca (g/cm ³)	Óptimo contenido de humedad (%)	CBR	
						AI 0.2" al 95 % MDS	AI 0.2" al 100 % MDS
Suelo arcilloso (SA)	26.8	14.61	12.19	1.825	15	3.4	6.1
SA+12CC	30.97	24.85	6.12	1.777	15.6	27	40
SA+17CC	27.6	32.43	4.83	1.752	14.7	31	43.1
SA+22CC	31.99	31.4	0.59	1.736	14.3	25.6	38.9

Ante ello, en la Tabla 26 se consigna los valores obtenidos de la medición de cada una de las propiedades, esto en la prueba piloto.

Aplicada la prueba de fiabilidad de Alfa de Cronbach, se obtuvieron las siguientes tablas:

Tabla 27. *Resumen del procesamiento de datos.*

		N	%
Casos	Válido	4	100.0
	Excluido	0	0.0
	Total	4	100.0

Tabla 28. *Estadística de la fiabilidad.*

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.643	4

En la Tabla 27 se consignó el resumen del procesamiento de datos, donde el número de casos fueron 4 representando el 100 %, mientras que, en la Tabla 28 se tiene un valor de alfa de Cronbach de 0.643, que de acuerdo a la Tabla 25 el instrumento se califica como “confiable”.

Como parte final, en la siguiente tabla se tiene la estadística de la totalidad de los elementos:

Tabla 29. *Estadísticas de la totalidad de los elementos.*

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos de corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Plasticidad	70.448	882.265	-0.818	0.643
Máxima densidad seca	74.608	673.876	-0.823	0.384
Óptimo contenido de humedad	61.480	672.885	-0.034	0.383
CBR al 95 % de la MDS	54.630	185.121	0.981	-1.009
CBR al 100 % de la MDS	44.355	82.553	0.912	-1.544

Asimismo, a continuación, se tiene los valores obtenidos con la aplicación de cada una de las fichas de recolección de datos:

LÍMITES DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:		C-2			
REALIZADO POR:	W. V. M.	MUESTRA:		M-1/ PATRÓN			
Nº Recipiente (g)	T-11	ESTRATO (m):		0.25 – 1.50			
Peso de Recipiente (g)	74.8	PROF. DE EXC (m):		1.50			
R+ M. Seca (g)	397.0	CENIZA DE CARBÓN (%):		-			
R+ M. Lab. Seca (g)	82.4	TIPO DE SUELO:		ARCILLOSO			
TAMÍZ	PESO RETENIDO (g)	FECHA DE RECEPCIÓN:		20 – 06 - 2023			
6"		FECHA DE ENSAYO:		20 – 06 - 2023			
5"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		LÍMITE PLÁSTICO			
4"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)		(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)			
3"		Realizado por: K. Q. S.		Realizado por: K. Q. S.			
2 ^{1/2} "		Hora de ingreso al horno: 9.15 am		Hora de ingreso al horno: 10.18 am			
2"		Nº Recipiente		H-26	Nº Ensayo	1	2
1 ^{1/2} "		Peso de Recipiente (g)		109.40	Nº Recipiente (L-39	L-03
1"		R + Muestra Húmeda (g)		465.3	Peso de Recipiente (g)	25.24	24.88
3/4"		R + Muestra Seca (g)		422.5	R+ Muestra Hum. (g)	45.40	45.21
1/2"		R + Muestra Seca (g)		422.5	R+ Muestra Seca (g)	42.51	42.13
3/8"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
1/4"		Realizado por: K. Q. S.					
Nº4	0.8	Hora de ingreso al horno: 10.33 am					
Nº10	0.7			F.E. --05---/---07---/--2023--/			
Nº20	0.2	Nº Ensayo	Nº Golpe	Nº Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
Nº40	1.0	1	15	L-51	23.97	37.78	34.32
Nº80	1.0	2	24	L-48	22.64	35.07	32.22
Nº100	1.8	3	34	L-72	25.82	38.67	35.92
Nº200	2.1						
OBSERVACIONES:							

LÍMITES DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-3				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1/ PATRÓN				
Nº Recipiente (g)	H-24	ESTRATO (m):	0.10 – 1.50				
Peso de Recipiente (g)	71.92	PROF. DE EXC (m):	1.50				
R+ M. Seca (g)	334.22						
R+ M. Lab. Seca (g)	83.92	CENIZA DE CARBÓN (%):	-				
TAMÍZ	PESO	TIPO DE SUELO:	ARCILLOSO				
	RETENIDO (g)						
6"		FECHA DE RECEPCIÓN:	20 – 06 - 2023				
5"		FECHA DE ENSAYO:	28 – 06 - 2023				
4"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL (ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)	LÍMITE PLÁSTICO				
3"			(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
2 ^{1/2} "		Realizado por:	K. Q. S.				
2"		Hora de ingreso al horno:	9.30 am				
1 ^{1/2} "		Nº Recipiente	H-24	Nº Ensayo	1	2	
1 "				Nº Recipiente	L-29	L-41	
3/4"		Peso de Recipiente (g)	71.92	Peso de Recipiente (g)	24.89	25.00	
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)	412.7	R+ Muestra Hum. (g)	44.67	48.02	
3/8"		R + Muestra Seca (g)	363.0	R+ Muestra Seca (g)	41.97	44.89	
1/4"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
Nº4	0.9	Realizado por:	K. Q. S.				
Nº10	1.2	Hora de ingreso al horno:	11.27 am				
Nº20	0.7	Nº Ensayo	Nº Golpe	Nº Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
Nº40	1.3	1	16	L-38	21.95	34.77	32.11
Nº80	1.5	2	24	L-55	24.81	36.87	34.48
Nº100	1.6	3	33	L-63	23.22	40.19	36.93
Nº200	4.8						
OBSERVACIONES:							

LÍMITES DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-1				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1				
N° Recipiente (g)		ESTRATO (m):	2				
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50				
R+ M. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):	12				
R+ M. Lab. Seca (g)		TIPO DE SUELO:	ARCILLOSO				
TAMÍZ	PESO RETENIDO (g)	FECHA DE RECEPCIÓN:	20 – 06 - 2023				
6"		FECHA DE ENSAYO:	05 – 07 - 2023				
5"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO				
4"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
3"		Realizado por: W. V. M.	Realizado por: W. V. M.				
2 ^{1/2} "		Hora de ingreso al horno:	Hora de ingreso al horno: 3.30 pm				
2"		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2		
1 ^{1/2} "			N° Recipiente	L-24	L-54		
1 "		Peso de Recipiente (g)	Peso de Recipiente (g)	21.82	21.29		
3/4"		R + Muestra Húmeda (g)	R+ Muestra Hum. (g)	42.01	42.48		
1/2"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Seca (g)	37.87	38.29		
3/8"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
1/4"		Realizado por: W. V. M.					
N°4		Hora de ingreso al horno: 4.10 pm				F.E. --05---/--07---/--2023--/	
N°10		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	
N°20		1	15	L-67	27.54	41.00	
N°40		2	24	L-53	22.41	40.16	
N°80		3	33	L-22	24.53	41.66	
N°100						37.79	
N°200							
OBSERVACIONES:							

LÍMITES DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-1				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1				
N° Recipiente (g)		ESTRATO (m):	2				
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50				
R+ M. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):	17				
R+ M. Lab. Seca (g)		TIPO DE SUELO:	ARCILLOSO				
TAMÍZ	PESO RETENIDO (g)	FECHA DE RECEPCIÓN:	20 – 06 - 2023				
6"		FECHA DE ENSAYO:	05 – 07 - 2023				
5"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO				
4"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
3"		Realizado por:	K. Q. S.				
2 ^{1/2} "		Hora de ingreso al horno:	2.15 pm				
2"		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2		
1 ^{1/2} "			N° Recipiente	L-04	L-17		
1 "		Peso de Recipiente (g)	Peso de Recipiente (g)	24.13	24.29		
3/4"		R + Muestra Húmeda (g)	R+ Muestra Hum. (g)	44.47	44.31		
1/2"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Seca (g)	39.98	39.83		
3/8"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
1/4"		Realizado por:	K. Q. S.				
N°4		Hora de ingreso al horno:	3.00 pm				
N°10						F.E. --05---/---07---/--2023--/	
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
N°40		1	15	L-29	25.52	41.11	36.19
N°80		2	24	L-17	22.98	38.77	34.82
N°100		3	33	L-65	24.36	41.77	37.61
N°200							
OBSERVACIONES:							

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-1				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1				
N° Recipiente (g)		ESTRATO (m):	2				
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50				
R+ M. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):	22				
R+ M. Lab. Seca (g)		TIPO DE SUELO:	ARCILLOSO				
TAMÍZ	PESO RETENIDO (g)	FECHA DE RECEPCIÓN:	20 – 06 - 2023				
6"		FECHA DE ENSAYO:	05 – 07 - 2023				
5"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO				
4"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
3"		Realizado por:	K. Q. S.				
2 ^{1/2} "		Hora de ingreso al horno:	6.17 pm				
2"		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2		
1 ^{1/2} "			N° Recipiente	L-17	L-23		
1 "		Peso de Recipiente (g)	Peso de Recipiente (g)	23.32	24.42		
3/4"		R + Muestra Húmeda (g)	R+ Muestra Hum. (g)	44.21	46.71		
1/2"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Seca (g)	39.14	41.39		
3/8"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
1/4"		Realizado por:	K. Q. S.				
N°4		Hora de ingreso al horno:	7.20 pm				
N°10						F.E. --05---/---07---/--2023--/	
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
N°40		1	16	L-19	23.98	40.13	35.92
N°80		2	25	L-73	25.82	39.08	35.73
N°100		3	33	L-37	22.63	45.24	32.13
N°200							
OBSERVACIONES:							

LÍMITES DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-2				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1				
N° Recipiente (g)		ESTRATO (m):	0.25 – 1.50				
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50				
R+ M. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):	12				
R+ M. Lab. Seca (g)		TIPO DE SUELO:	ARCILLOSO				
TAMÍZ	PESO RETENIDO (g)	FECHA DE RECEPCIÓN:	20 – 06 - 2023				
6"		FECHA DE ENSAYO:	06 – 07 - 2023				
5"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO				
4"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
3"		Realizado por:	K. Q. S.				
2 ^{1/2} "		Hora de ingreso al horno:	8.30 am				
2"		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2		
1 ^{1/2} "							
1 "		Peso de Recipiente (g)	N° Recipiente	L-13	L-11		
3/4"							
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)	Peso de Recipiente (g)	22.98	23.97		
3/8"							
1/4"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Hum. (g)	43.01	44.72		
			R+ Muestra Seca (g)	38.66	40.27		
		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
N°4		Realizado por:	K. Q. S.				
N°10		Hora de ingreso al horno:	9.17 am				
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
N°40		1	16	L-47	24.29	36.79	33.49
N°80		2	24	Y-1	25.23	37.43	34.32
N°100		3	34	L-02	22.60	39.64	36.16
N°200							
OBSERVACIONES:							

LÍMITES DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-2				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1				
N° Recipiente (g)		ESTRATO (m):	0.25 – 1.50				
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50				
R+ M. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):	17				
R+ M. Lab. Seca (g)		TIPO DE SUELO:	ARCILLOSO				
TAMÍZ	PESO RETENIDO (g)	FECHA DE RECEPCIÓN:	20 – 06 - 2023				
6"		FECHA DE ENSAYO:	06 – 07 - 2023				
5"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO				
4"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
3"		Realizado por:	K. Q. S.				
2 ^{1/2} "		Hora de ingreso al horno:	6.00 pm				
2"		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2		
1 ^{1/2} "			N° Recipiente	L-27	L-32		
1 "		Peso de Recipiente (g)	Peso de Recipiente (g)	25.60	23.78		
3/4"		R + Muestra Húmeda (g)	R+ Muestra Hum. (g)	45.18	43.60		
1/2"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Seca (g)	40.71	39.11		
3/8"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
1/4"		Realizado por:	K. Q. S.				
N°4		Hora de ingreso al horno:	6.42 pm				
N°10						F.E. --06---/--07---/--2023--/	
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
N°40		1	16	L-15	22.42	34.88	31.46
N°80		2	24	L-50	24.36	37.13	33.88
N°100		3	33	L-39	27.54	40.92	37.74
N°200							
OBSERVACIONES:							

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-2				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1				
N° Recipiente (g)		ESTRATO (m):	0.25 – 1.50				
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50				
R+ M. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):	22				
R+ M. Lab. Seca (g)		TIPO DE SUELO:	ARCILLOSO				
TAMÍZ	PESO RETENIDO (g)	FECHA DE RECEPCIÓN:	20 – 06 - 2023				
6"		FECHA DE ENSAYO:	06 – 07 - 2023				
5"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO				
4"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
3"		Realizado por:	K. Q. S.				
2 ^{1/2} "		Hora de ingreso al horno:	11.17 am				
2"		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2		
1 ^{1/2} "		Peso de Recipiente (g)	N° Recipiente	L-09	L-24		
1 "		R + Muestra Húmeda (g)	Peso de Recipiente (g)	23.84	22.41		
3/4"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Hum. (g)	43.81	42.73		
1/2"			R+ Muestra Seca (g)	39.15	37.92		
3/8"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
1/4"		Realizado por:	K. Q. S.				
N°4		Hora de ingreso al horno:	12.11 pm				
N°10						F.E. --06---/--07---/--2023--/	
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
N°40		1	15	L-13	24.29	39.12	35.38
N°80		2	25	L-61	25.24	41.36	37.39
N°100		3	33	L-22	23.22	39.90	35.10
N°200							
OBSERVACIONES:							

LÍMITES DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-3				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1				
N° Recipiente (g)		ESTRATO (m):	0.10 – 1.50				
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50				
R+ M. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):	12				
R+ M. Lab. Seca (g)		TIPO DE SUELO:	ARCILLOSO				
TAMÍZ	PESO RETENIDO (g)	FECHA DE RECEPCIÓN:	20 – 06 - 2023				
6"		FECHA DE ENSAYO:	07 – 07 - 2023				
5"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO				
4"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
3"		Realizado por:	K. Q. S.				
2 ^{1/2} "		Hora de ingreso al horno:	Hora de ingreso al horno:				
2"							
1 ^{1/2} "		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2		
1 "			N° Recipiente	L-35	L-77		
3/4"		Peso de Recipiente (g)	Peso de Recipiente (g)	27.54	24.37		
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)	R+ Muestra Hum. (g)	47.78	44.64		
3/8"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Seca (g)	43.71	40.57		
1/4"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
N°4		Realizado por:	K. Q. S.				
N°10		Hora de ingreso al horno:	9.17 am				
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
N°40		1	15	L-17	24.42	37.98	34.68
N°80		2	24	L-54	22.21	36.41	33.19
N°100		3	33	L-21	23.68	38.62	35.40
N°200							
OBSERVACIONES:							

LÍMITES DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-3				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1				
N° Recipiente (g)		ESTRATO (m):	0.10 – 1.50				
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50				
R+ M. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):	17				
R+ M. Lab. Seca (g)		TIPO DE SUELO:	ARCILLOSO				
TAMÍZ	PESO RETENIDO (g)	FECHA DE RECEPCIÓN:	20 – 06 - 2023				
6"		FECHA DE ENSAYO:	07 – 07 - 2023				
5"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO				
4"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
3"		Realizado por:	K. Q. S.				
2 ^{1/2} "		Hora de ingreso al horno:	2.00 pm				
2"		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2		
1 ^{1/2} "							
1 "				L-19	L-36		
3/4"		Peso de Recipiente (g)	Peso de Recipiente (g)	22.21	24.35		
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)	R+ Muestra Hum. (g)	42.52	44.16		
3/8"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Seca (g)	38.27	40.00		
1/4"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
N°4		Realizado por:	K. Q. S.				
N°10		Hora de ingreso al horno:	3.09 pm				
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
N°40		1	15	L-31	23.77	41.01	36.86
N°80		2	24	L-55	24.53	37.70	34.68
N°100		3	33	L-71	23.83	36.52	33.70
N°200							
OBSERVACIONES:							

LÍMITES DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-3				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1				
N° Recipiente (g)		ESTRATO (m):	0.10 – 1.50				
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50				
R+ M. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):	22				
R+ M. Lab. Seca (g)		TIPO DE SUELO:	ARCILLOSO				
TAMÍZ	PESO RETENIDO (g)	FECHA DE RECEPCIÓN:	20 – 06 - 2023				
6"		FECHA DE ENSAYO:	08 – 07 - 2023				
5"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO				
4"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
3"		Realizado por:	K. Q. S.				
2 ^{1/2} "		Hora de ingreso al horno:	11.28 am				
2"		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2		
1 ^{1/2} "							
1 "							
3/4"		Peso de Recipiente (g)	Peso de Recipiente (g)	24.81	23.23		
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)	R+ Muestra Hum. (g)	44.32	44.22		
3/8"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Seca (g)	40.03	39.54		
1/4"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
N°4		Realizado por:	K. Q. S.				
N°10		Hora de ingreso al horno:	2.18 pm				
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
N°40		1	15	L-29	23.60	36.83	33.67
N°80		2	24	L-31	23.84	39.47	35.94
N°100		3	33	L-55	24.43	40.07	36.67
N°200							
OBSERVACIONES:							

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
CALICATA:	C-1	MÉTODO:		A		
MUESTRA:	M-1 / PATRÓN	CENIZA DE CARBÓN (%):		---		
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50	FECHA DE INICIO:		22 - 06 - 2023		
PROCTOR (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)						
Ceniza de Carbón (%)	---	---	---	---	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	T-10
H2O (%)	9	12	15	18	Peso de Recipiente (g)	109.5
N° Recipiente	H-16	H-14	H-12	H-18	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	306.9
Peso de Recipiente (g)	70.3	70.0	72.2	72.2	Recipiente + Muestra Seca (g)	303.5
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	458.5	467.0	387.3	395.6	Humedad inicial (%)	1.75
Recipiente + Muestra Seca (g)	426.0	424.4	345.9	346.7	Hora de ingreso al horno: 9.17 am	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3419	3549	3613	3594	Realizado por: W. V. M.	
Realizado por: W. V. M.			F.E: ...22./...06./...2023		F.E: 22./...06./...2023	
Hora de ingreso al horno: 9.17 am			MDS: 1.834 g/cm3		OCH: 14.0 %	
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
CALICATA:	C-2		MÉTODO:	A		
MUESTRA:	M-1 / PATRÓN		CENIZA DE CARBÓN (%):	----		
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50		FECHA DE INICIO:	23 - 06 - 2023		
PROCTOR (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)						
Ceniza de Carbón (%)	---	---	---	---	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	J-5
H2O (%)	7	10	13	16	Peso de Recipiente (g)	122.9
N° Recipiente	H-03	H-05	H-02	H-30	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	312.2
Peso de Recipiente (g)	70.3	112.7	104.2	117.5	Recipiente + Muestra Seca (g)	310.4
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	289.3	393.2	320.9	362.6	Humedad inicial (%)	0.96
Recipiente + Muestra Seca (g)	275.0	367.3	295.5	328.4	Hora de ingreso al horno: 8.15 am	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3371	3532	3589	3554	Realizado por: K. Q. S.	
Realizado por: K. Q. S.			F.E: ...23./...06./...2023		F.E: 23./...06./...2023	
Hora de ingreso al horno: 8.20 am			MDS: 1.847 g/cm3		OCH: 11.8 %	
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
CALICATA:	C-3	MÉTODO:		A		
MUESTRA:	M-1 / PATRÓN	CENIZA DE CARBÓN (%):		---		
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50	FECHA DE INICIO:		25 - 06 - 2023		
P R O C T O R (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)						
Ceniza de Carbón (%)	---	---	---	---	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	T-21
H2O (%)	8	11	14	17	Peso de Recipiente (g)	109.8
N° Recipiente	H-31	H-27	H-21	H-14	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	361.2
Peso de Recipiente (g)	70.3	112.7	104.2	117.5	Recipiente + Muestra Seca (g)	350.5
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	292.2	396.1	323.0	364.9	Humedad inicial (%)	4.45
Recipiente + Muestra Seca (g)	275.0	367.3	295.5	328.4	Hora de ingreso al horno: 10.33 am	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3481	3642	3699	3664	Realizado por: K. Q. S.	
Realizado por: K. Q. S.			F.E: ...25./...06./...2023		F.E: 25./...06./...2023	
Hora de ingreso al horno: 10.42 am			MDS: 1.932 g/cm3		OCH: 12.9 %	
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
CALICATA:	C-1	MÉTODO:		A		
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):		12		
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50	FECHA DE INICIO:		22 - 06 - 2023		
P R O C T O R (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)						
Ceniza de Carbón (%)	12	12	12	12	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	--
H2O (%)	10	13	16	19	Peso de Recipiente (g)	---
N° Recipiente	H-22	H-18	H-16	H-14	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	---
Peso de Recipiente (g)	72.2	72.3	69.8	70.0	Recipiente + Muestra Seca (g)	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	371.6	453.5	337.1	393.3	Humedad inicial (%)	---
Recipiente + Muestra Seca (g)	343.6	409.1	299.4	340.8	Hora de ingreso al horno:	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3371	3496	3568	3538	Realizado por:	
Realizado por: K. Q. S.			F.E: ...22./...06./...2023		F.E:/...../.....	
Hora de ingreso al horno: 9.40 am			MDS: 1.771 g/cm³		OCH: 15.5 %	
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
CALICATA:	C-1	MÉTODO:		A		
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):		17		
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50	FECHA DE INICIO:		22 - 06 - 2023		
P R O C T O R (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)						
Ceniza de Carbón (%)	17	17	17	17	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	--
H2O (%)	11	14	17	20	Peso de Recipiente (g)	---
N° Recipiente	H-10	H-21	H-17	H-12	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	---
Peso de Recipiente (g)	68.8	104.7	71.2	73.6	Recipiente + Muestra Seca (g)	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	343.3	430.6	347.2	340.5	Humedad inicial (%)	---
Recipiente + Muestra Seca (g)	314.8	389.5	306.1	294.9	Hora de ingreso al horno:	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3367	3502	3574	3544	Realizado por:	
Realizado por: K. Q. S.			F.E: ...22./...06./...2023		F.E:/...../.....	
Hora de ingreso al horno: 10.29 am			MDS: 1.757 g/cm³		OCH: 17.1 %	
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
CALICATA:	C-1	MÉTODO:		A		
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):		22		
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50	FECHA DE INICIO:		22 - 06 - 2023		
PROCTOR (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)						
Ceniza de Carbón (%)	22	22	22	22	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	--
H2O (%)	9	12	15	18	Peso de Recipiente (g)	---
N° Recipiente	H-02	H-01	H-03	H-10	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	---
Peso de Recipiente (g)	104.2	112.8	70.3	109.5	Recipiente + Muestra Seca (g)	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	348.3	372.6	384.5	355.5	Humedad inicial (%)	---
Recipiente + Muestra Seca (g)	328.2	344.6	343.3	317.6	Hora de ingreso al horno:	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3340	3447	3496	3491	Realizado por:	
Realizado por: K. Q. S.			F.E: ...22./...06./...2023		F.E:/...../.....	
Hora de ingreso al horno: 11.47 am			MDS: 1.727 g/cm³		OCH: 13.6 %	
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
CALICATA:	C-2	MÉTODO:		A		
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):		12		
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50	FECHA DE INICIO:		23 - 06 - 2023		
PROCTOR (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)						
Ceniza de Carbón (%)	12	12	12	12	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	--
H2O (%)	8	11	17	18	Peso de Recipiente (g)	---
N° Recipiente	H-23	H-17	H-13	H-11	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	---
Peso de Recipiente (g)	72.1	72.2	69.9	71.0	Recipiente + Muestra Seca (g)	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	365.6	446.8	332.0	387.5	Humedad inicial (%)	---
Recipiente + Muestra Seca (g)	343.6	409.1	299.4	340.8	Hora de ingreso al horno:	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3352	3476	3547	3516	Realizado por:	
Realizado por: K. Q. S.			F.E: ...23./...06./...2023		F.E:/...../.....	
Hora de ingreso al horno: 9.31 am			MDS: 1.784 g/cm³		OCH: 13.5 %	
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
CALICATA:	C-2	MÉTODO:		A		
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):		17		
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50	FECHA DE INICIO:		23 - 06 - 2023		
PROCTOR (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)						
Ceniza de Carbón (%)	17	17	17	17	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	--
H2O (%)	9	12	15	18	Peso de Recipiente (g)	---
N° Recipiente	H-17	H-25	H-35	H-06	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	---
Peso de Recipiente (g)	68.9	109.4	71.6	73.1	Recipiente + Muestra Seca (g)	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	337.4	423.9	341.7	335.5	Humedad inicial (%)	---
Recipiente + Muestra Seca (g)	314.8	389.5	306.1	294.9	Hora de ingreso al horno:	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3337	3471	3550	3514	Realizado por:	
Realizado por: K. Q. S.			F.E: ...24./...06./...2023		F.E:/...../.....	
Hora de ingreso al horno: 11.25 am			MDS: 1.770 g/cm³		OCH: 14.8 %	
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
CALICATA:	C-2	MÉTODO:		A		
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):		22		
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50	FECHA DE INICIO:		24 - 06 - 2023		
P R O C T O R (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)						
Ceniza de Carbón (%)	22	22	22	22	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	--
H2O (%)	7	10	13	16	Peso de Recipiente (g)	---
N° Recipiente	H-08	H-09	H-17	H-18	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	---
Peso de Recipiente (g)	104.2	112.8	70.3	108.5	Recipiente + Muestra Seca (g)	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	343.5	367.8	378.8	351.1	Humedad inicial (%)	---
Recipiente + Muestra Seca (g)	328.1	344.6	343.3	317.6	Hora de ingreso al horno:	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3320	3427	3476	3471	Realizado por:	
Realizado por: K. Q. S.			F.E: ...24./...06./...2023		F.E:/...../.....	
Hora de ingreso al horno: 2.47 am			MDS: 1.739 g/cm3		OCH: 11.5 %	
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
CALICATA:	C-3	MÉTODO:		A		
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):		12		
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50	FECHA DE INICIO:		25 - 06 - 2023		
P R O C T O R (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)						
Ceniza de Carbón (%)	12	12	12	12	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	--
H2O (%)	9	12	15	18	Peso de Recipiente (g)	---
N° Recipiente	H-15	H-05	H-19	H-35	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	---
Peso de Recipiente (g)	72.1	72.2	69.9	71.0	Recipiente + Muestra Seca (g)	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	368.3	450.2	334.3	390.2	Humedad inicial (%)	---
Recipiente + Muestra Seca (g)	343.6	409.1	299.4	340.8	Hora de ingreso al horno:	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3457	3581	3652	3621	Realizado por:	
Realizado por: K. Q. S.			F.E: ...25./...06./...2023		F.E:/...../.....	
Hora de ingreso al horno: 1.34 am			MDS: 1.866 g/cm3		OCH: 14.4 %	
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
CALICATA:	C-3	MÉTODO:		A		
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):		17		
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50	FECHA DE INICIO:		25 - 06 - 2023		
PROCTOR (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)						
Ceniza de Carbón (%)	17	17	17	17	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	--
H2O (%)	10	12	16	19	Peso de Recipiente (g)	---
N° Recipiente	H-19	H-33	H-24	H-03	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	---
Peso de Recipiente (g)	68.9	109.4	71.6	73.1	Recipiente + Muestra Seca (g)	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	341.6	428.2	345.5	339.0	Humedad inicial (%)	---
Recipiente + Muestra Seca (g)	314.8	389.5	306.1	294.9	Hora de ingreso al horno:	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3461	3592	3663	3614	Realizado por:	
Realizado por: K. Q. S.			F.E: ...25./...06./...2023		F.E:/...../.....	
Hora de ingreso al horno: 4.43 pm			MDS: 1.852 g/cm3		OCH: 16.0 %	
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
CALICATA:	C-3	MÉTODO:		A		
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):		22		
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50	FECHA DE INICIO:		26 - 06 - 2023		
P R O C T O R (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)						
Ceniza de Carbón (%)	22	22	22	22	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	--
H2O (%)	8	11	14	16	Peso de Recipiente (g)	---
N° Recipiente	H-11	H-20	H-15	H-17	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	---
Peso de Recipiente (g)	104.2	112.8	70.3	109.5	Recipiente + Muestra Seca (g)	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	345.6	369.9	381.5	351.1	Humedad inicial (%)	---
Recipiente + Muestra Seca (g)	328.1	344.6	343.3	317.6	Hora de ingreso al horno:	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3418	3525	3574	3549	Realizado por:	
Realizado por: W. V. M.			F.E: ...26./...06./...2023		F.E:/...../.....	
Hora de ingreso al horno: 10.47 am			MDS: 1.821 g/cm3		OCH: 12.4 %	
OBSERVACIONES:						

	CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)		
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1 / PATRÓN	CENIZA DE CARBÓN (%):	--
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27 - 06 - 2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	735	735	735
Peso de Molde (g)	8375	8365	8353
Volumen de Molde (cm ³)	2114	2215	2111
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12797	12794	12354
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 9.00 am	F.E: ...27...../.....06...../....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	423.2	398.3	398.8
Recipiente + Muestra Seca (g)	371.2	348.7	349.5
EXPANSIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:/...../.....
0 horas	0	0	0
24 horas	139	199	302
48 horas	166	244	377
72 horas	188	263	403
96 horas	204	288	412
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	13110	13255	12877
PENETRACIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:/...../.....
0 seg	0	0	0
30 seg	0.08 KN	0.07 KN	0.05 KN
1 min	0.19 KN	0.14 KN	0.14 KN
1 min 30 seg	0.30 KN	0.22 KN	0.18 KN
2 min	0.43 KN	0.30 KN	0.22 KN
3 min	0.73 KN	0.45 KN	0.30 KN
4 min	1.09 KN	0.60 KN	0.38 KN
6 min	1.89 KN	0.87 KN	0.50 KN
8 min	2.58 KN	1.12 KN	0.62 KN
10 min	3.06 KN	1.36 KN	0.73 KN
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 10.00am	F.E: ...01...../...07...../.....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	423.7	437.1	401.3
Recipiente + Muestra Seca (g)	371.2	356.8	320.7

	CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)		
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1 / PATRÓN	CENIZA DE CARBÓN (%):	--
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27 - 06 - 2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	650.4	650.4	650.4
Peso de Molde (g)	8378	8325	8369
Volumen de Molde (cm ³)	2067	2186	2109
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12811	12617	12285
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 8.12 pm	F.E: ...27...../....06...../....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	456.4	410.3	476.6
Recipiente + Muestra Seca (g)	407.8	367.0	427.0
EXPANSIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:/...../.....
0 horas	0	0	0
24 horas	128	187	247
48 horas	153	231	358
72 horas	178	247	387
96 horas	188	271	399
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	13022	13070	12854
PENETRACIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:/...../.....
0 seg	0	0	0
30 seg	0.10 KN	0.08 KN	0.07 KN
1 min	0.21 KN	0.16 KN	0.15 KN
1 min 30 seg	0.35 KN	0.26 KN	0.22 KN
2 min	0.53 KN	0.34 KN	0.27 KN
3 min	0.89 KN	0.51 KN	0.35 KN
4 min	1.25 KN	0.67 KN	0.42 KN
6 min	2.04 KN	0.98 KN	0.58 KN
8 min	2.71 KN	1.28 KN	0.73 KN
10 min	3.15 KN	1.57 KN	0.89 KN
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 11.25 am	F.E: ...01...../...07...../....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	426.4	439.6	389.6
Recipiente + Muestra Seca (g)	370.4	368.8	321.3

	CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)		
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1 / PATRÓN	CENIZA DE CARBÓN (%):	--
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	28 - 06 - 2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	507	507	507
Peso de Molde (g)	8344	8336	8422
Volumen de Molde (cm ³)	2123	2137	2120
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12975	12768	12586
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 2.20 pm	F.E: ...28...../.....06...../....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	500.3	426.4	506.8
Recipiente + Muestra Seca (g)	443.1	378.0	448.9
EXPANSIÓN		Realizado por: M. P.	F.E:/...../.....
0 horas	0	0	0
24 horas	115	178	231
48 horas	145	224	302
72 horas	167	231	321
96 horas	175	263	367
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	13148	13144	13121
PENETRACIÓN		Realizado por: M. P.	F.E:/...../.....
0 seg	0	0	0
30 seg	0.19 KN	0.10 KN	0.09 KN
1 min	0.36 KN	0.22 KN	0.18 KN
1 min 30 seg	0.55 KN	0.34 KN	0.28 KN
2 min	0.71 KN	0.51 KN	0.34 KN
3 min	1.02 KN	0.67 KN	0.45 KN
4 min	1.45 KN	0.90 KN	0.58 KN
6 min	2.01 KN	1.18 KN	0.77 KN
8 min	2.75 KN	1.45 KN	0.95 KN
10 min	3.11 KN	1.68 KN	1.12 KN
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 3.01 pm	F.E: ...02...../...07...../.....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	382.8	413.7	404.8
Recipiente + Muestra Seca (g)	331.7	349.1	335.1

 Universidad Continental	CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)		
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	12
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27 - 06 - 2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	924	924	924
Peso de Molde (g)	8353	8378	8356
Volumen de Molde (cm ³)	2117	2122	2118
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12683	12542	12272
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 9.30 am	F.E: ...27...../.....06...../....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	463.3	389.5	410.0
Recipiente + Muestra Seca (g)	401.1	336.7	355.3
EXPANSIÓN		Realizado por: K. Q. S.	F.E:/...../.....
0 horas	0	0	0
24 horas	15	27	38
48 horas	45	62	81
72 horas	94	124	138
96 horas	137	168	192
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	12873	12961	12020
PENETRACIÓN		Realizado por: K. Q. S.	F.E:/...../.....
0 seg	0	0	0
30 seg	1.32 KN	0.91 KN	0.34 KN
1 min	2.59 KN	1.54 KN	0.61 KN
1 min 30 seg	3.87 KN	2.26 KN	1.02 KN
2 min	4.82 KN	3.01 KN	1.30 KN
3 min	6.14 KN	4.15 KN	1.90 KN
4 min	7.96 KN	5.24 KN	2.51 KN
6 min	10.03 KN	6.97 KN	3.42 KN
8 min	11.50 KN	8.14 KN	4.41 KN
10 min	12.47 KN	9.01 KN	5.22 KN
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 10.30 am	F.E: ...01...../...07...../....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	398.7	431.6	432.6
Recipiente + Muestra Seca (g)	338.2	353.4	425.3

	CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)		
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	17
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27 - 06 - 2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	1092.92	1092.92	1092.92
Peso de Molde (g)	8317	8353	8361
Volumen de Molde (cm ³)	2123	2145	2136
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12685	12579	12326
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 10.27 am	F.E: ...27...../.....06...../....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	379.0	410.2	425.4
Recipiente + Muestra Seca (g)	323.6	350.0	362.3
EXPANSIÓN		Realizado por: K. Q. S.	F.E:/...../.....
0 horas	0	0	0
24 horas	17	31	43
48 horas	49	68	91
72 horas	112	145	149
96 horas	145	179	203
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	12866	12962	12947
PENETRACIÓN		Realizado por: K. Q. S.	F.E:/...../.....
0 seg	0	0	0
30 seg	1.61 KN	1.05 KN	0.41 KN
1 min	3.02 KN	1.88 KN	0.72 KN
1 min 30 seg	4.30 KN	2.52 KN	1.13 KN
2 min	5.39 KN	3.41 KN	1.53 KN
3 min	6.14 KN	4.80 KN	2.08 KN
4 min	8.41 KN	5.74 KN	2.65 KN
6 min	10.63 KN	7.29 KN	3.71 KN
8 min	12.28 KN	8.40 KN	4.74 KN
10 min	13.60 KN	9.22 KN	5.42 KN
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 10.45 am	F.E: ...01...../...07...../.....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	412.4	425.4	426.9
Recipiente + Muestra Seca (g)	342.2	343.9	336.4

		CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)	
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA	
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	22
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27 - 06 - 2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	867.42	867.42	867.42
Peso de Molde (g)	8386	8313	8354
Volumen de Molde (cm ³)	2111	2123	2117
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12531	12305	12177
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno:	F.E: ...27...../.....06...../.....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	423.6	389.8	432.6
Recipiente + Muestra Seca (g)	372.5	344.3	381.1
EXPANSIÓN		Realizado por: K. Q. S.	F.E:/...../.....
0 horas	0	0	0
24 horas	19	36	49
48 horas	53	74	98
72 horas	124	151	154
96 horas	162	194	219
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	12825	12875	12916
PENETRACIÓN		Realizado por: K. Q. S.	F.E:/...../.....
0 seg	0	0	0
30 seg	1.22 KN	0.82 KN	0.33 KN
1 min	2.44 KN	1.41 KN	0.55 KN
1 min 30 seg	3.74 KN	2.15 KN	0.98 KN
2 min	4.62 KN	2.91 KN	1.21 KN
3 min	5.90 KN	3.92 KN	1.80 KN
4 min	7.83 KN	5.07 KN	2.43 KN
6 min	9.84 KN	6.83 KN	3.32 KN
8 min	11.21 KN	8.04 KN	4.27 KN
10 min	12.13 KN	8.92 KN	5.14 KN
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno:	F.E: ...01...../...07...../.....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	456.3	412.6	456.4
Recipiente + Muestra Seca (g)	383.4	333.5	359.6

 Universidad Continental	CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)		
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	12
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27 - 06 - 2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	842.69	842.69	842.69
Peso de Molde (g)	8349	8338	8366
Volumen de Molde (cm ³)	2118	2137	2168
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12643	12455	12323
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 11.00 am	F.E: ...27...../.....06...../....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	501.2	436.9	473.9
Recipiente + Muestra Seca (g)	441.2	385.3	417.5
EXPANSIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:/...../.....
0 horas	0	0	0
24 horas	14	24	35
48 horas	42	59	74
72 horas	88	118	124
96 horas	122	151	188
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	12759	12719	12797
PENETRACIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:/...../.....
0 seg	0	0	0
30 seg	1.42 KN	0.92 KN	0.54 KN
1 min	2.65 KN	1.55 KN	0.82 KN
1 min 30 seg	3.97 KN	2.28 KN	1.22 KN
2 min	4.99 KN	3.04 KN	1.54 KN
3 min	6.27 KN	4.18 KN	2.35 KN
4 min	8.05 KN	5.30 KN	3.22 KN
6 min	10.24 KN	6.74 KN	4.74 KN
8 min	11.68 KN	8.24 KN	6.23 KN
10 min	12.78 KN	9.12 KN	7.02 KN
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 1.00 pm	F.E: ...01...../...07...../....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	456.8	473.1	486.6
Recipiente + Muestra Seca (g)	395.1	398.6	404.5

	CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)		
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	17
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27 - 06 - 2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	985.41	985.41	985.41
Peso de Molde (g)	8369	8373	8367
Volumen de Molde (cm ³)	2112	2135	2141
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12658	12496	12285
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno:	F.E: ...27...../.....06...../....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	466.0	386.8	402.3
Recipiente + Muestra Seca (g)	406.3	336.9	350.4
EXPANSIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:/...../.....
0 horas	0	0	0
24 horas	15	28	39
48 horas	45	64	84
72 horas	108	139	138
96 horas	138	168	194
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	12837	12827	12830
PENETRACIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:/...../.....
0 seg	0	0	0
30 seg	1.69 KN	1.33 KN	1.21 KN
1 min	3.24 KN	2.15 KN	2.00 KN
1 min 30 seg	4.56 KN	3.02 KN	2.85 KN
2 min	5.87 KN	4.02 KN	3.53 KN
3 min	7.01 KN	5.35 KN	4.12 KN
4 min	8.97 KN	6.12 KN	4.98 KN
6 min	11.02 KN	7.64 KN	6.75 KN
8 min	12.98 KN	8.62 KN	7.38 KN
10 min	14.03 KN	9.07 KN	8.24 KN
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 3.03 pm	F.E: ...01...../...07...../.....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	456.1	378.5	422.5
Recipiente + Muestra Seca (g)	387.5	313.3	341.6

	CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)		
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	22
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27 - 06 - 2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	771.53	771.53	771.53
Peso de Molde (g)	8363	8377	8364
Volumen de Molde (cm ³)	2117	2156	2187
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12468	12369	12183
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 1.30 pm	F.E: ...27...../.....06...../....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	398.9	463.3	401.9
Recipiente + Muestra Seca (g)	357.7	415.1	360.4
EXPANSIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:/...../.....
0 horas	0	0	0
24 horas	18	32	46
48 horas	51	71	91
72 horas	119	145	149
96 horas	158	184	208
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	12630	12751	12769
PENETRACIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:/...../.....
0 seg	0	0	0
30 seg	1.42 KN	0.90 KN	0.78 KN
1 min	2.68 KN	1.45 KN	1.12 KN
1 min 30 seg	3.98 KN	2.78 KN	1.68 KN
2 min	5.01 KN	3.34 KN	2.01 KN
3 min	6.35 KN	4.54 KN	2.98 KN
4 min	8.18 KN	5.78 KN	3.75 KN
6 min	10.11 KN	7.78 KN	4.86 KN
8 min	11.98 KN	8.52 KN	6.12 KN
10 min	13.01 KN	9.23 KN	7.12 KN
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 2.00 pm	F.E: ...01...../...07...../.....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	386.5	407.9	422.7
Recipiente + Muestra Seca (g)	339.0	344.2	348.1

	CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)		
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	12
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	28 - 06 - 2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	668.64	668.64	668.64
Peso de Molde (g)	8367	8338	8321
Volumen de Molde (cm ³)	2156	2167	2135
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12969	12736	12419
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 2.50 pm	F.E: ...28...../.....06...../.....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	423.6	456.8	398.5
Recipiente + Muestra Seca (g)	370.2	399.3	348.3
EXPANSIÓN		Realizado por: M. P.	F.E:/...../.....
0 horas	0	0	0
24 horas	12	21	31
48 horas	36	54	69
72 horas	85	112	123
96 horas	118	147	187
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	13123	13041	12916
PENETRACIÓN		Realizado por: M. P.	F.E:/...../.....
0 seg	0	0	0
30 seg	1.75 KN	1.02 KN	0.78 KN
1 min	2.87 KN	1.65 KN	1.03 KN
1 min 30 seg	4.02 KN	2.37 KN	1.37 KN
2 min	5.23 KN	3.18 KN	1.64 KN
3 min	6.87 KN	4.25 KN	2.75 KN
4 min	8.37 KN	5.47 KN	3.68 KN
6 min	10.87 KN	7.02 KN	5.23 KN
8 min	12.17 KN	8.75 KN	6.72 KN
10 min	13.21 KN	9.87 KN	7.33 KN
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 3.31 pm	F.E: ...02...../.....07...../.....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	411.2	468.3	415.9
Recipiente + Muestra Seca (g)	351.8	392.5	341.5

		CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)	
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA	
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	17
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	28 - 06 - 2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	822.36	822.36	822.36
Peso de Molde (g)	8367	8338	8382
Volumen de Molde (cm ³)	2175	2156	2131
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	13040	12737	12500
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 3.19 pm	F.E: ...28...../.....06...../.....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	423.2	410.1	476.3
Recipiente + Muestra Seca (g)	364.9	353.6	410.6
EXPANSIÓN		Realizado por: M. P.	F.E:/...../.....
0 horas	0	0	0
24 horas	12	25	32
48 horas	41	58	78
72 horas	98	122	128
96 horas	129	157	181
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	13218	13096	13049
PENETRACIÓN		Realizado por: M. P.	F.E:/...../.....
0 seg	0	0	0
30 seg	1.78 KN	1.54 KN	1.32 KN
1 min	3.54 KN	2.43 KN	2.12 KN
1 min 30 seg	4.85 KN	3.34 KN	3.01 KN
2 min	6.02 KN	4.23 KN	3.65 KN
3 min	7.45 KN	5.51 KN	4.35 KN
4 min	8.92 KN	6.34 KN	5.28 KN
6 min	11.32 KN	8.11 KN	6.75 KN
8 min	13.21 KN	9.34 KN	7.65 KN
10 min	14.56 KN	10.45 KN	8.64 KN
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 4.30 pm	F.E: ...02...../...07...../.....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	391.3	456.6	489.7
Recipiente + Muestra Seca (g)	329.6	374.9	393.3

		CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)	
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA	
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	22
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	28 - 06 - 2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	871.08	871.08	871.08
Peso de Molde (g)	8376	8394	8401
Volumen de Molde (cm ³)	2145	2138	2119
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12766	12554	12301
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 3.40 pm	F.E: ...28...../.....06...../.....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	479.0	465.2	415.7
Recipiente + Muestra Seca (g)	426.1	413.9	370.2
EXPANSIÓN		Realizado por: M. P.	F.E:/...../.....
0 horas	0	0	0
24 horas	21	30	47
48 horas	54	74	98
72 horas	127	157	157
96 horas	167	197	214
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	12958	12895	12897
PENETRACIÓN		Realizado por: M. P.	F.E:/...../.....
0 seg	0	0	0
30 seg	1.54 KN	1.03 KN	0.92 KN
1 min	2.78 KN	1.65 KN	1.37 KN
1 min 30 seg	4.02 KN	2.87 KN	1.98 KN
2 min	5.26 KN	3.56 KN	2.45 KN
3 min	6.57 KN	4.75 KN	3.45 KN
4 min	8.64 KN	6.07 KN	4.11 KN
6 min	10.68 KN	7.76 KN	5.41 KN
8 min	12.35 KN	8.97 KN	6.68 KN
10 min	13.75 KN	9.78 KN	7.75 KN
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 4.48 pm	F.E: ...02...../...07...../.....2023.....
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	---	---	---
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	489.6	479.4	435.8
Recipiente + Muestra Seca (g)	424.2	404.9	357.8

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del estudio sobre la influencia de la adición de ceniza de carbón en diferentes proporciones (0 %, 12 %, 17 % y 22 %) en las propiedades geotécnicas del suelo arcilloso de la subrasante. En primer lugar, se evaluó la plasticidad del suelo mediante la determinación de los límites líquido y plástico. Posteriormente, se procedió a realizar el ensayo de Proctor modificado para analizar la compactación del suelo, determinando la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad. Por último, se evaluó la capacidad de soporte del suelo mediante el Ensayo de CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca.

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. La ceniza de carbón en la plasticidad del suelo arcilloso de la subrasante del Jr. Los Libertadores

4.1.1.1. Límite líquido

En la calicata C-1, los valores del límite líquido oscilan entre aproximadamente 27.6 % y 33.74 %. Se observa que el valor más alto (33.74%) corresponde a una adición del 22 % de ceniza de carbón. Mientras que, en la calicata C-2, los valores varían entre 29.54 % y 34.16 %, se aprecia que el valor más alto (34.13 %) se alcanza con una adición del 12 % de ceniza de carbón y en la calicata C-3, los valores se sitúan entre 24.65 % y 29.66 %, donde el valor más alto (29.66 %) también se presenta con una adición del 17 % de ceniza de carbón. Estas diferencias en los valores del límite líquido con cada adición de ceniza de carbón sugieren que esta modificación afecta la capacidad de retención de humedad del suelo en cada calicata. Esto puede tener

importantes implicaciones en sus características de plasticidad y comportamiento ante la humedad.

Tabla 30. Límite líquido del suelo arcilloso sin y con ceniza de carbón.

Cantidad de ceniza de carbón (%)	Límite líquido (%)		
	C-1	C-2	C-3
0	27.6	29.54	24.65
12	31.55	34.13	29.1
17	33.22	33.74	29.66
22	33.74	32.62	29.09

Además, en las siguientes figuras se presentan las variaciones encontradas en cada una de las calicatas al añadir diferentes dosificaciones de ceniza de carbón:

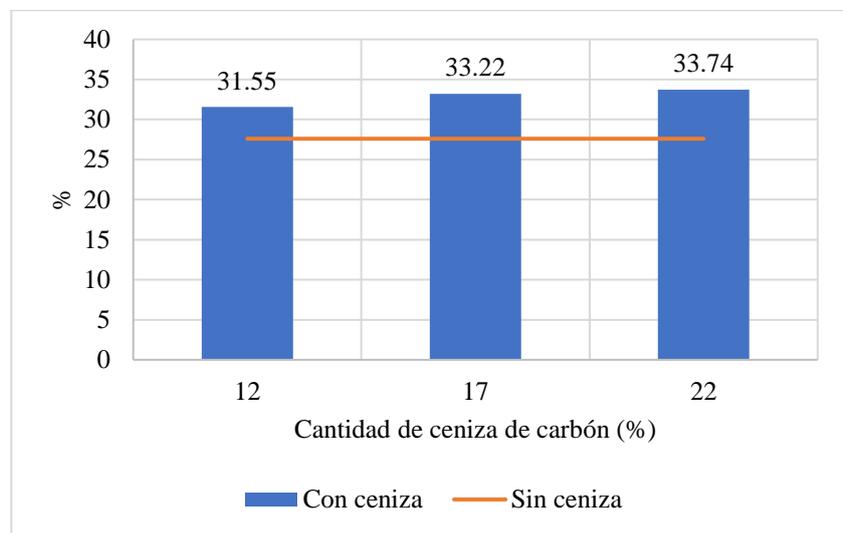


Figura 25. Cambios del límite líquido por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 1.

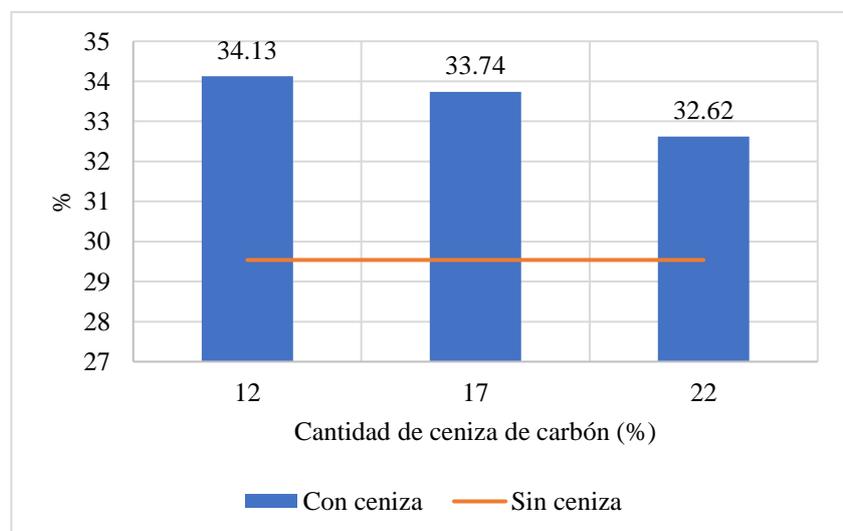


Figura 26. Cambios del límite líquido por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 2.

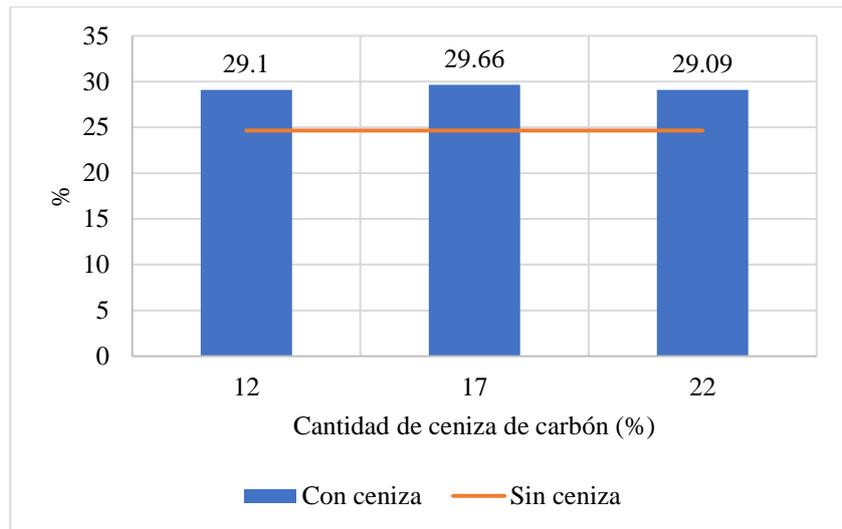


Figura 27. Cambios del límite líquido por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 3.

Los valores obtenidos para el límite líquido en cada calicata muestran cómo varía porcentualmente con respecto al suelo sin ceniza de carbón (0 %) al añadir diferentes porcentajes de ceniza. En la calicata C-1, el límite líquido inicial es de 27.6 %, y al agregar 12 % de ceniza de carbón, aumenta en un 14.31 %, con 17 % de ceniza aumenta en un 20.36 %, y con 22 % de ceniza, el aumento es de 22.25 %. En la calicata C-2, el límite líquido inicial es de 29.54 %, y al agregar 12 % de ceniza de carbón, aumenta en un 15.54 %, con 17 % de ceniza aumenta en un 14.22 %, y con 22 % de ceniza, el aumento es de 10.43 %. En la calicata C-3, el límite líquido inicial es de 24.65 %, y al agregar 12 % de ceniza de carbón, aumenta en un 18.05 %, con 17 % de ceniza aumenta en un 20.32 %, y con 22 % de ceniza, el aumento es de 18.01 %.

Estos cambios porcentuales en esta propiedad indican cómo la adición de ceniza de carbón afecta la capacidad de retención de humedad del suelo en cada calicata, siendo más pronunciado en algunos casos que en otros., tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 31. Cambios porcentuales del límite líquido sin y con ceniza de carbón por calicata.

Cantidad de ceniza de carbón (%)	Límite líquido (%)		
	C-1	C-2	C-3
0	0	0	0
12	14.31	15.54	18.05
17	20.36	14.22	20.32
22	22.25	10.43	18.01

La figura siguiente muestra las variaciones porcentuales con respecto a la ausencia de ceniza de carbón (suelo patrón). Se observa que el mayor aumento del límite líquido ocurrió en la calicata C-1, que contiene un suelo del tipo A-6 (9), al añadir un 22 % de ceniza de carbón.

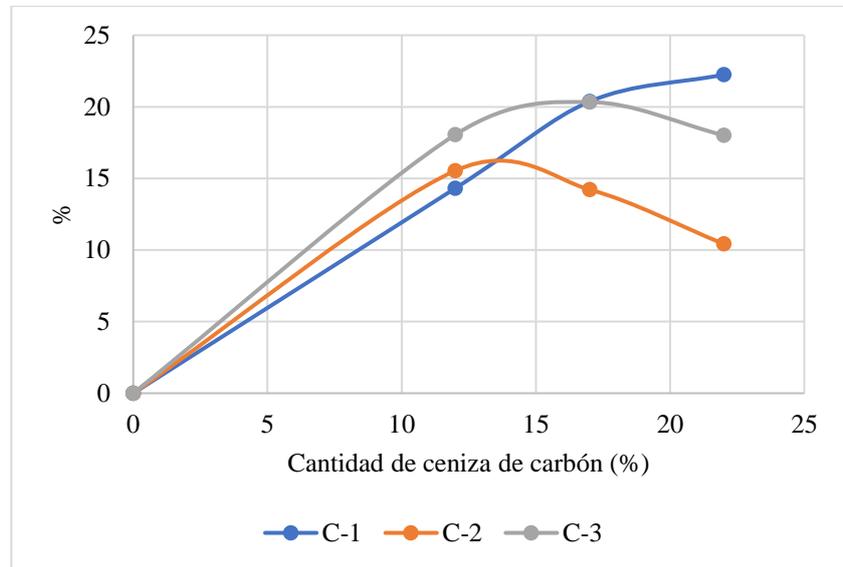


Figura 28. Cambios porcentuales del límite líquido sin y con ceniza de carbón por calicata.

4.1.1.2. Límite plástico

En la calicata C-1, los valores del límite plástico son de 14.22 % sin ceniza de carbón, 25.72 % con la adición de 12 % de ceniza, 28.62 % con 17 % de ceniza y 31.7 % con 22 % de ceniza de carbón. En la calicata C-2, los valores son de 17.29 % sin ceniza de carbón, 27.53 % con la adición de 12 % de ceniza, 29.44 % con 17 % de ceniza y 30.72 % con 22 % de ceniza de carbón. Mientras que, en la calicata C-3, los valores del son de 15.77 % sin ceniza de carbón, 25.15 % con la adición de 12 % de ceniza, 26.52 % con 17 % de ceniza y 28.44 % con 22 % de ceniza de carbón. Es así que, estos valores del límite plástico muestran cómo varía la plasticidad del suelo en cada calicata al agregar diferentes porcentajes de ceniza de carbón.

Se observa que en general, el límite plástico tiende a aumentar con la adición de ceniza en todas las calicatas, lo que indica que esta modificación afecta la plasticidad del suelo, siendo más pronunciado el incremento en la calicata C-1 y ligeramente menor en la C-2 y C-3, tal como se logra apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 32. Límite plástico del suelo arcilloso sin y con ceniza de carbón.

Cantidad de ceniza de carbón (%)	Límite plástico (%)		
	C-1	C-2	C-3
0	14.22	17.29	15.77
12	25.72	27.53	25.15
17	28.62	29.44	26.52
22	31.7	30.72	28.44

También, las siguientes figuras muestran las variaciones encontradas en cada calicata al agregar distintas cantidades de ceniza de carbón en relación al límite plástico:

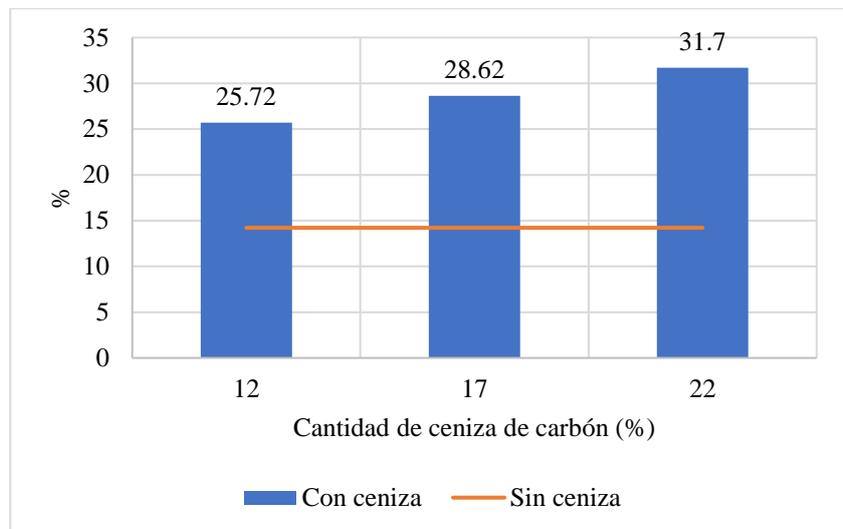


Figura 29. Cambios del límite plástico por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 1.

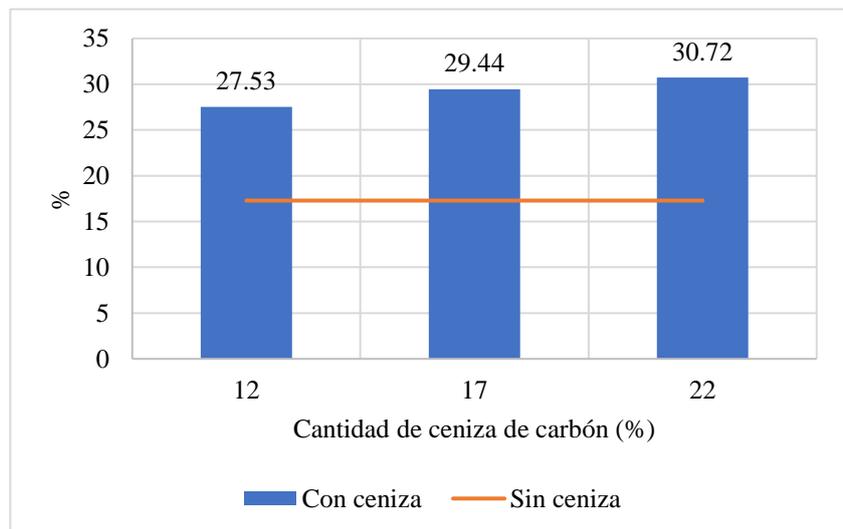


Figura 30. Cambios del límite plástico por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 2.

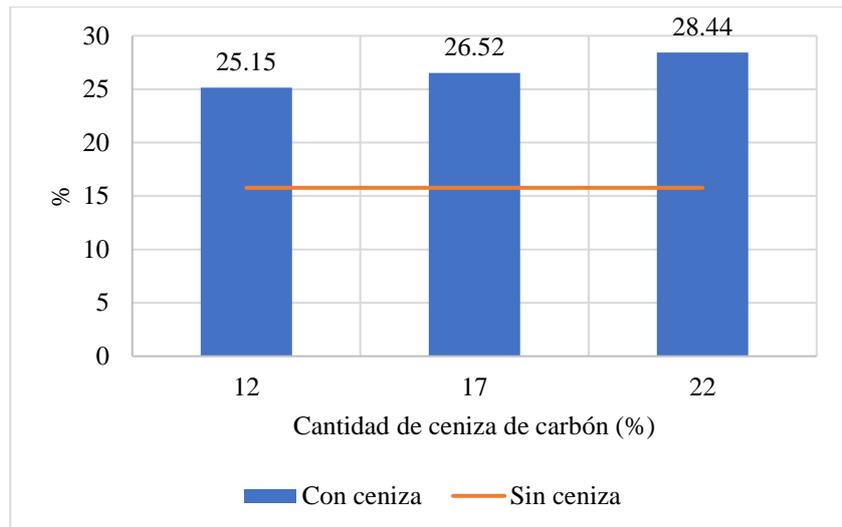


Figura 31. Cambios del límite plástico por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 3.

En concordancia con la Tabla 33, se logra interpretar que en la calicata C-1, el límite plástico aumenta en un 80.87 % al agregar 12 % de ceniza de carbón, un 101.27 % con 17 % de ceniza y un 122.93 % con 22 % de ceniza de carbón. En la calicata C-2, aumenta en un 59.22 % con la adición de 12 % de ceniza de carbón, un 70.27 % con 17 % de ceniza y un 77.67 % con 22 % de ceniza de carbón. En la calicata C-3, aumenta en un 59.48 % con 12 % de ceniza de carbón, un 68.17 % con 17 % de ceniza y un 80.34 % con 22 % de ceniza de carbón.

Tabla 33. Cambios porcentuales del límite plástico sin y con ceniza de carbón por calicata.

Cantidad de ceniza de carbón (%)	Límite plástico (%)		
	C-1	C-2	C-3
0	0	0	0
12	80.87	59.22	59.48
17	101.27	70.27	68.17
22	122.93	77.67	80.34

En la figura que sigue, se muestran las variaciones porcentuales en relación con la ausencia de ceniza de carbón. Se destaca que el mayor incremento del límite plástico se observó en la calicata C-1, la cual cuenta con un suelo del tipo A-6 (9), al añadir un 22 % de ceniza de carbón.

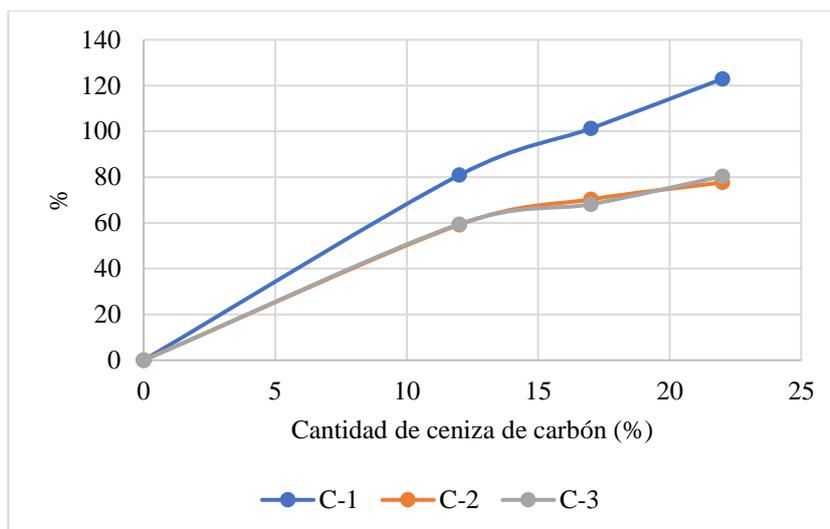


Figura 32. Cambios porcentuales del límite plástico sin y con ceniza de carbón por calicata.

4.1.1.3. Índice de plasticidad

Los valores del índice de plasticidad para cada calicata demuestran cómo varía al agregar diferentes porcentajes de ceniza de carbón. En la calicata C-1, se observa una reducción del índice de plasticidad de 13.08 % a 5.83 % con un 12 % de ceniza, a 4.6 % con un 17 % de ceniza y a 2.04 % con un 22 % de ceniza de carbón. Asimismo, en la calicata C-2, el índice de plasticidad disminuye de 12.25 % a 6.61 % con un 12 % de ceniza, a 4.3 % con un 17 % de ceniza y a 1.9 % con un 22 % de ceniza de carbón. Finalmente, en la calicata C-3, el índice de plasticidad se reduce de 8.88 % a 3.95 % con un 12 % de ceniza, a 3.14 % con un 17 % de ceniza y a 0.65 % con un 22 % de ceniza de carbón.

Estos valores indican el impacto significativo de la ceniza de carbón en la plasticidad del suelo en cada calicata, lo que disminuye su capacidad de deformación y aumenta la cohesión del material.

Tabla 34. Índice de plasticidad del suelo arcilloso sin y con ceniza de carbón.

Cantidad de ceniza de carbón (%)	Índice de plasticidad (%)		
	C-1	C-2	C-3
0	13.08	12.25	8.88
12	5.83	6.61	3.95
17	4.6	4.3	3.14
22	2.04	1.9	0.65

Igualmente, en las figuras siguientes se exponen las variaciones detectadas en cada calicata al incorporar diversas dosificaciones de ceniza de carbón en relación al índice de plasticidad:

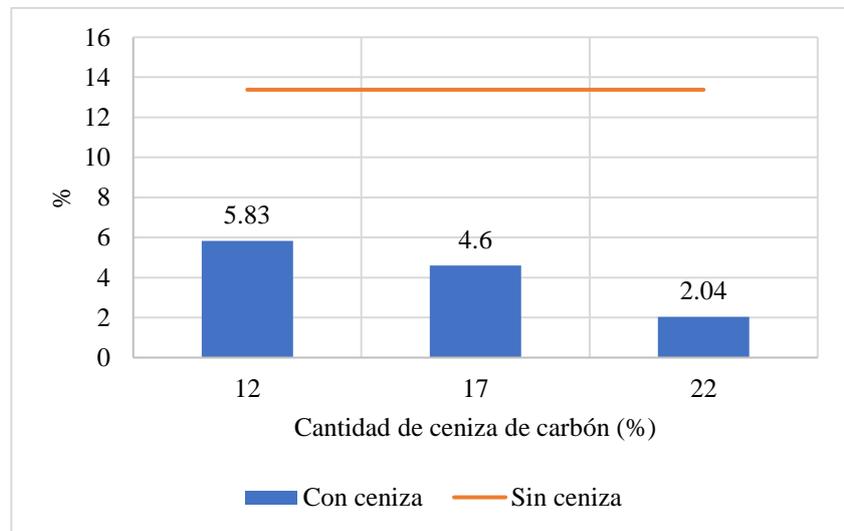


Figura 33. Cambios del índice de plasticidad por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 1.

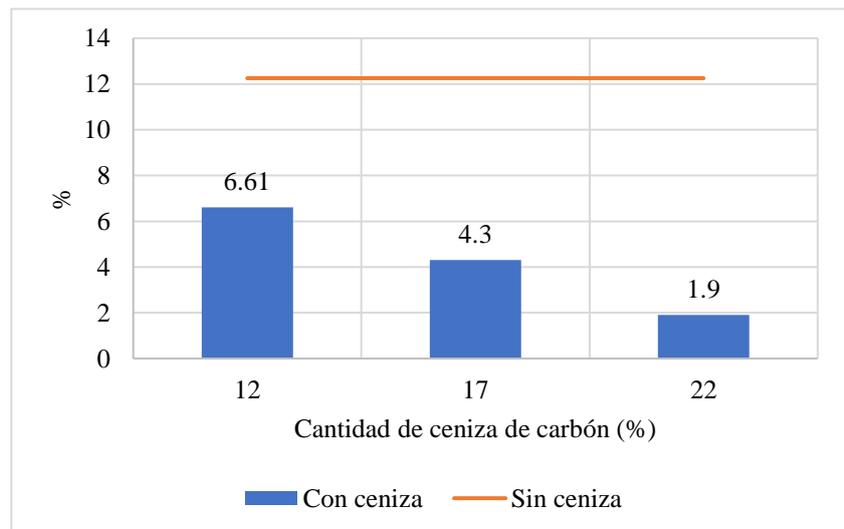


Figura 34. Cambios del índice de plasticidad por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 2.

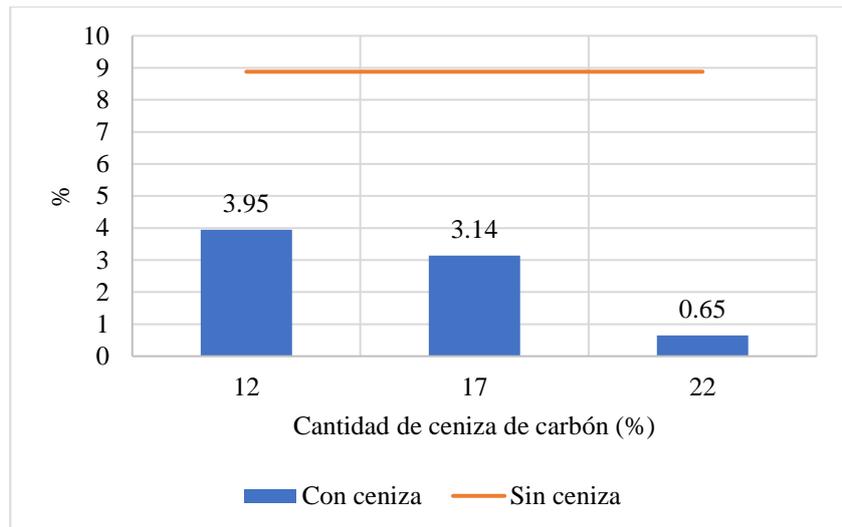


Figura 35. Cambios del índice de plasticidad por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 3.

En la tabla siguiente se presentan las variaciones encontradas en cada calicata al agregar diferentes cantidades de ceniza de carbón con respecto al índice de plasticidad. En la calicata C-1, el índice de plasticidad inicial es de 13.08 %, al añadir 12 % de ceniza de carbón, se reduce en un 55.43 %, con 17 % de ceniza la disminución es del 64.83 %, y con 22 % de ceniza, la reducción alcanza un 84.40 %. En la calicata C-2, el índice de plasticidad inicial es de 12.25 %, al agregar 12 % de ceniza de carbón, se reduce en un 46.04 %, con 17 % de ceniza la disminución es del 64.90 %, y con 22 % de ceniza, la reducción alcanza un 84.49 %. En la calicata C-3, el índice de plasticidad inicial es de 8.88 %, pues al añadir 12 % de ceniza de carbón, se reduce en un 55.52 %, con 17 % de ceniza la disminución es del 64.64 %, y con 22 % de ceniza, la reducción alcanza un 92.68 %.

Tabla 35. Cambios porcentuales del índice de plasticidad sin y con ceniza de carbón por calicata.

Cantidad de ceniza de carbón (%)	Índice de plasticidad (%)		
	C-1	C-2	C-3
0	0.00	0.00	0.00
12	-55.43	-46.04	-55.52
17	-64.83	-64.90	-64.64
22	-84.40	-84.49	-92.68

La figura siguiente presenta las variaciones porcentuales en comparación con la ausencia de ceniza de carbón. Se destaca que la mayor reducción del índice de plasticidad se observó en la calicata C-3, la cual cuenta con un suelo del tipo A-4 (8), al añadir un 20 % de ceniza de carbón:

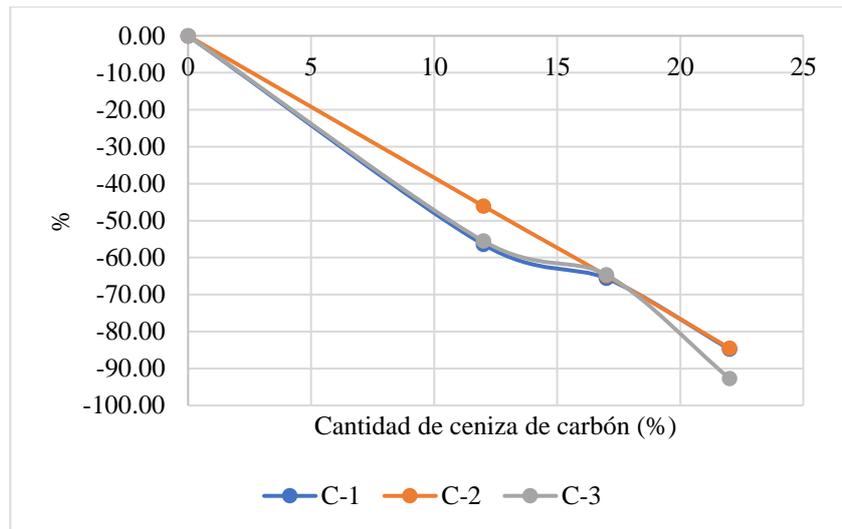


Figura 36. Cambios porcentuales del índice de plasticidad sin y con ceniza de carbón por calicata.

4.1.2. La ceniza de carbón en la compactación del suelo arcilloso de la subrasante del Jr. Los Libertadores

La compactación de los suelos depende de dos factores importantes conocidos como la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de los suelos, en consecuencia, a continuación, se procede a describir los cambios encontrados en el suelo del jirón Los Libertadores cuando se empleó la ceniza de carbón en la gama de sus dosificaciones:

4.1.2.1. Máxima densidad seca

La determinación de la máxima densidad seca en laboratorio ha establecido que estos tengan variaciones con tendencia o pendiente negativa mientras mayor fuere la concentración de ceniza, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 36. Máxima densidad seca del suelo arcilloso sin y con ceniza de carbón.

Cantidad de ceniza de carbón (%)	Máxima densidad seca (g/cm ³)		
	C-1	C-2	C-3
0	1.834	1.847	1.932
12	1.771	1.784	1.866
17	1.757	1.77	1.852
22	1.727	1.739	1.821

Lo valores representados de manera esquemática se muestran en la Figura 37 en la que se puede distinguir la tendencia del suelo con adición de ceniza, además se puede denotar que estas, nunca sobrepasan el valor establecido en la muestra patrón.

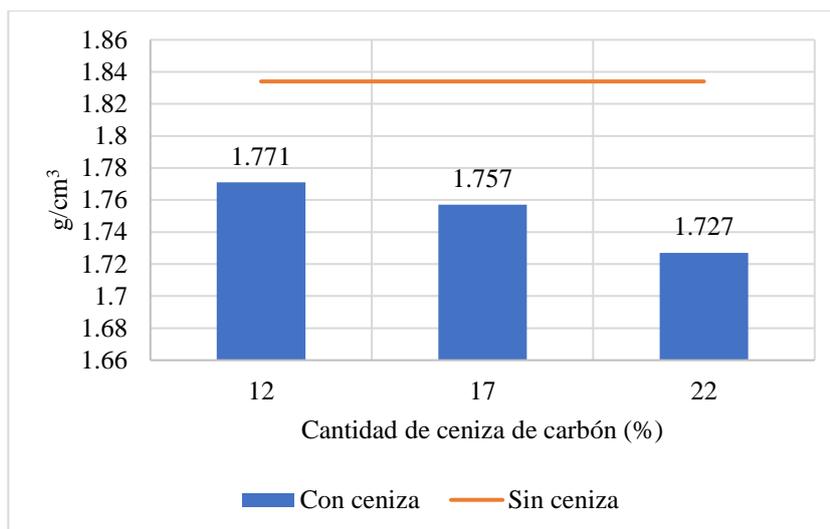


Figura 37. Cambios de la máxima densidad seca por adición de ceniza de carbón en la C - 1.

Similar comportamiento se ha observado en la Figura 38 en la que se destaca el comportamiento del suelo de la calicata 2 con adición de ceniza de carbón, en la cual se puede destacar que los valores del suelo patrón o inicial no son superados al adicionar ceniza en su composición, siendo, que le mayor valor fue de 1.784 kg/cm³.

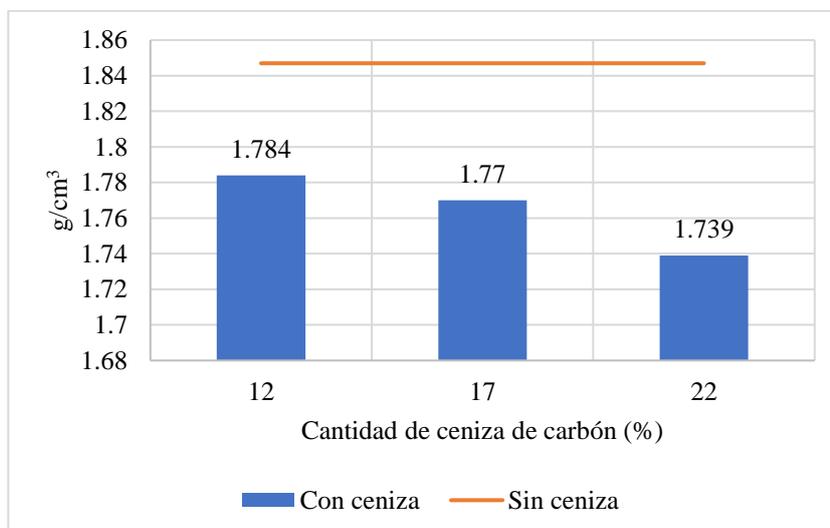


Figura 38. Cambios de la máxima densidad seca por adición de ceniza de carbón en la C-2.

Finalmente, en la calicata C-03, se puede observar un valor contrario a lo establecido para las demás calicatas, pues como se puede observar, la tendencia del valor del suelo con ceniza de carbón es incrementarse a medida que se adiciona cierto porcentaje, estableciéndose finalmente que, el valor máximo esperado de 1.866 g/cm³.

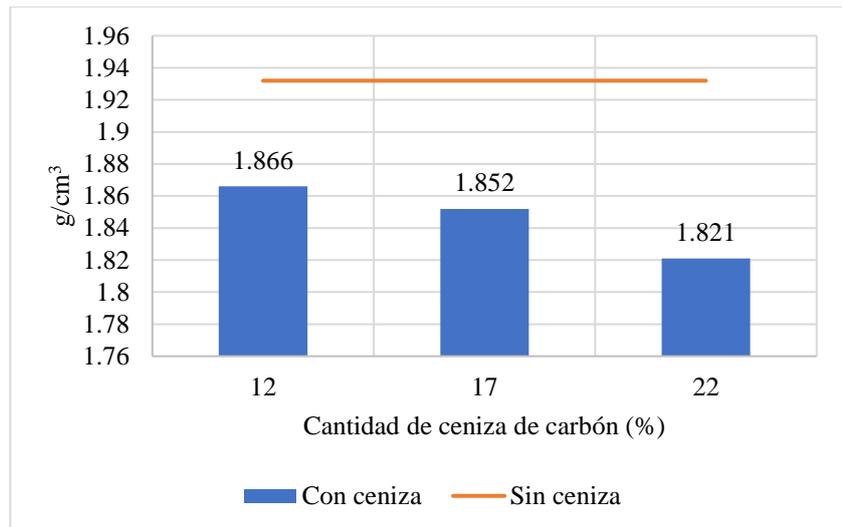


Figura 39. Cambios de la máxima densidad seca por adición de ceniza de carbón en la C-3.

Una representación más profunda de los valores estimados en las imágenes anteriores es la descripción de la variación porcentual obtenida en cada una de las calicatas analizadas. Los resultados obtenidos dan cuenta de que en general, la tendencia del uso de cenizas en el suelo reduce la máxima densidad seca, siendo el valor máximo de hasta -5.85 g/cm^3 en la calicata C-02.

Tabla 37. Cambios porcentuales de la máxima densidad seca con y sin ceniza de carbón por calicata.

Cantidad de ceniza de carbón (%)	Variación de máxima densidad seca (%)		
	C-1	C-2	C-3
0	0	0	0
12	-3.44	-3.41	-3.42
17	-4.20	-4.17	-4.14
22	-5.83	-5.85	-5.75

Una mejor representación de los valores descritos anteriormente se detalla en la Figura 40 en la que se muestra como los valores de la máxima densidad seca del suelo pueden verse afectada, mientras mayor sea la concentración de cenizas en el suelo.

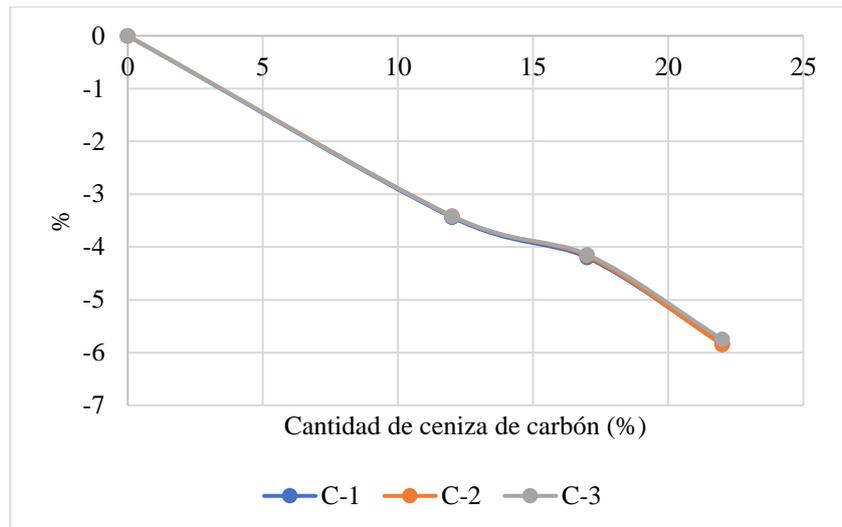


Figura 40. Cambios porcentuales de la máxima densidad seca sin y con ceniza de carbón por calicata.

4.1.2.2. Óptimo contenido de humedad

El segundo factor de la compactación es el óptimo contenido de humedad del suelo, de este se puede mencionar que en general no se puede establecer una tendencia clara, pues de acuerdo a los resultados obtenidos, su valor incrementa y después de ello tienden a reducirse, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 38. Óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso sin y con ceniza de carbón.

Cantidad de ceniza de carbón (%)	Óptimo contenido de humedad (%)		
	C-1	C-2	C-3
0	14	11.8	12.9
12	15.5	13.5	14.4
17	17.1	14.8	16
22	13.6	11.5	12.4

Los datos que se muestra en la Figura 41 detallan el comportamiento del óptimo contenido de humedad del suelo cuando se adiciona diversos contenidos de humedad, en ello se destaca que para la calicata C-1 la tendencia es parabólica, ya que el suelo alcanza su mayor valor con un porcentaje del 17 % de ceniza, para luego reducirse.

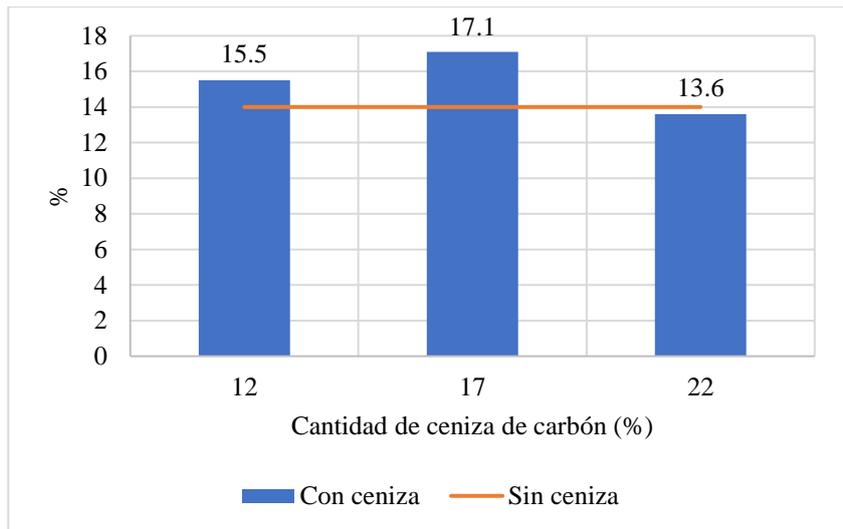


Figura 41. Cambios del óptimo contenido de humedad por adición de ceniza de carbón en la C-1.

El comportamiento del porcentaje de humedad del suelo en la calicata C-2 se muestra en la Figura 42, donde se puede observar que sigue una tendencia parabólica también, además que el mayor valor se obtuvo con un 17 % de ceniza en su composición, mientras que el menor con 22 %.

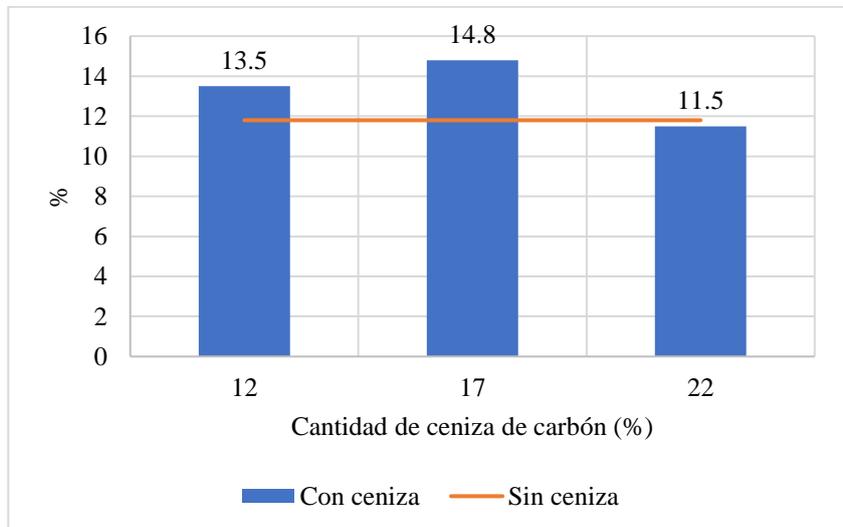


Figura 42. Cambios del óptimo contenido de humedad por adición de ceniza de carbón en la C-2.

Finalmente, en la calicata C-3, la tendencia general es de una función polinómica de segundo orden, pues el mayor valor del óptimo contenido de humedad es de 16 %, el cual se obtiene con una dosificación del 17 % de ceniza de carbón, tal como se detalla en la siguiente figura:

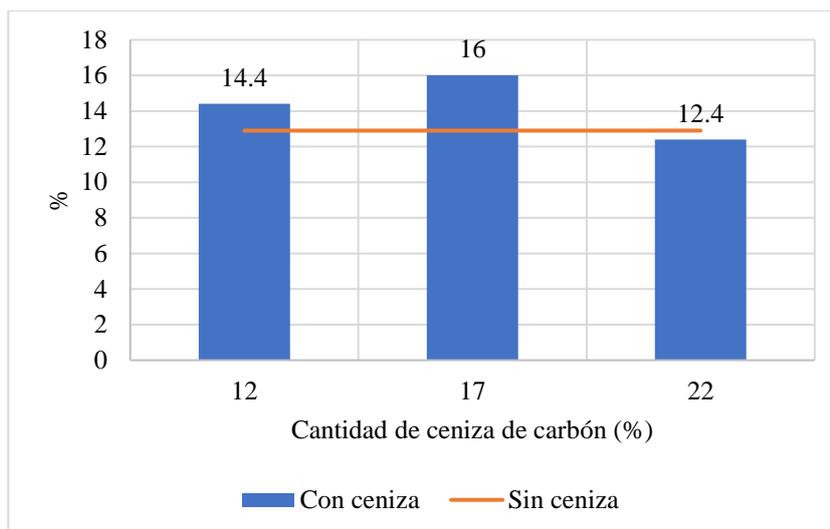


Figura 43. Cambios del óptimo contenido de humedad por adición de ceniza de carbón en la C-3.

Una mejor descripción de los resultados se logra al determinar las variaciones porcentuales respecto al suelo patrón en cada una de las dosificaciones del suelo, destacándose que la mayor variación fue de 25.42 % en la calicata C-02, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 39. Cambios porcentuales del óptimo contenido de humedad con y sin ceniza de carbón por calicata.

Cantidad de ceniza de carbón (%)	Óptimo contenido de humedad (%)		
	C-1	C-2	C-3
0	0	0	0
12	10.71	14.41	11.63
17	22.14	25.42	24.03
22	-2.86	-2.54	-3.88

Finalmente, la tendencia general de las mencionadas variaciones se muestra en la Figura 44 en la que se destaca que la calicata C-2, presentó las mayores variaciones que las establecidas en la C-1 y C-3.

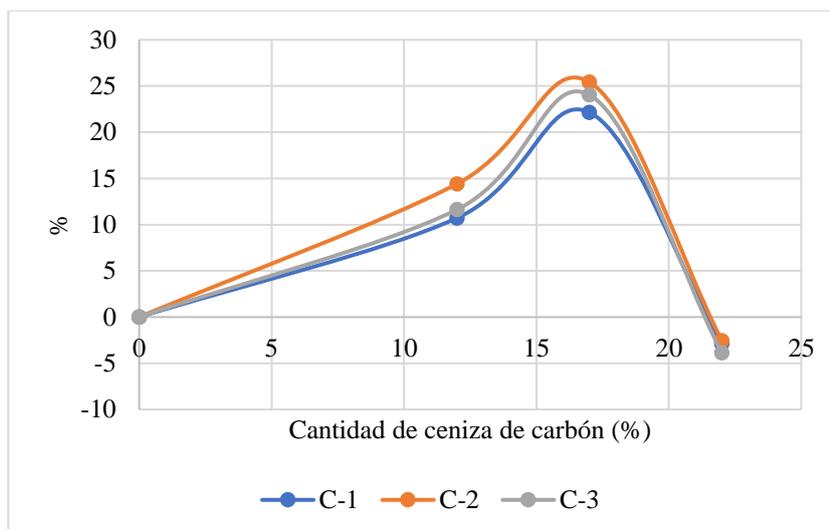


Figura 44. Cambios porcentuales del óptimo contenido de humedad sin y con ceniza de carbón por calicata.

4.1.3. La ceniza de carbón en la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante del Jr. Los Libertadores

4.1.3.1. CBR al 95 % de la MDS

Los valores del CBR al 95 % de la MDS en las calicatas C-1, C-2 y C-3 variaron con diferentes adiciones de ceniza de carbón. Para C-1, se obtuvieron valores de 23.6 %, 26.4 % y 20.9 % con adiciones del 12 %, 17 % y 22 % de ceniza de carbón, respectivamente. En C-2, los valores fueron de 25.1 %, 30.9 % y 27.6 % con las mismas adiciones de ceniza. Finalmente, en C-3 se obtuvieron valores de 26.4 %, 32.4 % y 29.5 % con las adiciones del 12 %, 17 % y 22 % de ceniza de carbón, respectivamente, los cuales son plasmados en la siguiente tabla:

Tabla 40. CBR al 95 % de la MDS del suelo sin y con ceniza de carbón.

Cantidad de ceniza de carbón (%)	Al 0.2" al 95 % MDS		
	C-1	C-2	C-3
0	2.9	3.3	4.2
12	23.6	25.1	26.4
17	26.4	30.9	32.4
22	20.9	27.6	29.5

Asimismo, los cambios del CBR al 95 % de la MDS debido a la adición de la ceniza de carbón por cada una de las calicatas se especifica en las siguientes figuras:

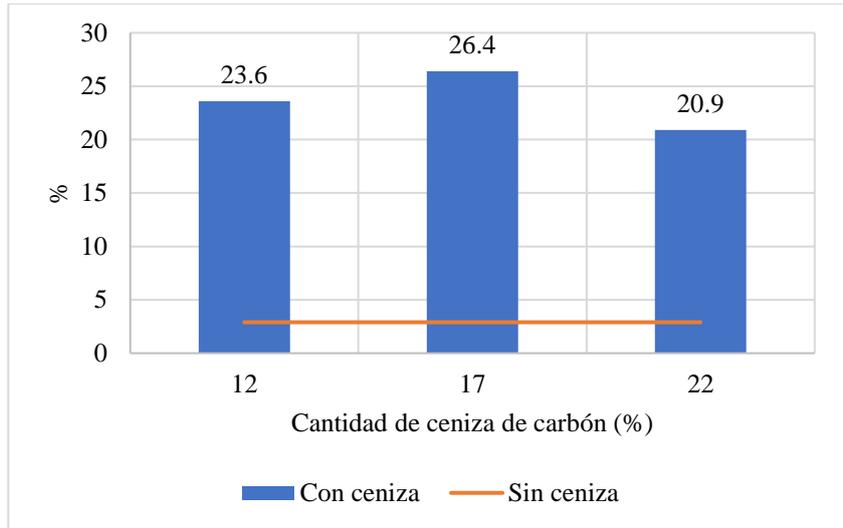


Figura 45. Cambios del CBR al 95 % de la MDS por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 1.

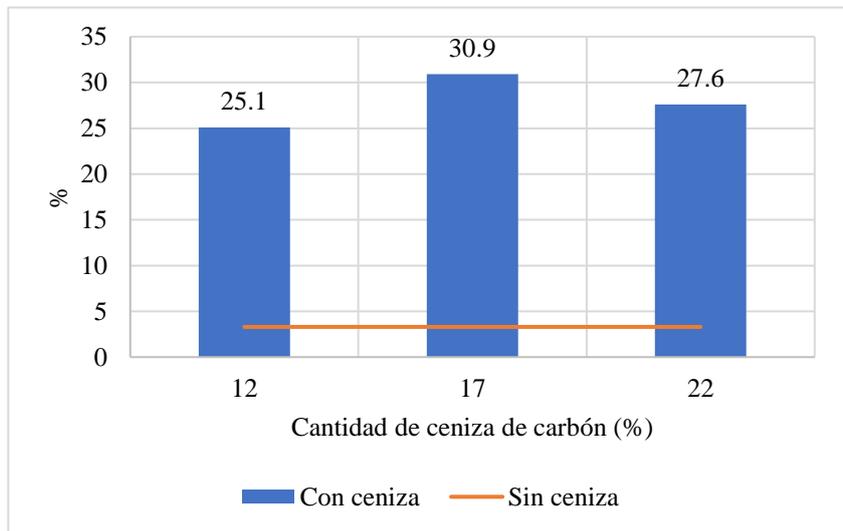


Figura 46. Cambios del CBR al 95 % de la MDS por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 2.

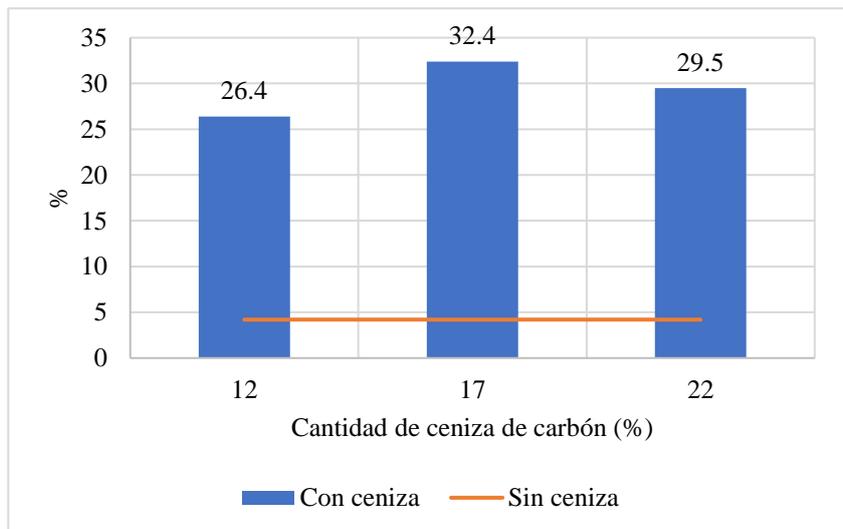


Figura 47. Cambios del CBR al 95 % de la MDS por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 3.

En cuanto a las variaciones porcentuales del CBR al 95 % respecto al suelo sin ceniza de carbón fueron significativas en función de las adiciones de ceniza en las calicatas C-1, C-2 y C-3. Se registraron aumentos de 810.34 %, 836.36 % y 671.43 % con las adiciones de 17 % de ceniza de carbón, respectivamente.

Estos cambios porcentuales indican un incremento sustancial en el CBR al 95 % con la ceniza de carbón, destacando que la presencia de ceniza afecta las características del suelo y su resistencia, siendo el porcentaje de adición un factor relevante en este comportamiento.

Tabla 41. *Cambios porcentuales del CBR al 95 % de la MDS sin y con ceniza de carbón por calicata.*

Cantidad de ceniza de carbón (%)	Al 0.2" al 95 % MDS		
	C-1	C-2	C-3
0	0	0	0
12	713.79	660.61	528.57
17	810.34	836.36	671.43
22	620.69	736.36	602.38

Como parte complementaria, en la siguiente figura se tiene los cambios porcentuales por grupo de suelo, los cuales han sido comparados, destacándose que el mayor incremento del CBR se dio con 17 % de ceniza de carbón en cada una de las calicatas.

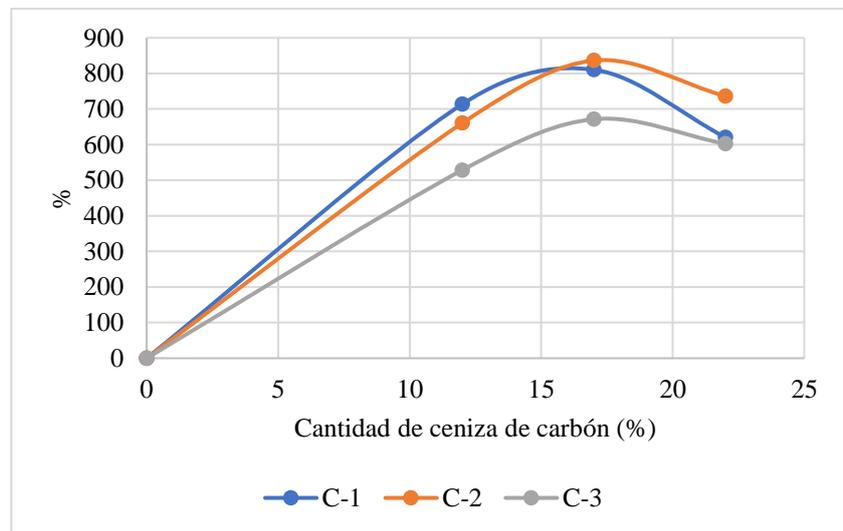


Figura 48. *Cambios porcentuales del CBR al 95 % de la MDS sin y con ceniza de carbón por calicata.*

4.1.3.2. CBR al 100 % de la MDS

Los valores del CBR al 100 % de la MDS en las calicatas C-1, C-2 y C-3 también mostraron variaciones con las adiciones de ceniza de

carbón. Para C-1, se obtuvieron valores de 38.9 %, 42 % y 37.9 % con adiciones del 12 %, 17 % y 22 % de ceniza de carbón, respectivamente. En C-2, los valores fueron de 39.6 %, 44.2 % y 39.9 % con las mismas adiciones de ceniza. Finalmente, en C-3 se obtuvieron valores de 41.9 %, 45.4 % y 41.6 % con las adiciones del 12 %, 17 % y 22 % de ceniza de carbón, respectivamente.

Al igual que en el caso del CBR al 95 %, se observó un aumento en los valores del CBR al 100 % con la ceniza de carbón añadida en las tres calicatas.

Tabla 42. CBR al 100 % de la MDS del suelo sin y con ceniza de carbón.

Cantidad de ceniza de carbón (%)	Al 0.1" al 100 % MDS		
	C-1	C-2	C-3
0	5.4	6.2	6.9
12	38.9	39.6	41.9
17	42	44.2	45.4
22	37.9	39.9	41.6

En relación a los resultados del CBR al 100 % de la MDS, se observaron variaciones significativas debido a la adición de ceniza de carbón en cada una de las calicatas estudiadas. Estos cambios se encuentran detallados y representados gráficamente en las siguientes figuras:

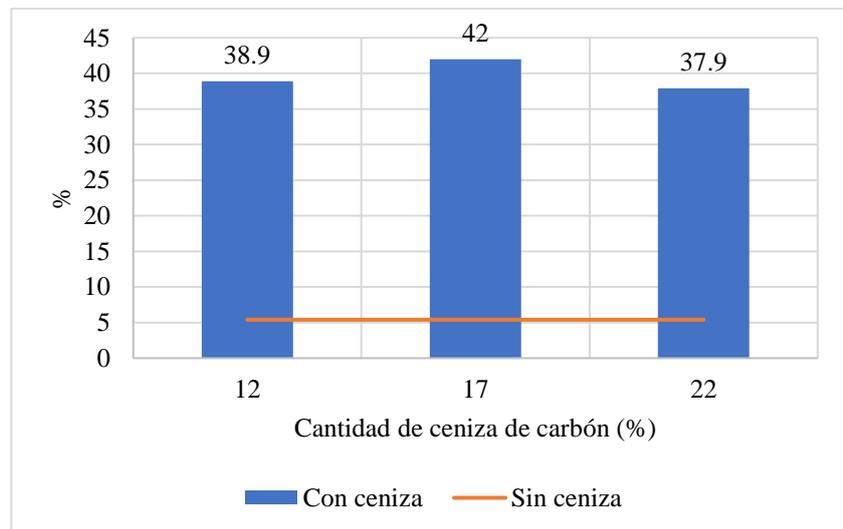


Figura 49. Cambios del CBR al 100 % de la MDS por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 1.

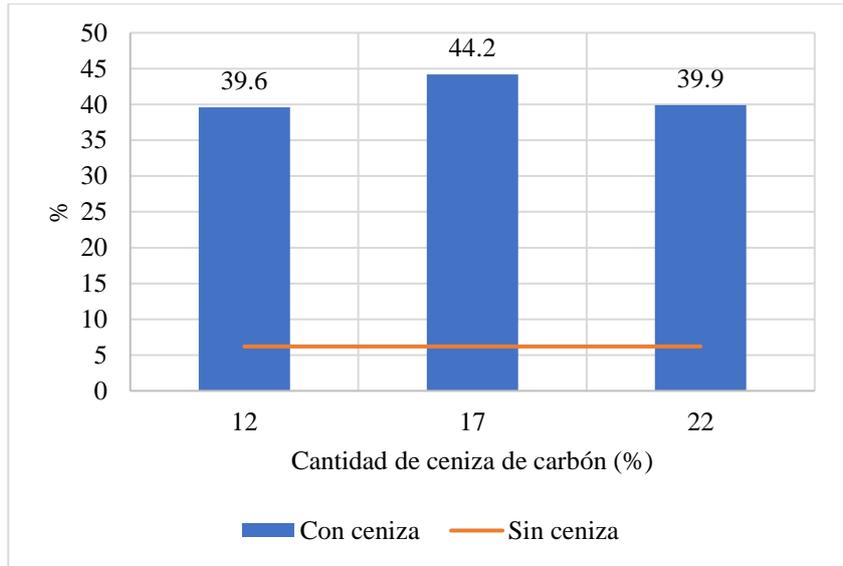


Figura 50. Cambios del CBR al 100 % de la MDS por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 2.

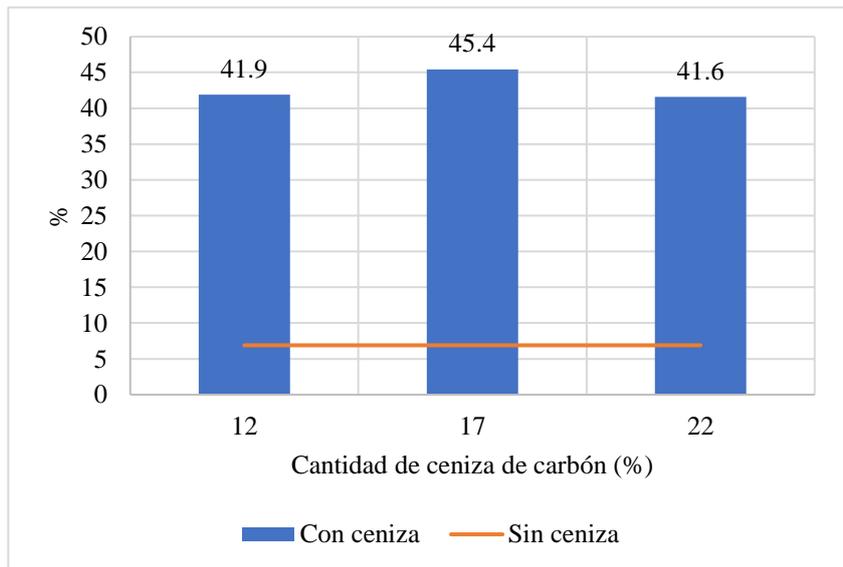


Figura 51. Cambios del CBR al 100 % de la MDS por la adición de ceniza de carbón en la calicata C – 3.

Las variaciones porcentuales del CBR al 100 % respecto al suelo sin ceniza de carbón también fueron significativas en función de las adiciones de ceniza en las calicatas C-1, C-2 y C-3. Se observaron aumentos de 677.78 %, 612.90 % y 557.97 % con 17 % de ceniza de carbón, respectivamente. Estos cambios porcentuales resaltan una marcada mejora en el CBR al 100 % con el aumento de la cantidad de ceniza de carbón, demostrando su efecto beneficioso en la resistencia del suelo y destacando la importancia de la proporción de ceniza en el comportamiento de la muestra.

Tabla 43. Cambios porcentuales del CBR al 100 % de la MDS sin y con ceniza de carbón por calicata.

Cantidad de ceniza de carbón (%)	Al 0.1" al 100 % MDS		
	C-1	C-2	C-3
0	0	0	0
12	620.37	538.71	507.25
17	677.78	612.90	557.97
22	601.85	543.55	502.90

En función de un análisis complementario, se presentan los cambios porcentuales por grupo de suelo, los cuales han sido comparados minuciosamente. Es relevante destacar que el mayor incremento del CBR al 100 % se observó al añadir un 17 % de ceniza de carbón en cada una de las calicatas estudiadas. Esta información está representada gráficamente en la siguiente figura:

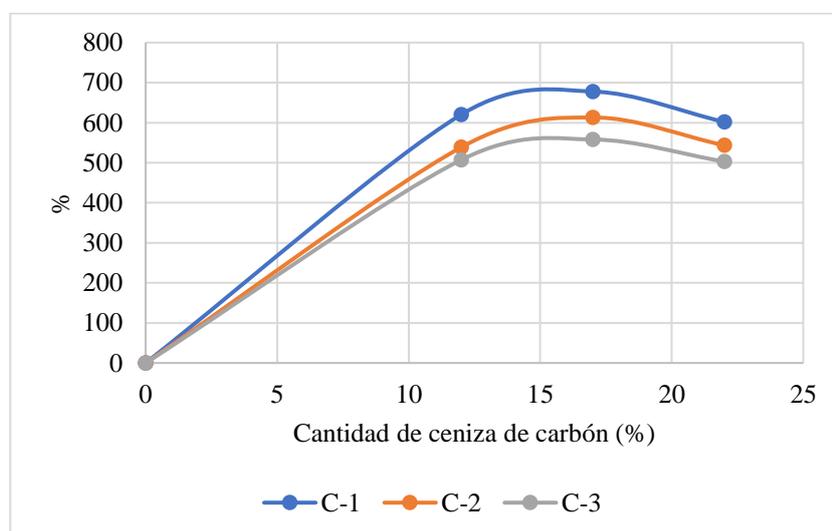


Figura 52. Cambios porcentuales del CBR al 100 % de la MDS sin y con ceniza de carbón por calicata.

4.2. Prueba de hipótesis

Para determinar el estadístico necesario para realizar la prueba de hipótesis, se evaluó la normalidad de los datos estimados en laboratorio. Para ello, se aplicó el modelo o prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados de esta prueba indican que los valores de significancia para la plasticidad del suelo muestran un comportamiento con una distribución normal, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 44. Prueba de Shapiro – Wilk para la plasticidad del suelo arcilloso.

Plasticidad	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
	0.909	12	0.205

Lo mencionado anteriormente, puede corroborarse con el gráfico Q-Q obtenido para la plasticidad de los datos, ya que estos presentan una distribución cercana o con tendencia a la línea diagonal que se muestra en la Figura 53.

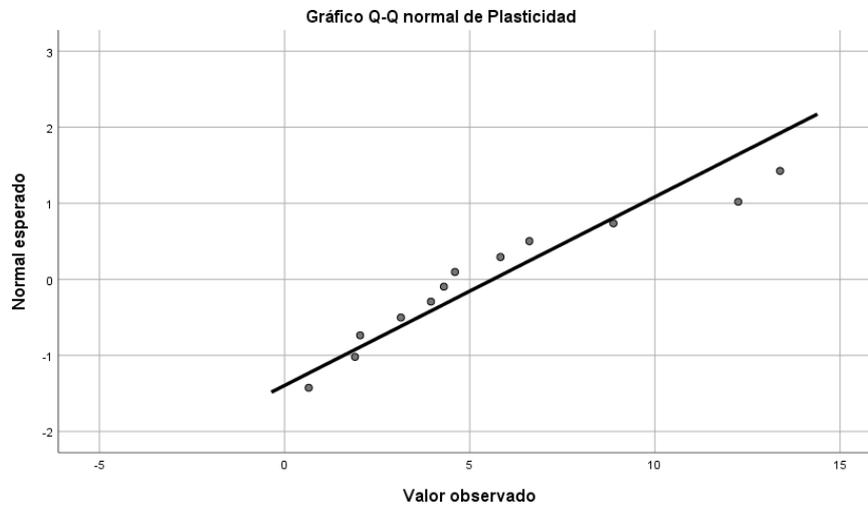


Figura 53. Gráfico Q-Q de normalidad para la plasticidad del suelo arcilloso.

En cuanto a la compactación, es importante destacar que se evaluó la normalidad de los datos recopilados para la prueba mencionada, tanto para el óptimo contenido de humedad como para la máxima densidad seca. Los resultados de la tabla siguiente revelan que, para ambos parámetros, el valor de significancia fue mayor a 0.05.

Tabla 45. Prueba de Shapiro – Wilk para la compactación del suelo arcilloso.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Máxima densidad seca	0.924	12	0.317
Óptimo contenido de humedad	0.978	12	0.975

Lo descrito anteriormente, puede esquematizarse de una mejor manera en la Figura 54 y Figura 55, en la que se muestra el gráfico Q-Q normal de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, en el que se observa con claridad que los datos obtenidos se ajustan a una trayectoria de la recta diagonal mostrada en los gráficos mencionados.

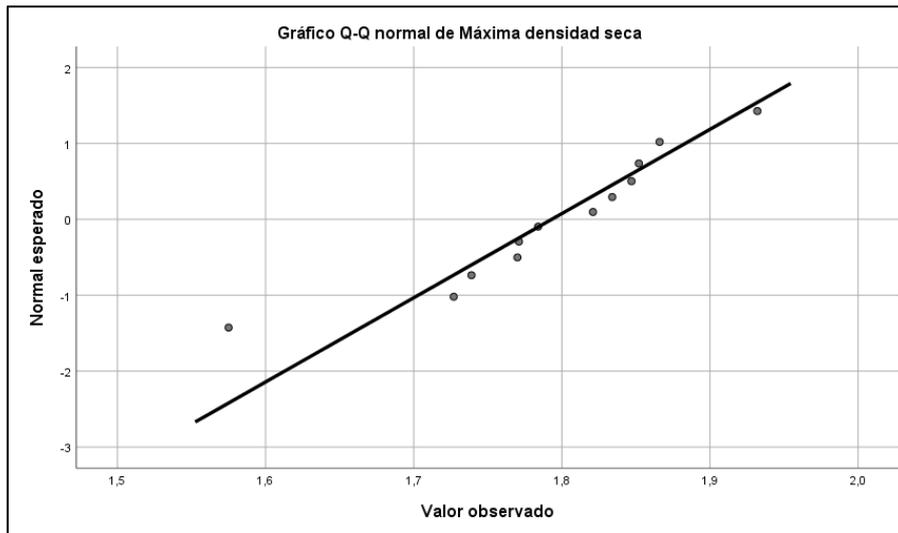


Figura 54. Gráfico Q-Q de normalidad para la máxima densidad seca del suelo arcilloso.

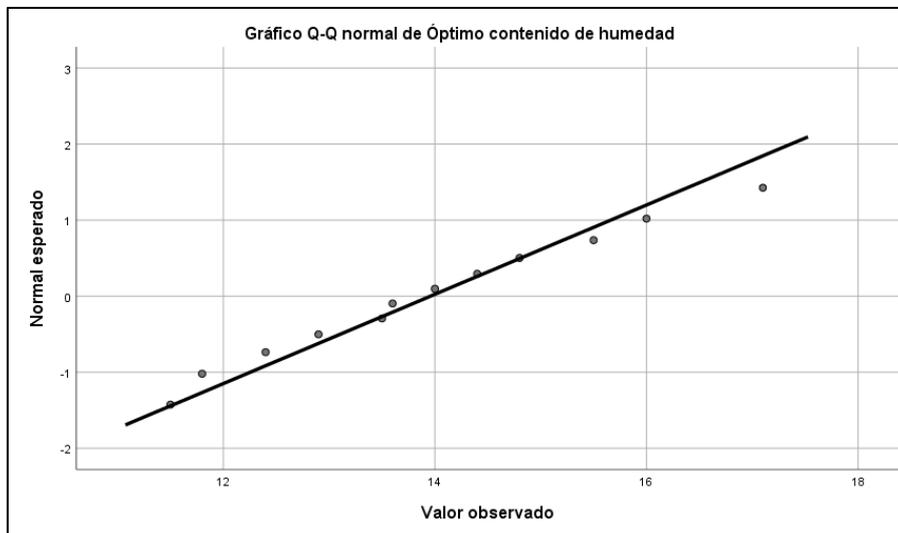


Figura 55. Gráfico Q-Q de normalidad para el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso.

Finalmente, el último parámetro considerado dentro de este análisis fue la prueba fue el CBR al 95% y 100 %, de los cuales se destaca que el valor de la significancia obtenida mediante el método de Shapiro – Wilk fue menor a 0.05, esto demuestra una distribución no normal de los datos.

Tabla 46. Prueba de Shapiro – Wilk para la capacidad de soporte del suelo arcilloso.

	Estadístico	gl	Sig.
CBR al 95 % de la MDS	0.789	12	0.007
CBR al 100 % de la MDS	0.676	12	0.000

Los valores descritos anteriormente se detallan de mejor manera en los gráficos que se muestran a continuación, en el que se puede observar con claridad que los datos obtenidos no se ajustan a la recta diagonal del gráfico Q-Q, con ello se puede establecer que la distribución de los datos obtenidos no presenta una distribución normal.

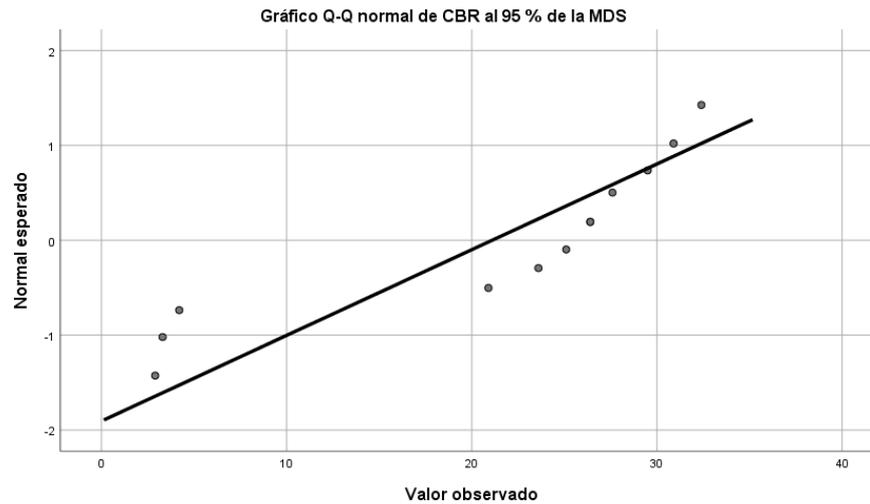


Figura 56. Gráfico Q-Q de normalidad para el CBR al 95 % del suelo arcilloso.

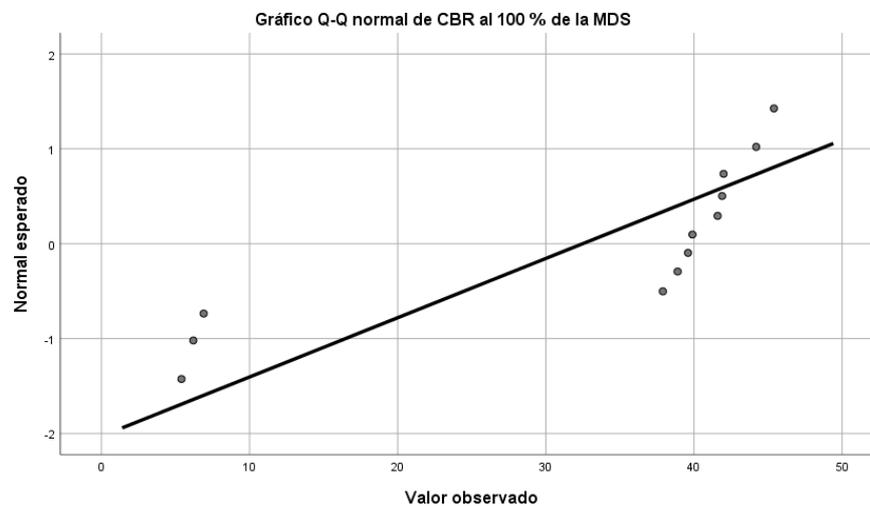


Figura 57. Gráfico Q-Q de normalidad para el CBR al 100 % del suelo arcilloso.

Finalmente, con base en los valores obtenidos, se ha determinado el enfoque de las pruebas de hipótesis. Para la plasticidad y compactación, se aplicará el método ANOVA, mientras que, para la capacidad de soporte, se utilizará el método establecido por Kruskal-Wallis.

4.2.1. Hipótesis específica “a”

H_{0a} : La ceniza de carbón no influye significativamente en la plasticidad del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

H_{1a} : La ceniza de carbón influye significativamente en la plasticidad del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

Se ha utilizado el análisis de varianza de un solo factor, conocido como ANOVA, para llevar a cabo la prueba de hipótesis "a". Esta elección se basó en los resultados de la prueba de normalidad, que determinó la idoneidad de utilizar el método ANOVA para este propósito.

Los resultados del análisis revelaron un valor de p (en la columna "Sig.") de 0.000 para la fuente de variación "Entre grupos". Este valor de p es muy bajo, lo que sugiere que la probabilidad de que las diferencias entre las medias de los grupos sean aleatorias es sumamente reducida.

Por lo tanto, en base a los resultados del ANOVA, podemos concluir que existe una sólida evidencia estadística que indica que al menos dos de los grupos comparados tienen medias distintas, tal como se muestran en la Tabla 47. Cabe mencionar que el análisis de varianza no especifica cuáles grupos presentan diferencias significativas entre sí. Para determinar estas diferencias específicas entre grupos individuales, serían necesarias pruebas adicionales, como pruebas post hoc.

Tabla 47. *Prueba ANOVA para la plasticidad de suelos arcillosos.*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	161.842	3	53.947	25.296	0.000
Dentro de grupos	17.061	8	2.133		
Total	178.903	11			

Se ha llevado a cabo un análisis adicional utilizando una prueba post hoc (ver Tabla 48). Los resultados obtenidos revelan que todas las comparaciones mencionadas previamente presentan valores de p significativamente bajos, lo que indica que las diferencias de medias son estadísticamente significativas. Esto sugiere que a medida que se incrementa la cantidad de ceniza de carbón agregada al suelo arcilloso, se producen diferencias notables en las propiedades o características medidas, en comparación con el suelo arcilloso sin ceniza de carbón.

Es importante resaltar que las diferencias de medias entre los suelos con diferentes concentraciones de ceniza de carbón también resultan ser estadísticamente significativas en comparación con el suelo arcilloso sin ceniza de carbón. Estos hallazgos apuntan a que la cantidad de ceniza de carbón tiene un efecto significativo en las propiedades del suelo, lo que puede ser de gran relevancia en los proyectos de ingeniería.

Tabla 48. Prueba post – hoc de Tukey para la plasticidad, mediante comparaciones múltiples.

(I) Cantidad de ceniza de carbón	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
Suelo arcilloso (SA)	SA+12%CC	6.04*	1.192	0.004	2.222	9.858
	SA+17%CC	7.49*	1.192	0.001	3.672	11.308
	SA+22%CC	9.97*	1.192	0.000	6.155	13.792
SA+12%CC	Suelo arcilloso (SA)	-6.04	1.192	0.004	-9.858	-2.222
	SA+17%CC	1.45	1.192	0.635	-2.368	5.268
	SA+22%CC	3.93*	1.192	0.044	0.115	7.752
SA+17%CC	Suelo arcilloso (SA)	-7.49*	1.192	0.001	-11.308	-3.672
	SA+12%CC	-1.45	1.192	0.635	-5.268	2.368
	SA+22%CC	2.48	1.192	0.237	-1.335	6.302
SA+22%CC	Suelo arcilloso (SA)	-9.97*	1.192	0.000	-13.792	-6.155
	SA+12%CC	-3.93*	1.192	0.044	-7.752	-0.115
	SA+17%CC	-2.48	1.192	0.237	-6.302	1.335

Finalmente se ha podido estimar los subconjuntos en los que se pueden agrupar cada uno de los grupos estudiados (ver Tabla 49). Esto implica que las diferencias observadas en las medias podrían deberse al azar o a la variabilidad natural de las muestras, y no a una influencia significativa de la cantidad de ceniza de carbón añadida al suelo arcilloso en las propiedades o características medidas.

Tabla 49. Subconjuntos con igual significancia de la plasticidad de suelos arcillosos.

Cantidad de ceniza de carbón	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
SA+22%CC	3	1.530		
SA+17%CC	3	4.013	4.013	
SA+12%CC	3		5.463	
Suelo arcilloso (SA)	3			11.503
Sig.		0.133	0.558	1.000

4.2.2. Hipótesis específica “b”

H_{0b}: La ceniza de carbón no influye significativamente en la compactación del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

H_{1b}: La ceniza de carbón influye significativamente en la compactación del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

En el análisis de hipótesis, se optó por aplicar el método ANOVA, el cual permitió determinar que existe una diferencia significativa en relación al óptimo contenido de humedad entre al menos dos de los grupos. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la máxima densidad seca entre los grupos comparados, tal como se puede apreciar a continuación.

Tabla 50. Prueba ANOVA para la máxima densidad y óptimo contenido de humedad de suelos arcillosos.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Máxima densidad seca	Entre grupos	0.033	3	0.011	1.538	0.278
	Dentro de grupos	0.057	8	0.007		
	Total	0.089	11			
Óptimo contenido de humedad	Entre grupos	22.616	3	7.539	6.489	0.015
	Dentro de grupos	9.293	8	1.162		
	Total	31.909	11			

Para complementar el análisis, se realizó una prueba post hoc para establecer comparaciones entre diferentes grupos en relación con la "Máxima densidad seca" y "Óptimo contenido de humedad". En la siguiente tabla, se proporciona la diferencia de medias, el error estándar, el valor de significancia (p-valor) y el intervalo de confianza al 95 % para cada comparación.

En cuanto a la variable "Máxima densidad seca", no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en ninguna de las comparaciones, ya que todos los valores de p son mayores que el nivel de significancia alfa = 0.05.

De manera similar, para la variable "Óptimo contenido de humedad", sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el grupo con 17 % de ceniza de carbón.

Tabla 51. Prueba post – hoc de Tukey para la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, mediante comparaciones múltiples.

Variable dependiente		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
Máxima densidad seca	Suelo arcilloso (SA)	SA+12%CC	0.064	0.069	0.790	-0.156	0.284
		SA+17%CC	0.139	0.069	0.258	-0.081	0.359
		SA+22%CC	0.109	0.069	0.439	-0.111	0.329
	SA+12%CC	Suelo arcilloso (SA)	-0.064	0.069	0.790	-0.284	0.156
		SA+17%CC	0.075	0.069	0.707	-0.145	0.295
		SA+22%CC	0.045	0.069	0.913	-0.175	0.265
	SA+17%CC	Suelo arcilloso (SA)	-0.139	0.069	0.258	-0.359	0.081
		SA+12%CC	-0.075	0.069	0.707	-0.295	0.145
		SA+22%CC	-0.030	0.069	0.970	-0.250	0.190
	SA+22%CC	Suelo arcilloso (SA)	-0.109	0.069	0.439	-0.329	0.111
		SA+12%CC	-0.045	0.069	0.913	-0.265	0.175
		SA+17%CC	0.030	0.069	0.970	-0.190	0.250
Óptimo contenido de humedad	Suelo arcilloso (SA)	SA+12%CC	-1.567	0.880	0.348	-4.385	1.251
		SA+17%CC	-3.07*	0.880	0.034	-5.885	-0.249
		SA+22%CC	0.400	0.880	0.967	-2.418	3.218
	SA+12%CC	Suelo arcilloso (SA)	1.567	0.880	0.348	-1.251	4.385
		SA+17%CC	-1.500	0.880	0.381	-4.318	1.318
		SA+22%CC	1.967	0.880	0.193	-0.851	4.785
	SA+17%CC	Suelo arcilloso (SA)	3.07*	0.880	0.034	0.249	5.885
		SA+12%CC	1.500	0.880	0.381	-1.318	4.318
		SA+22%CC	3.47*	0.880	0.018	0.649	6.285
	SA+22%CC	Suelo arcilloso (SA)	-0.400	0.880	0.967	-3.218	2.418
		SA+12%CC	-1.967	0.880	0.193	-4.785	0.851
		SA+17%CC	-3.47*	0.880	0.018	-6.285	-0.649

Lo determinado fue complementado mediante la comparación de subconjuntos, en el que se detalla que, no hay una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos en cuanto a la "Máxima densidad seca", tal como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 52. *Subconjuntos con igual significancia de la máxima densidad seca de suelos arcillosos.*

Cantidad de ceniza de carbón	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
SA+17%CC	3	1.732	
SA+22%CC	3	1.762	
SA+12%CC	3	1.807	
Suelo arcilloso (SA)	3	1.871	
Sig.		0.258	

Similar análisis se ha realizado para el contenido de humedad, en el que se ha podido establecer que sí existen diferencias significativas entre los grupos analizados; tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 53. *Subconjuntos con igual significancia del óptimo contenido de humedad de suelos arcillosos.*

Cantidad de ceniza de carbón	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
SA+22%CC	3	12.500	
Suelo arcilloso (SA)	3	12.900	
SA+12%CC	3	14.467	14.467
SA+17%CC	3		15.967
Sig.		0.193	0.381

4.2.3. Hipótesis específica "c"

H_{0c} : La ceniza de carbón no influye significativamente en la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

H_{1c} : La ceniza de carbón influye significativamente en la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

Para la prueba de hipótesis mencionada anteriormente, se ha considerado la aplicación de la prueba establecida por Kruskal – Wallis (ver Tabla 54), en el que se ha podido establecer que los valores de p-valor obtenidos son menores que el nivel de significancia comúnmente utilizado (por ejemplo, alfa = 0.05), lo que indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre al menos dos de los grupos comparados en términos de "CBR al 95 % de la MDS" y "CBR al

100 % de la MDS". En otras palabras, las medianas de al menos dos grupos difieren significativamente en relación con estas dos variables

Tabla 54. Prueba Kruskal – Wallis para el CBR al 95 % y 100 % de suelos arcillosos.

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	CBR al 95 % de la MDS	CBR al 100 % de la MDS
N total	12	12
Estadístico de prueba	8.14	9.36
Grado de libertad	3	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.043	0.025

Complementariamente se ha realizado la comparación por parejas para el CBR al 95 %, el cual se muestra en la Tabla 55 en la que destaca que el grupo con mayor diferencia significativa es el suelo patrón con el suelo con 17 % de ceniza de carbón.

Tabla 55. Comparaciones por parejas de cantidad de ceniza de carbón para el CBR al 95 % de suelos arcillosos.

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
Suelo arcilloso (SA)-SA+12%CC	-4.167	2.939	-1.418	0.156	0.937
Suelo arcilloso (SA)-SA+22%CC	-5.667	2.939	-1.928	0.054	0.323
Suelo arcilloso (SA)-SA+17%CC	-8.167	2.939	-2.779	0.005	0.033
SA+12%CC-SA+22%CC	-1.500	2.939	-0.510	0.610	1.000
SA+12%CC-SA+17%CC	-4.000	2.939	-1.361	0.173	1.000
SA+22%CC-SA+17%CC	2.500	2.939	0.851	0.395	1.000

Un similar comportamiento se puede obtener al analizar el CBR al 100 %, en el que la mayor diferencia significativa estimada fue entre el suelo arcilloso patrón y el suelo con 17 % de ceniza.

Tabla 56. Comparaciones por parejas de cantidad de ceniza de carbón para el CBR al 100 % de suelos arcillosos.

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
Suelo arcilloso (SA)-SA+22%CC	-4.333	2.944	-1.472	0.141	0.846
Suelo arcilloso (SA)-SA+12%CC	-4.667	2.944	-1.585	0.113	0.678
Suelo arcilloso (SA)-SA+17%CC	-9.000	2.944	-3.057	0.002	0.013
SA+22%CC-SA+12%CC	0.333	2.944	0.113	0.910	1.000
SA+22%CC-SA+17%CC	4.667	2.944	1.585	0.113	0.678
SA+12%CC-SA+17%CC	-4.333	2.944	-1.472	0.141	0.846

4.3. Discusión de resultados

Esta investigación consideró como objetivo general evaluar el efecto de la ceniza de carbón como activador alcalino en las propiedades del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

En el estudio de estabilización de suelos arcillosos con ceniza de carbón de la madera *Dipteryx férrea*, se evaluó la influencia de diferentes porcentajes de ceniza de carbón en el índice de plasticidad del suelo en tres calicatas, denominadas C-1, C-2 y C-3. Los valores iniciales del índice de plasticidad fueron 13.08 % para C-1, 12.25 % para C-2 y 8.88 % para C-3. Con la adición de ceniza de carbón, se observaron reducciones en el índice de plasticidad, alcanzando valores mínimos de 2.04 % para C-1, 1.9 % para C-2 y 0.65 % para C-3 con un 22 % de ceniza de carbón. Los resultados obtenidos en este estudio guardan similitudes con los antecedentes nacionales e internacionales, así se tiene uno de ellos que también mostró una disminución significativa del índice de plasticidad del suelo cohesivo al añadir ceniza de carbón en diferentes porcentajes (4 %, 6 %, 8 % y 10 % del peso seco del suelo), aunque el suelo que consideró fue netamente cohesivos y el presente estudio evaluó suelos arcillosos, se evidencia la efectividad de la ceniza de carbón como estabilizador en la reducción del índice de plasticidad [8]. Otro artículo científico [3] también mostró una reducción en el índice de plasticidad del suelo limo arcilloso tratado con cemento y diferentes porcentajes de ceniza de carbón. En comparación con el presente estudio, los resultados demostraron que la adición de ceniza de carbón es efectiva para reducir el índice de plasticidad, independientemente del tipo de suelo inicial. La eficacia de la ceniza de carbón como estabilizador es destacable en diferentes suelos, lo que demuestra su versatilidad y potencial para mejorar las propiedades mecánicas de los suelos para fines de pavimentación. El estudio de estabilización de suelos arcillosos con ceniza de carbón de la madera *Dipteryx férrea* demostró la importancia de reducir el índice de plasticidad en suelos arcillosos del tipo A-6 (9) y A-4 (8). Estos resultados son consistentes con los antecedentes, donde se observó una reducción similar en el índice de plasticidad en suelos tratados con ceniza de carbón, tanto a nivel nacional como internacional.

La máxima densidad seca varió entre 1.727 g/cm³ y 1.866 g/cm³ en las diferentes calicatas y con distintas dosificaciones de ceniza de carbón. En la calicata C-3, se alcanzó el valor más alto de máxima densidad seca de 1.866 g/cm³ con una adición del 17 % de ceniza. Por otro lado, el óptimo contenido de humedad fluctuó entre 11.5 % y 17.1 %, y el valor más bajo se observó en la calicata C-2, alcanzando un óptimo contenido de

humedad de 11.5 % con una adición del 22 % de ceniza. Comparando los resultados obtenidos con los antecedentes nacionales e internacionales, se encontraron similitudes y diferencias. Dos estudios [7, 13] mostraron mejoras en la resistencia mecánica y densidad seca con la adición de ceniza de carbón, lo cual difiere parcialmente con los resultados obtenidos en las calicatas C-1, C-2 y C-3, donde se observaron reducciones en la máxima densidad seca. En cuanto al óptimo contenido de humedad, se encontró una tendencia clara de incremento con 12 % y 17 % de ceniza de carbón en los resultados, lo que coincide con dos de los estudios [3, 8] que también mostraron incrementos en el óptimo contenido de humedad con la adición de ceniza de carbón. La máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad son propiedades vitales para garantizar la calidad y durabilidad de las carreteras, especialmente en la subrasante. Los resultados obtenidos en este estudio mostraron variaciones en estas propiedades con la adición de ceniza de carbón, no obstante, no se dan cambios relevantes en la máxima densidad seca, en cuanto al óptimo contenido de humedad, sí se encontró incrementos significativos.

De los resultados descriptivos, se tiene que, en el suelo sin añadir ceniza de carbón, los valores iniciales del CBR al 95 % de la MDS fueron: 2.9 % para la calicata C-1, 3.3 % para C-2 y 4.2 % para C-3. Con la dosificación del 17 % de ceniza de carbón, los valores del CBR al 95 % de la MDS fueron: 26.4 % para C-1, 30.9 % para C-2 y 32.4 % para C-3, esto representa un aumento significativo en el CBR en todas las calicatas, alcanzando un incremento aproximado de 810.34 %, 836.36 % y 671.43 % en comparación con el suelo sin ceniza. Comparando los resultados obtenidos en este estudio con los antecedentes proporcionados, se observan similitudes en cuanto a la mejora del CBR al añadir ceniza de carbón. En uno de los antecedentes nacionales, se mostró un aumento de 646.67 % en el CBR con el 20 % de ceniza, mientras que en este estudio se alcanzaron incrementos superiores con dosificaciones más bajas (17 %) [7]. En el antecedente internacional [3], con el 20 % de ceniza se obtuvo un aumento de 138.78 % en el CBR, lo que también es menor en comparación con los resultados de este estudio. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la adición de ceniza de carbón en diferentes dosificaciones tuvo un impacto significativo en el aumento del CBR al 95 % de la MDS en todas las calicatas analizadas. Los incrementos observados fueron significativamente altos, superando en gran medida los valores iniciales del CBR en el suelo sin añadir ceniza.

Por último, se tiene que la implicancia teórica común en relación con la estabilización de suelos utilizando ceniza de carbón de la madera *Dipteryx férrea*, se da al conocimiento de demostrar cómo la adición de ceniza de carbón puede reducir el índice de plasticidad de suelos arcillosos e incrementar la resistencia, esto amplía la comprensión de los

mecanismos de mejora de los suelos y cómo ciertos materiales, como la ceniza de carbón, pueden influir en sus propiedades. Además, se establece una conexión entre los resultados de estos estudios y la investigación previa, consolidando la idea de que la ceniza de carbón puede ser una opción efectiva y versátil para la estabilización de suelos en diversas aplicaciones.

Desde una perspectiva práctica, los resultados tienen implicaciones significativas para la ingeniería civil y la construcción, pues demuestran que la adición de ceniza de carbón puede mejorar propiedades clave de los suelos, como la plasticidad, la densidad seca, óptimo contenido de humedad y el CBR. Esto tiene un impacto directo en la construcción de carreteras y pavimentación, ya que la capacidad de modificar las propiedades del suelo puede llevar a la creación de infraestructuras más duraderas y de mayor calidad. La aplicación práctica de la ceniza de carbón como estabilizador puede reducir costos y mejorar la eficiencia en proyectos de construcción y mantenimiento vial.

En términos metodológicos, los enfoques experimentales y de análisis que son replicables en investigaciones futuras. El uso de calicatas, mediciones de densidad seca y pruebas de CBR proporciona un marco sólido para evaluar los efectos de la ceniza de carbón en diferentes tipos de suelo. Además, la comparación con antecedentes nacionales e internacionales valida y contextualiza los resultados obtenidos. Esta validación contribuye a la creación de un cuerpo creciente de conocimiento en el campo de la estabilización de suelos y proporciona una base para investigaciones posteriores en esta área.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En base a los resultados obtenidos y el análisis realizado, se puede concluir que la ceniza de carbón como activador alcalino influye significativamente en las propiedades del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín. Donde la adición 17 % de ceniza de carbón ha mostrado un impacto positivo en varias características del suelo.
- Los resultados demuestran que la ceniza de carbón tiene una influencia significativa en la plasticidad del suelo. Se observó una disminución notable del índice de plasticidad cuando se añadió ceniza de carbón en diferentes dosificaciones, con valores mínimos de 0.65 % con un 22 % de adición de ceniza, en comparación con los valores iniciales que variaban entre 8.88 % y 13.38 %. Esto indica que la ceniza de carbón reduce la plasticidad del suelo, lo que puede ser beneficioso para evitar problemas de agrietamiento y asentamiento en carreteras.

Asimismo, el análisis estadístico mostró que la adición de ceniza de carbón tiene un efecto significativo en la plasticidad del suelo, con una significancia estadística de p de 0.000 según la prueba ANOVA. Los valores de plasticidad disminuyeron significativamente con diferentes dosificaciones de ceniza de carbón en comparación con los valores iniciales del suelo.

- La ceniza de carbón también influye significativamente en la compactación del suelo arcilloso. Los resultados revelaron una reducción en la máxima densidad seca del suelo, alcanzando hasta 1.739 g/cm³ con un 17 % de adición de ceniza, mientras que los valores iniciales oscilaban entre 1.834 g/cm³ y 1.932 g/cm³.

Además, se observaron incrementos en el óptimo contenido de humedad del suelo con la adición de ceniza de carbón.

Los resultados estadísticos indicaron que la adición de ceniza de carbón influye significativamente en la compactación del suelo, con una significancia estadística de $p < 0.05$ (0.015) según la prueba ANOVA para el óptimo contenido de humedad.

- Los datos del CBR al 95 % de la MDS mostraron mejoras sustanciales con la adición de ceniza de carbón, alcanzando valores de hasta 30.9 % con un 12 % de adición, en contraste con los valores iniciales que variaban entre 2.9 % y 4.2 %. Esto indica que la ceniza de carbón tiene un efecto significativo en la capacidad de soporte del suelo.

El análisis estadístico mostró que la ceniza de carbón tiene un impacto significativo en la capacidad de soporte del suelo, con una significancia estadística de $p < 0.05$ (0.043) según la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los valores del CBR al 95 % de la MDS aumentaron considerablemente con la adición de ceniza de carbón en comparación con los valores iniciales del suelo.

5.2. Recomendaciones

- Dado que se ha demostrado la influencia significativa de la ceniza de carbón en las propiedades del suelo arcilloso de la subrasante, se sugiere realizar investigaciones adicionales para explorar y optimizar diferentes dosificaciones de ceniza de carbón en combinación con otros materiales. Esto permitirá establecer un rango óptimo de dosificación para obtener los mejores resultados en términos de plasticidad, compactación y capacidad de soporte del suelo.
- Para evaluar más a fondo el efecto de la ceniza de carbón en la plasticidad del suelo, se recomienda llevar a cabo pruebas adicionales, como ensayos de límites de Atterberg y análisis mineralógicos. Estas pruebas proporcionarán una mejor comprensión de los cambios en la composición del suelo y ayudarán a determinar las causas subyacentes de la reducción de la plasticidad al añadir ceniza de carbón.
- Con el fin de optimizar la compactación del suelo arcilloso, se sugiere explorar diferentes técnicas de mezcla y compactación, como el uso de equipos especializados y métodos de compactación vibratorio. Además, es importante considerar la influencia de otros aditivos y estabilizantes en combinación con la ceniza de carbón para obtener una compactación óptima y uniforme en toda la subrasante.

- Para mejorar aún más la capacidad de soporte del suelo arcilloso, se sugiere llevar a cabo estudios de estabilización con diferentes dosificaciones y tipos de ceniza de carbón. Es necesario evaluar el efecto de la ceniza de carbón en combinación con otros materiales como cemento, cal o polímeros para determinar la combinación más eficaz y económica que proporcione el mayor incremento en el CBR al 95 % de la MDS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MTC. *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Online. 2014. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Available from: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
2. SUMESH, M., SINGH, Baleshwar, VIGNESHWARAN, K., SAMSONCHELLADURAI, C. and VIKRANTH, G. Effect of coal ash on strength characteristics of clayey silt soil treated with cement. *Materials Today: Proceedings*. Online. 2020. DOI 10.1016/j.matpr.2020.10.247.
3. BHATT, Arpita, PRIYADARSHINI, Sharon, ACHARATH MOHANAKRISHNAN, Aiswarya, ABRI, Arash, SATTLER, Melanie and TECHAPAPHAWIT, Sorakrich. Physical, chemical, and geotechnical properties of coal fly ash: A global review. *Case Studies in Construction Materials*. Online. 2019. Vol. 11, p. e00263. DOI 10.1016/j.cscm.2019.e00263.
4. AYDIN, Ertug. Novel coal bottom ash waste composites for sustainable construction. *Construction and Building Materials*. Online. 2016. Vol. 124, p. 582–588. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2016.07.142.
5. NGUYEN, Nu, BUI, Son and DO, Ngoc. Reusing coal ash of thermal power plant in a pavement base course. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*. Online. 2021. Vol. 33, no. 5, p. 346–354. DOI 10.1016/j.jksues.2020.09.017.
6. FLORES, Jhonatan. *Análisis del comportamiento mecánico de suelos cohesivos con adición de cenizas de eucalipto en el sector Palián - Huancayo - 2018*. Online. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2020. Available from: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7039/T010_46539607_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
7. GONZALES, Yoshida. *Estudio de la influencia de la ceniza de carbón en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso con fines de pavimentación*. Online. Universidad Señor de Sipán, 2022. Available from: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10340>
8. CARPIO, Victor. *Influencia de ceniza de carbón en los parámetros de resistencia de suelos cohesivos en el distrito de Puno, 2022*. Online. Universidad César Vallejo, 2022. Available from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109924>
9. VILCAS, Ever. *Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías pavimentadas*. Online. Univesidad Peruana Los Andes, 2022. Available from: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3578>

10. ALPHABET INC. Google Maps. Online. 2023. [Accessed 3 March 2023]. Available from: <https://www.google.com/maps>
11. MTC. *Manual de ensayo de materiales*. Online. 2016. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Available from: https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual
12. MTC. *Glosario de términos de uso frecuente en los proyectos de infraestructura vial*. Online. 2018. Lima - Perú : Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/10338-002-2018-mtc-14>
13. VILLANUEVA, Cristian. *Evaluación de la ceniza de carbón como aditivo estabilizador en suelos arcillosos con fines de pavimentación*. Online. Universidad Señor de Sipán, 2023. Available from: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10490>
14. GÓMEZ, Diana, CARVAJAL, Gloria, BALAGUERA, Alejandra and ARIAS, Yhan Paul. Technical and environmental assessment for soil stabilization using coal ash. *ISEC 2019 - 10th International Structural Engineering and Construction Conference*. 2019. No. May. DOI 10.14455/isec.res.2019.171.
15. SHARMA, Vishal and SINGH, Sandeep. Modeling for the use of waste materials (Bottom ash and fly ash) in soil stabilization. *Materials Today: Proceedings*. Online. 2019. Vol. 33, p. 1610–1614. DOI 10.1016/j.matpr.2020.05.569.
16. PRIETO, Laura, MONTAÑO, Andrés, PARRA, Alejandro and PUERTO-SUÁREZ, Julián. Evaluación mecánica y ambiental del uso de ceniza volante con activación alcalina como alternativa de reemplazo total del cemento en la elaboración de tabletas prefabricadas. *Informacion Tecnologica*. 2019. Vol. 30, no. 3, p. 67–82. DOI 10.4067/S0718-07642019000300067.
17. MONTEJO, Alfonso. *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Online. 2°. Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2002. Available from: https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca
18. KOSMATKA, Steven, KERKHOFF, Beatrix, PANARESE, William and TANESI, Jussana. *Diseño y control de mezclas de concreto*. Online. Primera. Portland Cement Association, 2004. ISBN 0893122335. Available from: https://issuu.com/gustavochonlongalcivar/docs/dise_o_y_control_de_mezclas_de_con
19. RONDON, Hugo and REYES, Alberto. *Pavimentos: Materiales, construccion y diseño*.

- . Primera. Lima : Editora Macro, 2015. ISBN 9789587711752.
20. INACAL. Normas Técnicas Peruanas. *Instituto Nacional de Calidad*. Online. 2022. [Accessed 8 December 2022]. Available from: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
 21. KRAEMER, Carlos, PARDILLO, José, ROCCI, Sandro, ROMANA, Manuel, SÁNCHEZ, Víctor and DEL VAL, Miguel. *Ingeniería de carreteras (Tomo II)*. . Primera. Madrid : McGRAW-HILL, 2004. ISBN 84-481-3998-4.
 22. CORONADO, Jorge. *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos*. Online. 2002. Guatemala : Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Available from: <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4114>
 23. MTC, Ministerio de Transporte y Comunicaciones. *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. 2008. Perú : Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
 24. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos and BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la investigación*. Online. Sexta Ed. México : Mac Graw Hill, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0. Available from: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.Hernandez,Fernandez,yBaptista-MetodologíaInvestigacionCientífica6taed.pdf>
 25. BERNAL, César. *Metodología de la investigación. Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Online. Tercera Ed. México : Pearson Educación, 2010. ISBN 978-958-699-128-5. Available from: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigación-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
 26. MVCS. *Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Online. 2020. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
 27. PALELLA, Santa and MARTINS, Feliberto. *Metodología de la investigación cuantitativa*. Online. Tercera. Caracas : FEDUPEL, 2012. ISBN 980-273-445-4. Available from: <https://issuu.com/originaledy/docs/metodologc3ada-de-la-investigac3b>

ANEXOS

Anexo 01: matriz de consistencia

Tesis: “Efecto de la ceniza de carbón como activador alcalino en las propiedades del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es el efecto de la ceniza de carbón como activador alcalino en las propiedades del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín?</p> <p>Problemas específicos: - ¿Cuál es el efecto de la ceniza de carbón en la plasticidad del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín? - ¿Cuál es el efecto de la ceniza de carbón en la compactación del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín? - ¿Cuál es el efecto de la ceniza de carbón en la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar el efecto de la ceniza de carbón como activador alcalino en las propiedades del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.</p> <p>Objetivos específicos: - Evaluar el efecto de la ceniza de carbón en la plasticidad del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín. - Evaluar el efecto de la ceniza de carbón en la compactación del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín. - Evaluar el efecto de la ceniza de carbón en la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.</p>	<p>Hipótesis general: La ceniza de carbón como activador alcalino mejora significativamente las propiedades del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.</p> <p>Hipótesis específicas: - La ceniza de carbón influye significativamente en la plasticidad del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín. - La ceniza de carbón influye significativamente en la compactación del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín. - La ceniza de carbón influye significativamente en la capacidad de soporte del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín.</p>	<p>Variable independiente (X): contenido de ceniza de carbón</p> <p>Variable dependiente (Y): propiedades del suelo arcilloso</p>	<p>- Cantidad de ceniza de carbón.</p> <p>- Plasticidad</p> <p>- Compactación</p> <p>- Capacidad de soporte</p>	<p>- Proporciones de ceniza de carbón.</p> <p>- Límite líquido.</p> <p>- Límite plástico.</p> <p>- Contenido óptimo de humedad.</p> <p>- Máxima densidad seca.</p> <p>- CBR al 95 % de la MDS.</p> <p>- CBR al 100 % de la MDS.</p>	<p>Método de investigación: científico</p> <p>Tipo de investigación: aplicada</p> <p>Alcance de investigación: explicativo</p> <p>Diseño de investigación: experimental</p> <p>Población: La población correspondió al suelo de la subrasante del jirón Los Libertadores entre el Jr. Sucre y el Jr. Pichas en el distrito de Huancán en la provincia de Huancayo de la región Junín, extraído por medio de calicatas de una profunda de 1.5 m; lo cual coadyuvará a mejorar el tránsito en los jirones contiguos, tales el mismo Jr. Sucre y el Jr. San Martín.</p> <p>Muestra: Según el tipo de muestreo no probabilístico intencional, la muestra correspondió a 3 calicatas obtenidas del Jr. Los Libertadores entre el Jr. Sucre y el Jr. Pichas, para la ejecución de los ensayos detallados en la Tabla 7.</p>

Anexo 02: matriz de operacionalización de variables

Tabla 57. Operacionalización de las variables.

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Unidad de medida	Tipo de variable	Escala de medición
VI: contenido de ceniza de carbón	La ceniza de carbón es un residuo de la quema de carbón en gran variedad de industrias que van desde la generación eléctrica a la elaboración de materiales de construcción como los ladrillos de arcilla [2].	Cantidad de ceniza de carbón	La ceniza de carbón se empleará en dosificaciones de 12, 17 y 22 % respecto al peso seco del suelo.	Proporciones de ceniza de carbón	%	Cuantitativa	Razón
				Límite líquido	%	Cuantitativa	Razón
		Plasticidad	La plasticidad del suelo se da por medio de diferencia entre el límite líquido y límite plástico [1].	Límite plástico	%	Cuantitativa	Razón
VD: propiedades del suelo arcilloso	El MTC (2014) señala que las propiedades a considerar para que un suelo sea empleado como subrasante es la plasticidad (índice de plasticidad) y la capacidad de soporte (CBR) valor obtenido con el ensayo previo de compactación.	Compactación	La compactación del suelo viene a ser la máxima densidad seca del suelo con un determinado óptimo de humedad según el ensayo de Proctor modificado [11].	Contenido óptimo de humedad	%	Cuantitativa	Razón
				Máxima densidad seca	g/cm ³	Cuantitativa	Razón
		Capacidad de soporte	Está representado por el CBR que viene a ser a la capacidad de penetración de determinada fuerza en la masa del suelo [12].	CBR al 95 % de la MDS	%	Cuantitativa	Razón
				CBR al 100 % de la MDS	%	Cuantitativa	Razón

Anexo 03: fichas de juicio de expertos firmadas

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	Lunes, 5 de Junio del 2023
Validador	Ing. Adolfo Eulogio Camayo Ginche
Cargo e institución donde labora	Gerente General de GICA PERÚ EIRL
Instrumento a validar	Ficha de observaciones para la obtención de los Límites de consistencia
Objetivo del instrumento	Determinar el Límite Líquido y Límite plástico del suelo
Autor del instrumento	Bach. Kelvin Quimones Sura

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL		0	2	16	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.90$$


 Services Construction and Geotechnical Engineering
 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. OP. N° 18000
 FIRMA Y SELLO DEL VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	<i>lunes, 5 de junio de 2023</i>
Validador	<i>Ing. Adolfo Evlogio Camayo Ginche</i>
Cargo e institución donde labora	<i>Gerente General de Gica Perú EIRL</i>
Instrumento a validar	<i>Ficha de observaciones para la obtención de la MDS y OCH del suelo</i>
Objetivo del instrumento	<i>Determinar el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca</i>
Autor del instrumento	<i>Bach. Kelvin Quiñones Sura</i>

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL		0	4	12	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.80$$


 Services Construction and Geotechnical Engineering
 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 RES. CAP. N° 153550

FIRMA Y SELLO DEL VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	Lunes, 5 de Junio de 2023
Validador	Ing. Adolfo Eulogio Camayo Ginche
Cargo e institución donde labora	Gerente General de Gica Perú EIRL
Instrumento a validar	Ficha de observaciones para la obtención del CBR
Objetivo del instrumento	Determinar el CBR del suelo al 95% y 100%
Autor del instrumento	Bach. Kelvin Quiñones Sara

II. Criterios de validación del instrumento

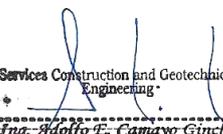
Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL		0	2	16	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.90$$


 Services Construction and Geotechnical Engineering
 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153550
 FIRMA Y SELLO DEL VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

VII. Datos Generales

Fecha	Lunes, 5 de junio de 2023
Validador	Ing. Katherin Soledad Espiritu Veliz
Cargo e institución donde labora	Especialista en mecánica de suelos y Geotécnica para obras lineales
Instrumento a validar	Ficha de observación para la obtención de los Límites de consistencia
Objetivo del instrumento	Determinar el Límite Líquido y Límite Plástico del suelo.
Autor(es) del instrumento	Dach. Kelvin Quiñones Sara

VIII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL		0	2	16	

IX. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.90$$


ASTRO 2000 S.A.C.

 Ing. Katherin Espiritu Veliz
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y M.S
 CIP 133923

FIRMA Y SELLO DEL VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

VII. Datos Generales

Fecha	Lunes, 5 de junio de 2023
Validador	Ing. Katherin Soledad Espíritu Veliz
Cargo e institución donde labora	Especialista en mecánica de suelos y Geotécnica para obras lineales
Instrumento a validar	Ficha de observaciones para la obtención de la MDS y OCH del suelo
Objetivo del instrumento	Determinar el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca
Autor(es) del instrumento	Bach. Kelvin Quiñones Sara

VIII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL		0	4	18	

IX. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.95$$


 Ing. Katherin Espíritu Veliz
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y M.S
 CIP 133923

FIRMA Y SELLO DEL VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

VII. Datos Generales

Fecha	<i>lunes, 5 de junio de 2023</i>
Validador	<i>Ing. Katherin Soledad Espiritu Velaz</i>
Cargo e institución donde labora	<i>Especialista en mecánica de suelos y Geotecnia para obras lineales</i>
Instrumento a validar	<i>Ficha de observaciones para la obtención de CBR</i>
Objetivo del instrumento	<i>Determinar el CBR del suelo al 95% y 100%</i>
Autor(es) del instrumento	<i>Bach. Kelvin Quinones Sara</i>

VIII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL		0	1	18	

IX. Coeficiente de Validez

$$\frac{D+R+B}{30} = 0.95$$


ASZ CONSULTORES S.A.C.
Katherin Soledad Espiritu Velaz
 Ing. Katherin Espiritu Velaz
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y M.S.
 CIP. 133923

FIRMA Y SELLO DEL VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

VII. Datos Generales

Fecha	lunes, 02 de junio de 2023
Validador	Ing. Omar Alex Huamani Salazar
Cargo e institución donde labora	Especialista en mecánica de suelos y pavimentos
Instrumento a validar	Ficha de observación para la obtención de los límites de consistencia
Objetivo del instrumento	Determinar el límite líquido y límite plástico del suelo
Autor(es) del instrumento	Bach. Kelvin Quinones Sara

VIII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

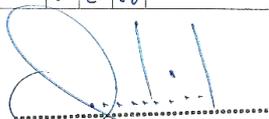
0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL		0	2	16	

IX. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.90$$

02 de junio, 2023



 Omar A. Huamani Salazar
 INGENIERO CIVIL
 CIP 146809

FIRMA Y SELLO DEL VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

VII. Datos Generales

Fecha	lunes, 02 de junio de 2023
Validador	ing. Omar Alex Huamani Salazar
Cargo e institución donde labora	Especialista en mecánica de suelos y pavimentos
Instrumento a validar	Ficha de observación para la obtención de la MDS y OCH del suelo
Objetivo del instrumento	Determinar el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca.
Autor(es) del instrumento	Bach. Kelvin Quiñones Sara

VIII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL		0	1	18	

IX. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.95$$

02 de junio, 2023

Omar A. Huamani Salazar
INGENIERO CIVIL
CIP 146809

FIRMA Y SELLO DEL VALIDADOR

Formato de Validación de Criterios de Expertos

VII. Datos Generales

Fecha	lunes, 02 de junio de 2023
Validador	Ing. Omar Alex Huamani Salazar
Cargo e institución donde labora	Especialista en mecánica de suelos y pavimentos
Instrumento a validar	Ficha de observación para la obtención de CBR
Objetivo del instrumento	Determinar el CBR del suelo al 95% y 100%
Autor(es) del instrumento	Bach. Kelvin Quiñones Sara

VIII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(0)	(1)	(2)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL		0	2	16	

IX. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.90$$

02 de junio, 2023



Omar A. Huamani Salazar
INGENIERO CIVIL
CIP. 14577

FIRMA Y SELLO DEL VALIDADOR

Anexo 04: fichas empleadas en laboratorio

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:		C-1			
REALIZADO POR:		MUESTRA:		M-1 / patrón			
N° Recipiente		ESTRATO (m):		0.15 - 1.50			
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):		1.50			
R+ M. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):		-			
R+ M. Lab. Seca (g)		TIPO DE SUELO:		Arcilla			
TAMÍZ		PESO RETENIDO (g)		FECHA DE RECEPCIÓN:		20-06-2023	
6"				FECHA DE ENSAYO:		21-06-2023	
5"				CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL			
4"				LÍMITE PLÁSTICO			
3"				(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)			
2 1/2"				(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)			
2"		Realizado por: WANDER V. M.		Realizado por: WANDER V. M.			
1 1/2"		Hora de ingreso al horno: 4.10 am		Hora de ingreso al horno: 2.18 pm			
1"		N° Recipiente		N° Ensayo		1	
3/4"		A-12		N° Recipiente		4	
1/2"		Peso de Recipiente (g)		Peso de Recipiente (g)		23.54	
3/8"		70.31		R+ Muestra Hum. (g)		44.24	
1/4"		R+ Muestra Húmeda (g)		R+ Muestra Seca (g)		41.57	
		512.5		42.88			
		470.5		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)			
N°4		0.4		Realizado por: WANDER V. M.			
N°10		0.3		Hora de ingreso al horno: 2.40 pm		F.E. 05/07/2023	
N°20		0.8		N° Ensayo		N° Golpe	
N°40		0.4		1		15	
N°80		1.0		2		26	
N°100		1.4		3		35	
N°200		1.6					
OBSERVACIONES:							

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN						
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA						
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C - 2					
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1 / Patron					
Nº Recipiente	T-11	ESTRATO (m):	0.25 - 1.50					
Peso de Recipiente (g)	74.8	PROF. DE EXC (m):	1.50					
R+ M. Seca (g)	397.0							
R+ M. Lab. Seca (g)	82.4	CENIZA DE CARBÓN (%):	-					
TAMÍZ	PESO	TIPO DE SUELO:	Arcilloso					
	RETENIDO (g)							
6"		FECHA DE RECEPCIÓN:	20-06-2023					
5"		FECHA DE ENSAYO:	20-06-2023					
4"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		LÍMITE PLÁSTICO				
3"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)		(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
2 1/2"		Realizado por:	K. Q. S.		Realizado por:	K. Q. S.		
2"		Hora de ingreso al horno:	9.15 am		Hora de ingreso al horno:	10.18 am		
1 1/2"		Nº Recipiente	H-26		Nº Ensayo	1		
1"					Nº Recipiente	L-39		L-03
3/4"		Peso de Recipiente (g)	109.40		Peso de Recipiente (g)	25.24		
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)	465.3		R+ Muestra Hum. (g)	45.40		
3/8"		R + Muestra Seca (g)	422.5		R+ Muestra Seca (g)	42.13		
1/4"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)						
Nº4	0.8	Realizado por:	K. Q. S.					
Nº10	0.7	Hora de ingreso al horno:	10.33 am				F.E.	05/07/2023
Nº20	0.2	Nº Ensayo	Nº Golpe	Nº Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)	
Nº40	1.0	1	15	L-51	23.97	37.78	34.32	
Nº80	1.0	2	24	L-48	22.64	35.07	32.22	
Nº100	1.8	3	34	L-72	25.82	38.67	35.92	
Nº200	2.1							
OBSERVACIONES:								

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:		C-3			
REALIZADO POR:		MUESTRA:		M-1 / PATRÓN			
N° Recipiente		ESTRATO (m):		0.10 - 1.50			
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):		1.50			
R+ M. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):		-			
R+ M. Lab. Seca (g)		TIPO DE SUELO:		Arcilloso			
TAMÍZ		PESO					
		RETENIDO (g)					
6"		FECHA DE RECEPCIÓN:		20-06-2023			
5"		FECHA DE ENSAYO:		28-06-2023			
4"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		LÍMITE PLÁSTICO			
3"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)		(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)			
2 ^{1/2} "		Realizado por: K. Q. S.		Realizado por: K. Q. S.			
2"		Hora de ingreso al horno: 9.30 am		Hora de ingreso al horno: 10.14 am			
1 ^{1/2} "		N° Recipiente		N° Ensayo			
1"		H-24		1		2	
3/4"		Peso de Recipiente (g)		N° Recipiente			
1/2"		71.92		2-29		2-41	
3/8"		R + Muestra Húmeda (g)		Peso de Recipiente (g)			
1/4"		412.7		24.89		25.00	
		R+ Muestra Hum. (g)		R+ Muestra Hum. (g)			
		363.0		44.67		48.02	
		R+ Muestra Seca (g)		R+ Muestra Seca (g)			
		41.97		44.89			
		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
N°4		Realizado por: K. Q. S.					
N°10		Hora de ingreso al horno: 11.27 am		F.E. 07/07/2023			
N°20		N° Ensayo		N° Golpe		N° Recipiente	
N°40		1		16		-L-38	
N°80		2		24		21.95	
N°100		3		33		24.81	
N°200		4.8		33		23.22	
						R + Muestra Húmeda (g)	
						34.77	
						R + Muestra Seca (g)	
						32.11	
						36.87	
						34.48	
						40.14	
						36.93	
OBSERVACIONES:							

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128,99)		CALICATA:	C-1				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1				
N° Recipiente		ESTRATO (m):	2				
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50				
R+ M. Seca (g)			12				
R+ M. Lab. Seca (g)			CENIZA DE CARBÓN (%):				
TAMÍZ	PESO RETENIDO (g)	TIPO DE SUELO:	arcilloso				
6"		FECHA DE RECEPCIÓN:	20-06-2023				
5"		FECHA DE ENSAYO:	05-07-2023				
4"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO				
3"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127,98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129,99)				
2 1/2"		Realizado por: WANDER V. N.	Realizado por: WANDER V. N.				
2"		Hora de ingreso al horno:	3.30 PM				
1 1/2"		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2		
1 "			N° Recipiente	L-24	L-54		
3/4"		Peso de Recipiente (g)	Peso de Recipiente (g)	21.82	21.29		
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)	R+ Muestra Hum. (g)	42.01	42.48		
3/8"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Seca (g)	37.87	38.24		
1/4"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129,99)					
N°4		Realizado por: WANDER V. N.					
N°10		Hora de ingreso al horno: 4.10 PM			F.E. 05/07/2023		
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
N°40		1	15	L-67	27.54	41.00	37.44
N°80		2	24	L-53	22.41	40.16	35.87
N°100		3	33	L-22	24.53	41.66	37.79
N°200							
OBSERVACIONES:							

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-1			
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1			
N° Recipiente		ESTRATO (m):	2			
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50			
R+ M. Seca (g)						
R+ M. Lab. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):	17			
TAMÍZ	PESO	TIPO DE SUELO:	Arcilloso			
	RETENIDO (g)					
6"		FECHA DE RECEPCIÓN:	20-06-2023			
5"		FECHA DE ENSAYO:	05-07-2023			
4"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO			
3"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)			
2 1/2"		Realizado por: K. Q. S.	Realizado por: K. Q. S.			
2"		Hora de ingreso al horno:	2.15 pm			
1 1/2"		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2	
1"			N° Recipiente	2-04	6-17	
3/4"		Peso de Recipiente (g)	Peso de Recipiente (g)	24.13	24.29	
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)	R+ Muestra Hum. (g)	44.47	44.31	
3/8"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Seca (g)	39.98	39.83	
1/4"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
N°4		Realizado por: K. Q. S.				
N°10		Hora de ingreso al horno: 3.00 pm	F.E. 05 / 07 / 2023			
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)
N°40		1	15	2-29	25.52	40.11
N°80		2	24	6-17	22.98	38.77
N°100		3	33	2-65	24.36	41.77
N°200						37.61
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-1				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1				
N° Recipiente		ESTRATO (m):	2				
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50				
R+ M. Seca (g)							
R+ M. Lab. Seca (g)							
		CENIZA DE CARBÓN (%):	22				
TAMÍZ	PESO RETENIDO (g)	TIPO DE SUELO:	Arcilloso				
6"		FECHA DE RECEPCIÓN:	20-06-2023				
5"		FECHA DE ENSAYO:	05-07-2023				
4"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO				
3"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
2 1/2"		Realizado por:	K. Q. S.				
2"		Hora de ingreso al horno:	6.17 pm				
1 1/2"		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2		
1"			N° Recipiente	L-17	L-23		
3/4"		Peso de Recipiente (g)	Peso de Recipiente (g)	23.32	24.42		
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)	R+ Muestra Hum. (g)	44.21	46.71		
3/8"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Seca (g)	34.14	41.39		
1/4"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
N°4		Realizado por:	K. Q. S.				
N°10		Hora de ingreso al horno:	7.20 pm				
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
N°40		1	16	L-14	23.48	40.13	35.92
N°80		2	25	L-79	25.82	39.08	35.73
N°100		3	33	L-37	22.63	35.24	32.13
N°200							
OBSERVACIONES:							

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-2			
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1			
N° Recipiente		ESTRATO (m):	0.25 - 1.50			
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50			
R+ M. Seca (g)						
R+ M. Lab. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):	12			
TAMÍZ	PESO	TIPO DE SUELO:	Arcilloso			
	RETENIDO (g)					
6"		FECHA DE RECEPCIÓN:	20-06-2023			
5"		FECHA DE ENSAYO:	06-07-2023			
4"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO			
3"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)			
2 ^{1/2} "		Realizado por:	Realizado por: K. Q. S.			
2"		Hora de ingreso al horno:	Hora de ingreso al horno: 8.30 am			
1 ^{1/2} "		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2	
1 "			N° Recipiente	L-13	L-11	
3/4"		Peso de Recipiente (g)	Peso de Recipiente (g)	22.98	23.97	
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)	R+ Muestra Hum. (g)	43.01	44.72	
3/8"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Seca (g)	38.66	40.27	
1/4"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
N°4		Realizado por:	K. Q. S.			
N°10		Hora de ingreso al horno:	9.17 am		F.E. 06/07/2023	
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)
N°40		1	46	L-47	24.29	36.79
N°80		2	24	Y-1	25.23	37.47
N°100		3	34	L-02	25.60	34.64
N°200						
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128,99)		CALICATA:	C-2				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1				
N° Recipiente		ESTRATO (m):	0.25 - 4.50				
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	4.50				
R+ M. Seca (g)							
R+ M. Lab. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):	17				
TAMÍZ	PESO	TIPO DE SUELO:	Arcilloso				
	RETENIDO (g)						
6"		FECHA DE RECEPCIÓN:	20-06-2023				
5"		FECHA DE ENSAYO:	06-07-2023				
4"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO				
3"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127,98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129,99)				
2 ^{1/2} "		Realizado por:	Realizado por:		K. Q. S.		
2"		Hora de ingreso al horno:	Hora de ingreso al horno:		06.00 pm		
1 ^{1/2} "		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2		
1 "			N° Recipiente	2-27	2-22		
3/4"		Peso de Recipiente (g)	Peso de Recipiente (g)	25.60	23.78		
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)	R+ Muestra Hum. (g)	45.18	43.60		
3/8"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Seca (g)	40.71	38.61		
1/4"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129,99)					
N°4		Realizado por:	K. Q. S.				
N°10		Hora de ingreso al horno:	6.42 pm		F.E. 06/07/2023		
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
N°40		1	16	2-15	22.42	34.88	31.46
N°80		2	24	2-50	24.36	37.13	33.88
N°100		3	33	2-39	27.54	40.92	37.74
N°200							
OBSERVACIONES:							

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128,99)		CALICATA:	C-2				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1				
N° Recipiente		ESTRATO (m):	0.25 - 1.50				
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50				
R+ M. Seca (g)							
R+ M. Lab. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):	22				
TAMÍZ	PESO	TIPO DE SUELO:	Arcilloso				
	RETENIDO (g)						
6"		FECHA DE RECEPCIÓN:	20-06-2023				
5"		FECHA DE ENSAYO:	06-07-2023				
4"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO				
3"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339,127,98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339,129,99)				
2 ^{1/2} "		Realizado por:	Realizado por:		K. Q. S.		
2"		Hora de ingreso al horno:	11.17 am				
1 ^{1/2} "		N° Recipiente	N° Ensayo	1	2		
1"			N° Recipiente	L-09		L-24	
3/4"		Peso de Recipiente (g)	Peso de Recipiente (g)		23.84 22.41		
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)	R+ Muestra Hum. (g)		43.81 47.73		
3/8"		R + Muestra Seca (g)	R+ Muestra Seca (g)		39.15 37.92		
1/4"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339,129,99)					
N°4		Realizado por:	K. Q. S.				
N°10		Hora de ingreso al horno:	12.11 pm		F.E. 06/07/2023		
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
N°40		1	15	L-13	24.24	39.12	35.38
N°80		2	25	L-61	25.24	41.36	37.39
N°100		3	33	L-22	27.22	38.90	35.10
N°200							
OBSERVACIONES:							

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:		C-3			
REALIZADO POR:		MUESTRA:		M-1			
N° Recipiente		ESTRATO (m):		0.10 - 1.50			
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):		1.50			
R+ M. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):		12			
R+ M. Lab. Seca (g)		TIPO DE SUELO:		Arcilloso			
TAMÍZ	PESO RETENIDO (g)	FECHA DE RECEPCIÓN:		20-06-2023			
6"		FECHA DE ENSAYO:		07-07-2023			
5"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		LÍMITE PLÁSTICO			
4"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)		(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)			
3"		Realizado por:		Realizado por:			
2 ^{1/2} "		Hora de ingreso al horno:		Hora de ingreso al horno:			
2"		N° Recipiente		N° Ensayo		1	
1 ^{1/2} "		N° Recipiente		N° Recipiente		2	
1"		Peso de Recipiente (g)		Peso de Recipiente (g)		2-35	
3/4"		R + Muestra Húmeda (g)		R+ Muestra Hum. (g)		2-77	
1/2"		R + Muestra Seca (g)		R+ Muestra Seca (g)		27-54	
3/8"		R + Muestra Seca (g)		R+ Muestra Seca (g)		47, 78	
1/4"		R + Muestra Seca (g)		R+ Muestra Seca (g)		40, 57	
		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
N°4		Realizado por:		K. A. S.			
N°10		Hora de ingreso al horno:		9.17 am		F.E. 07/07/2023	
N°20		N° Ensayo	N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)	R + Muestra Seca (g)
N°40		1	15	E-17	24.42	37.98	34.68
N°80		2	24	L-54	22.21	36.41	33.19
N°100		3	33	I-21	23.68	38.62	35.40
N°200							
OBSERVACIONES:							

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-3			
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1			
Nº Recipiente		ESTRATO (m):	0.10 - 1.50			
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50			
R+ M. Seca (g)						
R+ M. Lab. Seca (g)		CENIZA DE CARBÓN (%):	17			
TAMÍZ	PESO	TIPO DE SUELO:	Arcilloso			
	RETENIDO (g)					
6"		FECHA DE RECEPCIÓN:	20-06-2023			
5"		FECHA DE ENSAYO:	07-07-2023			
4"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	LÍMITE PLÁSTICO			
3"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)	(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)			
2 1/2"		Realizado por:	K. Q. S.			
2"		Hora de ingreso al horno:	2.00 pm			
1 1/2"		Nº Recipiente	Nº Ensayo	1	2	
1"			Nº Recipiente	2-19	2-36	
3/4"		Peso de Recipiente (g)	22.21	24.35		
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)	42.52	44.16		
3/8"		R + Muestra Seca (g)	78.27	40.00		
1/4"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)				
Nº4		Realizado por:	K. Q. S.			
Nº10		Hora de ingreso al horno:	3.04 pm			
Nº20				F.E. 07/07/2023		
Nº40		Nº Ensayo	Nº Golpe	Nº Recipiente	Peso Recipiente (g)	R + Muestra Húmeda (g)
Nº80		1	15	2-31	23.77	41.01
Nº100		2	24	2-55	24.53	37.70
Nº200		3	37	2-71	23.87	36.52
						R + Muestra Seca (g)
						36.86
						34.68
						33.70
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN					
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA					
GRANULOMETRÍA (NTP 339.128;99)		CALICATA:	C-3				
REALIZADO POR:		MUESTRA:	M-1				
N° Recipiente		ESTRATO (m):	0.10 - 1.50				
Peso de Recipiente (g)		PROF. DE EXC (m):	1.50				
R+ M. Seca (g)			22				
R+ M. Lab. Seca (g)			CENIZA DE CARBÓN (%):	22			
TAMÍZ	PESO RETENIDO (g)	TIPO DE SUELO:		Arcilloso			
6"		FECHA DE RECEPCIÓN:		20-06-2023			
5"		FECHA DE ENSAYO:		09-07-2023			
4"		CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		LÍMITE PLÁSTICO			
3"		(ASTM D2216 - 19 - NTP 339.127;98)		(MTC E 111 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)			
2 ^{1/2} "		Realizado por:		K. Q. S.			
2"		Hora de ingreso al horno:		11:28 am			
1 ^{1/2} "		N° Recipiente	N° Ensayo		1	2	
1"			N° Recipiente		2-15	2-28	
3/4"		Peso de Recipiente (g)		24.81	27.23		
1/2"		R + Muestra Húmeda (g)		44.32	44.22		
3/8"		R + Muestra Seca (g)		40.03	39.54		
1/4"		LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - ASTM D 4318 - 1701 - NTP 339.129;99)					
N°4		Realizado por:		K. Q. S.			
N°10		Hora de ingreso al horno:		2.18. Pm			
N°20		N° Ensayo		N° Golpe	N° Recipiente	Peso Recipiente (g)	F.E. 08/07/2023
N°40		1	15	2-24	23.60	36.83	33.67
N°80		2	24	2-31	23.84	34.47	35.94
N°100		3	34	2-55	24.43	40.07	36.67
N°200							
OBSERVACIONES:							

 Universidad Continental		CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)	
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA	
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1 / PATRÓN	CENIZA DE CARBÓN (%):	-
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27-06-2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	735	735	735
Peso de Molde (g)	8375	8365	8353
Volumen de Molde (cm ³)	2114	2215	2111
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	11797	12744	12354
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 4.00 am	F.E: 27/06/2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	423.2	398.3	398.8
Recipiente + Muestra Seca (g)	371.2	348.7	349.5
EXPANSIÓN		Realizado por: W.V.P	F.E: 27/06/2023
0 horas	0	0	0
24 horas	139	148	302
48 horas	166	244	377
72 horas	188	263	403
96 horas	204	288	412
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	13110	13255	12877
PENETRACIÓN		Realizado por: W.V.P	F.E: 27/06/2023
0 seg	0.00 KN	0.00 KN	0.00 KN
30 seg	0.08 KN	0.07	0.05
1 min	0.19 KN	0.14	0.14
1 min 30 seg	0.30 KN	0.22	0.18
2 min	0.43 KN	0.30	0.22
3 min	0.78 KN	0.45	0.30
4 min	1.09 KN	0.60	0.38
6 min	1.89 KN	0.87	0.50
8 min	2.58 KN	1.12	0.62
10 min	3.06 KN	1.36	0.73
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 10.00 am	F.E: 27/06/2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	423.7	437.1	401.3
Recipiente + Muestra Seca (g)	371.2	356.8	3207

 Universidad Continental		CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)	
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA	
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1 / PATRON	CENIZA DE CARBÓN (%):	-
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27-06-2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	650.4	650.4	650.4
Peso de Molde (g)	8378	8325	8369
Volumen de Molde (cm ³)	2067	2186	2104
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12811	12617	12285
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 8:12 pm	F.E: 27.06.2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	456.4	410.3	476.6
Recipiente + Muestra Seca (g)	407.8	367.0	427.0
EXPANSIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:
0 horas	-	-	-
24 horas	128	187	247
48 horas	153	231	358
72 horas	178	247	387
96 horas	188	271	344
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	13022	13070	12854
PENETRACIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:
0 seg	-	-	-
30 seg	0.10 KN	0.08 KN	0.07 KN
1 min	0.21	0.16	0.15
1 min 30 seg	0.35	0.26	0.28
2 min	0.53	0.34	0.27
3 min	0.84	0.51	0.35
4 min	1.25	0.67	0.42
6 min	2.04	0.98	0.58
8 min	2.71	1.28	0.73
10 min	3.15	1.57	0.84
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 11:25 am	F.E: 07.07.2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	426.4	439.6	389.6
Recipiente + Muestra Seca (g)	370.4	368.8	321.3

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1 / PATRÓN	CENIZA DE CARBÓN (%):	-
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	4.50	FECHA DE INICIO:	28-06-2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H ₂ O (g)	507	507	507
Peso de Molde (g)	8344	8326	8477
Volumen de Molde (cm ³)	7123	7177	7120
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12975	12768	12586
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 2:20 pm	F.E: 28/06/2023
Nº Recipiente	1	2	7
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	500.3	426.4	506.8
Recipiente + Muestra Seca (g)	442.1	378.0	448.4
EXPANSIÓN		Realizado por: M.P.	F.E:
0 horas	-	-	-
24 horas	115	178	231
48 horas	145	274	302
72 horas	167	231	321
96 horas	175	263	367
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	13148	13144	13121
PENETRACIÓN		Realizado por:	F.E:
0 seg	-	-	-
30 seg	0.19 KN	0.20 KN	0.09 KN
1 min	0.36	0.77	0.18
1 min 30 seg	0.55	0.34	0.28
2 min	0.71	0.51	0.34
3 min	1.02	0.67	0.45
4 min	1.45	0.90	0.58
6 min	2.01	1.18	0.77
8 min	2.75	1.45	0.95
10 min	3.21	1.68	1.12
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 3:01 pm	F.E: 28/06/2023
Nº Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	382.8	413.7	404.8
Recipiente + Muestra Seca (g)	331.7	344.1	335.1

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN

INVESTIGADOR: BACH. KELVIN QUIÑONES SARA

CALICATA:

C-1

MÉTODO:

A

MUESTRA:

M-1

CENIZA DE CARBÓN (%):

12

PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):

1.50

FECHA DE INICIO:

22-06-2023

PROCTOR (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)

Ceniza de Carbón (%)	12	12	12	12	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm ³)	936.3	936.3	936.3	936.3	Nº Recipiente	-
H2O (%)	10	13	16	19	Peso de Recipiente (g)	-
Nº Recipiente	H-22	H-18	H-16	H-14	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	-
Peso de Recipiente (g)	72.20	72.3	69.8	70.0	Recipiente + Muestra Seca (g)	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	371.60	453.5	377.1	343.3	Humedad inicial (%)	1.75
Recipiente + Muestra Seca (g)	343.6	409.1	299.4	340.8	Hora de ingreso al horno:	-
Peso molde + M. H. compactada (g)	3371	3496	3568	3538	Realizado por:	-
Realizado por: K. Q. S.	F.E: 22/06/2023			F.E:		
Hora de ingreso al horno: 9.40 am	MDS: 1.7719/cm ³			OCH: 15.5 %		
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN			
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA			
CALICATA:	C-1	MÉTODO:		A	
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):		22	
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50	FECHA DE INICIO:		22-06-2023	
PROCTOR (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339,142,99)					
Ceniza de Carbón (%)	22	22	22	22	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642	
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	Nº Recipiente
H₂O (%)	9	12	15	18	Peso de Recipiente (g)
Nº Recipiente	H-02	H-01	H-03	H-10	Recipiente + Muestra Húmeda (g)
Peso de Recipiente (g)	104.20	112.80	70.30	109.50	Recipiente + Muestra Seca (g)
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	348.30	372.6	384.5	355.5	Humedad inicial (%)
Recipiente + Muestra Seca (g)	328.20	344.6	343.3	327.6	Humedad inicial (%)
Peso molde + M. H. compactada (g)	3340	3447	3446	3441	Humedad inicial (%)
Realizado por:	K. A. S.			F.E:/...../.....	
Realizado por:	K. A. S.			F.E: 22-06-2023	
Hora de ingreso al horno:	11.47 am			MDS: 1.727 g/cm ³	
OBSERVACIONES:	OCH: 13.6 %				

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

EFFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN

INVESTIGADOR: BACH. KELVIN QUIÑONES SARA

CALICATA: C-2

MÉTODO: A

MUESTRA: H-1

CENIZA DE CARBÓN (%): 12

PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m): 1.50

FECHA DE INICIO: 23-06-2023

PROCTOR (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)

Ceniza de Carbón (%)	12	12	12	12	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm ³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	-
H ₂ O (%)	8	11	14	17	Peso de Recipiente (g)	-
N° Recipiente	H-23	H-17	H-13	H-11	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	-
Peso de Recipiente (g)	72.10	72.20	69.9	71.0	Recipiente + Muestra Seca (g)	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	365.6	446.8	322.0	387.5	Humedad inicial (%)	0.96
Recipiente + Muestra Seca (g)	343.6	404.1	299.4	340.8	Hora de ingreso al horno:	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3352	3476	3547	3516	Realizado por:	
Realizado por: K. Q. S.	F.E: 23.06.2023			F.E:		
Hora de ingreso al horno: 9.31 am	MDS: 1.784 g/cm ³			OCH: 13.5%		

OBSERVACIONES:

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN

INVESTIGADOR: BACH. KELVIN QUIÑONES SARA

CALICATA: C-2

MÉTODO: A

MUESTRA: M-1

CENIZA DE CARBÓN (%): 17

PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m): 1.50

FECHA DE INICIO: 24-06-2023

PROCTOR (MTC E -115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)

Ceniza de Carbón (%)	17	17	17	17	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm ³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	-
H ₂ O (%)	9	12	15	18	Peso de Recipiente (g)	-
N° Recipiente	H-17	H-25	H-35	H-06	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	-
Peso de Recipiente (g)	68.4	109.4	71.6	73.1	Recipiente + Muestra Seca (g)	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	337.4	423.9	341.7	735.5	Humedad inicial (%)	0.46
Recipiente + Muestra Seca (g)	314.8	399.5	306.1	294.9	Hora de ingreso al horno:	
Peso molde + M. H. compactada (g)	333.7	347.1	355.0	351.4	Realizado por:	
Realizado por: K. Q. S.	F.E: 24.06.2023			F.E:		
Hora de ingreso al horno: 11.25 am	MDS: 1.770 g/cm ³			OCH: 14.8 %		
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
CALICATA:	C-2	MÉTODO:		A		
MUESTRA:	H-1	CENIZA DE CARBÓN (%):		22		
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50	FECHA DE INICIO:		24-06-2023		
PROCTOR (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)						
Ceniza de Carbón (%)	22	22	22	22	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	Nº Recipiente	-
H2O (%)	7	10	13	16	Peso de Recipiente (g)	-
Nº Recipiente	H-08	H-09	H-17	H-18	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	-
Peso de Recipiente (g)	104.20	112.80	70.30	109.50	Recipiente + Muestra Seca (g)	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	343.50	367.8	378.9	351.1	Humedad inicial (%)	0.46
Recipiente + Muestra Seca (g)	328.1	344.6	343.3	317.6	Hora de ingreso al horno:	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3320	3427	3476	3471	Realizado por:	
Realizado por:	K. A. S.		F.E:	24...1.06...1.2023		F.E:
Hora de ingreso al horno:	2.47 pm		MDS:	1.739 g/cm ³		OCH: 11.5 %
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN				
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA				
CALICATA:		C-3	MÉTODO:		A	
MUESTRA:		M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):		12	
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):		4.50	FECHA DE INICIO:		25-06-2023	
PROCTOR (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339,142.99)						
Ceniza de Carbón (%)	12	12	12	12	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642		
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	N° Recipiente	-
H2O (%)	9	12	15	18	Peso de Recipiente (g)	-
N° Recipiente	H-15	H-05	H-09	H-35	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	-
Peso de Recipiente (g)	72.10	72.20	69.40	71.00	Recipiente + Muestra Seca (g)	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	368.30	450.20	374.70	390.20	Humedad inicial (%)	4.45
Recipiente + Muestra Seca (g)	343.60	409.10	299.40	340.80	Hora de ingreso al horno:	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3457	3581	3652	3621	Realizado por:	
Realizado por: W, V. M.	F.E: 25/06/2023		F.E:/...../.....			
Hora de ingreso al horno: 1.34 pm	MDS: 1.866 g/cm ³		OCH: 14.4			
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN

INVESTIGADOR: BACH. KELVIN QUIÑONES SARA

CALICATA: C-3

MÉTODO: A

MUESTRA: M-1

CENIZA DE CARBÓN (%): 17

PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m): 1.50

FECHA DE INICIO: 25-06-2023

PROCTOR (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)

					CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	
Ceniza de Carbón (%)	17	17	17	17	Nº Recipiente	-
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642	Peso de Recipiente (g)	-
Volumen de molde (cm ³)	936.3	936.3	936.3	936.3	Recipiente + Muestra Húmeda (g)	-
H ₂ O (%)	10	12	16	14	Recipiente + Muestra Seca (g)	-
Nº Recipiente	H-14	H-33	H-24	H-03	Humedad inicial (%)	-
Peso de Recipiente (g)	68.4	109.4	71.6	73.1	Hora de ingreso al horno:	
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	341.6	428.2	345.5	339.0	Realizado por:	
Recipiente + Muestra Seca (g)	314.8	389.5	306.1	294.9	Realizado por:	
Peso molde + M. H. compactada (g)	3461	3542	3663	3614	Realizado por:	
Realizado por: K.A.S.	F.E: 25.1.06.2023			F.E:		
Hora de ingreso al horno: 4.43 pm	MDS: 1.852 g/cm ³			OCH: 16.0		
OBSERVACIONES:						

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN			
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA			
CALICATA:	C-3	MÉTODO:		A	
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):		22	
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m):	1.50	FECHA DE INICIO:		26-08-2023	
PROCTOR (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 - 12e2 - NTP 339.142.99)					
Ceniza de Carbón (%)	22	22	22	22	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL
Peso de molde (g)	1642	1642	1642	1642	
Volumen de molde (cm³)	936.3	936.3	936.3	936.3	Nº Recipiente
H2O (%)	8	11	14	16	Peso de Recipiente (g)
Nº Recipiente	H-11	H-20	H-15	H-17	Recipiente + Muestra Húmeda (g)
Peso de Recipiente (g)	104.2	112.8	70.3	109.5	Recipiente + Muestra Seca (g)
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	345.6	369.9	381.52	351.1	Humedad inicial (%)
Recipiente + Muestra Seca (g)	328.1	344.6	343.3	317.6	Hora de ingreso al horno:
Peso molde + M. H. compactada (g)	3418	3525	3574	3549	Realizado por:
Realizado por: W. V. M	F.E: 26/08/2023		F.E:/...../.....		
Hora de ingreso al horno: 10.47 am	MDS: 1.821 g/cm ³		OCH: 12.4 %		
OBSERVACIONES:					

 Universidad Continental		CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)	
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA	
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1 / PATRÓN	CENIZA DE CARBÓN (%):	-
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27-06-2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	735	735	735
Peso de Molde (g)	8375	8365	8353
Volumen de Molde (cm ³)	2114	2215	2111
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	11797	12744	12354
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 4.00 am	F.E: ..27...06...2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	423.2	398.3	398.8
Recipiente + Muestra Seca (g)	371.2	348.7	349.5
EXPANSIÓN		Realizado por: W.V.M	F.E: ..27...06...2023
0 horas	0	0	0
24 horas	139	148	302
48 horas	166	244	377
72 horas	188	263	403
96 horas	204	288	412
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	13110	13255	12877
PENETRACIÓN		Realizado por: W.V.M	F.E: ..27...06...2023
0 seg	0.00 KN	0.00 KN	0.00 KN
30 seg	0.08 KN	0.07	0.05
1 min	0.19 KN	0.14	0.14
1 min 30 seg	0.30 KN	0.22	0.18
2 min	0.43 KN	0.30	0.22
3 min	0.78 KN	0.45	0.30
4 min	1.09 KN	0.60	0.38
6 min	1.89 KN	0.87	0.50
8 min	2.58 KN	1.12	0.62
10 min	3.06 KN	1.36	0.73
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 10.00 am	F.E: ..27...06...2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	423.7	437.1	401.3
Recipiente + Muestra Seca (g)	371.2	356.8	3207

 Universidad Continental		CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)	
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA	
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1 / PATRON	CENIZA DE CARBÓN (%):	-
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27-06-2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	650.4	650.4	650.4
Peso de Molde (g)	8378	8325	8369
Volumen de Molde (cm ³)	2067	2186	2104
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12811	12617	12285
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 8:12 pm	F.E: 27.06.2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	456.4	410.3	476.6
Recipiente + Muestra Seca (g)	407.8	367.0	427.0
EXPANSIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:
0 horas	-	-	-
24 horas	128	187	247
48 horas	153	231	358
72 horas	178	247	387
96 horas	188	271	344
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	13022	13070	12854
PENETRACIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:
0 seg	-	-	-
30 seg	0.10 KN	0.08 KN	0.07 KN
1 min	0.21	0.16	0.15
1 min 30 seg	0.35	0.26	0.28
2 min	0.53	0.34	0.27
3 min	0.84	0.51	0.35
4 min	1.25	0.67	0.42
6 min	2.04	0.98	0.58
8 min	2.71	1.28	0.73
10 min	3.15	1.57	0.84
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 11:25 am	F.E: 07.07.2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	426.4	439.6	389.6
Recipiente + Muestra Seca (g)	370.4	368.8	321.3

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1 / PATRÓN	CENIZA DE CARBÓN (%):	-
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	4.50	FECHA DE INICIO:	28-06-2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	507	507	507
Peso de Molde (g)	8344	8326	8472
Volumen de Molde (cm ³)	2123	2177	2120
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12975	12768	12586
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 2:20 pm	F.E: 28/06/2023
Nº Recipiente	1	2	7
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	500.3	426.4	506.8
Recipiente + Muestra Seca (g)	442.1	378.0	448.4
EXPANSIÓN		Realizado por: M.P.	F.E:
0 horas	-	-	-
24 horas	115	178	231
48 horas	145	274	302
72 horas	167	231	321
96 horas	175	263	367
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	13148	13144	13121
PENETRACIÓN		Realizado por:	F.E:
0 seg	-	-	-
30 seg	0.19 KN	0.20 KN	0.09 KN
1 min	0.36	0.72	0.18
1 min 30 seg	0.55	0.34	0.28
2 min	0.71	0.51	0.34
3 min	1.02	0.67	0.45
4 min	1.45	0.90	0.58
6 min	2.01	1.18	0.77
8 min	2.75	1.45	0.95
10 min	3.21	1.68	1.12
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 3:01 pm	F.E: 28/06/2023
Nº Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	382.8	413.7	404.8
Recipiente + Muestra Seca (g)	331.7	344.1	335.1

 Universidad Continental		CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / NTP 339.145.99)	
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA	
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	12
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27-06-2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	924	924	924
Peso de Molde (g)	8357	8328	8356
Volumen de Molde (cm ³)	2417	2122	2118
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12683	12542	12772
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 9.30 am	F.E: ...27/06/2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	462.3	384.5	410.0
Recipiente + Muestra Seca (g)	401.1	336.7	355.3
EXPANSIÓN		Realizado por: K. A. S.	F.E: ...27/06/2023
0 horas	0	0	0
24 horas	15	27	38
48 horas	45	62	81
72 horas	94	124	138
96 horas	137	168	192
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	12873	12961	12020
PENETRACIÓN		Realizado por: K. A. S.	F.E: ...27/06/2023
0 seg	0		
30 seg	1.32 KN	0.91 KN	0.74 KN
1 min	2.54	1.54	0.61
1 min 30 seg	3.87	2.26	1.02
2 min	4.82	3.01	1.30
3 min	6.14	4.15	1.40
4 min	7.96	5.24	2.51
6 min	10.03	6.97	3.42
8 min	11.50	8.14	4.41
10 min	17.47	9.01	5.22
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 10.30 am	F.E: ...07/07/2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	348.7	471.6	432.6
Recipiente + Muestra Seca (g)	338.2	352.4	425.3

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	17
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27-06-2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	1092.92	1092.92	1092.92
Peso de Molde (g)	8317	8353	8361
Volumen de Molde (cm ³)	2123	2145	2126
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12685	12579	12326
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 10:27 am	F.E: 27/06/2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	379.0	410.2	425.4
Recipiente + Muestra Seca (g)	323.6	350.0	362.3
EXPANSIÓN		Realizado por: K. Q. S	F.E:
0 horas	0	0	0
24 horas	17	31	43
48 horas	49	63	91
72 horas	112	145	149
96 horas	145	179	203
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	12866	12962	12947
PENETRACIÓN		Realizado por: K. Q. S	F.E:
0 seg			
30 seg	1.61 KN	1.05 KN	0.41 KN
1 min	3.02	1.88	0.72
1 min 30 seg	4.30	2.52	1.13
2 min	5.39	3.41	1.57
3 min	6.86	4.80	2.08
4 min	8.41	5.74	2.65
6 min	10.63	7.24	3.71
8 min	12.28	8.40	4.74
10 min	13.60	9.22	5.42
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 10:45 am	F.E: 27/06/2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	412.4	425.4	426.9
Recipiente + Muestra Seca (g)	342.7	343.4	336.4

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	22
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27 - 06 - 2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	867.42	867.42	867.42
Peso de Molde (g)	8386	8313	8354
Volumen de Molde (cm ³)	2111	2123	2117
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12531	12305	12177
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno:	F.E: 17/06/2023
Nº Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	423.6	389.8	432.6
Recipiente + Muestra Seca (g)	372.5	344.3	381.1
EXPANSIÓN		Realizado por: K. Q. S.	F.E:
0 horas	-	-	-
24 horas	19	36	48
48 horas	53	74	98
72 horas	124	151	154
96 horas	162	194	214
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	12825	12875	12916
PENETRACIÓN		Realizado por: K. Q. S.	F.E:
0 seg	-	-	-
30 seg	1.22 KN	0.82 KN	0.37 KN
1 min	2.44	1.41	0.55
1 min 30 seg	3.74	2.15	0.88
2 min	4.62	2.41	1.21
3 min	5.90	3.92	1.80
4 min	7.83	5.07	2.43
6 min	9.84	6.83	3.22
8 min	11.71	8.04	4.27
10 min	12.13	8.92	5.14
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno:	F.E: 01/07/2023
Nº Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	456.3	412.6	456.4
Recipiente + Muestra Seca (g)	383.4	377.5	359.6

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KEL VIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-7	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	12
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27-06-2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	842.64	842.64	842.64
Peso de Molde (g)	8349	8378	8366
Volumen de Molde (cm ³)	2118	2137	2168
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12643	12455	12323
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 11:00 am	F.E: 27/06/2023
Nº Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	501.2	436.9	473.9
Recipiente + Muestra Seca (g)	441.2	385.3	417.5
EXPANSIÓN		Realizado por: W. V. M.	F.E:
0 horas	-	-	-
24 horas	14	24	35
48 horas	42	59	74
72 horas	88	118	124
96 horas	122	151	188
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	12754	12714	12797
PENETRACIÓN		Realizado por:	F.E:
0 seg	-	-	-
30 seg	1.42 KN	0.92 KN	0.54 KN
1 min	2.65	1.55	0.82
1 min 30 seg	3.97	2.28	1.22
2 min	4.44	3.04	1.54
3 min	6.77	4.18	2.33
4 min	8.05	5.30	3.22
6 min	10.74	6.74	4.74
8 min	11.68	8.24	6.23
10 min	12.78	9.12	7.02
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 4:00 pm	F.E: 07/07/2023
Nº Recipiente	4	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	456.8	473.1	486.6
Recipiente + Muestra Seca (g)	395.4	398.6	404.5

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	17
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27-06-2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	485.44	485.44	485.41
Peso de Molde (g)	8364	8373	8367
Volumen de Molde (cm ³)	7112	7135	7141
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12658	12446	12285
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno:	F.E: 27/06/2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	466.0	386.8	402.3
Recipiente + Muestra Seca (g)	406.3	376.9	350.4
EXPANSIÓN		Realizado por:	F.E: 27/06/2023
0 horas	-	-	-
24 horas	15	28	34
48 horas	45	64	84
72 horas	108	134	138
96 horas	138	168	144
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	12832	12827	12830
PENETRACIÓN		Realizado por: W. V. P.	F.E: 27/06/2023
0 seg	-	-	-
30 seg	1.64 KN	1.37 KN	1.21 KN
1 min	3.24	2.15	2.00
1 min 30 seg	4.56	3.02	2.85
2 min	5.87	4.02	3.53
3 min	7.01	5.35	4.12
4 min	8.47	6.12	4.48
6 min	11.22	7.64	6.75
8 min	12.48	8.62	7.38
10 min	14.07	9.07	8.24
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 3.02 PM	F.E: 27/06/2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	456.1	378.5	422.5
Recipiente + Muestra Seca (g)	387.5	313.3	341.6

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	22
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	27-06-2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	771.53	771.53	771.53
Peso de Molde (g)	836.3	837.7	836.4
Volumen de Molde (cm ³)	211.7	215.6	218.7
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	1246.8	1236.4	1218.3
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	Hora de ingreso al horno: 1.30 PM		F.E: 27/06/2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	398.9	463.3	401.9
Recipiente + Muestra Seca (g)	357.7	415.1	360.4
EXPANSIÓN	Realizado por:		F.E:
0 horas	-	-	-
24 horas	18	32	46
48 horas	51	71	91
72 horas	114	145	149
96 horas	158	184	208
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	1263.0	1275.1	1276.9
PENETRACIÓN	Realizado por: W. V. N		F.E:
0 seg	-	-	-
30 seg	1.42 KN	0.90 KN	0.78
1 min	2.68	1.45	1.12
1 min 30 seg	3.88	2.78	1.68
2 min	5.01	3.78	2.01
3 min	6.35	4.58	2.98
4 min	8.18	5.78	3.75
6 min	10.11	7.48	4.86
8 min	11.98	8.52	6.12
10 min	13.01	9.23	7.12
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	Hora de ingreso al horno: 2.00 PM		F.E: 07/07/2023
N° Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	386.5	407.9	422.7
Recipiente + Muestra Seca (g)	274.0	344.2	348.1

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	2	
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	12	
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	4.50	FECHA DE INICIO:	28-06-2023	
GOLPES		55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)		668.64	668.64	668.64
Peso de Molde (g)		8767	8338	8721
Volumen de Molde (cm ³)		2156	2167	2135
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)		12964	12776	12414
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno:	2.50 PM	F.E: 28/06/2023
N° Recipiente	1	2	3	
Peso de Recipiente (g)	-	-	-	
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	423.6	456.8	348.5	
Recipiente + Muestra Seca (g)	370.2	344.3	348.3	
EXPANSIÓN		Realizado por: M.P.		F.E:
0 horas	-	-	-	
24 horas	12	21	31	
48 horas	36	54	64	
72 horas	85	112	123	
96 horas	118	147	187	
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	13123	13041	12916	
PENETRACIÓN		Realizado por: M.P.		F.E:
0 seg	-	-	-	
30 seg	1.75 KN	1.02 KN	0.78 KN	
1 min	2.87	1.65	1.03	
1 min 30 seg	4.02	2.37	1.77	
2 min	5.27	3.18	1.64	
3 min	6.87	4.25	2.75	
4 min	8.37	5.47	3.68	
6 min	10.87	7.02	5.23	
8 min	17.17	8.75	6.77	
10 min	17.21	8.87	7.37	
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno:	3.34 PM	F.E: 28/06/2023
N° Recipiente	1	2	3	
Peso de Recipiente (g)	-	-	-	
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	411.2	468.3	415.4	
Recipiente + Muestra Seca (g)	351.8	387.5	341.5	

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:	BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	2
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	17
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	28-07-2023
GOLPES	55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	822.36	827.36	822.36
Peso de Molde (g)	8367	8338	8382
Volumen de Molde (cm ³)	2175	2156	2131
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	17040	12772	12500
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 3.14 pm	F.E: 28/07/2023
Nº Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	423.2	410.1	476.3
Recipiente + Muestra Seca (g)	364.9	353.6	410.6
EXPANSIÓN		Realizado por: M.P.	F.E:
0 horas	-	-	-
24 horas	12	25	32
48 horas	41	58	78
72 horas	98	122	128
96 horas	129	157	181
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	13218	13046	13044
PENETRACIÓN		Realizado por: M.P.	F.E:
0 seg	-	-	-
30 seg	1.78 KN	1.54 KN	1.32 KN
1 min	3.54	2.43	2.12
1 min 30 seg	4.85	3.74	3.01
2 min	6.02	4.23	3.65
3 min	7.45	5.51	4.75
4 min	8.92	6.34	5.28
6 min	11.32	8.11	6.75
8 min	13.21	9.34	7.65
10 min	14.56	10.45	8.64
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno: 21.30 pm	F.E: 28/07/2023
Nº Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	381.3	456.6	484.7
Recipiente + Muestra Seca (g)	329.6	374.9	393.3

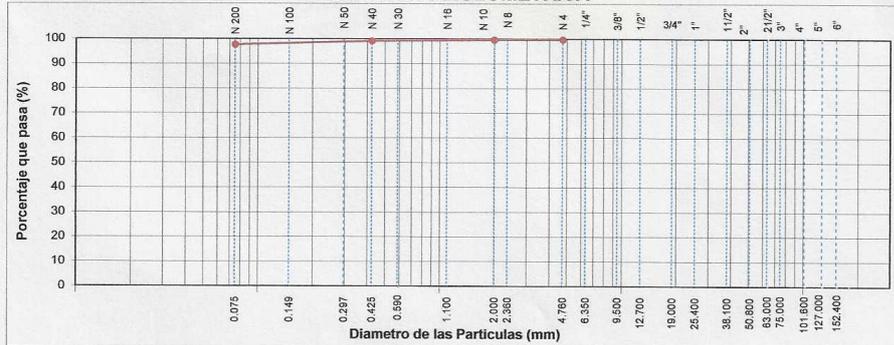
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:		EFFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
INVESTIGADOR:		BACH. KELVIN QUIÑONES SARA		
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	2	
MUESTRA:	M-1	CENIZA DE CARBÓN (%):	22	
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN:	1.50	FECHA DE INICIO:	28-06-2023	
GOLPES		55 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
H2O (g)	871.08	871.08	871.08	871.08
Peso de Molde (g)	8326	8344	8401	8401
Volumen de Molde (cm ³)	2145	2138	2119	2119
Peso de Molde + Muestra Compactada (g)	12766	12554	12301	12301
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno:	3.40 PM	F.E: 28/06/2023
N° Recipiente	1	?	?	?
Peso de Recipiente (g)	-	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	479.0	465.2	415.7	415.7
Recipiente + Muestra Seca (g)	426.1	413.4	370.2	370.2
EXPANSIÓN		Realizado por:		F.E:
0 horas	-	-	-	-
24 horas	21	20	47	47
48 horas	54	74	98	98
72 horas	127	157	157	157
96 horas	167	197	214	214
PM + Muestra Compactada Saturada (g)	12958	12895	12897	12897
PENETRACIÓN		Realizado por:		F.E:
0 seg	-	-	-	-
30 seg	1.54 KN	1.03	0.92	0.92
1 min	2.78	1.65	1.37	1.37
1 min 30 seg	4.02	2.87	1.98	1.98
2 min	5.26	3.56	2.45	2.45
3 min	6.57	4.75	3.45	3.45
4 min	8.64	6.07	4.11	4.11
6 min	10.69	7.76	5.41	5.41
8 min	12.35	8.97	6.68	6.68
10 min	13.75	9.78	7.75	7.75
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL		Hora de ingreso al horno:	4.48 PM	F.E: 07/06/2023
N° Recipiente	1	2	3	3
Peso de Recipiente (g)	-	-	-	-
Recipiente + Muestra Húmeda (g)	489.6	479.4	435.8	435.8
Recipiente + Muestra Seca (g)	424.2	404.4	357.8	357.8

Anexo 05: certificados de la prueba piloto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIJONES SARA CALICATA: C-04 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+350 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: IZQUIERDO
Tamaño Máximo : 1/4" Peso Inicial Seco : 296.8 g Fracción : 296.8 g	

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
6"	152.400						1. Clasificación Límite Líquido (LL) : 26.80 Límite Plástico (LP) : 14.61 Índice Plástico (IP) : 12.19 Clasificación (SUCS) : CL Clasificación (AASHTO) : A-6 (9) 2. Características Max. Dens. Seca : 1.825 Opt. Cont. Humedad : 15.0 CBR 0.1" (95%) : 2.7 CBR 0.1" (100%) : 4.2 % Grava : 0.10 Humedad (%) % Arena : 2.04 : 17.2 % Fino : 97.86 Índice de Consistencia Cu : 0.02 Cc : 2.14 : 0.79 Pot. de Expansión: Medio 3. Observaciones (Fuente de Normalización) Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013)
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	75.000						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700						
3/8"	9.500						
1/4"	6.350				100.0		
Nº 4	4.760	0.3	0.1	0.1	99.9		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	0.2	0.1	0.2	99.8		
Nº 16	1.100						
Nº 20	0.840	0.4	0.1	0.3	99.7		
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.425	1.1	0.4	0.7	99.3		
Nº 50	0.297						
Nº 80	0.180	1.3	0.4	1.1	98.9		
Nº 100	0.149	1.2	0.4	1.5	98.5		
Nº 200	0.075	1.8	0.6	2.1	97.9		
Pasante	<	290.5	97.9	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jinetta Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 133550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

PERFIL ESTATIGRÁFICO

ASTM D2488 - 75 - Práctica estándar para la descripción e identificación de los Suelos (Procedimiento Visual - Manual)

PETICIONARIO : KELVIN QUIÑONES SARA
 TESIS : EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE
 : DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 26/06/2023
 FECHA DE EMISIÓN : 21/07/2023

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C - 04
 UBICACIÓN : JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO
 PROGRESIVA : km. 00 + 350
 COORDENADAS : N8661603.61 E478541.20
 PROFUNDIDAD : 1.50 m.
 DIMENSIONES : 0.70 X 1.40 X 2.00 m.
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN (SUCS - ASSHTO)		N° DE MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	IMAGEN DE LA MUESTRA
	SÍMBOLO	GRÁFICO				
0.10 0.20 0.30	OL				Limo orgánico con arcilla de baja plasticidad, color beige, no presenta grava, ligeramente húmeda, con presencia de pasto, medianamente húmedo.	
0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	CL A-6(9)		M-01	17.2	Arcilla de baja plasticidad, con 97.86 % de finos. Límite Líquido 26.80%, Límite Plástico 14.61%, Índice Plástico 12.19%, Contenido de humedad 17.2%, de color marrón, consistencia blanda, plasticidad baja. No presenta Nivel freático, no presenta gravas ni boloneras.	
OBSERVACIONES:						



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Rebagliati
Jimena Chuco Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Camayo
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 12260

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-04 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+350 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: IZQUIERDO
Fecha de Ensayo: 21/07/2023	

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	38.14	38.45	37.12	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	35.10	35.39	34.23	
Peso de Recipiente (C)	g	24.86	23.97	22.58	
Peso del Agua (A-B)	g	3.04	3.06	2.89	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	10.24	11.42	11.65	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	29.69	26.80	24.81	Límite Líquido
Golpes	N°	16	25	34	26.80

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	44.13	44.03		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	41.79	41.47		
Peso de Recipiente (C)	g	25.47	24.25		
Peso del Agua (A-B)	g	2.34	2.56		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	16.32	17.22		Límite Plástico
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	14.34	14.88		14.61



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	26.80
Límite Plástico	14.61
Índice de Plasticidad	12.19

OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 123859

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-04 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+350 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: IZQUIERDO
Fecha de Emisión: 21/07/2023	

Molde N° 1	4"		Volumen Molde	936	m3.	5	
	Diametro Molde	Metodo				A	Peso Molde
				1642	g.		25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	g	3,423	3,537	3,610	3,572		
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,781	1,895	1,968	1,930		
Peso Volumetrico Humedo	g	1,902	2,024	2,102	2,061		
Recipiente Número		H-13	H-24	H-37	H-48		
Peso Suelo Humedo + Tara	g	385.36	369.78	398.67	401.23		
Peso Suelo Seco + Tara	g	357.24	336.47	355.84	349.86		
Peso de la Tara	g	72.30	71.25	73.54	74.60		
Peso del agua	g	28.1	33.3	42.8	51.4		
Peso del suelo seco	g	285	265	282	275		
Contenido de agua	%	9.9	12.6	15.2	18.7		
Densidad Seca	g/cc	1.731	1.798	1.825	1.737		

RESULTADOS			
Densidad Máxima Seca	1.825	(g/cm ³)	Humedad óptima
			15.0 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Almendra Chucos Lazo
 INGENIERA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153558

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+350
MUESTRA: C-04 / SUELO PATRÓN	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
	LADO: IZQUIERDO

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	12,773	13,081	12,556	13,060	12,397	13,003
Peso molde (g)	8,349	8,349	8,374	8,374	8,443	8,443
Peso suelo compactado (g)	4,424	4,732	4,182	4,686	3,954	4,560
Volumen del molde (cm ³)	2,129	2,129	2,121	2,121	2,118	2,118
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.078	2.222	1.972	2.209	1.867	2.153
Humedad (%)	13.1	17.9	14.3	21.8	13.9	24.7
Densidad Seca (g/cm ³)	1.837	1.885	1.725	1.814	1.639	1.726

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara+suelo húmedo (g)	452.4	458.7	523.2	426.9	456.3	398.8
Tara+suelo seco (g)	400.0	389.0	457.8	350.5	400.6	319.8
Peso de agua (g)	52.4	69.6	65.5	76.4	55.7	79.0
Peso de tara (g)						
Peso de suelo seco (g)	400.0	389.0	457.8	350.5	400.6	319.8
Humedad (%)	13.1	17.9	14.3	21.8	13.9	24.7

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
29-jun-23	9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30-jun-23	9:30	24	108	2.7432	2.34462	237	6.0198	5.1451	336	8.5344	7.29436
01-jul-23	9:30	48	134	3.4036	2.90906	258	6.5532	5.601	397	10.0838	8.61863
02-jul-23	9:30	72	167	4.2418	3.62547	282	7.1628	6.1221	437	11.0998	9.48701
03-jul-23	9:30	96	225	5.715	4.88462	327	8.3058	7.099	483	12.2682	10.4856

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga KN	kg./cm ²	Corrección kg./cm ²	Corrección CBR %	Carga KN	kg./cm ²	Corrección kg./cm ²	Corrección CBR %	Carga KN	kg./cm ²	Corrección kg./cm ²	Corrección CBR %
0.025		0.11	0.6			0.09	0.5			0.07	0.4		
0.050		0.24	1.2			0.17	0.9			0.15	0.8		
0.075		0.39	2.0			0.28	1.5			0.20	1.0		
0.100	70.310	0.63	3.3	3.0	4.2	0.35	1.8	1.9	2.6	0.29	1.5	1.4	2.0
0.150		0.87	4.5			0.51	2.6			0.36	1.9		
0.200	105.460	1.24	6.4	6.5	6.1	0.71	3.7	3.6	3.4	0.46	2.4	2.4	2.3
0.300		1.99	10.3			0.99	5.1			0.63	3.3		
0.400		2.60	13.5			1.24	6.4			0.76	3.9		
0.500		3.25	16.9			1.47	7.6			0.94	4.9		

OBSERVACIONES:

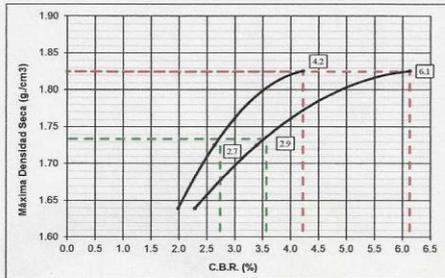


Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Sto. Nueva
 Oficina de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Oficina de Geotecnia
 REG. CIP N° 133850

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-04 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+350 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: IZQUIERDO
Fecha de Ensayo: 21/07/2023	

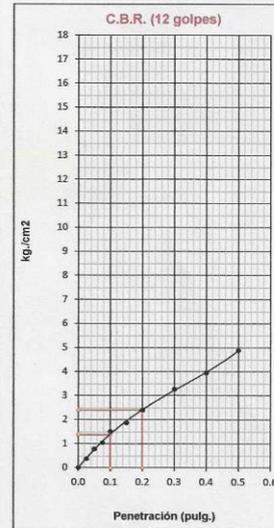
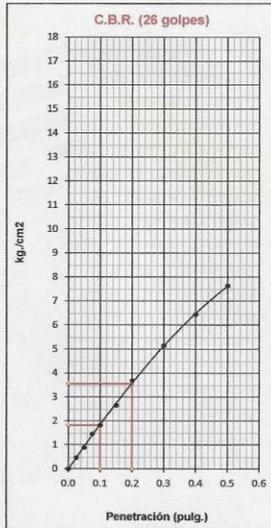
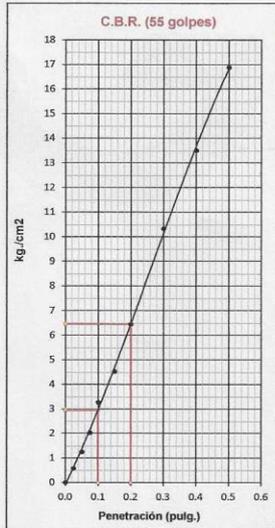
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.825 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	15.0 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.734 g/cm ³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.642 g/cm ³

RESULTADOS: a 0,1"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	= 4.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	= 2.7 %

RESULTADOS: a 0,2"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	= 6.1 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	= 3.4 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Adolfo E. Camayo Ginche
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153556

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIRÓNES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+350
CALICATA: C-04	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 28/06/2023	Fecha de Ensayo: 21/07/2023
	CENIZA DE CARBÓN: 12 %

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	Nº	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	41.91	40.78	41.47	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	38.19	36.38	37.68	
Peso de Recipiente (C)	g	27.32	22.25	24.43	
Peso del Agua (A-B)	g	3.71	4.40	3.79	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	10.87	14.13	13.25	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	34.15	31.12	28.64	Límite Líquido
Golpes	Nº	16	25	34	30.97

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	Nº	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	40.87	41.48		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	36.95	37.49		
Peso de Recipiente (C)	g	21.17	21.41		
Peso del Agua (A-B)	g	3.93	3.99		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	15.78	16.08		Límite Plástico
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	24.89	24.82		24.85



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	30.97
Límite Plástico	24.85
Índice de Plasticidad	6.12

OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
J. Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

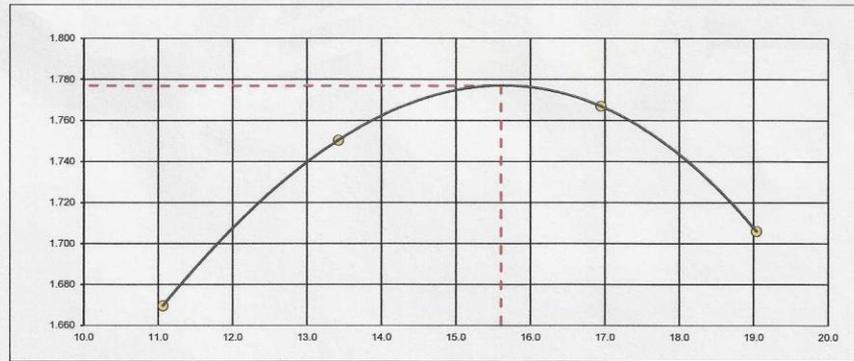
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Docente de Geotecnia
 REG. CIP Nº 153550

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-04 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+350 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 12 %
Fecha de Emisión: 21/07/2023	

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	936.3	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	Peso Molde	1642	g	N° de golpes	25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS		Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde		g	3,378	3,501	3,577	3,543	
Peso Suelo Humedo Compactado		g	1,736	1,859	1,935	1,901	
Peso Volumetrico Humedo		g	1,854	1,985	2,066	2,031	
Recipiente Numero			H-11	H-23	H-44	H-37	
Peso Suelo Humedo + Tara		g	415.45	453.89	446.76	442.58	
Peso Suelo Seco + Tara		g	381.38	408.70	392.34	383.24	
Peso de la Tara		g	73.50	71.89	71.28	71.56	
Peso del agua		g	34.1	45.2	54.4	59.3	
Peso del suelo seco		g	308	337	321	312	
Contenido de agua		%	11.1	13.4	16.9	19.0	
Densidad Seca		g/cc	1.670	1.750	1.767	1.706	

RESULTADOS			
Densidad Máxima Seca	1.777	(g/cm3)	Humedad óptima
			15.6 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chuco Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Inj. Adolfo E. Camayo Giménez
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153550

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)		
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+350	
MUESTRA: C-04	PROFUNDIDAD: 1.50 m	
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	LADO: M-01	
F. Recepción: 28/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023	CENIZA DE CARBÓN: 12 %

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Número de capas						
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	12,617	12,828	12,648	13,023	12,382	12,954
Peso molde (g)	8,325	8,325	8,378	8,378	8,352	8,352
Peso suelo compactado (g)	4,292	4,503	4,270	4,645	4,030	4,602
Volumen del molde (cm³)	2,117	2,117	2,192	2,192	2,185	2,185
Densidad húmeda (g/cm³)	2,027	2,127	1,948	2,119	1,844	2,106
Humedad (%)	15.6	18.9	15.6	24.5	15.6	28.5
Densidad Seca (g/cm³)	1.754	1.789	1.685	1.702	1.595	1.639

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara+suelo húmedo (g)	458.3	456.3	536.9	523.8	479.2	562.4
Tara+suelo seco (g)	396.4	383.7	464.4	420.7	414.5	437.7
Peso de agua (g)	61.8	72.5	72.4	103.1	64.7	124.7
Peso de tara (g)						
Peso de suelo seco (g)	396.4	383.7	464.4	420.7	414.5	437.7
Humedad (%)	15.6	18.9	15.6	24.5	15.6	28.5

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
29-jun-23	11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30-jun-23	11:30	24	9	0.2286	0.19538	18	0.4572	0.3908	34	0.8636	0.73812
01-jul-23	11:30	48	22	0.5588	0.47761	44	1.1176	0.9552	78	1.9812	1.69333
02-jul-23	11:30	72	54	1.3716	1.17231	68	1.7272	1.4762	89	2.2606	1.93214
03-jul-23	11:30	96	108	2.7432	2.34462	125	3.175	2.7137	136	3.4544	2.95248

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		KN	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	KN	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	KN	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		1.44	7.5			0.98	5.1			0.28	1.5		
0.050		2.67	13.9			1.58	8.2			0.57	3.0		
0.075		3.72	19.3			2.16	11.2			0.89	4.6		
0.100	70.310	5.01	26.0	25.1	35.7	2.99	15.5	16.0	22.8	1.12	5.8	6.2	8.9
0.150		6.42	33.3			4.47	23.2			1.86	9.7		
0.200	105.460	8.24	42.8	42.2	40.0	5.55	28.8	28.0	26.5	2.37	12.3	12.3	11.7
0.300		10.36	53.8			7.00	36.4			3.54	18.4		
0.400		11.97	62.2			8.39	43.6			4.49	23.3		
0.500		13.40	69.6			9.64	50.1			5.68	29.5		

OBSERVACIONES:

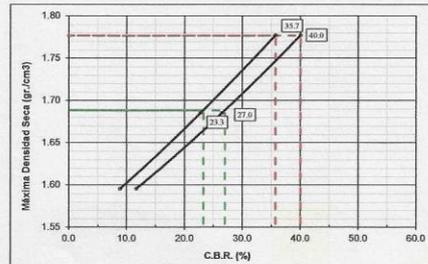


Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 133589

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)		
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00-350	
CALICATA: C-04	PROFUNDIDAD: 1.50 m	
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01	
F. Recepción: 29/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023	CENIZA DE CARBÓN: 12 %

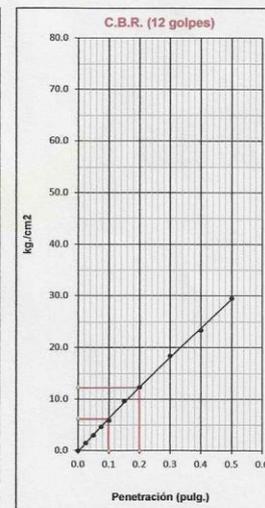
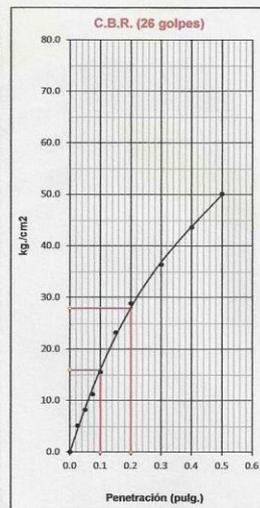
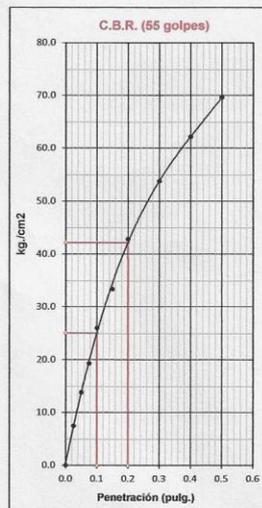
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.777 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	15.6 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.688 g/cm ³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.599 g/cm ³

RESULTADOS: a 0,1"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	= 35.7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	= 23.3 %

RESULTADOS: a 0,2"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	= 40.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	= 27.0 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Cincos Laso
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153350

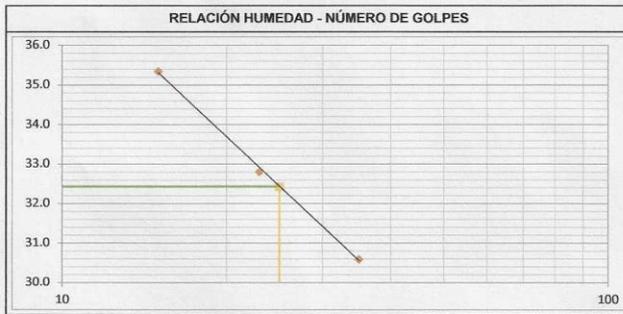
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+350
CALICATA: C-04	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Ensayo: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 17 %.	

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	39.25	37.26	38.91	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	35.38	34.01	35.45	
Peso de Recipiente (C)	g	24.44	24.12	24.12	
Peso del Agua (A-B)	g	3.87	3.25	3.46	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	10.94	9.89	11.33	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	35.34	32.80	30.59	Límite Líquido
Golpes	N°	15	23	35	32.43

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	42.35	43.79		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	38.43	39.56		
Peso de Recipiente (C)	g	24.02	24.46		
Peso del Agua (A-B)	g	3.92	4.23		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	14.41	15.10		Límite Plástico
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	27.22	27.98		27.60



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	32.43
Límite Plástico	27.60
Índice de Plasticidad	4.83

OBSERVACIONES:



SERVICES CONSTRUCTION AND
LAB. DE MECÁNICA DE
SUELOS, CONCRETO
Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical
Engineering
J. Rebagliati

Jimena Chusos Lazo
JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical
Engineering
A. Camayo

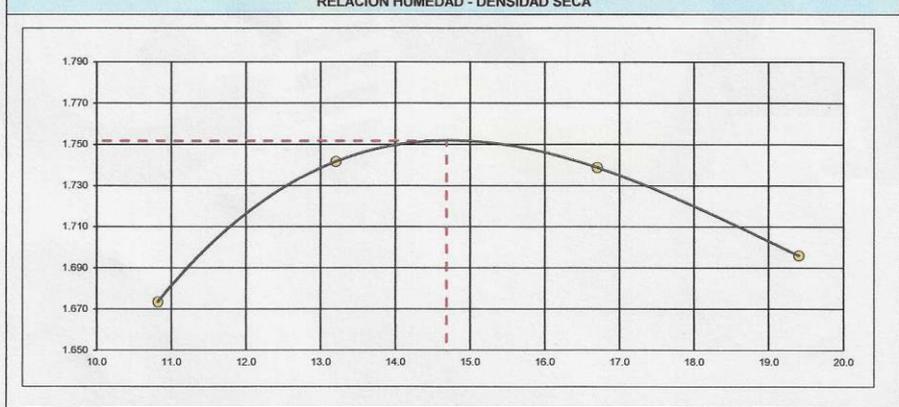
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Geotecnia
REG. CIP N° 15350

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+350
CALICATA: C-04	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 17 %	

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	936.3	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	Peso Molde	1642	g	N° de golpes	25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS		Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	g	3,378	3,488	3,542	3,538		
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,736	1,846	1,900	1,896		
Peso Volumetrico Humedo	g	1,855	1,972	2,029	2,025		
Recipiente Numero		H-22	H-45	H-09	H-33		
Peso Suelo Humedo + Tara	g	425.36	456.28	458.27	397.38		
Peso Suelo Seco + Tara	g	390.90	411.61	403.22	344.65		
Peso de la Tara	g	72.35	73.25	73.58	72.86		
Peso del agua	g	34.5	44.7	55.0	52.7		
Peso del suelo seco	g	319	338	330	272		
Contenido de agua	%	10.8	13.2	16.7	19.4		
Densidad Seca	g/cc	1.673	1.742	1.739	1.696		

RESULTADOS			
Densidad Máxima Seca	1.752	(g/cm3)	Humedad óptima
			14.7 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Adolfo E. Camayo Ginche
Finca Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Adolfo E. Camayo Ginche
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 13350

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+350
MUESTRA: C-04	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	LADO: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
	CENIZA DE CARBÓN: 17 %

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	12,542	12,915	12,344	12,906	12,118	12,888
Peso molde (g)	8,310	8,310	8,316	8,316	8,398	8,398
Peso suelo compactado (g)	4,232	4,605	4,028	4,590	3,720	4,490
Volumen del molde (cm ³)	2,144	2,144	2,126	2,126	2,103	2,103
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.974	2.148	1.895	2.159	1.769	2.135
Humedad (%)	14.7	21.7	14.7	23.5	14.7	27.1
Densidad Seca (g/cm ³)	1.721	1.765	1.652	1.748	1.542	1.680

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3
Tara+suelo húmedo (g)	425.6	456.6	426.9
Tara+suelo seco (g)	371.1	375.2	372.2
Peso de agua (g)	54.5	81.4	54.7
Peso de tara (g)			
Peso de suelo seco (g)	371.1	375.2	372.2
Humedad (%)	14.7	21.7	14.7

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
29-jun-23	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30-jun-23	1:30	24	22	0.5588	0.478	33	0.8382	0.7164	47	1.1938	1.020
01-jul-23	1:30	48	66	1.6764	1.433	73	1.8542	1.585	87	2.2098	1.889
02-jul-23	1:30	72	101	2.5654	2.193	129	3.2766	2.801	133	3.3782	2.887
03-jul-23	1:30	96	138	3.5052	2.996	158	4.0132	3.4301	217	5.5118	4.711

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		1.58	8.2			1.19	6.2			0.51	2.6		
0.050		3.23	16.8			1.93	10.0			0.99	5.1		
0.075		4.22	21.9			2.73	14.2			1.27	6.6		
0.100	70.310	5.27	27.4	27.7	39.4	3.56	18.5	18.5	26.4	1.76	9.1	8.7	12.4
0.150		7.21	37.4			4.94	25.7			2.32	12.0		
0.200	105.460	8.67	45.0	45.4	43.1	5.93	30.8	30.9	29.3	2.86	14.9	15.2	14.5
0.300		10.99	57.1			7.61	39.5			3.97	20.6		
0.400		12.67	65.8			8.83	45.9			4.86	25.2		
0.500		14.30	74.3			10.20	53.0			5.73	29.8		

OBSERVACIONES:

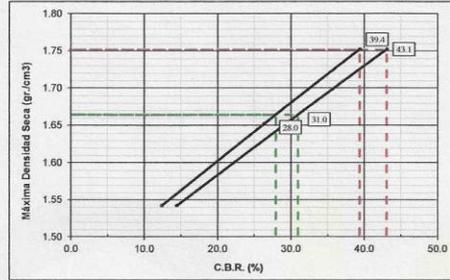


Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 193850

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-04 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+350 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 17 % Fecha de Emisión: 21/07/2023

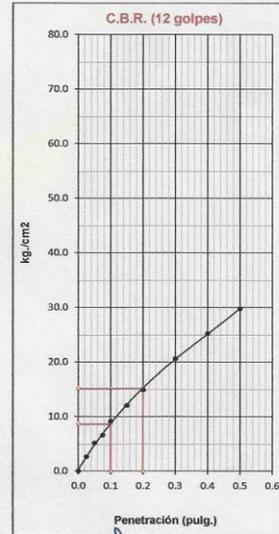
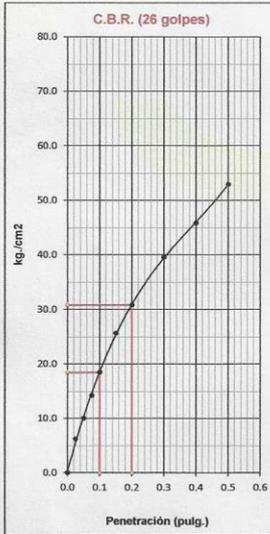
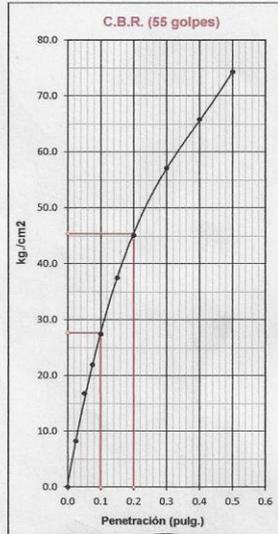
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.752 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	14.7 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.664 g/cm ³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.577 g/cm ³

RESULTADOS: a 0,1"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	= 39.4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	= 28.0 %

RESULTADOS: a 0,2"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	= 43.1 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	= 31.0 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chuco
 JIMENA CHUCO S. 41541
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 183568

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-04 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+350 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 22 %

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	39.78	37.67	35.92	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	35.30	34.20	32.87	
Peso de Recipiente (C)	g	22.45	23.45	22.78	
Peso del Agua (A-B)	g	4.48	3.47	3.05	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	12.85	10.75	10.09	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	34.87	32.30	30.19	Límite Líquido
Golpes	N°	15	24	34	31.99

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	45.25	44.89		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	40.07	39.84		
Peso de Recipiente (C)	g	23.45	23.89		
Peso del Agua (A-B)	g	5.18	5.05		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	16.62	15.95		Límite Plástico
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	31.14	31.66		31.40



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	31.99
Límite Plástico	31.40
Índice de Plasticidad	0.59

OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering

Servicios Construction and Geotechnical Engineering

Jessica Córdova Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

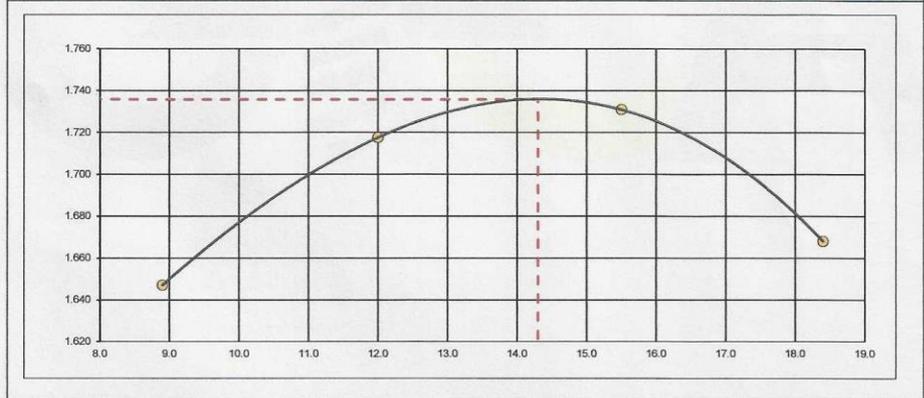
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 193880

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-04 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+350 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 22 %. Fecha de Emisión: 21/07/2023

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	936.3	m3	N° de capas	5
	Metodo	A	Peso Molde	1642	g	N° de golpes	25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	g	3,321	3,443	3,514	3,491		
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,679	1,801	1,872	1,849		
Peso Volumetrico Humedo	g	1,794	1,924	1,999	1,975		
Recipiente Numero		H-14	H-22	H-18	H-31		
Peso Suelo Humedo + Tara	g	378.25	412.56	432.18	438.97		
Peso Suelo Seco + Tara	g	353.32	376.34	383.79	382.23		
Peso de la Tara	g	73.20	74.50	71.58	73.86		
Peso del agua	g	24.9	36.2	48.4	56.7		
Peso del suelo seco	g	280	302	312	308		
Contenido de agua	%	8.9	12.0	15.5	18.4		
Densidad Seca	g/cc	1.647	1.718	1.731	1.668		

RESULTADOS			
Densidad Máxima Seca	1.736	(g/cm3)	Humedad óptima
			14.3
			%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Adolfo E. Camayo Ginche
 Ingeiero Civil
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Adolfo E. Camayo Ginche
 Ingeiero Civil
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153550

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+350
MUESTRA: C-04	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	LADO: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 22 %	

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Número de capas	55		26		12	
Número de golpes	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	12,570	12,901	12,373	12,917	12,144	12,963
Peso molde (g)	8,396	8,396	8,378	8,378	8,336	8,336
Peso suelo compactado (g)	4,174	4,505	3,995	4,539	3,808	4,627
Volumen del molde (cm ³)	2,114	2,114	2,122	2,122	2,135	2,135
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.975	2.131	1.882	2.139	1.784	2.167
Humedad (%)	14.3	18.2	14.3	24.9	14.3	27.3
Densidad Seca (g/cm ³)	1.727	1.803	1.647	1.712	1.561	1.702

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (g)	456.3	398.8	452.4	412.4	422.9	432.6
Tara+suelo seco (g)	399.2	337.4	395.8	330.2	370.0	339.8
Peso de agua (g)	57.1	61.4	56.6	82.2	52.9	92.8
Peso de tara (g)						
Peso de suelo seco (g)	399.2	337.4	395.8	330.2	370.0	339.8
Humedad (%)	14.3	18.2	14.3	24.9	14.3	27.3

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
29-jun-23	14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30-jun-23	14:00	24	12	0.3048	0.261	28	0.7112	0.6079	37	0.9398	0.803
01-jul-23	14:00	48	32	0.8128	0.695	47	1.1938	1.020	69	1.7526	1.498
02-jul-23	14:00	72	67	1.7018	1.455	79	2.0066	1.715	93	2.3622	2.019
03-jul-23	14:00	96	94	2.3876	2.041	110	2.794	2.388	134	3.4036	2.909

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		KN	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	KN	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	KN	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		1.37	7.1			1.25	6.5			0.41	2.1		
0.050		2.79	14.5			1.62	8.4			0.78	4.1		
0.075		3.83	19.9			2.38	12.4			1.14	5.9		
0.100	70.310	4.86	25.2	24.6	34.9	2.94	15.3	15.6	22.2	1.44	7.5	7.4	10.5
0.150		6.11	31.7			4.12	21.4			1.97	10.2		
0.200	105.460	7.99	41.5	41.1	38.9	5.14	26.7	26.6	25.2	2.49	12.9	13.1	12.4
0.300		10.01	52.0			6.81	35.4			3.43	17.8		
0.400		11.46	59.5			8.38	43.5			4.39	22.8		
0.500		12.44	64.6			10.13	52.6			5.33	27.7		

OBSERVACIONES:



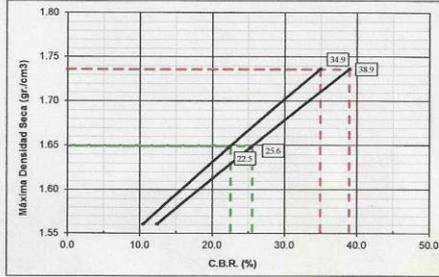
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
J. Chaves
Jineira Cinco Lazo
 JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 183550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIRÓNES SARA CALICATA: C-04 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+350 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 22 % Fecha de Emisión: 21/07/2023

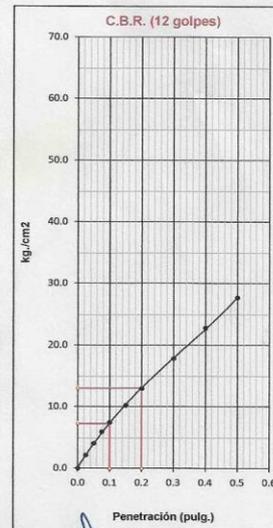
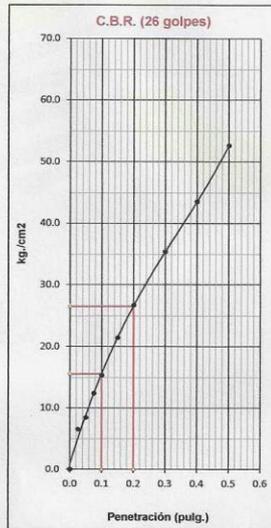
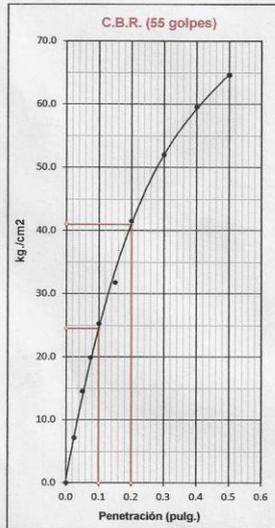
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-190
Máxima Densidad Seca	:	1.736 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	14.3 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.649 g/cm ³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.562 g/cm ³

RESULTADOS: a 0,1"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	= 34,9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	= 22,5 %

RESULTADOS: a 0,2"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	= 38,9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	= 25,6 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Alfonso
Alfonso Chuco Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

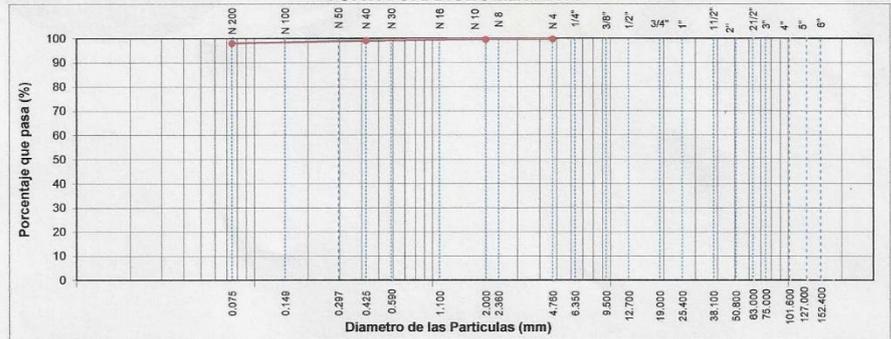
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Adolfo E. Camayo Gimche
Ing. Adolfo E. Camayo Gimche
 Gerente de Gestión
 REG. CIP N° 153950

Anexo 06: certificados de ensayos realizados

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27)			
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN			
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA		PROGRESIVA: Km. 00+060	
CALICATA: C-01 / SUELO PATRÓN		PROFUNDIDAD: 1.50 m	
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO		MUESTRA: M-01	
F. Recepción: 26/09/2023		Fecha de Emisión: 21/07/2023	
LADO: DERECHO			
Tamaño Máximo	:	1/4"	
Peso Inicial Seco	:	357.6 g	
Fracción	:	357.6 g	

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
6"	152.400						1. Clasificación Límite Líquido (LL) : 27.60 Límite Plástico (LP) : 14.22 Índice Plástico (IP) : 13.38 Clasificación (SUICS) : CL Clasificación (AASHTO) : A-6 (9)
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	75.000						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700						
3/8"	9.500						
1/4"	6.350				100.0		
N° 4	4.760	0.4	0.1	0.1	99.9		
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	0.3	0.1	0.2	99.8		
N° 16	1.100						
N° 20	0.840	0.8	0.2	0.4	99.6		
N° 30	0.590						
N° 40	0.425	0.9	0.3	0.7	99.3		
N° 50	0.297						
N° 80	0.180	1.0	0.3	1.0	99.0		
N° 100	0.149	1.4	0.4	1.4	98.6		
N° 200	0.075	1.6	0.4	1.8	98.2		
Pasante	<	351.2	98.2	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jhanna C. Huico Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Gerencia
 REG. CIP N° 133550

PERFIL ESTATIGRÁFICO						
ASTM D2488 - 75 - Práctica estándar para la descripción e identificación de los Suelos (Procedimiento Visual - Manual)						
PETICIONARIO : KELVIN QUIRIONES SARA TESIS : EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE : DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN FECHA DE RECEPCIÓN : 26/06/2023 FECHA DE EMISIÓN : 21/07/2023						
DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA : C - 01 UBICACIÓN : JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO COORDENADAS : N8661553.79 E478247.54 DIMENSIONES : 0.70 X 1.40 X 1.50 m.						
PROGRESIVA : 0 + 060 PROFUNDIDAD (m) : 1.50 MUESTRA : M-01						
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN (SUCS - ASSHTO)		N° DE MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	IMAGEN DE LA MUESTRA
	SÍMBOLO	GRÁFICO				
0.10	OL				Limo orgánico con arcilla de baja plasticidad, color beige, no presenta grava, ligeramente húmeda, con presencia de pasto.	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80	CL		M-01	22.7	Arcilla de baja plasticidad, con 96.20 % de finos, Limite Líquido 27.60%, Limite Plástico 14.22%, Índice Plástico 13.38%, Contenido de humedad 22.7%, de color beige oscuro, consistencia blanda, plasticidad baja. No presenta Nivel freático, no presenta gravas ni boloneras.	
0.90	A-6(9)					
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
OBSERVACIONES:						



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chaves Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

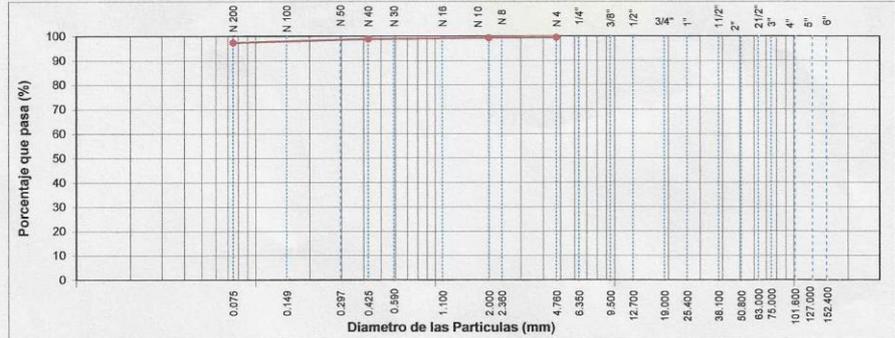
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-02 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+180 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: IZQUIERDO
Tamaño Máximo : 1/4"	
Peso Inicial Seco : 322.2 g	
Fracción : 322.2 g	

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
6"	152.400						1. Clasificación Límite Líquido (LL) : 29.54 Límite Plástico (LP) : 17.29 Índice Plástico (IP) : 12.25 Clasificación (SUCS) : CL Clasificación (AASHTO) : A-6 (9)
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	75.000						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700					2. Características Max. Dens. Seca : 1.847 Opt. Cont. Humedad : 11.79 CBR 0.1" (95%) : 2.5 CBR 0.1" (100%) : 3.9 % Grava : 0.25 Humedad (%) % Arena : 2.13 : 13.7 % Fino : 97.62 Índice de Consistencia Cu : 0.02 : 1.30 Cc : 2.14 Pot. de Expansión: Medio	
N° 4	4.760	0.8	0.3	0.3	99.8		
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	0.7	0.2	0.5	99.5		
N° 16	1.100						
N° 20	0.840	0.2	0.1	0.5	99.5		
N° 30	0.590						
N° 40	0.425	1.0	0.3	0.9	99.1		
N° 50	0.297						
N° 80	0.180	1.0	0.3	1.2	98.8		
N° 100	0.149	1.8	0.6	1.7	98.3		
N° 200	0.075	2.1	0.7	2.4	97.6		
Pasante	<	314.5	97.6	100.0			3. Observaciones (Fuente de Normalización) Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013)

CURVA GRANULOMÉTRICA



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
J. Chaves
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 133550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

PERFIL ESTATIGRÁFICO						
ASTM D2488 - 75 - Práctica estándar para la descripción e identificación de los Suelos (Procedimiento Visual - Manual)						
PETICIONARIO : KELVIN QUIÑONES SARA TESIS : EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE : DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN FECHA DE RECEPCIÓN : 26/06/2023 FECHA DE EMISIÓN : 21/07/2023						
DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA : C-02 UBICACIÓN : JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO COORDENADAS : N8661568.00 E478346.00 DIMENSIONES : 0.70 X 1.40 X 1.50 m.						
		PROGRESIVA : 0 + 160		PROFUNDIDAD (m) : 1.50		
				MUESTRA : M-01		
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN (SUCS - ASSHTO)		N° DE MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	IMAGEN DE LA MUESTRA
	SÍMBOLO	GRÁFICO				
0.10	ML		M-01	13.7	Limo orgánico de baja plasticidad, color beige oscuro, no presenta grava, ligeramente húmeda, con presencia de raíz de árbol en 8 % de 1" aproximadamente.	
0.20						
0.30	CL A-6(9)		M-01	13.7	Arcilla de baja plasticidad, con 97.62 % de finos. Límite Líquido 29.54%, Límite Plástico 17.29%, Índice Plástico 12.25%, Contenido de humedad 13.7%, color beige oscuro, plasticidad baja. No presenta Nivel freático, no presenta gravas ni boloneras.	
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
OBSERVACIONES:						



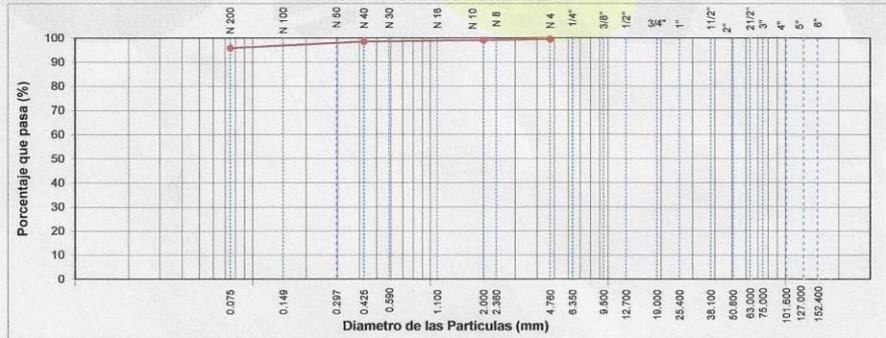
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Carlos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Operación
 REG. CIP N° 133550

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIRÓNES SARA CALICATA: C-03 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+257.90 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: DERECHA
Fecha de Emisión: 21/07/2023	
Tamaño Máximo: 1/4" : 302.3 g Peso Inicial Seco: 302.3 g Fracción: 302.3 g	

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
6"	152.400						1. Clasificación Límite Líquido (LL) : 24.65 Límite Plástico (LP) : 15.77 Índice Plástico (IP) : 8.88 Clasificación (SUCS) : CL Clasificación (AASHTO) : A-4 (8)
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	75.000						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700						
3/8"	9.500					2. Características Max. Dens. Seca : 1.932 Opt. Cont. Humedad : 12.90 CBR 0.1" (95%) : 3.5 CBR 0.1" (100%) : 5.2 % Grava : 0.3 Humedad (%) % Arena : 3.8 : 17.1 % Fino : 96.1 Índice de Consistencia Cu : 0.02 : 0.85 Cc : 2.17 Pot. de Expansión: Medio	
Nº 4	4.760	0.9	0.3	0.3	99.7		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	1.2	0.4	0.7	99.3		
Nº 16	1.100						
Nº 20	0.840	0.7	0.2	0.9	99.1		
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.425	1.3	0.4	1.3	98.7		
Nº 50	0.297						
Nº 80	0.180	1.5	0.5	1.8	98.2		
Nº 100	0.149	1.6	0.5	2.4	97.7		
Nº 200	0.075	4.8	1.6	3.9	96.1		
Pasante	<	290.4	96.1	100.0			3. Observaciones (Fuente de Normalización) Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013)

CURVA GRANULOMÉTRICA



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Chucos Laso
 Ing. Chucos Laso
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

PERFIL ESTATIGRÁFICO

ASTM D2488 - 75 - Práctica estándar para la descripción e identificación de los Suelos (Procedimiento Visual - Manual)

PETICIONARIO : KELVIN QUIÑONES SARA
 TESIS : EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE
 : DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 26/06/2023
 FECHA DE EMISIÓN : 21/07/2023

DATOS DE LA MUESTRA
 CALICATA : C - 03
 UBICACIÓN : JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO
 COORDENADAS : N8661591.00 E478442.00
 DIMENSIONES : 0.70 X 1.40 X 1.50 m.

PROGRESIVA : 0 + 257.90
 PROFUNDIDAD (m) : 1.50
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN (SUCS - ASSHTO)		N° DE MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	IMAGEN DE LA MUESTRA
	SÍMBOLO	GRÁFICO				
0.10	ML				Limo orgánico de baja plasticidad, color marrón, no presenta grava.	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80	CL		M-01	17.1	Limo Arcilloso, con 95.1 % de finos, Límite Líquido 24.65%, Límite Plástico 15.77%, Índice Plástico 8.88%, Contenido de humedad 17.1%, color marrón oscuro, consistencia blanda, plasticidad baja. No presenta Nivel freático, no presenta gravas ni boloneras.	
0.90	A-4(8)					
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
OBSERVACIONES:						



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Simón Chuco Laso
 Simón Chuco Laso
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Adolfo E. Camayo Gincúe
 Ing. Adolfo E. Camayo Gincúe
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153859

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-01 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+060 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: DERECHO Fecha de Ensayo: 21/07/2023

LÍMITE LÍQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	39.28	39.49	36.02	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	35.96	36.20	33.10	
Peso de Recipiente (C)	g	25.00	24.14	21.83	
Peso del Agua (A-B)	g	3.32	3.29	2.92	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	10.96	12.06	11.27	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	30.29	27.30	25.91	Límite Líquido
Golpes	N°	15	26	35	27.60

LÍMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	45.24	44.24		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	42.88	41.57		
Peso de Recipiente (C)	g	25.52	23.59		
Peso del Agua (A-B)	g	2.36	2.67		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	17.36	17.98		
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	13.59	14.85		Límite Plástico
					14.22



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	27.60
Límite Plástico	14.22
Índice de Plasticidad	13.38

OBSERVACIONES



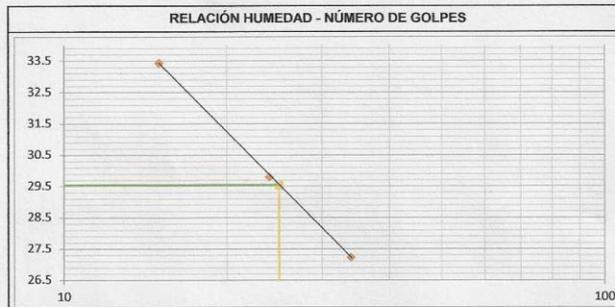
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 193550

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+180
CALICATA: C-02 / SUELO PATRÓN	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Ensayo: 21/07/2023 LADO: IZQUIERDO

LÍMITE LÍQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	37.78	35.07	38.67	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	34.32	32.22	35.92	
Peso de Recipiente (C)	g	23.97	22.64	25.82	
Peso del Agua (A-B)	g	3.46	2.85	2.75	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	10.35	9.58	10.10	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	33.43	29.80	27.23	Límite Líquido
Golpes	N°	15	24	34	29.54

LÍMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	45.40	45.21		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	42.51	42.13		
Peso de Recipiente (C)	g	25.24	24.88		
Peso del Agua (A-B)	g	2.89	3.08		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	17.27	17.25		Límite Plástico
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	16.73	17.86		17.29



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	29.54
Límite Plástico	17.29
Índice de Plasticidad	12.25

OBSERVACIONES:



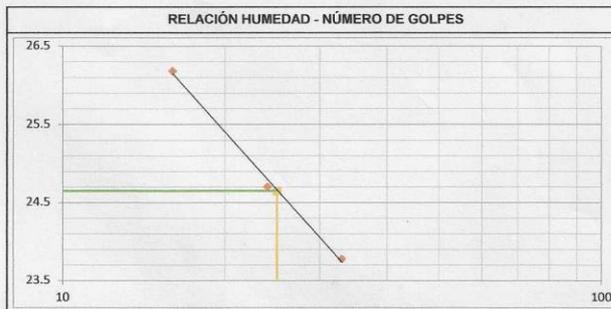
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Simonea Córdova Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Gincin
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 133550

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+258
CALICATA: C-03 / SUELO PATRÓN	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Ensayo: 21/07/2023
	LADO: DERECHA

LÍMITE LÍQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	34.77	36.87	40.19	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	32.11	34.48	36.93	
Peso de Recipiente (C)	g	21.95	24.81	23.22	
Peso del Agua (A-B)	g	2.66	2.39	3.26	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	10.16	9.67	13.71	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	26.18	24.70	23.78	Límite Líquido
Golpes	N°	16	24	33	24.65

LÍMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	44.67	48.02		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	41.97	44.89		
Peso de Recipiente (C)	g	24.89	25.00		
Peso del Agua (A-B)	g	2.70	3.13		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	17.08	19.89		Límite Plástico
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	15.81	15.74		15.77



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	24.65
Límite Plástico	15.77
Índice de Plasticidad	8.88

OBSERVACIONES:



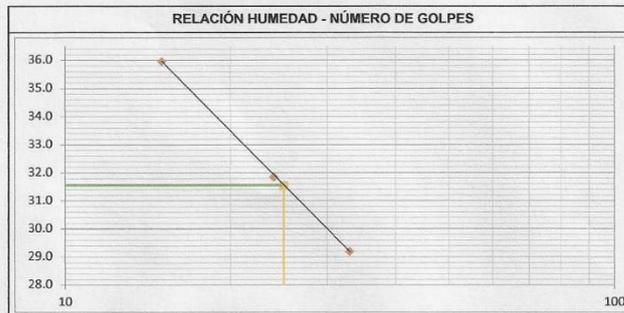
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jhonnatan Cárdenas
 Jhonnatan Cárdenas Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Gincite
 Ing. Adolfo E. Camayo Gincite
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153550

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+060
CALICATA: C-01	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Ensayo: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 12 %.	

LÍMITE LÍQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	41.00	40.16	41.66	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	37.44	35.87	37.79	
Peso de Recipiente (C)	g	27.54	22.41	24.53	
Peso del Agua (A-B)	g	3.56	4.29	3.87	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	9.90	13.46	13.26	
Contenido Humedad W=(A-B)/(B-C)*100	%	35.96	31.85	29.19	Límite Líquido
Golpes	N°	15	24	33	31.55

LÍMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	42.01	42.48		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	37.87	38.29		
Peso de Recipiente (C)	g	21.82	21.95		
Peso del Agua (A-B)	g	4.14	4.19		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	16.05	16.34		Límite Plástico
Contenido Humedad W=(A-B)/(B-C)*100	%	25.79	25.64		25.72



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	31.55
Límite Plástico	25.72
Índice de Plasticidad	5.83

OBSERVACIONES:



Services Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Services Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 123250

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+060
CALICATA: C-01	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Ensayo: 21/07/2023
	CENIZA DE CARBÓN: 17 %

LÍMITE LÍQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	40.11	38.77	41.77	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	36.19	34.82	37.61	
Peso de Recipiente (C)	g	25.52	22.98	24.36	
Peso del Agua (A-B)	g	3.92	3.95	4.16	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	10.67	11.84	13.25	
Contenido Humedad W=(A-B)/(B-C)*100	%	36.74	33.40	31.40	Límite Líquido
Golpes	N°	15	24	33	33.22

LÍMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	44.47	44.31		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	39.98	39.82		
Peso de Recipiente (C)	g	24.13	24.29		
Peso del Agua (A-B)	g	4.49	4.49		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	15.85	15.53		Límite Plástico
Contenido Humedad W=(A-B)/(B-C)*100	%	28.33	28.91		28.62



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	33.22
Límite Plástico	28.62
Índice de Plasticidad	4.60

OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

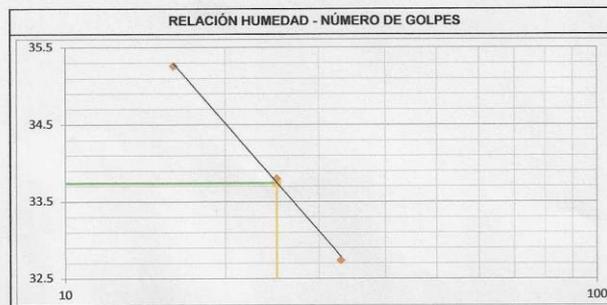
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-01 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/08/2023	PROGRESIVA: Km. 00+060 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 22 % Fecha de Ensayo: 21/07/2023

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	40.13	39.08	35.24	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	35.92	35.73	32.13	
Peso de Recipiente (C)	g	23.98	25.82	22.63	
Peso del Agua (A-B)	g	4.21	3.35	3.11	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	11.94	9.91	9.50	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	35.26	33.80	32.74	Límite Líquido
Golpes	N°	16	25	33	33.74

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	44.21	46.71		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	39.14	41.39		
Peso de Recipiente (C)	g	23.32	24.42		
Peso del Agua (A-B)	g	5.07	5.32		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	15.82	16.97		Límite Plástico
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	32.05	31.35		31.70



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	33.74
Límite Plástico	31.70
Índice de Plasticidad	2.04

OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
J. Rebagliati
 JIMENA QUIÑONES LARA
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Adolfo E. Camayo Ginche
 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 193850

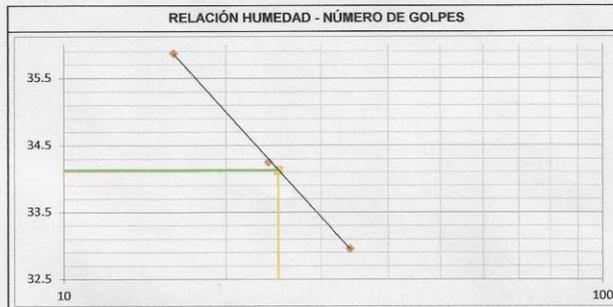
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-02 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+160 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 12 % Fecha de Ensayo: 21/07/2023

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	36.79	37.43	39.64	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	33.49	34.32	36.16	
Peso de Recipiente (C)	g	24.29	25.23	25.60	
Peso del Agua (A-B)	g	3.30	3.11	3.48	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	9.20	9.09	10.56	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	35.87	34.25	32.95	Límite Líquido
Golpes	N°	16	24	34	34.13

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	43.01	44.72		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	38.66	40.27		
Peso de Recipiente (C)	g	22.98	23.97		
Peso del Agua (A-B)	g	4.35	4.45		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	15.68	16.30		Límite Plástico
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	27.74	27.30		27.52



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	34.13
Límite Plástico	27.52
Índice de Plasticidad	6.61

OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

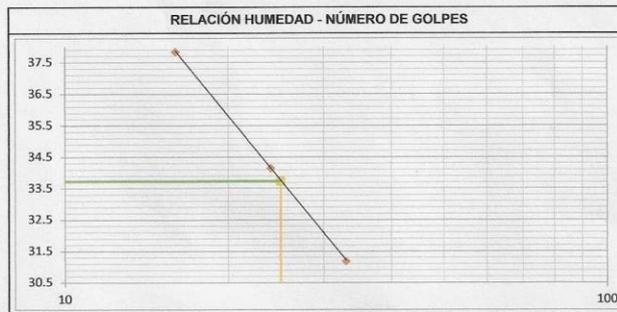
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 132590

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+160
CALICATA: C-02	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Ensayo: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 17 %	

LÍMITE LÍQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	34.88	37.13	40.92	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	31.46	33.88	37.74	
Peso de Recipiente (C)	g	22.42	24.36	27.54	
Peso del Agua (A-B)	g	3.42	3.25	3.18	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	9.04	9.52	10.20	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	37.83	34.14	31.18	Límite Líquido
Golpes	N°	16	24	33	33.74

LÍMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	45.18	43.60		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	40.71	39.11		
Peso de Recipiente (C)	g	25.60	23.78		
Peso del Agua (A-B)	g	4.47	4.49		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	15.11	15.33		Límite Plástico
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	29.58	29.29		29.44



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	33.74
Límite Plástico	29.44
Índice de Plasticidad	4.30

OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 193550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

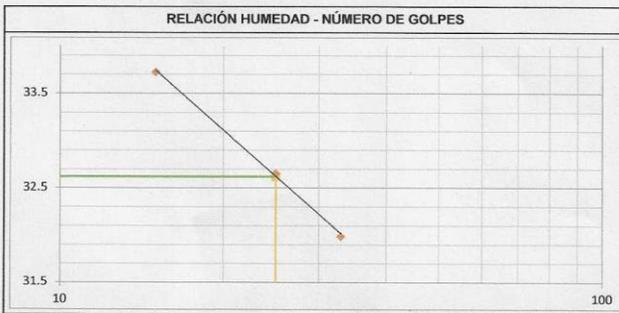
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+160
CALICATA: C-02	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Ensayo: 21/07/2023
	CENIZA DE CARBÓN: 22 %

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	39.12	41.36	38.90	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	35.38	37.39	35.10	
Peso de Recipiente (C)	g	24.29	25.24	23.22	
Peso del Agua (A-B)	g	3.74	3.97	3.80	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	11.09	12.15	11.88	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	33.72	32.65	31.99	Límite Líquido
Golpes	N°	15	25	33	32.62

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	43.81	42.73		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	39.15	37.92		
Peso de Recipiente (C)	g	23.84	22.41		
Peso del Agua (A-B)	g	4.66	4.81		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	15.31	15.51		Límite Plástico
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	30.44	31.01		30.72



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	32.62
Límite Plástico	30.72
Índice de Plasticidad	1.90

OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

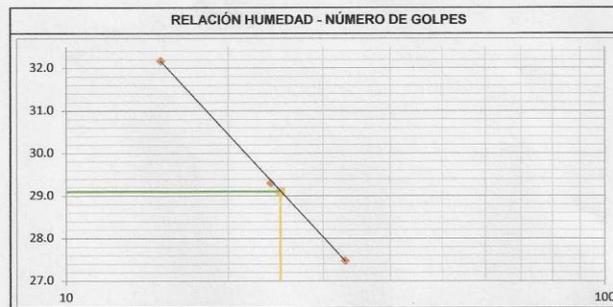
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ingeniero Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Gerencia
 REG. CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+258
CALICATA: C-03	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Ensayo: 21/07/2023
	CENIZA DE CARBÓN: 12 %

LÍMITE LÍQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	37.98	36.41	38.62	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	34.68	33.19	35.40	
Peso de Recipiente (C)	g	24.42	22.21	23.68	
Peso del Agua (A-B)	g	3.30	3.22	3.22	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	10.26	10.98	11.72	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	32.16	29.30	27.47	Límite Líquido
Golpes	N°	15	24	33	29.10

LÍMITE PLÁSTICO					
DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	47.78	44.64		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	43.71	40.57		
Peso de Recipiente (C)	g	27.54	24.37		
Peso del Agua (A-B)	g	4.07	4.07		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	16.17	16.20		Límite Plástico
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	25.17	25.12		25.15



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	29.10
Límite Plástico	25.15
Índice de Plasticidad	3.95

OBSERVACIONES:



Services Construction and Geotechnical Engineering

Jénera Chucas Lazo
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Services Construction and Geotechnical Engineering

Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
Gerente de Gestión
REG. CIP N° 183558

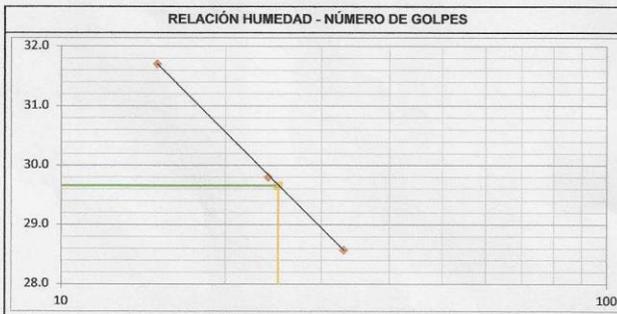
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-03 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+258 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 17 % Fecha de Ensayo: 21/07/2023

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	41.01	37.70	36.52	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	36.86	34.68	33.70	
Peso de Recipiente (C)	g	23.77	24.53	23.83	
Peso del Agua (A-B)	g	4.15	3.02	2.82	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	13.09	10.15	9.87	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	31.70	29.80	28.57	Límite Líquido
Golpes	N°	15	24	33	29.66

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	42.52	44.16		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	38.27	40.00		
Peso de Recipiente (C)	g	22.21	24.35		
Peso del Agua (A-B)	g	4.25	4.16		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	16.06	15.65		Límite Plástico
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	26.46	26.58		26.52



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	29.66
Límite Plástico	26.52
Índice de Plasticidad	3.14

OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Ceballos Lazo
 JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153350

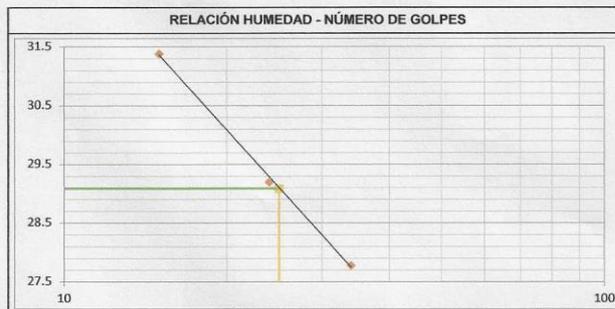
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89) (MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)		
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-03 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+258 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 Fecha de Ensayo: 21/07/2023	CENIZA DE CARBÓN: 22 %

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	1	2	3	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	36.83	39.47	40.07	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	33.67	35.94	36.67	
Peso de Recipiente (C)	g	23.60	23.84	24.43	
Peso del Agua (A-B)	g	3.16	3.53	3.40	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	10.07	12.10	12.24	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	31.38	29.20	27.78	Límite Líquido
Golpes	N°	15	24	34	29.09

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	44.32	44.22		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	40.03	39.54		
Peso de Recipiente (C)	g	24.81	23.23		
Peso del Agua (A-B)	g	4.29	4.68		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	15.22	16.31		Límite Plástico
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	28.19	28.69		28.44



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	29.09
Límite Plástico	28.44
Índice de Plasticidad	0.65

OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chuco Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 133550

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-01 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km 00+060 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: DERECHO Fecha de Emisión: 21/07/2023

Molde N° 1	Diametro Molde Metodo	4" A	Volumen Molde	936	m3.	N° de capas	5
			Peso Molde	1642	g.	N° de golpes	25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS		Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	g		3,419	3,549	3,613	3,594	
Peso Suelo Humedo Compactado	g		1,777	1,907	1,971	1,952	
Peso Volumetrico Humedo	g		1,898	2,037	2,105	2,085	
Recipiente Numero			H-16	H-14	H-22	H-18	
Peso Suelo Humedo + Tara	g		458.50	467.00	387.30	395.60	
Peso Suelo Seco + Tara	g		426.00	424.40	345.90	346.70	
Peso de la Tara	g		70.30	70.00	72.20	72.20	
Peso del agua	g		32.5	42.6	41.4	48.9	
Peso del suelo seco	g		356	354	274	275	
Contenido de agua	%		9.1	12.0	15.1	17.8	
Densidad Seca	g/cc		1.739	1.818	1.829	1.770	

RESULTADOS			
Densidad Máxima Seca	1.834	(g/cm3)	Humedad óptima
			14.0 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 INGENIERA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 18356

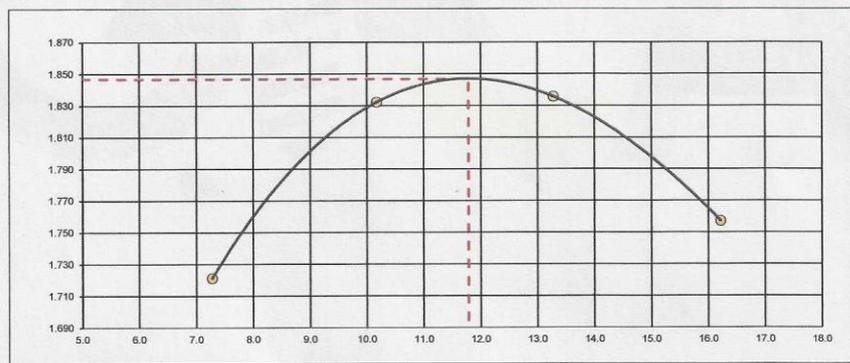
Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-02 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+160 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: IZQUIERDO
Fecha de Emisión: 21/07/2023	

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	936.3	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	Peso Molde	1642	g	N° de golpes	25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	g	3,371	3,532	3,589	3,554		
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,729	1,890	1,947	1,912		
Peso Volumetrico Humedo	g	1,847	2,019	2,079	2,042		
Recipiente Numero		H-03	H-05	H-02	H-30		
Peso Suelo Humedo + Tara	g	289.90	393.20	320.90	362.60		
Peso Suelo Seco + Tara	g	275.00	367.30	295.50	328.40		
Peso de la Tara	g	70.30	112.70	104.20	117.50		
Peso del agua	g	14.9	25.9	25.4	34.2		
Peso del suelo seco	g	205	255	191	211		
Contenido de agua	%	7.3	10.2	13.3	16.2		
Densidad Seca	g/cc	1.721	1.832	1.836	1.757		

RESULTADOS					
Densidad Máxima Seca	1.847	(g/cm3)	Humedad óptima	11.8	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

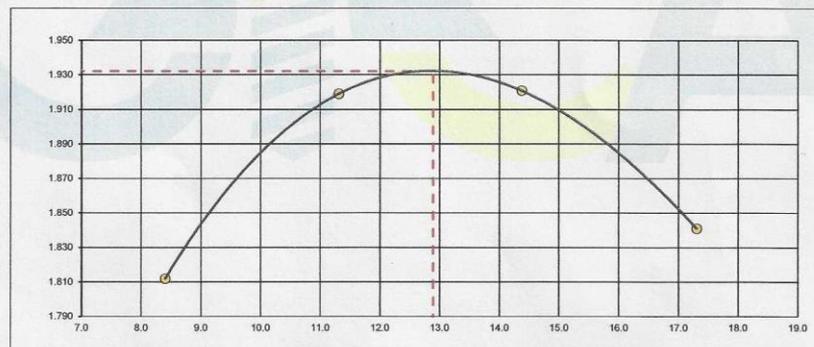
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Gerencia
 REG. CIP N° 183866

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-03 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+257.90 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: DERECHA
Fecha de Emisión: 21/07/2023	

Molde N° 1	Diametro Molde Metodo	4" A	Volumen Molde Peso Molde	936.3 1642	m3. g	N° de capas N° de golpes	5 25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS		Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	g		3,481	3,642	3,699	3,664	
Peso Suelo Humedo Compactado	g		1,839	2,000	2,057	2,022	
Peso Volumetrico Humedo	g		1,964	2,136	2,197	2,160	
Recipiente Numero			H-31	H-27	H-21	H-14	
Peso Suelo Humedo + Tara	g		292.20	396.10	323.00	364.90	
Peso Suelo Seco + Tara	g		275.00	367.30	295.50	328.40	
Peso de la Tara	g		70.30	112.70	104.20	117.50	
Peso del agua	g		17.2	28.8	27.5	36.5	
Peso del suelo seco	g		205	255	191	211	
Contenido de agua	%		8.4	11.3	14.4	17.3	
Densidad Seca	gr/cc		1.812	1.919	1.921	1.841	

RESULTADOS			
Densidad Máxima Seca	1.932	(g/cm3)	Humedad óptima
			12.9 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena C. Huayra
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Giménez
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 183550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+060
CALICATA: C-01	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 12 %	

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	936.3	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	Peso Molde	1642	g	N° de golpes	25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	g	3,371	3,496	3,568	3,538		
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,729	1,854	1,926	1,896		
Peso Volumetrico Humedo	g	1,847	1,980	2,057	2,025		
Recipiente Numero	H-22	H-18	H-16	H-14			
Peso Suelo Humedo + Tara	g	371.60	453.50	337.10	393.30		
Peso Suelo Seco + Tara	g	343.60	409.10	299.40	340.80		
Peso de la Tara	g	72.20	72.30	69.80	70.00		
Peso del agua	g	28.0	44.4	37.7	52.5		
Peso del suelo seco	g	271	337	230	271		
Contenido de agua	%	10.3	13.2	16.4	19.4		
Densidad Seca	g/cc	1.674	1.749	1.767	1.696		

RESULTADOS			
Densidad Máxima Seca	1.771	(g/cm ³)	Humedad óptima
			15.5 %



OBSERVACIONES:



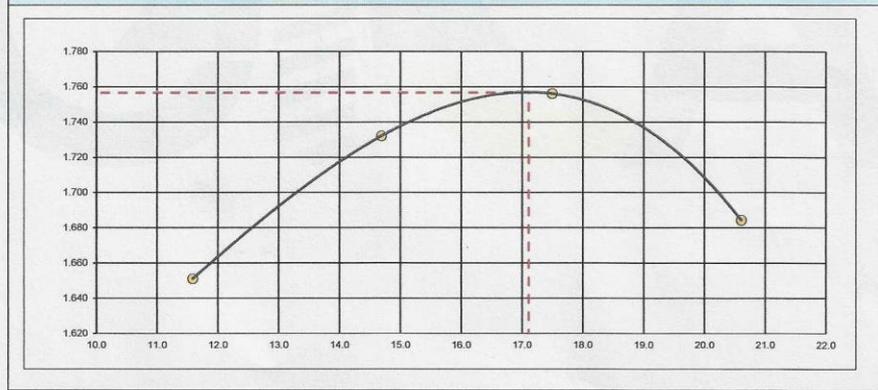
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Adolfo E. Camayo Ginche
 Ingeniero Civil
 DIRECCIÓN NACIONAL DE LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Adolfo E. Camayo Ginche
 Ingeniero Civil
 REG. CIP N° 183650

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-01 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+060 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 Fecha de Emisión: 21/07/2023 CENIZA DE CARBÓN: 17 %

Molde N° 1	Diametro Molde Metodo	4" A	Volumen Molde Peso Molde	936.3 1642	m3. g	N° de capas N° de golpes	5 25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS		Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	g	3,367	3,502	3,574	3,544		
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,725	1,860	1,932	1,902		
Peso Volumetrico Humedo	g	1,842	1,987	2,063	2,031		
Recipiente Numero		H-10	H-21	H-17	H-12		
Peso Suelo Humedo + Tara	g	343.30	430.60	347.20	340.50		
Peso Suelo Seco + Tara	g	314.80	389.50	306.10	294.90		
Peso de la Tara	g	68.80	109.70	71.20	73.60		
Peso del agua	g	28.5	41.1	41.1	45.6		
Peso del suelo seco	g	246	280	235	221		
Contenido de agua	%	11.6	14.7	17.5	20.6		
Densidad Seca	g/cc	1.651	1.732	1.756	1.684		

RESULTADOS					
Densidad Máxima Seca	1.757	(g/cm3)	Humedad óptima	17.1	%



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
J. Chucos Lazo
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Asfalto

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 13350

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+060
CALICATA: C-01	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 22 %	

Molde N° 1	Diametro Molde Metodo	4" A	Volumen Molde Peso Molde	936.3 1642	m3. g	N° de capas N° de golpes	5 25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	g	3,340	3,447	3,496	3,491		
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,698	1,805	1,854	1,849		
Peso Volumetrico Humedo	g	1,814	1,928	1,980	1,975		
Recipiente Numero		H-02	H-01	H-03	H-10		
Peso Suelo Humedo + Tara	g	348.30	372.60	384.50	355.50		
Peso Suelo Seco + Tara	g	328.10	344.60	343.30	317.60		
Peso de la Tara	g	104.20	112.80	70.30	109.50		
Peso del agua	g	20.2	28.0	41.2	37.9		
Peso del suelo seco	g	224	232	273	208		
Contenido de agua	%	9.0	12.1	15.1	18.2		
Densidad Seca	g/cc	1.663	1.720	1.720	1.671		

RESULTADOS			
Densidad Máxima Seca	1.727	(g/cm3)	Humedad óptima
			13.6 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Manuela Cifuentes Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 13350

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+160
CALICATA: C-02	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/09/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 12 %	

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	936.3	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	Peso Molde	1642	g	N° de golpes	25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	g	3,352	3,476	3,547	3,516		
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,710	1,834	1,905	1,874		
Peso Volumetrico Humedo	g	1,826	1,959	2,035	2,001		
Recipiente Numero		H-23	H-17	H-13	H-11		
Peso Suelo Humedo + Tara	g	365.60	446.80	332.00	387.50		
Peso Suelo Seco + Tara	g	343.60	409.10	299.40	340.80		
Peso de la Tara	g	72.10	72.20	69.90	71.00		
Peso del agua	g	22.0	37.7	32.6	46.7		
Peso del suelo seco	g	272	337	230	270		
Contenido de agua	%	8.1	11.2	14.2	17.3		
Densidad Seca	g/cc	1.689	1.762	1.782	1.706		

RESULTADOS					
Densidad Máxima Seca	1.784	(g/cm3)	Humedad óptima	13.5	%



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

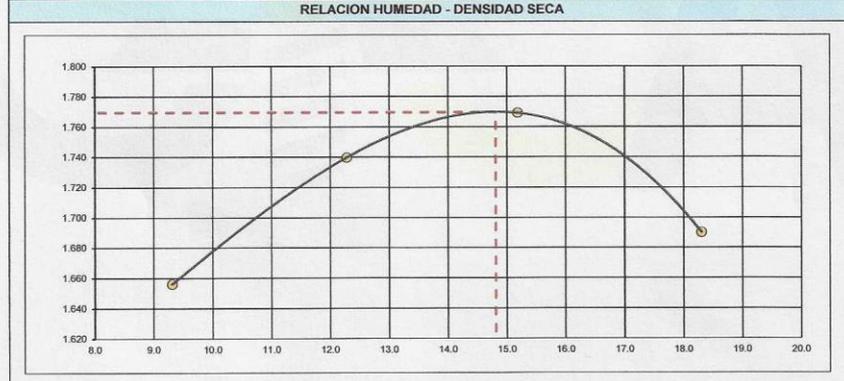
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Operación
 REG. CIP N° 153650

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-02 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+160 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 17 %
Fecha de Emisión: 21/07/2023	

Molde N° 1	Diametro Molde Metodo	4" A	Volumen Molde Peso Molde	936.3 1642	m3. g	N° de capas N° de golpes	5 25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS	Und.		1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	g		3,337	3,471	3,550	3,514	
Peso Suelo Humedo Compactado	g		1,695	1,829	1,908	1,872	
Peso Volumetrico Humedo	g		1,810	1,953	2,038	1,999	
Recipiente Numero			H-17	H-25	H-35	H-06	
Peso Suelo Humedo + Tara	g		337.70	423.90	341.70	335.50	
Peso Suelo Seco + Tara	g		314.80	389.50	306.10	294.90	
Peso de la Tara	g		68.90	109.40	71.60	73.10	
Peso del agua	g		22.9	34.4	35.6	40.6	
Peso del suelo seco	g		246	280	235	222	
Contenido de agua	%		9.3	12.3	15.2	18.3	
Densidad Seca	g/cc		1.656	1.740	1.769	1.690	

RESULTADOS			
Densidad Máxima Seca	1.770	(g/cm3)	Humedad óptima
			14.8 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 13350

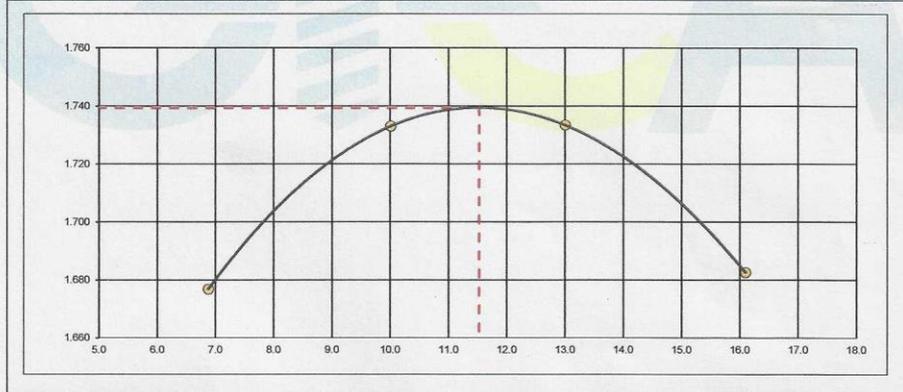
Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Página web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIRÓNES SARA CALICATA: C-02 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/09/2023	PROGRESIVA: Km. 00+160 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 22 % Fecha de Emisión: 21/07/2023

Molde N° 1	Diametro Molde Metodo	4" A	Volumen Molde Peso Molde	936.3 1642	m3 g	N° de capas N° de golpes	5 25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS		Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	g		3,320	3,427	3,476	3,471	
Peso Suelo Humedo Compactado	g		1,678	1,785	1,834	1,829	
Peso Volumetrico Humedo	g		1,792	1,906	1,959	1,953	
Recipiente Numero			H-08	H-09	H-17	H-18	
Peso Suelo Humedo + Tara	g		343.50	367.80	378.80	351.10	
Peso Suelo Seco + Tara	g		328.10	344.60	343.30	317.60	
Peso de la Tara	g		104.20	112.80	70.30	109.50	
Peso del agua	g		15.4	23.2	35.5	33.5	
Peso del suelo seco	g		224	232	273	208	
Contenido de agua	%		6.9	10.0	13.0	16.1	
Densidad Seca	g/cc		1.677	1.733	1.733	1.683	

RESULTADOS			
Densidad Máxima Seca	1.739	(g/cm3)	Humedad óptima
			11.5 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Gerencia
 REG. CIP N° 133550

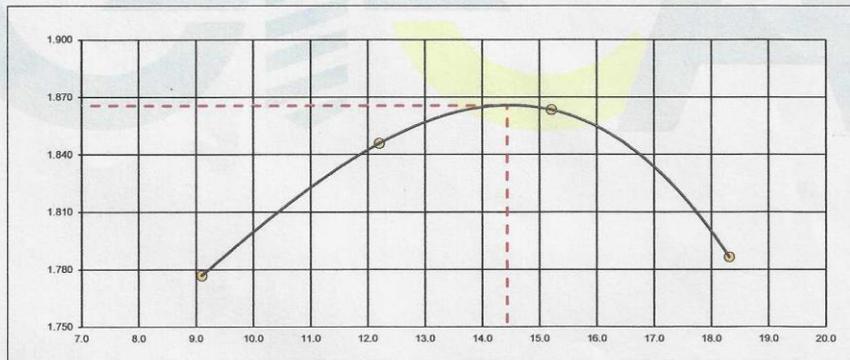
Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-03 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+257.90 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 12 %
Fecha de Emisión: 21/07/2023	

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	936.3	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	Peso Molde	1642	g	N° de golpes	25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	g	3,457	3,581	3,652	3,621		
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,815	1,939	2,010	1,979		
Peso Volumetrico Humedo	g	1,938	2,071	2,147	2,114		
Recipiente Numero		H-15	H-05	H-09	H-35		
Peso Suelo Humedo + Tara	g	368.30	450.20	334.30	390.20		
Peso Suelo Seco + Tara	g	343.60	409.10	299.40	340.80		
Peso de la Tara	g	72.10	72.20	69.90	71.00		
Peso del agua	g	24.7	41.1	34.9	49.4		
Peso del suelo seco	g	272	337	230	270		
Contenido de agua	%	9.1	12.2	15.2	18.3		
Densidad Seca	g/cc	1.777	1.846	1.863	1.787		

RESULTADOS			
Densidad Máxima Seca	1.866	(g/cm3)	Humedad óptima
			14.4 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucas Castro
 SRS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnía
 REG. CIP N° 133599

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+257.90
CALICATA: C-03	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 29/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 17 %	

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	936.3	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	Peso Molde	1642	g	N° de golpes	25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	g	3,461	3,592	3,663	3,614		
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,819	1,950	2,021	1,972		
Peso Volumetrico Humedo	g	1.943	2.083	2.158	2.106		
Recipiente Numero		H-19	H-33	H-24	H-03		
Peso Suelo Humedo + Tara	g	341.60	428.20	345.50	339.00		
Peso Suelo Seco + Tara	g	314.80	389.50	306.10	294.90		
Peso de la Tara	g	68.90	109.40	71.60	73.10		
Peso del agua	g	26.8	38.7	39.4	44.1		
Peso del suelo seco	g	246	280	235	222		
Contenido de agua	%	10.9	13.8	16.8	19.9		
Densidad Seca	g/cc	1.752	1.830	1.848	1.757		

RESULTADOS			
Densidad Máxima Seca	1.852	(g/cm3)	Humedad óptima
			16.0 %



OBSERVACIONES:



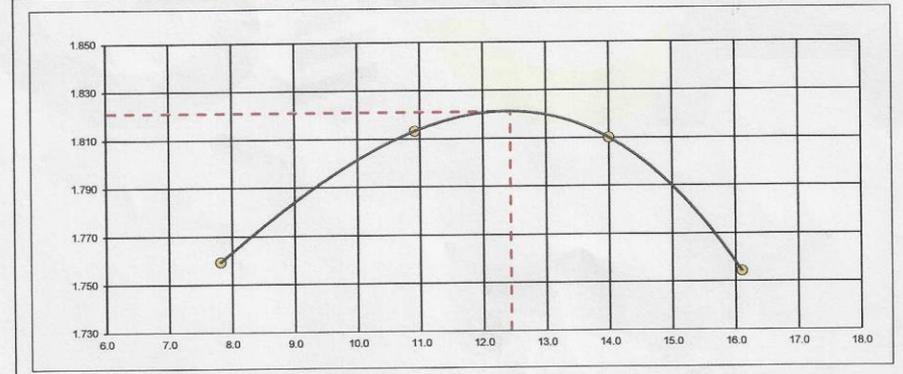
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chuco Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Alfonso E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 18359

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+257.90
CALICATA: C-03	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 22 %	

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	936.3	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	Peso Molde	1642	g	N° de golpes	25 Golp.
NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	g	3,418	3,525	3,574	3,549		
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,776	1,883	1,932	1,907		
Peso Volumetrico Humedo	g	1,897	2,011	2,063	2,037		
Recipiente Numero		H-10	H-20	H-15	H-17		
Peso Suelo Humedo + Tara	g	345.60	369.90	381.52	351.10		
Peso Suelo Seco + Tara	g	328.10	344.60	343.30	317.60		
Peso de la Tara	g	104.20	112.80	70.30	109.50		
Peso del agua	g	17.5	25.3	38.2	33.5		
Peso del suelo seco	g	224	232	273	208		
Contenido de agua	%	7.8	10.9	14.0	16.1		
Densidad Seca	g/cc	1.759	1.813	1.810	1.754		

RESULTADOS			
Densidad Máxima Seca	1.821	(g/cm3)	Humedad óptima
			12.4 %



OBSERVACIONES:



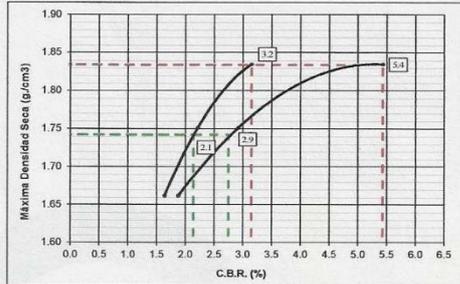
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chirinos
 JIMENA CHIRINOS LUCERO
 INGENIERA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Adolfo E. Camayo Ginche
 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 193550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIRÓNES SARA CALICATA: C-01 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/08/2023	PROGRESIVA: Km. 09+080 PROFUNDIDAD: 1,50 m MUESTRA: M-01 LADO: DERECHO
Fecha de Ensayo: 21/07/2023	

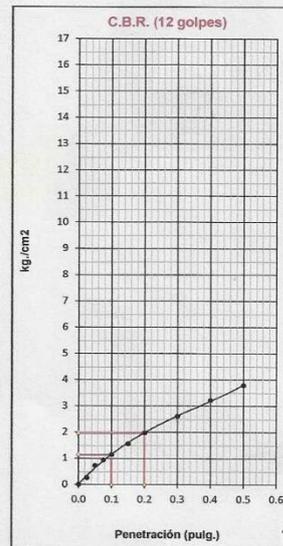
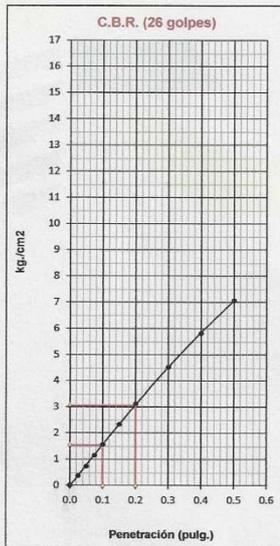
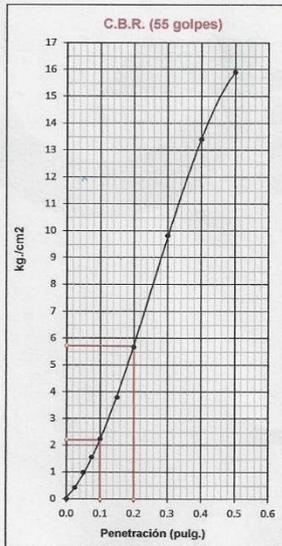
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.834 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	14.0 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.742 g/cm ³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.651 g/cm ³

RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	3.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	2.1 %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	5.4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	2.9 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
[Signature]
Juan Carlos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
[Signature]
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Oficina de Gerencia
 REd. CIP N° 183824

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA MUESTRA: C-01 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+060 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: DERECHO Fecha de Emisión: 21/07/2023

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	12,797	13,110	12,794	13,255	12,354	12,877
Peso molde (g)	8,375	8,375	8,365	8,365	8,353	8,353
Peso suelo compactado (g)	4,422	4,735	4,429	4,890	4,001	4,524
Volumen del molde (cm ³)	2,114	2,114	2,215	2,215	2,111	2,111
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.092	2.240	2.000	2.207	1.895	2.143
Humedad (%)	14.0	18.2	14.2	22.5	14.1	25.1
Densidad Seca (g/cm ³)	1.835	1.895	1.751	1.802	1.661	1.713

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3
Tara+suelo húmedo (g)	423.2	423.7	398.3
Tara+suelo seco (g)	371.2	358.4	348.7
Peso de agua (g)	52.0	65.2	49.5
Peso de tara (g)			
Peso de suelo seco (g)	371.2	358.4	348.7
Humedad (%)	14.0	18.2	14.2

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27-jun-23	8:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-jun-23	8:30	24	139	3.5306	3.01761	199	5.0546	4.3202	302	7.6708	6.55624
29-jun-23	8:30	48	166	4.2164	3.60376	244	6.1976	5.2971	377	9.5758	8.18444
30-jun-23	8:30	72	188	4.7752	4.08137	263	6.6802	5.7096	403	10.2362	8.74889
01-jul-23	8:30	96	204	5.1816	4.42872	288	7.3152	6.2523	412	10.4648	8.94427

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		0.08	0.4			0.07	0.4			0.05	0.3		
0.050		0.19	1.0			0.14	0.7			0.14	0.7		
0.075		0.30	1.6			0.22	1.1			0.18	0.9		
0.100	70.310	0.43	2.2	2.2	3.2	0.30	1.6	1.6	2.2	0.22	1.1	1.2	1.6
0.150		0.73	3.8			0.45	2.3			0.30	1.6		
0.200	105.460	1.09	5.7	5.7	5.4	0.60	3.1	3.1	2.9	0.38	2.0	2.0	1.9
0.300		1.89	9.8			0.87	4.5			0.50	2.6		
0.400		2.58	13.4			1.12	5.8			0.62	3.2		
0.500		3.06	15.9			1.36	7.1			0.73	3.8		

OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
J. Chucua
 Jimena Chucua Castro
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA MUESTRA: C-02 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 20/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+160 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: IZQUIERDO Fecha de Emisión: 21/07/2023

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	12,811	13,022	12,617	13,070	12,285	12,854
Peso molde (g)	8,378	8,378	8,325	8,325	8,369	8,369
Peso suelo compactado (g)	4,433	4,644	4,292	4,745	3,916	4,485
Volumen del molde (cm³)	2,145	2,145	2,186	2,186	2,109	2,109
Densidad húmeda (g/cm³)	2,067	2,165	1,963	2,171	1,857	2,126
Humedad (%)	11.9	15.1	11.8	19.2	11.6	21.3
Densidad Seca (g/cm³)	1.847	1.881	1.756	1.821	1.664	1.753

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (g)	456.4	426.4	410.3	439.6	476.6	389.8
Tara+suelo seco (g)	407.8	370.4	367.0	368.8	427.0	321.3
Peso de agua (g)	48.5	55.9	43.3	70.8	49.5	68.4
Peso de tara (g)						
Peso de suelo seco (g)	407.8	370.4	367.0	368.8	427.0	321.3
Humedad (%)	11.9	15.1	11.8	19.2	11.6	21.3

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27-jun-23	10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-jun-23	10:00	24	128	3.2512	2.7788	187	4.7498	4.0597	247	6.2738	5.36222
29-jun-23	10:00	48	153	3.8862	3.32154	231	5.8674	5.0149	358	9.0932	7.77197
30-jun-23	10:00	72	178	4.5212	3.86427	247	6.2738	5.3622	387	9.8298	8.40154
01-jul-23	10:00	96	188	4.7752	4.08137	271	6.8834	5.8832	399	10.1346	8.66205

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		KN	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	KN	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	KN	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		0.10	0.5			0.08	0.4			0.07	0.4		
0.050		0.21	1.1			0.16	0.8			0.15	0.8		
0.075		0.35	1.8			0.26	1.4			0.22	1.1		
0.100	70.310	0.53	2.8	2.7	3.9	0.34	1.8	1.8	2.5	0.27	1.4	1.3	1.9
0.150		0.89	4.6			0.51	2.6			0.35	1.8		
0.200	105.460	1.25	6.5	6.5	6.2	0.67	3.5	3.5	3.3	0.42	2.2	2.3	2.2
0.300		2.04	10.6			0.98	5.1			0.58	3.0		
0.400		2.71	14.1			1.28	6.6			0.73	3.8		
0.500		3.15	16.4			1.57	8.2			0.89	4.6		

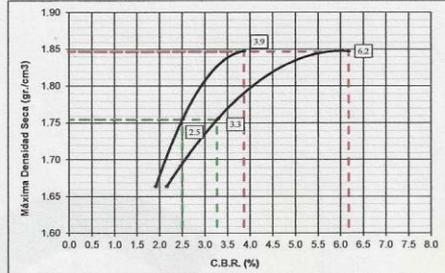
OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimeta Quiñones Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Giménez
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153550

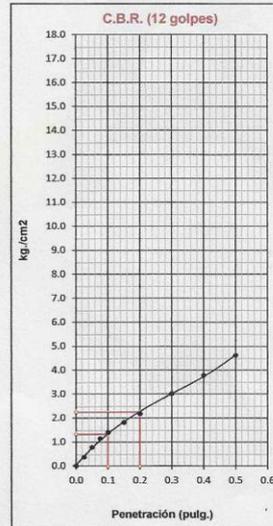
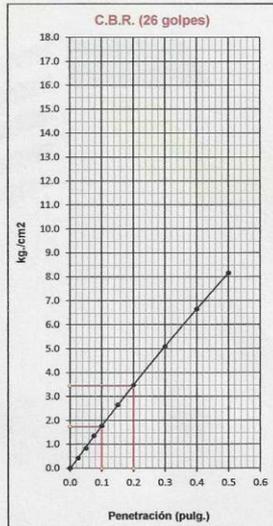
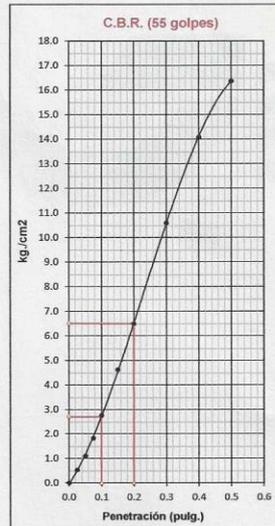
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-02 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km 00+190 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: IZQUIERDO
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR	



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: AASTHO T-180
Máxima Densidad Seca	: 1.847 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	: 11.8 %
Máxima Densidad Seca al 95%	: 1.755 g/cm ³
Máxima Densidad Seca al 90%	: 1.662 g/cm ³

RESULTADOS: a 0,1"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	= 3.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	= 2.5 %

RESULTADOS: a 0,2"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	= 6.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	= 3.3 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chuco Lozo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Gúncas
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 12320

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA MUESTRA: C-03 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+257.90 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: DERECHA Fecha de Emisión: 21/07/2023

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	12,975	13,148	12,768	13,144	12,586	13,121
Peso molde (g)	8,344	8,344	8,336	8,336	8,422	8,422
Peso suelo compactado (g)	4,631	4,804	4,432	4,808	4,164	4,699
Volumen del molde (cm ³)	2,123	2,123	2,137	2,137	2,120	2,120
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.181	2.263	2.074	2.250	1.964	2.217
Humedad (%)	12.9	15.4	12.8	18.5	12.9	20.8
Densidad Seca (g/cm ³)	1.932	1.961	1.839	1.899	1.740	1.835
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (g)	500.3	382.8	426.4	413.7	506.8	404.8
Tara+suelo seco (g)	443.1	331.7	378.0	349.1	448.9	335.1
Peso de agua (g)	57.2	51.1	48.4	64.6	57.9	69.7
Peso de tara (g)						
Peso de suelo seco (g)	443.1	331.7	378.0	349.1	448.9	335.1
Humedad (%)	12.9	15.4	12.8	18.5	12.9	20.8

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28-jun-23	14:30 pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29-jun-23	14:30 pm	24	115	2.921	2.49658	178	4.5212	3.8643	231	5.8674	5.01487
30-jun-23	14:30 pm	48	145	3.683	3.14786	224	5.6896	4.8629	302	7.6708	6.55624
01-jul-23	14:30 pm	72	167	4.242	3.62547	231	5.8674	5.0149	321	8.1534	6.96872
02-jul-23	14:30 pm	96	175	4.445	3.79915	263	6.6802	5.7096	367	9.3218	7.96735

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		0.19	1.0			0.10	0.5			0.09	0.5		
0.050		0.36	1.9			0.22	1.1			0.18	0.9		
0.075		0.55	2.9			0.34	1.8			0.28	1.5		
0.100	70.310	0.71	3.7	3.6	5.2	0.51	2.6	2.5	3.5	0.34	1.8	2.5	
0.150		1.02	5.3			0.67	3.5			0.45	2.3		
0.200	105.460	1.45	7.5	7.3	6.9	0.90	4.7	4.5	4.3	0.58	3.0	2.9	
0.300		2.01	10.4			1.18	6.1			0.77	4.0		
0.400		2.75	14.3			1.45	7.5			0.95	4.9		
0.500		3.11	16.2			1.68	8.7			1.12	5.8		

OBSERVACIONES:

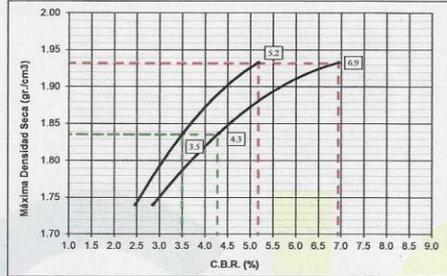


Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Financiera Clavos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
 Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 12354

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-03 / SUELO PATRÓN UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km 00+257.90 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 LADO: DERECHA
Fecha de Emisión: 21/07/2023	

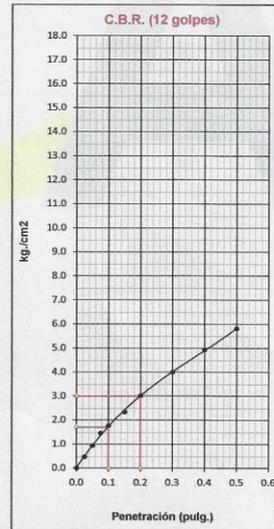
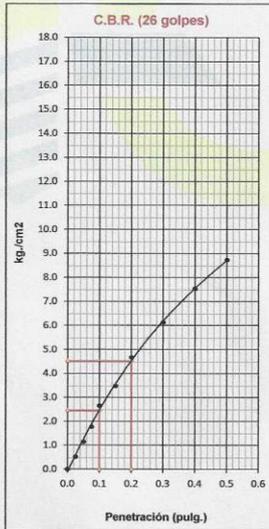
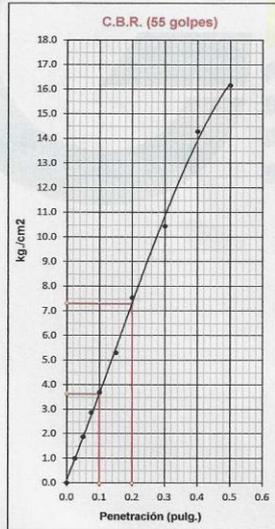
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.932 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	12.9 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.836 g/cm ³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.739 g/cm ³

RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	5.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	3.5 %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	6.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	4.3 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Juliana Chucas Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Gimcs
 Gerente de Operación
 REG. CIP N° 123350

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+060
MUESTRA: C-01	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	LADO: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
	CENIZA DE CARBÓN: 12 %

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	1		2		3	
	5		5		5	
Número de capas	55		26		12	
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	12,883	12,873	12,542	12,961	12,272	12,020
Peso molde (g)	8,353	8,353	8,378	8,378	8,356	8,356
Peso suelo compactado (g)	4,330	4,520	4,164	4,583	3,916	3,664
Volumen del molde (cm ³)	2,117	2,117	2,122	2,122	2,118	2,118
Densidad húmeda (g/cm ³)	2,046	2,135	1,962	2,160	1,849	1,730
Humedad (%)	15.5	17.9	15.7	22.1	15.4	1.7
Densidad Seca (g/cm ³)	1.771	1.811	1.696	1.769	1.602	1.701
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (g)	463.3	398.7	389.5	431.6	410.0	432.6
Tara+suelo seco (g)	401.1	338.2	336.7	353.4	355.3	425.3
Peso de agua (g)	62.2	60.5	52.9	78.1	54.7	7.2
Peso de tara (g)						
Peso de suelo seco (g)	401.1	338.2	336.7	353.4	355.3	425.3
Humedad (%)	15.5	17.9	15.7	22.1	15.4	1.7

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27-jun-23	8:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-jun-23	8:30	24	15	0.381	0.32564	27	0.6868	0.5862	38	0.9652	0.82496
29-jun-23	8:30	48	45	1.143	0.97692	62	1.5748	1.346	81	2.0574	1.75846
30-jun-23	8:30	72	94	2.3876	2.04068	124	3.1496	2.692	138	3.5052	2.9959
01-jul-23	8:30	96	137	3.4798	2.97419	168	4.2672	3.6472	192	4.8768	4.16821

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde Nº 1				Molde Nº 2				Molde Nº 3			
		Carga KN	kg./cm ²	Corrección kg./cm ²	CBR %	Carga KN	kg./cm ²	Corrección kg./cm ²	CBR %	Carga KN	kg./cm ²	Corrección kg./cm ²	CBR %
0.025		1.32	6.9			0.91	4.7			0.34	1.8		
0.050		2.59	13.5			1.54	8.0			0.61	3.2		
0.075		3.87	20.1			2.26	11.7			1.02	5.3		
0.100	70.310	4.82	25.0	24.4	34.7	3.01	15.6	15.4	21.9	1.30	6.8	6.8	9.7
0.150		6.14	31.9			4.15	21.6			1.90	9.9		
0.200	105.460	7.96	41.3	41.0	38.9	5.24	27.2	27.2	25.8	2.51	13.0	12.8	12.1
0.300		10.03	52.1			6.97	36.2			3.42	17.8		
0.400		11.50	59.7			8.14	42.3			4.41	22.9		
0.500		12.47	64.8			9.01	46.8			5.22	27.1		

OBSERVACIONES:



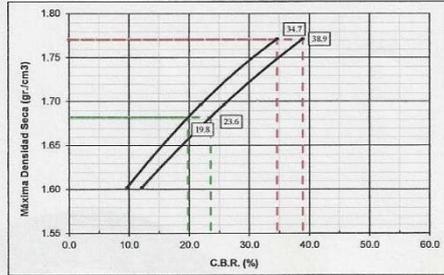
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Amelia Quiñones Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP Nº 123259

Jr. Edgardo Rebagliati Nº 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIRÓNES SARA	PROGRESIVA: Km 00+080
CALICATA: C-01	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
	CENIZA DE CARBÓN: 12 %

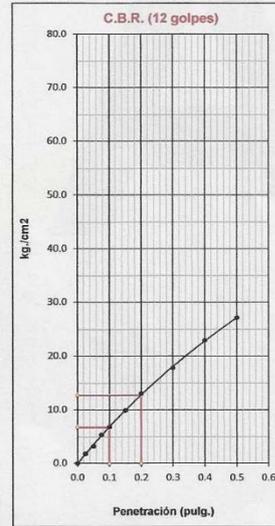
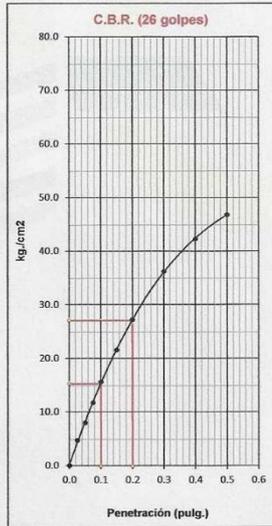
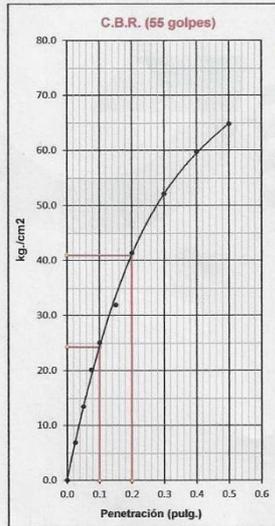
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	: 1.771 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad	: 15.5 %
Máxima Densidad Seca al 95%	: 1.682 g/cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	: 1.594 g/cm³

RESULTADOS: a 0,1"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	= 34.7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	= 19.8 %

RESULTADOS: a 0,2"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	= 38.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	= 23.6 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chuco Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 183559

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+060
MUESTRA: C-01	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	LADO: M-01
F. Recepción: 28/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 17 %	

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Número de capas	55		26		12	
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	12,685	12,866	12,579	12,962	12,326	12,947
Peso molde (g)	8,317	8,317	8,353	8,353	8,361	8,361
Peso suelo compactado (g)	4,368	4,549	4,226	4,609	3,965	4,586
Volumen del molde (cm ³)	2,123	2,123	2,145	2,145	2,136	2,136
Densidad húmeda (g/cm ³)	2,057	2,142	1,970	2,149	1,856	2,147
Humedad (%)	17.1	20.5	17.2	23.7	17.4	26.9
Densidad Seca (g/cm ³)	1.757	1.778	1.681	1.737	1.581	1.692

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (g)	379.0	412.4	410.2	425.4	425.4	426.9
Tara+suelo seco (g)	323.6	342.2	350.0	343.9	362.3	336.4
Peso de agua (g)	55.3	70.2	60.2	81.5	63.0	90.5
Peso de tara (g)						
Peso de suelo seco (g)	323.6	342.2	350.0	343.9	362.3	336.4
Humedad (%)	17.1	20.5	17.2	23.7	17.4	26.9

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27-jun-23	9:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-jun-23	9:00	24	17	0.4318	0.369	31	0.7874	0.673	43	1.0922	0.934
29-jun-23	9:00	48	49	1.2446	1.064	68	1.7272	1.476	91	2.3114	1.976
30-jun-23	9:00	72	112	2.8448	2.431	145	3.683	3.148	149	3.7846	3.235
01-jul-23	9:00	96	145	3.6830	3.148	179	4.5466	3.886	203	5.1562	4.407

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		1.61	8.4			1.05	5.5			0.41	2.1		
0.050		3.02	15.7			1.88	9.8			0.72	3.7		
0.075		4.30	22.3			2.52	13.1			1.13	5.9		
0.100	70.310	5.39	28.0	27.1	38.6	3.41	17.7	17.7	25.2	1.53	7.9	7.5	10.7
0.150		6.86	35.6			4.80	24.9			2.08	10.8		
0.200	105.460	8.41	43.7	44.3	42.0	5.74	29.8	29.9	28.3	2.65	13.8	14.0	13.2
0.300		10.63	55.2			7.29	37.9			3.71	19.3		
0.400		12.28	63.8			8.40	43.6			4.74	24.6		
0.500		13.60	70.6			9.22	47.9			5.42	28.1		

OBSERVACIONES:

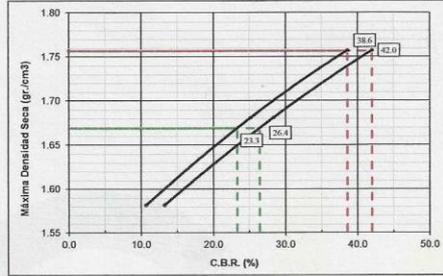


Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucas Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Alolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 13356

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS:	EFEECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+080
CALICATA: C-01	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
	CENIZA DE CARBÓN: 17 %

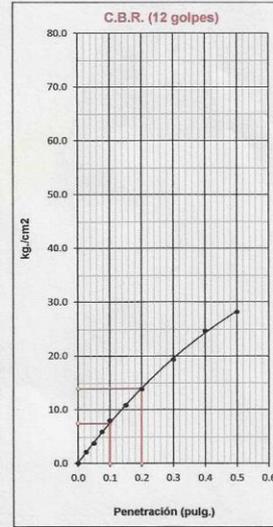
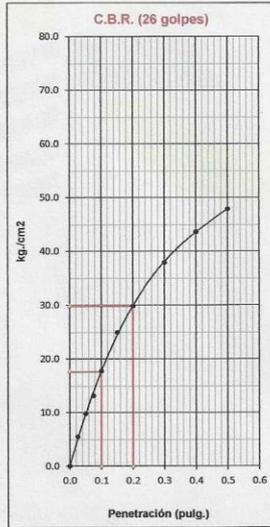
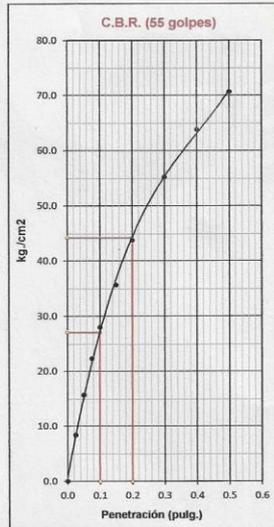
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-190
Máxima Densidad Seca	:	1.757 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad	:	17.1 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.669 g/cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.581 g/cm³

RESULTADOS: a 0,1"	:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	38.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	23.3 %

RESULTADOS: a 0,2"	:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	42.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	26.4 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Juana Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Gincbe
 Decano de Geotécnica
 REG. CIP N° 133350

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA MUESTRA: C-01 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+050 PROFUNDIDAD: 1.50 m LADO: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 22 % Fecha de Emisión: 21/07/2023

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Número de capas						
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	12,531	12,825	12,305	12,875	12,177	12,916
Peso molde (g)	8,386	8,386	8,313	8,313	8,354	8,354
Peso suelo compactado (g)	4,145	4,439	3,992	4,562	3,823	4,562
Volumen del molde (cm ³)	2,111	2,111	2,123	2,123	2,117	2,117
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,964	2,103	1,880	2,149	1,806	2,155
Humedad (%)	13.7	19.0	13.2	23.7	13.5	26.9
Densidad Seca (g/cm ³)	1.727	1.767	1.661	1.737	1.591	1.698

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Tara+suelo húmedo (g)	423.6	456.3	389.8	412.6	432.6	456.4
Tara+suelo seco (g)	372.5	383.4	344.3	333.5	381.1	359.6
Peso de agua (g)	51.0	72.8	45.5	79.0	51.4	96.7
Peso de tara (g)						
Peso de suelo seco (g)	372.5	383.4	344.3	333.5	381.1	359.6
Humedad (%)	13.7	19.0	13.2	23.7	13.5	26.9

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27-jun-23	9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-jun-23	9:30	24	19	0.4826	0.412	36	0.9144	0.7815	49	1.2446	1.064
29-jun-23	9:30	48	53	1.3462	1.151	74	1.8796	1.606	98	2.4892	2.128
30-jun-23	9:30	72	124	3.1496	2.692	151	3.8354	3.278	154	3.9116	3.343
01-jul-23	9:30	96	162	4.1148	3.517	194	4.9276	4.2116	219	5.5626	4.754

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		KN	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	KN	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	KN	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		1.22	6.3			0.82	4.3			0.33	1.7		
0.050		2.44	12.7			1.41	7.3			0.55	2.9		
0.075		3.74	19.4			2.15	11.2			0.98	5.1		
0.100	70.310	4.62	24.0	23.5	33.4	2.91	15.1	14.6	20.8	1.21	6.3	6.4	9.2
0.150		5.90	30.6			3.92	20.4			1.80	9.3		
0.200	105.460	7.83	40.7	40.0	37.9	5.07	26.3	26.3	24.9	2.43	12.6	12.2	11.6
0.300		9.84	51.1			6.83	35.5			3.32	17.2		
0.400		11.21	58.2			8.04	41.8			4.27	22.2		
0.500		12.13	63.0			8.92	46.3			5.14	26.7		

OBSERVACIONES:

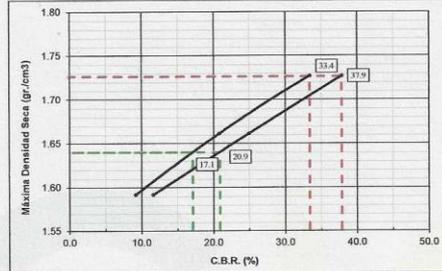


Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Manuela Chiriac Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153550

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-01 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 20/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+060 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 22 % Fecha de Emisión: 21/07/2023

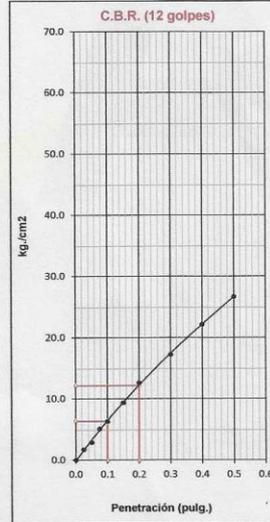
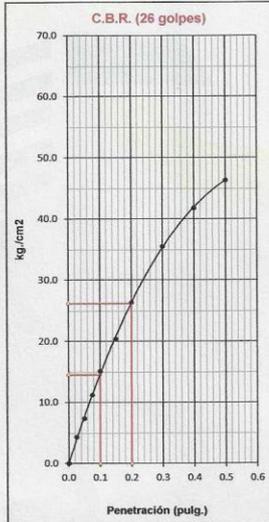
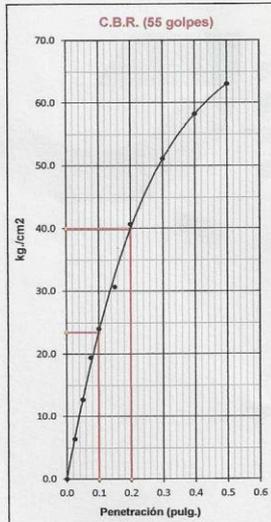
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.727 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad	:	13.6 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.640 g/cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.554 g/cm³

RESULTADOS: a 0,1"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	= 33.4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	= 17.1 %

RESULTADOS: a 0,2"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	= 37.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	= 20.9 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Cincos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Oficina de Geotecnia
 REG. CIP N° 118394

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)			
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN			
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+160		
MUESTRA: C-02	PROFUNDIDAD: 1.50 m		
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	LADO: M-01		
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023	CENIZA DE CARBÓN: 12 %	

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (g)	12,643	12,759	12,455	12,719	12,323	12,797
Peso molde (g)	8,349	8,349	8,338	8,338	8,366	8,366
Peso suelo compactado (g)	4,294	4,410	4,117	4,381	3,957	4,431
Volumen del molde (cm ³)	2,118	2,118	2,137	2,137	2,168	2,168
Densidad húmeda (g/cm ³)	2,027	2,082	1,927	2,050	1,825	2,044
Humedad (%)	13.6	15.6	13.4	18.7	13.5	20.3
Densidad Seca (g/cm ³)	1.785	1.801	1.699	1.727	1.608	1.699

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara+suelo húmedo (g)	501.2	456.8	436.9	473.1	473.9	486.6
Tara+suelo seco (g)	441.2	395.1	385.3	398.6	417.5	404.5
Peso de agua (g)	60.0	61.6	51.6	74.5	56.4	82.1
Peso de tara (g)						
Peso de suelo seco (g)	441.2	395.1	385.3	398.6	417.5	404.5
Humedad (%)	13.6	15.6	13.4	18.7	13.5	20.3

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27-jun-23	10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-jun-23	10:30	24	14	0.3556	0.30393	24	0.6096	0.521	35	0.889	0.75983
29-jun-23	10:30	48	42	1.0668	0.91179	59	1.4986	1.2809	74	1.8796	1.6065
30-jun-23	10:30	72	88	2.2352	1.91043	118	2.9972	2.5617	124	3.1496	2.69197
01-jul-23	10:30	96	122	3.0988	2.64855	151	3.8354	3.2781	188	4.7752	4.08137

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		1.42	7.4			0.92	4.8			0.54	2.8		
0.050		2.65	13.8			1.55	8.0			0.82	4.3		
0.075		3.97	20.6			2.28	11.8			1.22	6.3		
0.100	70.310	4.99	25.9	25.0	35.5	3.04	15.8	15.5	22.1	1.54	8.0	8.2	11.6
0.150		6.27	32.6			4.18	21.7			2.35	12.2		
0.200	105.460	8.05	41.8	41.8	39.6	5.30	27.5	27.1	25.7	3.22	16.7	16.7	15.8
0.300		10.24	53.2			6.74	35.0			4.74	24.6		
0.400		11.68	60.7			8.24	42.8			6.23	32.4		
0.500		12.78	66.4			9.12	47.4			7.02	36.5		

OBSERVACIONES:



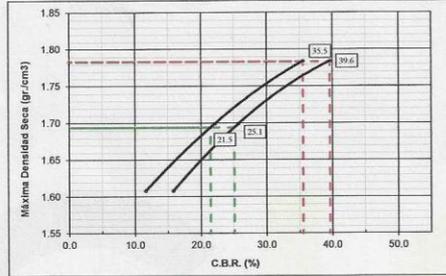
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 183854

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+160
CALICATA: C-02	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 12 %	

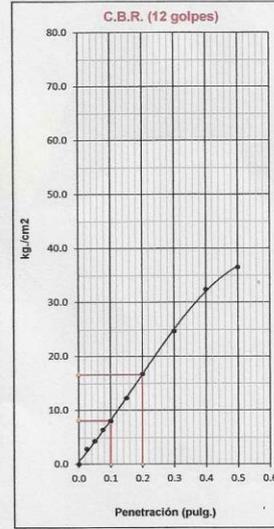
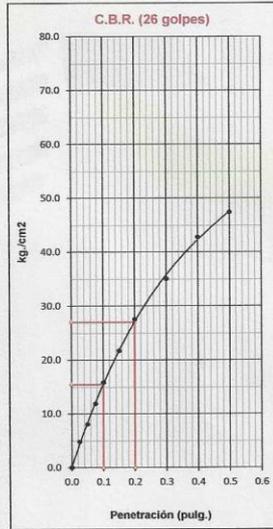
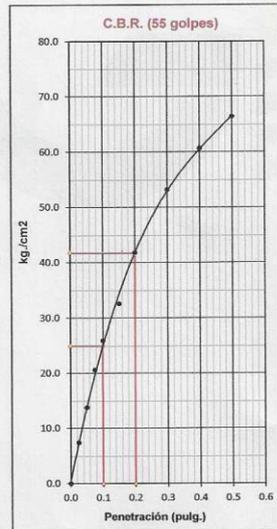
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.784 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	13.5 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.694 g/cm ³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.605 g/cm ³

RESULTADOS: a 0,1"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	= 35.5 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	= 21.5 %

RESULTADOS: a 0,2"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	= 39.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	= 25.1 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Cincos Loza
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Giménez
 Gerente de Operación REG. CIP N° 151326

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+180
MUESTRA: C-02	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	LADO: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 17 %	

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	55		26		12	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	12,658	12,837	12,496	12,827	12,285	12,830
Peso molde (g)	8,369	8,369	8,373	8,373	8,367	8,367
Peso suelo compactado (g)	4,289	4,468	4,123	4,454	3,918	4,463
Volumen del molde (cm ³)	2,112	2,112	2,135	2,135	2,141	2,141
Densidad húmeda (g/cm ³)	2,031	2,116	1,931	2,086	1,830	2,084
Humedad (%)	14,7	17,7	14,8	20,8	14,8	23,7
Densidad Seca (g/cm ³)	1,771	1,797	1,682	1,727	1,594	1,685

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara+suelo húmedo (g)	466.0	456.1	386.8	378.5	402.3	422.5
Tara+suelo seco (g)	406.3	387.5	336.9	313.3	350.4	341.6
Peso de agua (g)	59.7	68.6	49.9	65.2	51.9	81.0
Peso de tara (g)						
Peso de suelo seco (g)	406.3	387.5	336.9	313.3	350.4	341.6
Humedad (%)	14.7	17.7	14.8	20.8	14.8	23.7

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27-jun-23	11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-jun-23	11:00	24	15	0.381	0.326	28	0.7112	0.6079	39	0.9906	0.847
29-jun-23	11:00	48	45	1.143	0.977	64	1.6256	1.389	84	2.1336	1.824
30-jun-23	11:00	72	108	2.7432	2.345	139	3.5306	3.018	138	3.5052	2.996
01-jul-23	11:00	96	138	3.5052	2.996	168	4.2672	3.6472	194	4.9276	4.212

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		KN	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	KN	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	KN	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		1.69	8.8			1.33	6.9			1.21	6.3		
0.050		3.24	16.8			2.15	11.2			2.00	10.4		
0.075		4.56	23.7			3.02	15.7			2.85	14.8		
0.100	70.310	5.87	30.5	28.7	40.8	4.02	20.9	20.2	28.8	3.53	18.3	17.1	24.4
0.150		7.01	36.4			5.35	27.8			4.12	21.4		
0.200	105.460	8.97	46.6	46.7	44.2	6.12	31.8	32.7	31.0	4.98	25.9	27.4	26.0
0.300		11.02	57.2			7.64	39.7			6.75	35.1		
0.400		12.98	67.4			8.62	44.8			7.38	38.3		
0.500		14.03	72.9			9.07	47.1			8.24	42.8		

OBSERVACIONES:

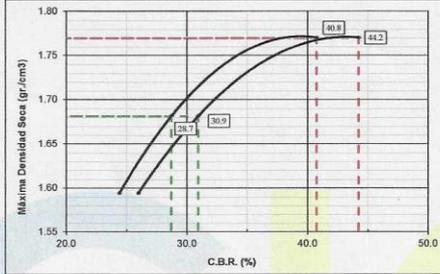


Servicios Construction and Geotechnical Engineering
J. Chumbe
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 133650

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km 00+160
CALICATA: C-02	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 17 %	

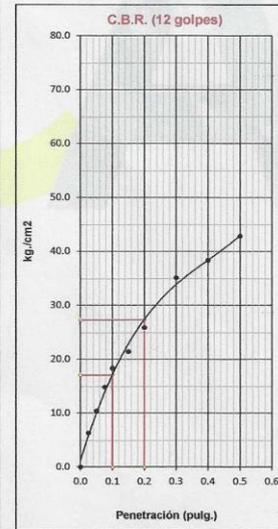
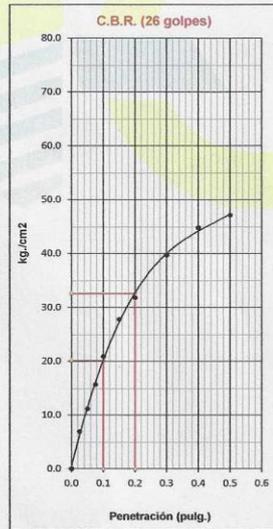
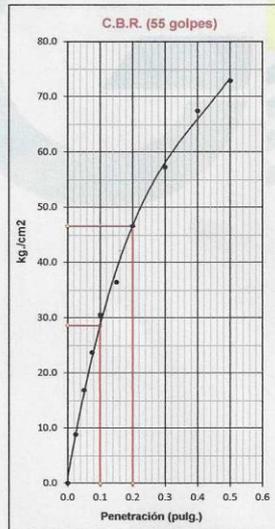
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.770 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	14.8 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.681 g/cm ³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.593 g/cm ³

RESULTADOS: a 0,1"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	= 40.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	= 28.7 %

RESULTADOS: a 0,2"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	= 44.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	= 30.9 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Operación
 REG. CIP N° 18336

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)			
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN			
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+180		
MUESTRA: C-02	PROFUNDIDAD: 1.50 m		
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	LADO: M-01		
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023	CENIZA DE CARBÓN: 22 %	

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Número de capas						
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	12,468	12,630	12,369	12,751	12,183	12,769
Peso molde (g)	8,363	8,363	8,377	8,377	8,364	8,364
Peso suelo compactado (g)	4,105	4,267	3,992	4,374	3,819	4,405
Volumen del molde (cm ³)	2,117	2,117	2,156	2,156	2,187	2,187
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,939	2,016	1,851	2,029	1,746	2,014
Humedad (%)	11.5	14.0	11.6	18.5	11.5	21.4
Densidad Seca (g/cm ³)	1.739	1.768	1.659	1.712	1.566	1.659
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (g)	398.9	386.5	463.3	407.9	401.9	422.7
Tara+suelo seco (g)	357.7	339.0	415.1	344.2	360.4	348.1
Peso de agua (g)	41.1	47.5	48.2	63.7	41.4	74.5
Peso de tara (g)						
Peso de suelo seco (g)	357.7	339.0	415.1	344.2	360.4	348.1
Humedad (%)	11.5	14.0	11.6	18.5	11.5	21.4

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27-jun-23	13:00 pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-jun-23	13:00 pm	24	18	0.4572	0.391	32	0.8128	0.6947	46	1.1684	0.999
29-jun-23	13:00 pm	48	51	1.2954	1.107	71	1.8034	1.541	91	2.3114	1.976
30-jun-23	13:00 pm	72	119	3.0226	2.583	145	3.683	3.148	149	3.7846	3.235
01-jul-23	13:00 pm	96	158	4.0132	3.430	184	4.6736	3.9945	208	5.2832	4.516

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		1.42	7.4			0.90	4.7			0.78	4.1		
0.050		2.68	13.9			1.45	7.5			1.12	5.8		
0.075		3.98	20.7			2.78	14.4			1.68	8.7		
0.100	70.310	5.01	26.0	25.2	35.8	3.34	17.3	17.1	24.4	2.01	10.4	11.0	15.6
0.150		6.35	33.0			4.54	23.6			2.98	15.5		
0.200	105.460	8.18	42.5	42.1	39.9	5.78	30.0	29.9	28.3	3.75	19.5	19.2	18.2
0.300		10.11	52.5			7.48	38.8			4.86	25.2		
0.400		11.98	62.2			8.52	44.2			6.12	31.8		
0.500		13.01	67.6			9.23	47.9			7.12	37.0		

OBSERVACIONES:



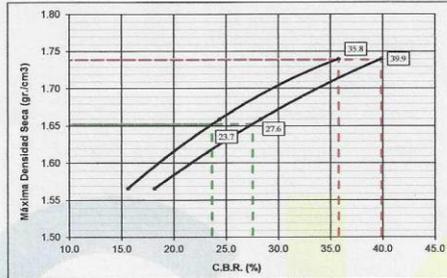
Servicios Construction and Geotechnical Engineering
J. Torres
 Jurena Torres Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 163550

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-02 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+160 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 22 % Fecha de Emisión: 21/07/2023

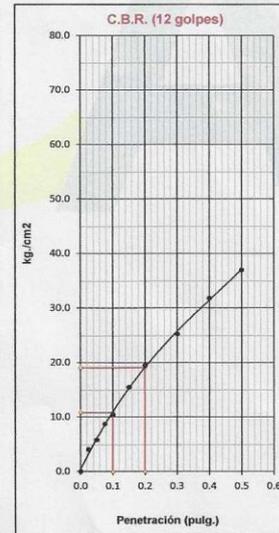
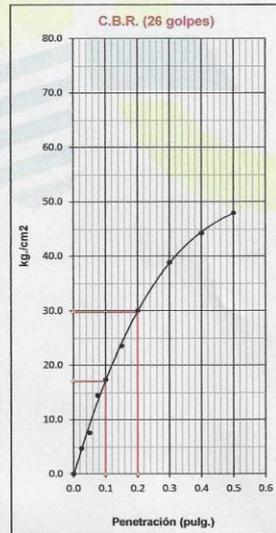
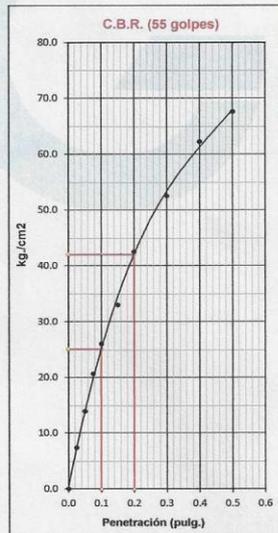
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.739 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	11.5 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.653 g/cm ³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.566 g/cm ³

RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	35.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	23.7 %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	39.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	27.6 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Gabriela Córdova Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Gracis
 Gerente de Operación
 REG. CIP N° 12388

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)			
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN			
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA		PROGRESIVA: Km. 00+257.90	
MUESTRA: C-03		PROFUNDIDAD: 1.50 m	
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO		LADO: M-01	
F. Recepción: 26/08/2023		Fecha de Emisión: 21/07/2023	
		CENIZA DE CARBÓN: 12 %	

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Número de capas	55		26		12	
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	12,969	13,123	12,736	13,041	12,916	12,916
Peso molde (g)	8,367	8,367	8,338	8,338	8,321	8,321
Peso suelo compactado (g)	4,602	4,756	4,398	4,703	4,098	4,595
Volumen del molde (cm ³)	2,156	2,156	2,167	2,167	2,135	2,135
Densidad húmeda (g/cm ³)	2,135	2,205	2,029	2,170	1,920	2,152
Humedad (%)	14.4	16.9	14.4	19.3	14.4	21.8
Densidad Seca (g/cm ³)	1.866	1.887	1.774	1.819	1.678	1.767
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (g)	423.6	411.2	456.8	468.3	398.5	415.9
Tara+suelo seco (g)	370.2	351.8	399.3	392.5	348.3	341.5
Peso de agua (g)	53.3	59.5	57.5	75.8	50.2	74.4
Peso de tara (g)						
Peso de suelo seco (g)	370.2	351.8	399.3	392.5	348.3	341.5
Humedad (%)	14.4	16.9	14.4	19.3	14.4	21.8

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28-jun-23	15:00 pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29-jun-23	15:00 pm	24	12	0.3048	0.26051	21	0.5334	0.4559	31	0.7874	0.67299
30-jun-23	15:00 pm	48	38	0.9652	0.82496	54	1.3716	1.1723	69	1.7526	1.49795
01-jul-23	15:00 pm	72	85	2.159	1.8453	112	2.8448	2.4315	123	3.1242	2.67026
02-jul-23	15:00 pm	96	118	2.9972	2.56171	147	3.7338	3.1913	187	4.7498	4.05966

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 1			Molde N° 2			Molde N° 3					
		Carga	Corrección	CBR %	Carga	Corrección	CBR %	Carga	Corrección	CBR %			
		KN	kg./cm ²	kg./cm ²	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %		
0.025		1.75	9.1		1.02	5.3		0.78	4.1				
0.050		2.87	14.9		1.65	8.6		1.03	5.3				
0.075		4.02	20.9		2.37	12.3		1.37	7.1				
0.100	70.310	5.23	27.2	26.5	37.7	3.18	16.5	16.0	22.8	1.64	8.5	9.4	13.4
0.150		6.87	35.7			4.25	22.1			2.75	14.3		
0.200	105.460	8.37	43.5	44.2	41.9	5.47	28.4	28.0	26.6	3.68	19.1	18.8	17.8
0.300		10.87	56.5			7.02	36.5			5.23	27.2		
0.400		12.17	63.2			8.75	45.4			6.72	34.9		
0.500		13.21	68.6			9.87	51.3			7.33	38.1		

OBSERVACIONES:

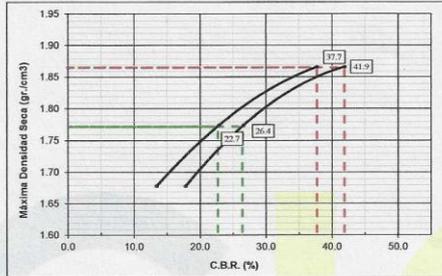


Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Girchie
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 133850

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-03 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/06/2023	PROGRESIVA: Km. 00+257.90 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 12 % Fecha de Ensayo: 21/07/2023

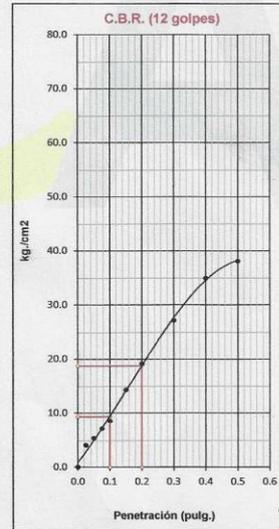
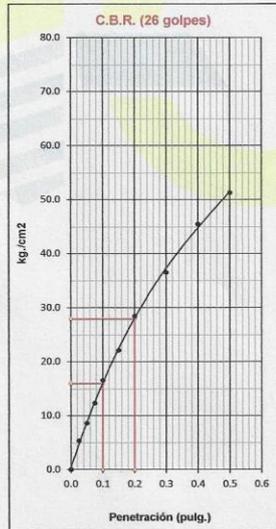
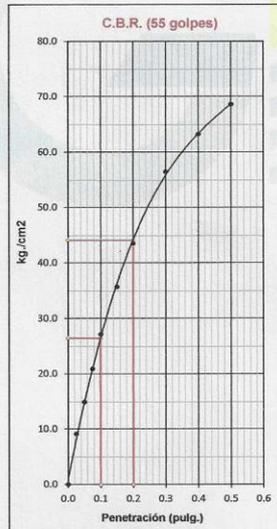
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.866 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	14.4 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.773 g/cm ³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.679 g/cm ³

RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	37.7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	22.7 %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	41.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	26.4 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Johana Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Giacche
 Gerente de Gestión
 REG. CIP N° 113306

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+257.90
MUESTRA: C-03	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	LADO: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 17 %	

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	13,040	13,218	12,737	13,096	12,500	13,049
Peso molde (g)	8,367	8,367	8,338	8,338	8,382	8,382
Peso suelo compactado (g)	4,673	4,851	4,399	4,758	4,118	4,667
Volumen del molde (cm ³)	2,175	2,175	2,156	2,156	2,131	2,131
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.148	2.230	2.040	2.207	1.933	2.190
Humedad (%)	16.0	18.7	16.0	21.8	16.0	24.5
Densidad Seca (g/cm ³)	1.852	1.879	1.759	1.812	1.666	1.759
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (g)	423.2	391.3	410.1	456.6	476.3	489.7
Tara+suelo seco (g)	364.9	329.6	353.6	374.9	410.6	393.3
Peso de agua (g)	58.4	61.6	56.6	81.7	65.7	96.4
Peso de tara (g)						
Peso de suelo seco (g)	364.9	329.6	353.6	374.9	410.6	393.3
Humedad (%)	16.0	18.7	16.0	21.8	16.0	24.5

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28-jun-23	15:30 pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29-jun-23	15:30 pm	24	12	0.3048	0.261	25	0.635	0.5427	32	0.8128	0.695
30-jun-23	15:30 pm	48	41	1.0414	0.890	58	1.4732	1.259	78	1.9812	1.693
01-jul-23	15:30 pm	72	98	2.4892	2.128	122	3.0988	2.649	128	3.2512	2.779
02-jul-23	15:30 pm	96	1.29	0.0328	0.028	157	3.9878	3.4084	181	4.5974	3.929

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde Nº 1				Molde Nº 2				Molde Nº 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		1.78	9.2			1.54	8.0			1.32	6.9		
0.050		3.54	18.4			2.43	12.6			2.12	11.0		
0.075		4.85	25.2			3.34	17.3			3.01	15.6		
0.100	70.310	6.02	31.3	29.9	42.6	4.23	22.0	21.4	30.5	3.65	19.0	18.1	25.8
0.150		7.45	38.7			5.51	28.6			4.35	22.6		
0.200	105.460	8.92	46.3	47.9	45.4	6.34	32.9	34.2	32.4	5.28	27.4	28.4	26.9
0.300		11.32	58.8			8.11	42.1			6.75	35.1		
0.400		13.21	68.6			9.34	48.5			7.65	39.7		
0.500		14.56	75.6			10.45	54.3			8.64	44.9		

OBSERVACIONES:

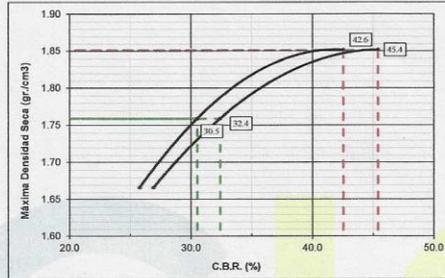


Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chiclos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Gincis
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP Nº 153550

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA CALICATA: C-03 UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO F. Recepción: 26/09/2023	PROGRESIVA: Km. 00+257.90 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: M-01 CENIZA DE CARBÓN: 17 % Fecha de Emisión: 21/07/2023

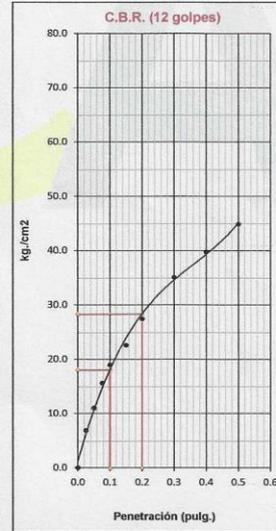
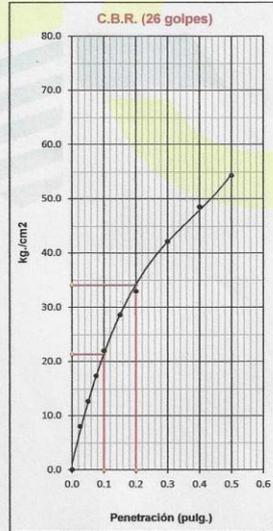
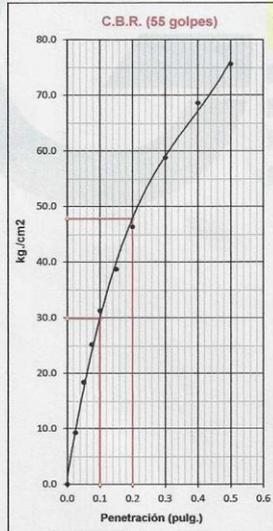
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.852 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	16.0 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.759 g/cm ³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.666 g/cm ³

RESULTADOS: a 0,1"	:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	42.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	30.5 %

RESULTADOS: a 0,2"	:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	45.4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	32.4 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Abolfo E. Camayo Ginche
 Oficina de Geotecnia
 REG. CIP N° 183846

Jr. Edgardo Rebagliati N° 180 - El Tambo - Huancayo
 Email.: gerencia@gicaperu.com; laboratorio@gicaperu.com
 Pagina web : www.gicaperu.com
 Oficina: 064- 595436, RPC: 997849535, Movil: 981783290

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+257.90
MUESTRA: C-03	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	LADO: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 22 %	

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Número de capas	55		26		12	
Número de golpes	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	12,766	12,958	12,554	12,895	12,301	12,897
Peso molde (g)	8,376	8,376	8,394	8,394	8,401	8,401
Peso suelo compactado (g)	4,390	4,582	4,160	4,501	3,900	4,496
Volumen del molde (cm ³)	2,145	2,145	2,138	2,138	2,119	2,119
Densidad húmeda (g/cm ³)	2,047	2,136	1,946	2,105	1,841	2,122
Humedad (%)	12.4	15.4	12.4	18.4	12.3	21.8
Densidad Seca (g/cm ³)	1.821	1.851	1.731	1.778	1.639	1.742
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (g)	479.0	489.6	465.2	479.4	415.7	435.8
Tara+suelo seco (g)	426.1	424.2	413.9	404.9	370.2	357.8
Peso de agua (g)	52.8	65.3	51.3	74.5	45.5	78.0
Peso de tara (g)						
Peso de suelo seco (g)	426.1	424.2	413.9	404.9	370.2	357.8
Humedad (%)	12.4	15.4	12.4	18.4	12.3	21.8

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28-jun-23	16:00 pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29-jun-23	16:00 pm	24	21	0.5334	0.456	30	0.762	0.6513	47	1.1938	1.020
30-jun-23	16:00 pm	48	54	1.3716	1.172	74	1.8796	1.606	98	2.4892	2.128
01-jul-23	16:00 pm	72	127	3.2258	2.757	157	3.9878	3.408	157	3.9878	3.408
02-jul-23	16:00 pm	96	167	4.2418	3.625	197	5.0038	4.2768	214	5.4356	4.646

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	KN	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		1.54	8.0			1.03	5.3			0.92	4.8		
0.050		2.78	14.4			1.65	8.6			1.37	7.1		
0.075		4.02	20.9			2.87	14.9			1.98	10.3		
0.100	70.310	5.26	27.3	26.3	37.4	3.56	18.5	18.1	25.8	2.45	12.7	12.9	18.3
0.150		6.57	34.1			4.75	24.7			3.45	17.9		
0.200	105.460	8.64	44.9	43.9	41.6	6.07	31.5	31.3	29.6	4.11	21.3	21.7	20.6
0.300		10.68	55.5			7.76	40.3			5.41	28.1		
0.400		12.35	64.1			8.97	46.6			6.68	34.7		
0.500		13.75	71.4			9.78	50.8			7.75	40.2		

OBSERVACIONES:

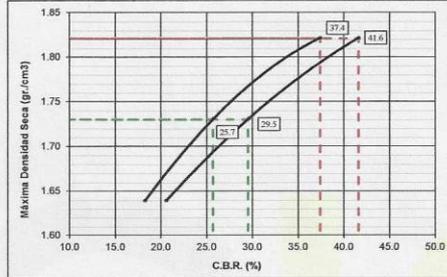


Servicios Construction and Geotechnical Engineering
José Carlos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Gerente de Geotecnia
 REG. CIP N° 153356

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)	
TESIS: EFECTO DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ACTIVADOR ALCALINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO ARCILLOSO DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE HUANCÁN, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN	
PETICIONARIO: KELVIN QUIÑONES SARA	PROGRESIVA: Km. 00+257.90
CALICATA: C-03	PROFUNDIDAD: 1.50 m
UBICACIÓN: JR. LOS LIBERTADORES - HUANCÁN - HUANCAYO	MUESTRA: M-01
F. Recepción: 26/06/2023	Fecha de Emisión: 21/07/2023
CENIZA DE CARBÓN: 22 %	

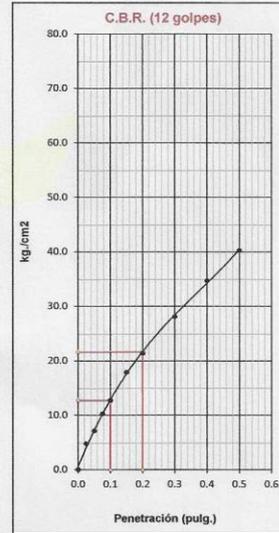
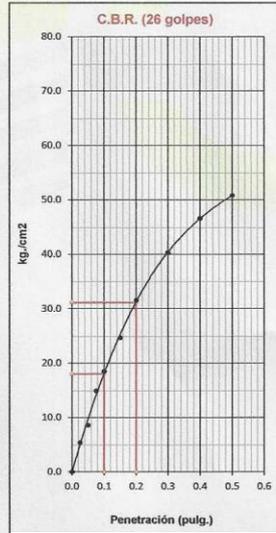
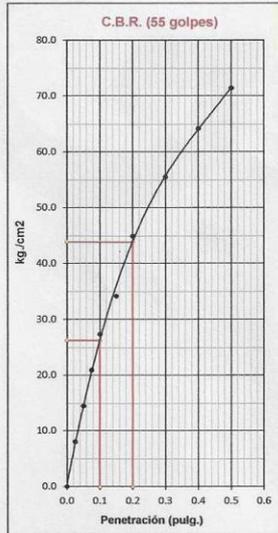
REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: AASTHO T-180
Máxima Densidad Seca	: 1.821 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	: 12.4 %
Máxima Densidad Seca al 95%	: 1.730 g/cm ³
Máxima Densidad Seca al 90%	: 1.639 g/cm ³

RESULTADOS: a 0,1"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	= 37.4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	= 29.5 %

RESULTADOS: a 0,2"	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	= 41.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	= 29.5 %



OBSERVACIONES:



Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Jimena Chucos Lazo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Servicios Construction and Geotechnical Engineering
Ing. Adolfo E. Camayo Ginche
 Director de Geotecnia
 REG. CIP N° 133606

Anexo 07: certificados de calibración de equipos

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CT-1093-2023

Requerimiento
5311-2023

Fecha de Emisión
2023-06-12

1. SOLICITANTE : SERVICES CONSTRUCTION AND
GEOTECHNICAL ENGINEERING E.I.R.L.

Dirección : Jr. Edgardo Rebagliati Nro. 100 Urb. Lambiaspata
El Tambo - Huancayo - Junín

2. EQUIPO : HORNO

Marca : A&A INSTRUMENTS
Modelo : STHX-2A
Número de Serie : 201034
Identificación : ELAB-HOR-01
Procedencia : NO INDICA
Ventilación : NATURAL
Temperatura de Trabajo : 110 °C ± 5 °C
Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	De 30 °C a 300 °C	0,1 °C
Controlador	DIGITAL	De 30 °C a 300 °C	0,1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se realizó el 2023-06-06 en LABORATORIO

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-016 2da edición, 2009: "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático" publicada por el SNM/INDECOPI.

5. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM.

Patrones utilizados	Certificado
Termómetro multicanal de indicación digital	CT-1021-2023

6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Ambiental : De 15,9 °C a 19,5 °C
Humedad Relativa : De 33,7 % H.R. a 34,8 % H.R.
Tensión Eléctrica : 220,8 V
Posición del Controlador : 110°C
Posición de la Ventilación : ABIERTO
Carga : Se colocaron 6 tazas con muestras, representando aproximadamente el 50% de la carga total.

Los resultados del presente certificado solo son válidos para el objeto calibrado, no pudiendo extenderse a ningún otro objeto que no haya sido calibrado, así mismo, estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Total Weight & Systems S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de Total Weight & Systems S.A.C.

Los certificados carecen de validez sin la firma y sello del Laboratorio de Calibración de Total Weight & Systems S.A.C.



[Firma manuscrita]

José Luis Palacios Cubillas
Jefe del Dpto. de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CT-1093-2023

7. RESULTADOS

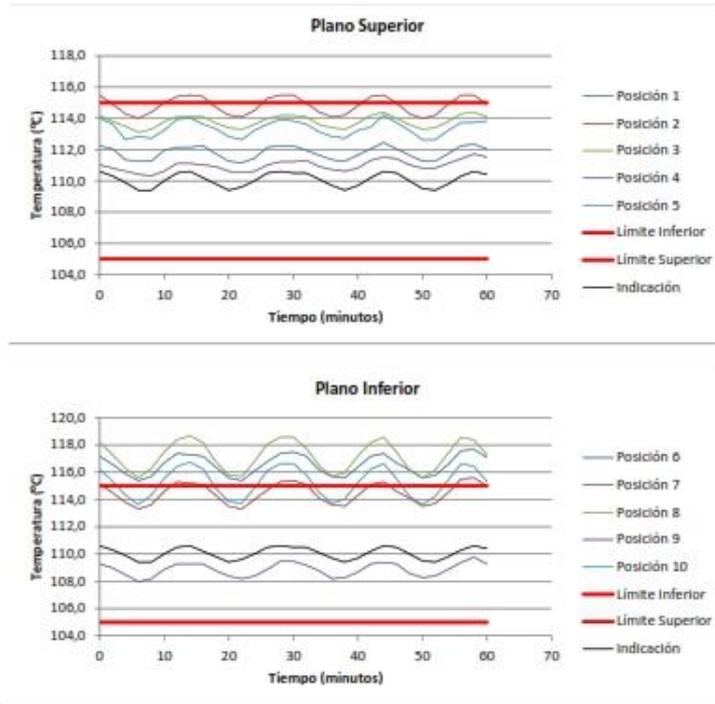
Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} - T _{mín} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110,6	112,2	115,5	114,2	111,0	114,0	117,2	115,1	115,2	109,3	116,2	114,3	8,9
2	110,3	112,0	114,9	113,8	110,8	113,0	116,6	114,5	117,3	109,0	115,3	113,6	8,3
4	109,9	111,3	114,3	113,5	110,6	112,6	115,9	113,6	116,3	108,5	114,3	113,1	7,8
6	109,4	111,2	114,0	113,1	110,4	112,8	115,4	113,3	115,6	108,0	113,6	112,7	7,6
8	109,4	111,2	114,4	113,3	110,3	112,7	115,7	113,6	116,3	108,2	114,3	113,0	8,1
10	110,0	111,9	115,0	113,6	110,6	113,2	116,7	114,6	117,5	108,9	115,3	113,6	8,6
12	110,5	112,1	115,4	114,1	111,1	113,9	117,4	115,3	118,4	109,3	116,4	114,3	9,1
14	110,6	112,1	115,5	114,1	111,1	114,0	117,3	115,2	118,7	109,3	116,7	114,4	9,4
16	110,2	112,2	115,4	114,1	111,0	113,6	117,2	115,1	118,2	109,3	116,2	114,2	8,9
18	109,8	111,7	114,7	113,7	110,9	113,3	116,4	114,3	116,6	108,6	114,8	113,5	8,0
20	109,4	111,2	114,2	113,4	110,6	112,6	115,6	113,5	115,6	108,4	113,6	112,9	7,4
22	109,8	111,1	114,1	113,3	110,5	112,6	115,4	113,3	115,7	108,2	113,7	112,6	7,5
24	110,0	111,4	114,5	113,6	110,6	113,2	116,1	114,0	116,0	108,4	114,8	113,3	8,4
26	110,5	112,1	113,3	114,0	111,0	113,6	116,8	114,7	118,1	108,9	116,1	114,1	9,2
28	110,6	112,2	115,5	114,2	111,2	113,9	117,4	115,3	118,6	109,5	116,6	114,4	9,1
30	110,5	112,2	115,5	114,2	111,2	113,8	117,5	115,4	118,6	109,5	116,6	114,5	9,1
32	110,5	111,9	115,0	114,1	111,3	113,6	117,2	115,1	117,8	109,2	115,8	114,1	8,6
34	110,1	111,6	114,4	113,6	110,9	113,1	116,2	114,1	116,5	108,6	114,5	113,4	7,7
36	109,7	111,3	114,1	113,4	110,7	112,6	115,7	113,6	115,7	108,2	113,7	112,9	7,5
38	109,4	111,2	114,2	113,3	110,6	112,7	115,6	113,5	116,0	108,3	114,0	112,9	7,7
40	109,7	111,6	114,8	113,7	110,8	113,2	116,4	114,3	117,2	108,7	115,2	113,6	8,5
42	110,2	112,0	115,4	114,2	111,3	114,4	117,2	115,1	118,2	109,3	116,2	114,2	8,9
44	110,6	112,4	115,5	114,4	111,5	114,2	117,4	115,3	118,6	109,4	116,6	114,5	9,2
46	110,5	112,0	115,0	114,0	111,4	113,7	116,7	114,6	117,5	109,3	115,5	114,0	8,2
48	110,0	111,6	114,3	113,6	111,0	113,2	116,2	114,1	116,2	108,6	114,2	113,3	7,6
50	109,5	111,2	114,0	113,3	110,6	112,6	115,6	113,5	115,6	108,3	113,6	112,9	7,3
52	109,4	111,2	114,2	113,4	110,6	112,6	115,6	113,7	116,2	108,4	114,2	113,1	7,6
54	109,8	111,7	114,9	113,8	111,1	113,2	116,6	114,5	117,4	108,9	115,4	113,8	8,5
56	110,3	112,2	115,5	114,3	111,4	113,7	117,6	115,5	118,6	109,4	116,6	114,5	9,2
58	110,6	112,3	115,5	114,4	111,7	113,7	117,7	115,6	118,4	109,8	116,4	114,6	8,6
60	110,4	112,0	114,9	114,1	111,5	113,8	117,1	115,0	117,3	109,3	115,3	114,0	8,0
T.PROM	110,1	111,8	114,8	113,6	111,0	113,4	116,5	114,5	117,2	108,9	115,3	113,7	
T.MAX	110,6	112,4	115,5	114,4	111,7	114,2	117,6	115,6	118,7	109,8	116,7		
T.MIN	109,4	111,1	114,0	113,1	110,3	112,6	115,4	113,3	115,6	108,0	113,6		
DTT	1,2	1,3	1,5	1,3	1,4	1,6	2,3	2,3	3,1	1,8	3,1		



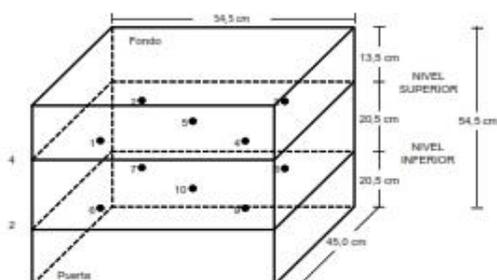
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CT-1093-2023

Gráfica para la Temperatura de Trabajo de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CT-1093-2023

Distribución de los Termopares



Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivo nivel.
Los termopares del 1 al 4 se ubicaron a 5,0 cm por encima del nivel superior.
Los termopares del 6 al 9 se ubicaron a 15,0 cm por debajo del nivel inferior.
Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 se ubicaron a 5,0 cm de las paredes laterales y a 5,0 cm de frente y fondo del medio isoterma.



8. OBSERVACIONES

Para fines de identificación se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en el equipo.
No se realizó ningún tipo de ajuste.
El tiempo de estabilización fue de 280 minutos, contados a partir del cierre de la puerta y encendido del equipo.

Fin del Documento



Certificado de Calibración

TC - 11251 - 2023

PROFORMA : 20730A Fecha de emisión: 2023-06-01 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EIRL
DIRECCIÓN : Jr. Edgardo Rebagliati Nro. 100 Urb. Lamblaspata Junín-Huancayo-El Tambo

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASAGRANDE
 Marca : ELE INTERNATIONAL
 Modelo : AM3
 N° de Serie : NO INDICA
 Procedencia : NO INDICA
 N° de Parte : NO INDICA
 Identificación : ILAB-COP-02
 Ubicación : Laboratorio
 Fecha de Calibración : 2023-06-01

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de Instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EIRL

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma MTCE 110 - 2000.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus Instrumentos a intervalos apropiados.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,9 °C	15,9 °C
Humedad Relativa	39,0 %	39,0 %

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC - 21566 - 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

	Descripción		Dimensiones				
			Valor Nominal (mm)	Valor Medido (mm)	Desviación (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
COPA	Radio de la copa	A	54	54,00	0,00	0,5	0,02
	Espesor de la copa	B	2	2,01	-0,01	0,1	0,02
	Profundidad de la copa	C	27	26,95	0,05	0,5	0,02
BASE	Copa desde la guía del elevador hasta la base	U	47	47,05	-0,05	1	0,02
	Espesor de la copa	K	50	50,75	-0,75	2	0,02
	Largo	L	150	150,67	-0,67	2	0,02
	Ancho	M	125	125,21	-0,21	2	0,02

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Certificado de Calibración

TC - 11252 - 2023

Proforma : 20735A Fecha de emisión : 2023-06-05

Solicitante : SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EIRL
Dirección : Jr. Edgardo Rebagliati Nro. 150 Urb. Lambiaspata Junín-Huancayo-EI Tambo

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : NV622
N° de Serie : 5341135222
Capacidad Máxima : 620 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,01 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 0,2 g
Procedencia : CHINA
Identificación : ILAB-BAL-15
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 4 °C
Fecha de Calibración : 2023-06-01

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración

Instalaciones de SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EIRL

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 11252 - 2023

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE22-C-0826 Junio 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,7 °C	15,9 °C
Humedad Relativa	44 %	41 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	310,00	310,00	6	-1	1	620,00	620,00	7	-2
2		310,00	6	-1	2		620,00	6	-1
3		310,00	7	-2	3		620,00	6	-1
4		309,99	7	-12	4		620,00	7	-2
5		309,99	6	-11	5		620,00	7	-2
6		310,00	6	-1	6		620,00	7	-2
7		310,00	6	-1	7		620,00	6	-3
8		310,00	6	-1	8		620,00	7	-2
9		310,00	6	-1	9		620,00	6	-1
10		310,00	6	-1	10		620,00	7	-2
Emáx - Emin (mg)				11	Emáx - Emin (mg)				2
error máximo permitido (±mg)				30	error máximo permitido (±mg)				30



Certificado de Calibración

TC - 11260 - 2023

Proforma : 20738A Fecha de emisión : 2023-06-03

Solicitante : SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EIRL
Dirección : Jr. Edgardo Rebagliati Nro. 180 Urb. Lambaspata Junin-Huancayo-EI Tambo

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : SJX6201/E
N° de Serie : B923771518
Capacidad Máxima : 6200 g
Resolución : 0,1 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : CHINA
Identificación : ILAB-BAL-12
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 4 °C
Fecha de Calibración : 2023-06-01

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EIRL

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 11260 - 2023

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE22-C-0828 Junio 2022
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-210-2022 Julio 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,2 °C	19,2 °C
Humedad Relativa	31 %	31 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3 100,00	3 099,9	0,06	-0,11	1	6 200,00	6 200,1	0,07	0,08
2		3 099,9	0,06	-0,11	2		6 200,1	0,07	0,08
3		3 099,9	0,06	-0,11	3		6 200,1	0,06	0,09
4		3 100,0	0,06	-0,01	4		6 200,1	0,06	0,09
5		3 100,0	0,06	-0,01	5		6 200,1	0,06	0,09
6		3 100,0	0,06	-0,01	6		6 200,1	0,07	0,08
7		3 099,9	0,07	-0,12	7		6 200,0	0,07	-0,02
8		3 099,9	0,06	-0,11	8		6 200,0	0,06	-0,01
9		3 100,0	0,06	-0,01	9		6 200,1	0,07	0,08
10		3 099,9	0,06	-0,11	10		6 200,1	0,06	0,09
Emáx - Emin (g)				0,11	Emáx - Emin (g)				0,11
error máximo permitido (tg)				0,30	error máximo permitido (tg)				0,30

Certificado de Calibración

TC - 11262 - 2023

Proforma : 20738A Fecha de emisión : 2023-06-05

Solicitante : SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EIRL
Dirección : Jr. Edgardo Rebagliati Nro. 180 Urb. Lamblaspata Junín-Huancayo-El Tambo

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : R31P30
N° de Serie : 8339530312
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 1 g
División de Verificación : 10 g
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 200 g
Procedencia : CHINA
Identificación : ILAB-BAL-09
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 4 °C
Fecha de Calibración : 2023-06-01

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EIRL

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 11262 - 2023

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-03039-2023 Abril 2023
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-08248-2023 Abril 2023
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2	TC-08249-2023 Abril 2023
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2	TC-08250-2023 Abril 2023
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2	TC-08151-2023 Abril 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	18,9 °C	18,9 °C
Humedad Relativa	28 %	28 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	15 000	0,6	-0,1	1	30000	30 000	0,7	-0,2
2		15 000	0,6	-0,1	2		30 000	0,6	-0,1
3		15 000	0,6	-0,1	3		30 000	0,6	-0,1
4		15 000	0,7	-0,2	4		30 000	0,6	-0,1
5		15 000	0,7	-0,2	5		30 000	0,7	-0,2
6		15 000	0,6	-0,1	6		30 000	0,6	-0,1
7		15 000	0,6	-0,1	7		30 000	0,7	-0,2
8		15 000	0,7	-0,2	8		30 000	0,7	-0,2
9		15 000	0,7	-0,2	9		30 000	0,6	-0,1
10		15 000	0,6	-0,1	10		30 000	0,8	-0,3
Emax - Emin (g)				0,1	Emax - Emin (g)				0,2
e.m.p. ± (g)				20	e.m.p. ± (g)				30



Certificado de Calibración
TC - 11262 - 2023

2	5
	1
3	4

Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,0 °C	19,0 °C
Humedad Relativa	29 %	29 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	100	100	0,6	-0,1	10000	10 000	0,4	0,1	0,2	20
2		100	0,6	-0,1		10 000	0,4	0,1	0,2	
3		100	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0	
4		100	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0	
5		100	0,5	0,0		10 000	0,4	0,1	0,1	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,0 °C	19,0 °C
Humedad Relativa	29 %	29 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
100,0	100	0,4	0,1						
200,0	200	0,4	0,1	0,0	200	0,6	-0,1	-0,2	10
500,0	500	0,5	0,0	-0,1	500	0,5	0,0	-0,1	10
1 000,0	1 000	0,5	0,0	-0,1	1 000	0,6	-0,1	-0,2	10
6 000,2	6 000	0,6	-0,3	-0,4	6 000	0,6	-0,3	-0,4	20
8 000,2	8 000	0,7	-0,4	-0,5	8 000	0,7	-0,4	-0,5	20
10 000,5	10 000	0,8	-0,8	-0,9	10 000	0,7	-0,7	-0,8	20
15 000,7	15 000	0,8	-1,0	-1,1	15 000	0,5	-0,7	-0,8	20
20 000,8	20 000	0,7	-1,0	-1,1	20 000	0,6	-0,9	-1,0	20
25 001,0	25 000	0,6	-1,1	-1,2	25 000	0,6	-1,1	-1,2	30
30 001,3	30 000	0,6	-1,4	-1,5	30 000	0,6	-1,4	-1,5	30

Donde:

I : Indicación de la balanza
e.m.p. : Error máximo permitido

ΔL : Carga incrementada
E : Error encontrado

Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Lectura Corregida	=	$R + 6,17 \times 10^{-5} \times R$
Incertidumbre Expandida	=	$2 \times \sqrt{7,63 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 3,55 \times 10^{-9} \times R^2}$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 30 036 g para una carga de valor nominal 30000 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento



Certificado de Calibración

TC - 11266 - 2023

Proforma : 20738A Fecha de emisión: 2023-06-03 **Página** : 1 de 2

Solicitante : SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EIRL
Dirección : Jr. Edgardo Rebagliati Nro. 180 Urb. Lambaspata Junin-Huancayo-EI Tambo

Instrumento de medición : PRENSA CBR
Marca : UTEST
Modelo : UTS-0854
N° de Serie : 12/002296
Alcance de indicación : 50 kN
Resolución : 0,01 kN
Procedencia : No Indica
Identificación : MLAB-PRE-04
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2023-06-01

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Lugar de calibración

Instalaciones de SERVICES CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL ENGINEERING EIRL

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 376. Calibración de los instrumentos de medida de fuerza utilizados para la verificación de las máquinas de ensayo uniaxial.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Condiciones de calibración

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	16,7 °C	16,7 °C
Humedad Relativa	27,3 %HR	26,3 %HR

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado : TC - 11266 - 2023

Página : 2 de 2

Trazabilidad

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de AEP TRANSDUCERS	Celda de carga de capacidad 3 MN Modelo CLFlex Indicador digital modelo MP6plus	LAT 093 9623F
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Mandmetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-049-2023 Abril 2023

Resultados de calibración

RESULTADOS			
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN	INDICACIÓN DEL PATRÓN	ERROR	INCERTIDUMBRE
kN	kN	kN	kN
1,84	1,77	0,07	0,01
3,64	3,55	0,09	0,01
5,39	5,35	0,04	0,01
7,14	7,16	-0,02	0,01
8,89	8,83	0,06	0,01
10,62	10,60	0,02	0,01
12,00	12,38	-0,38	0,01
14,09	14,17	-0,08	0,01
15,98	15,99	-0,01	0,01
17,87	17,65	0,22	0,01

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Incertidumbre expandida U

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Anexo 08: panel fotográfico



Fotografía 1. Se muestra el procedimiento de excavación con maquinaria de la muestra de suelo en la zona de estudio.



Fotografía 2. Se observa que las calicatas fueron realizadas a una profundidad mínima de 1.50 m, tal como la normativa establece.



Fotografía 3. Vista de las muestras de suelo en el horno respectivo para estimar el contenido de humedad de la muestra patrón.



Fotografía 4. Se muestra el procedimiento para secar las muestras de suelo al aire libre.



Fotografía 5. Vista de la muestra seca lista para el procedimiento en laboratorio.



Fotografía 6. Vista del cuarteamiento de las muestras seca de suelo, para el posterior análisis granulométrico.



Fotografía 7. Vistas de las muestras cuarteadas en laboratorio.



Fotografía 8. Vista de las cenizas de carbón que serán utilizadas en el ensayo.



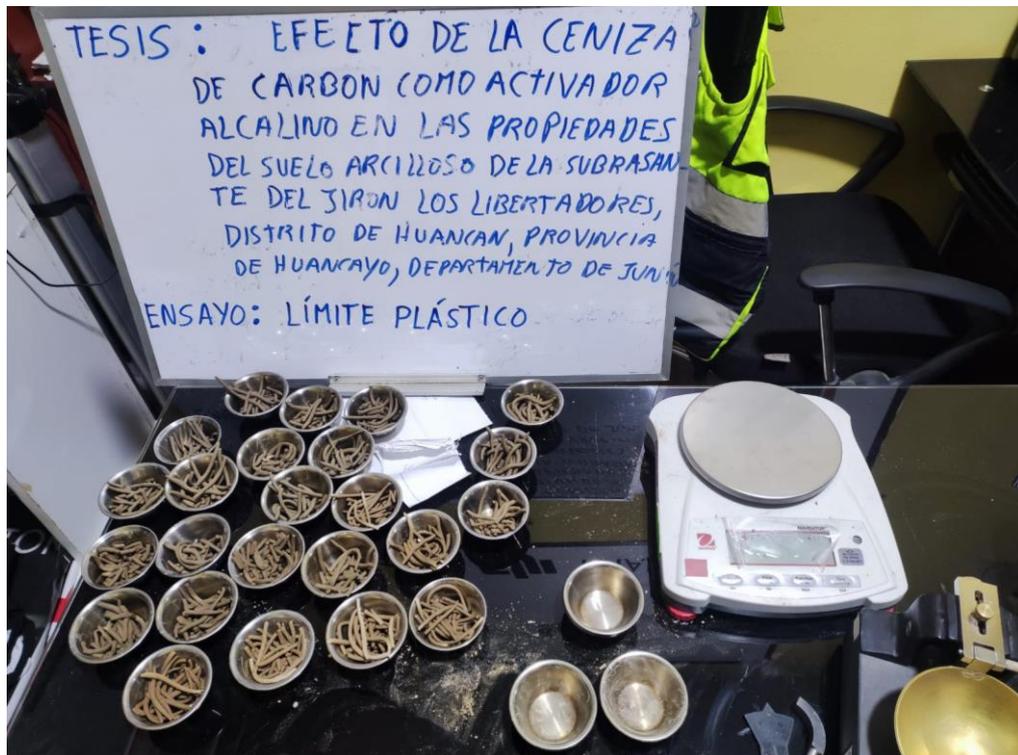
Fotografía 9. Vista de las cenizas de carbón procesadas en laboratorio.



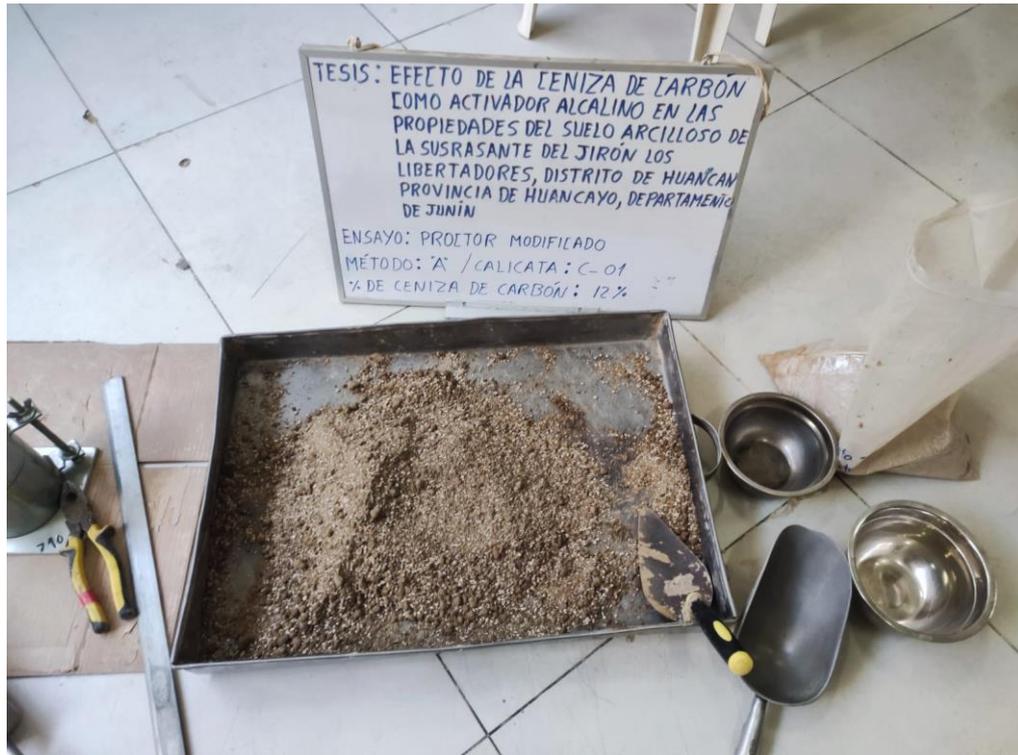
Fotografía 10. Procesamiento del tamizaje del material utilizado en el desarrollo de la investigación.



Fotografía 11. Vista del procedimiento para la determinación del límite líquido de las muestras de suelos.



Fotografía 12. Vistas de las muestras obtenidas después del procedimiento de la estimación del límite plástico del suelo.



Fotografía 13. Se muestra el material que será utilizado en el procedimiento de Proctor.



Fotografía 14. Vista de la mezcla del material de calicata y la ceniza de carbón, antes del desarrollo del ensayo Proctor.



Fotografía 15. Ejecución del ensayo Proctor de la muestra patrón, respetando las normativas establecidas.



Fotografía 16. Vista de los moldes obtenidos después del ensayo Proctor, los cuales posteriormente serán sumergidos.



Fotografía 17. Vista de las muestras de suelos patrón y suelo con ceniza de carbón sumergidas en agua por 96 horas.



Fotografía 18. Vista y control del hinchamiento o volumen de esponjamiento de las muestras de suelo estudiadas.



Fotografía 19. Vista del procedimiento de estimación del valor de CBR del suelo patrón.



Fotografía 20. Vista de la estimación de la muestra de suelo con ceniza de carbón.