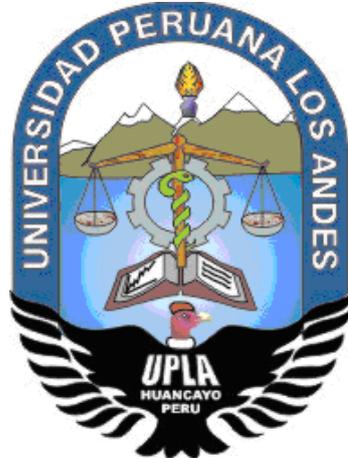


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN
SUBRASANTE**

PRESENTADO POR:

Bach. Jhonatan Smith Casas Garay.

Línea de investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2020

Mg. Ing. Janet Yéssica Andía Arias

Asesor Metodológico

Ing. Javier Reynoso Oscanoa

Asesor Temático

Dedicatoria

- A Dios por haberme dado la dicha de tener unos padres maravillosos que son parte fundamental para mi realización como profesional y por guiarme a cada momento.
- A mis padres Duler Casas de la Cruz y Maria Susana Garay Montero y a mis hermanos por brindarme su apoyo constante en la realización de mis metas y por siempre estar junto a mí en cada logro que voy avanzando.

Casas Garay, Jhonatan Smith.

Agradecimiento

- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Los Andes por haberme brindado sus conocimientos para poder realizarme como un profesional.
- A los ingenieros, Javier Reynoso Oscanoa y Janet Yéssica Andía Arias por haberme dedicado su apoyo en el desarrollo de la presente tesis.
- A todos los que me brindaron su apoyo para ser posible la realización de esta tesis.

Casas Garay, Jhonatan Smith.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López.
Presidente

Jurado

Jurado

Jurado

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales.
Secretario docente

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	15

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación y sistematización del problema	20
1.2.1. Problema general	20
1.2.2. Problemas específicos	20
1.3. Justificación	21
1.3.1. Práctica o social	21
1.3.2. Metodológica	21
1.4. Delimitaciones	22
1.4.1. Espacial	22
1.4.2. Temporal	23
1.4.3. Económica	23
1.5. Limitaciones	23
1.5.1. Recursos	23
1.6. Objetivos	24
1.6.1. Objetivo general	24
1.6.2. Objetivos específicos	24

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes	25
2.1.1. Antecedentes internacionales	25
2.1.2. Antecedentes nacionales	27
2.2. Marco conceptual	29
2.2.1. Suelos Cohesivos	29
2.2.2. Características físicas de los suelos	32

vi

2.2.3. Características mecánicas de los suelos	41
2.2.4. Subrasante	44
2.2.5. Estabilización de suelos	46
2.2.6. Ceniza de carbón mineral	51
2.3. Definición de términos	55
2.4. Hipótesis	56
2.4.1. Hipótesis general	56
2.4.2. Hipótesis específicas	56
2.5. Variables	56
2.5.1. Definición conceptual de la variable	56
2.5.2. Definición operacional de la variable	57
2.5.3. Operacionalización de la variable	57

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación	58
3.2. Tipo de investigación	59
3.3. Nivel de investigación	59
3.4. Diseño de investigación	59
3.5. Población y muestra	61
3.5.1. Población	61
3.5.2. Muestra	61
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	62
3.6.1. Técnicas	62
3.6.2. Instrumentos	85
3.7. Procesamiento de la información	85
3.8. Técnicas y análisis de datos	85

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. Incidencia del carbón mineral sobre las propiedades físicas de suelos cohesivos en subrasante.	86
4.1.1. Análisis granulométrico	86
4.1.2. Contenido de humedad	89

4.1.3. Límite Líquido	91
4.1.4. Límite plástico	92
4.1.5. Índice de plasticidad	93
4.1.6. Equivalente de arena	95
4.2. Incidencia del carbón mineral sobre las propiedades mecánicas de suelos cohesivos en subrasante.	96
4.2.1. Proctor modificado	96
4.2.2. CBR	99

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Contrastación de hipótesis	107
5.1.1. Prueba de hipótesis	107
5.1.2. Contrastación de hipótesis general	107
5.1.3. Contrastación de hipótesis específica 1	109
5.1.4. Contrastación de hipótesis específica 2	110

CONCLUSIONES	113
---------------------	------------

RECOMENDACIONES	114
------------------------	------------

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
-----------------------------------	------------

ANEXOS	119
---------------	------------

Anexo N° 01: Matriz de consistencia	120
--	------------

Anexo N° 02: Ensayos de laboratorios	122
---	------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadística – Infraestructura de transportes – Infraestructura vial.	17
Tabla 2. Diferencias entre arcilla y limo.	31
Tabla 3. Tamices de acuerdo a la Norma ASTM D 422	33
Tabla 4. Clasificación de suelos según tamaño de partículas.	34
Tabla 5. Clasificación de suelos según Índice de plasticidad.	36
Tabla 6. Clasificación de suelos según Equivalente de Arena.	37
Tabla 7. Correlación de tipos de suelos AASHTO – SUCS.	37
Tabla 8. Clasificación de los suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282.	38
Tabla 9. Símbolos para identificación del tipo de suelo.	39
Tabla 10. Clasificación de suelos según SUCS.	40
Tabla 11. Valor de la relación de soporte.	44
Tabla 12. Categorías de subrasante.	46
Tabla 13. Clasificación de la ceniza volante.	53
Tabla 14. Composición química de la ceniza de carbón mineral.	54
Tabla 15. Operacionalización de las variables: ceniza de carbón mineral y estabilización de suelos cohesivos.	57
Tabla 16. Diseño de la investigación.	60
Tabla 17. Ensayos a realizar de acuerdo a las muestras.	61
Tabla 18. Estimados de precisión.	75
Tabla 19. Lecturas de penetración.	84
Tabla 20. Variación del análisis granulométrico por tamizado con la adición de CCM.	86
Tabla 21. Variación de la clasificación granulométrica con la adición de CCM.	88
Tabla 22. Variación del contenido de humedad con la adición de la CCM.	89
Tabla 23. Variación del límite líquido con la adición de la CCM.	91
Tabla 24. Variación del límite plástico con la adición de la CCM.	92
Tabla 25. Variación del índice de plasticidad con la adición de la CCM.	93
Tabla 26. Variación del equivalente de arena con la adición de la CCM.	95
Tabla 27. Variación de la máxima densidad seca con la adición de la CCM.	96
Tabla 28. Variación del óptimo contenido de humedad con la adición de la CCM.	97
Tabla 29. Variación del CBR al 95 % con la adición de la CCM.	99

Tabla 30. Variación del CBR al 100 % con la adición de la CCM.	100
Tabla 31. Análisis estadístico MANOVA para la hipótesis general.	108
Tabla 32. Análisis estadístico MANOVA para la hipótesis específica 1.	109
Tabla 33. Análisis estadístico MANOVA para la hipótesis específica 2.	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista del Pasaje 30 de Mayo – Uñas.	19
Figura 2. Fallas en el Pasaje 30 de Mayo – Uñas.	19
Figura 3. Perfil de la calicata C-1 del Pasaje 30 de Mayo – Uñas.	19
Figura 4. Mapa Político del Perú.	22
Figura 5. Mapa de la Región Junín.	22
Figura 6. Mapa de la Provincia de Huancayo.	23
Figura 7. Pasaje 30 de Mayo - Uñas.	23
Figura 8. Origen de la cohesión en suelos arcillosos.	30
Figura 9. Curva granulométrica de un suelo.	33
Figura 10. Carta de plasticidad.	39
Figura 11. Principios de compactación.	41
Figura 12. Curva humedad – densidad seca.	43
Figura 13. Estado del Pasaje 30 de Mayo.	63
Figura 14. Pasaje 30 de Mayo-Jirón Mariátegui.	63
Figura 15. Realización de la calicata C - 01.	63
Figura 16. Calicata C-01 Pasaje 30 de Mayo.	63
Figura 17. Realización de la calicata C - 02.	64
Figura 18. Calicata C-02 Pasaje 30 de Mayo.	64
Figura 19. Realización de la calicata C - 03.	64
Figura 20. Calicata C-03 Pasaje 30 de Mayo.	64
Figura 21. Medición de la calicata C - 01.	65
Figura 22. Medida de cada estrato de calicata C-01.	65
Figura 23. Toma de muestra de la calicata C -01.	65
Figura 24. Muestras para llevar al laboratorio.	65
Figura 25. Recolección ceniza de carbón mineral.	68
Figura 26. Depósito de la ceniza de carbón mineral.	68
Figura 27. Lavado del material para granulometría.	70
Figura 28. Tamizado del material.	70
Figura 29. Preparación de la muestra.	71
Figura 30. Colocación de la muestra en el horno.	71

Figura 31. Mezclado de la muestra.	73
Figura 32. Muestra en la copa Casagrande.	73
Figura 33. Preparación de la muestra.	75
Figura 34. Rollos para el límite plástico.	75
Figura 35. Mezclado de la muestra.	77
Figura 36. Medición de arena y arcilla.	77
Figura 37. Compactación de la muestra.	81
Figura 38. Peso de la muestra compactada.	81
Figura 39. Saturación de la muestra.	84
Figura 40. CBR-Penetración.	84
Figura 41. Variación de la curva granulométrica con la adición de la CCM.	87
Figura 42. Variación de la clasificación granulométrica con la adición de CCM.	89
Figura 43. Variación del contenido de humedad con la adición de CCM.	90
Figura 44. Variación del límite líquido con la adición de CCM.	91
Figura 45. Variación del límite plástico con la adición de CCM.	93
Figura 46. Variación del índice de plasticidad con la adición de CCM.	94
Figura 47. Variación de equivalente de arena con la adición de CCM.	95
Figura 48. Variación de la máxima densidad seca con la adición de CCM.	97
Figura 49. Variación del óptimo contenido de humedad con la adición de CCM.	98
Figura 50. Variación del CBR al 95 % con la adición de CCM.	99
Figura 51. Variación del CBR al 100 % con la adición de CCM.	101

RESUMEN

En la presente investigación el problema general fue: ¿Cómo influye la ceniza de carbón mineral en la estabilización de los suelos cohesivos en subrasante?, el objetivo general fue: Evaluar la influencia de la ceniza de carbón mineral en la estabilización de suelos cohesivos en subrasante y la hipótesis general fue: La ceniza de carbón mineral influye mejorando la estabilización de los suelos cohesivos en subrasante.

El método general fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel fue explicativo y el diseño fue cuasi experimental. La población correspondió a los 560 kilos de suelo patrón y con adición de ceniza de carbón mineral, obtenida de la calicata que se realizó entre el Pasaje 30 de Mayo – Jirón Mariátegui del Anexo de Uñas, provincia Huancayo y Región Junín; en la muestra no se utilizó la técnica de muestreo sino el censo, debido a que se considero el total de la población, es decir los 560 kilos de suelo patrón y con adición de ceniza de carbón mineral.

Como conclusión principal se obtuvo que, de acuerdo a los resultados obtenidos de la adición de la ceniza de carbón mineral con el suelo patrón a nivel de subrasante de tipo CL encontrado en el Pasaje 30 de mayo, se logra mejorar la estabilización de los suelos cohesivos parcialmente con los porcentajes de 5 % y 7 % de CCM.

Palabras clave: Ceniza de carbón mineral, estabilización de suelos, suelos cohesivos, propiedades físicas y propiedades mecánicas.

ABSTRACT

In the present investigation, the general problem was: How does coal ash influence the stabilization of cohesive soils in subgrade? The general objective was: Evaluate the influence of coal ash in the stabilization of cohesive soils in subgrade and the general hypothesis was: The coal ash influences improving the stabilization of cohesive soils in subgrade.

The general method was scientific, the type of research was applied, the level was explanatory, and the design was quasi-experimental. The population corresponded to 560 kilos of standard soil and with the addition of coal ash, obtained from the pit that was made between Pasaje 30 de Mayo - Jirón Mariátegui of the Annex of Uñas, Huancayo province and Junín Region; In the sample, the sampling technique was not used, but rather the census, because the total population was considered, that is, the 560 kilos of standard soil and with the addition of coal ash.

As a main conclusion, it was obtained that, according to the results obtained from the addition of coal ash with the standard soil at the level of the CL type subgrade found in Pasaje 30 de Mayo, the stabilization of cohesive soils is improved. partially with the percentages of 5% and 7% of CCM.

Keywords: Mineral coal ash, soil stabilization, cohesive soils, physical properties and mechanical properties.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: Ceniza de carbón mineral para estabilización de suelos cohesivos en subrasante; nace de la problemática que se tiene en cuanto a la inestabilidad de los suelos cohesivos, ante ello la necesidad de mejorar sus propiedades a nivel de subrasante cuando estos no cumplen con las características que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) establece, debido a que la subrasante es parte fundamental en la ejecución de obras de carreteras, esto se debe a que sobre ella se asentará la estructura del pavimento, en consecuencia si a estos suelos cohesivos no se les realiza una estabilización adecuada se tendrá en un tiempo corto o largo plazo (Hernández, 2016, Mayo 19), ya sea en vías pavimentadas o no, hundimiento, fisuras, ahuellamientos, baches, etc.

A partir de lo descrito se da la necesidad de investigar sobre aquellos materiales que puedan servir como estabilizadores de los suelos, esto debido a que en el Perú se cuenta con diferentes tipos de estabilizadores descritos en el Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección suelos y pavimentos – MTC, pero muchas veces la utilización de dichos materiales generan un gran costo al momento de la ejecución por ello a fin de reducir dichos costos en esta tesis se propuso la ceniza de carbón mineral como material estabilizador.

En base a lo mencionado se realizaron ensayos de laboratorio con la muestra del suelo obtenido del Pasaje 30 de Mayo – Jirón Mariátegui, anexo de Uñas, provincia de Huancayo, Región Junín, posterior a ello se realizaron los mismos ensayos que el suelo en estado natural pero en esta ocasión con la adición del 3 %, 5 % y 7 % de ceniza de

carbón mineral, todo ello fue para poder comparar si las propiedades del suelo con adición de ceniza de carbón mineral mejoraban.

Para una mejor comprensión, la presente investigación se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: Problema de investigación, donde se considera el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones de la investigación, limitaciones y los objetivos tanto general como específico.

El Capítulo II: Marco teórico, contiene las antecedentes internacionales y antecedentes nacionales de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables, entre ellos la definición conceptual y operacional como también la operacionalización de la variable.

El Capítulo III: Metodología, consigna el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: Resultados, desarrollado en base a los problemas, objetivos y las hipótesis.

El Capítulo V: Discusión, en el cual se realiza la discusión de los resultados obtenidos en la investigación.

Por último, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La infraestructura de transportes para un país es de suma importancia, pues es imprescindible para su progreso continuo; es por tal razón que muchos países hacen enormes esfuerzos económicos para construirlas, siendo que en el Perú de acuerdo al informe estadístico del MTC para el 2019 expresado en la Tabla 1 menciona que aproximadamente se tiene un 17.03 % de carreteras pavimentadas, mientras que el 82.97 % aún no lo son.

Tabla 1. Estadística – Infraestructura de transportes – Infraestructura vial.

Red Vial del Sistema Nacional De Carreteras, por superficie de rodadura existente, 2015-2019						
(Kilómetros)						
Año	2015	2016	2017	2018	2019	
Clasificador de rutas del SINAC	D.S N° 012-2013/MTC	D.S N° 011-2016/MTC	D.S N° 011-2016/MTC	D.S N° 011-2016/MTC	D.S N° 011-2016/MTC	
Total	165,372.0	165,905.0	166,765.0	168,473.0	168,954.0	
Pavimentado	Nacional	18,420.1	19,682.4	20,367.5	21,434.0	22,172.5
	Departamental	3,459.0	3,695.7	3,714.1	3,623.1	4,261.3
	Vecinal	1,890.1	1,915.0	1,883.9	1,858.9	2,335.8
	Sub-Total	23,769.2	25,293.2	25,965.5	26,916.0	28,769.6

Fuente: OGPP - Oficina de Estadística - MTC (2020, p. 1).

Continuación de la Tabla 1.

No Pavimentada	Nacional	8,016.0	7,000.9	6,424.4	5,675.6	4,881.2
	Departamental	20,828.4	21,608.2	23,766.9	23,882.5	23,378.3
	Vecinal	112,758.3	112,002.5	110,608.3	111,999.0	111,924.7
	Sub-Total	141,602.7	140,611.6	140,799.6	141,557.1	140,184.2

Fuente: OGPP - Oficina de Estadística - MTC (2020, p. 1).

En la región Junín se cuenta con suelos cohesivos, estos a su vez empleados en obras de ingeniería como es el caso de la construcción de carreteras en donde se utiliza a los suelos como soporte de la estructura de pavimento, ante ello el contar con la presencia de dichos suelos cohesivos generan una inestabilidad en las vías al no cumplir con las características en sus propiedades físicas y mecánicas para ser considerados de uso adecuado y poder usarlo como subrasante, por ende al no tener una estabilización del suelo seguirá llevándonos a tener vías en mal estado con diferentes fallas en zonas específicas o en toda la estructura vial.

En este contexto pasar por alto dichas consideraciones en cuanto a las características de la subrasante, traerá por consiguiente la limitación del desarrollo económico de las poblaciones, a partir de la baja transitabilidad de vehículos, a consecuencia del mal estado de las vías, además producirá un mayor costo en referencia al mantenimiento propio de la vía.

Ante la presencia de un suelo cohesivo a nivel de subrasante, frecuentemente requiere de una adecuada estabilización; a razón de que estos suelos generan en las vías en su mayoría fallas, fisuras, depresiones, hinchamientos, baches, ahuellamientos y lento tránsito que se presentan de manera muy frecuente, esto se puede evidenciar en el Pasaje 30 de Mayo, tal como se muestra en las siguientes figuras:



Figura 1. Vista del Pasaje 30 de Mayo – Uñas.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 2. Fallas en el Pasaje 30 de Mayo – Uñas.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Perfil de la calicata C-1 del Pasaje 30 de Mayo – Uñas.
Fuente: Elaboración propia.

Estos problemas se dan a consecuencia de que los suelos cohesivos al servir como soporte de una estructura de pavimento van a generar un deterioro de la misma a corto plazo por el peso propio de la estructura y el tránsito vehicular (Hernández, 2016, Mayo

19), esto se refleja mas cuando no se tiene en cuenta los estudios de control que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) recomienda, en cuanto a las características de las propiedades físicas (granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg y equivalente de arena) y mecánicas (proctor modificado y California Bearing Ratio (CBR)) de los suelos para subrasante (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 26).

En referencia a lo descrito se da la necesidad de estabilizar el suelo cohesivo del Pasaje 30 de Mayo – anexo de Uñas, haciendo uso de un material que no sea demasiado costoso, en tal sentido ayudaría a tener una mejor condición de serviciabilidad para los usuarios, en este caso en la localidad se cuenta con el uso del carbón mineral en diferentes industrias como hotelerías y herrerías produciendo estas un residuo que es la ceniza, que son depositadas de manera irresponsable en botaderos no controlados, generando contaminación ambiental. En tal sentido una alternativa para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante es la adición de la ceniza de carbón mineral como uso alternativo del mismo.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye la ceniza de carbón mineral en la estabilización de los suelos cohesivos en subrasante?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿De qué manera afecta la ceniza de carbón mineral sobre las propiedades físicas en la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante?

b) ¿Cómo influye la ceniza de carbón mineral sobre las propiedades mecánicas en la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o social

La presente investigación se desarrolló debido a la gran importancia que se tiene en cuanto a las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, a razón de que deben cumplir con lo estipulado por el MTC para ser considerados como subrasante adecuada.

En ese sentido el contar con suelos cohesivos que estén con propiedades por debajo de los valores planteados por el MTC, requieren de una estabilización, como es el caso del lugar en estudio el Pasaje 30 de Mayo, motivo por el cual se dio la presente investigación buscando nuevas formas de estabilización de suelos cohesivos mediante la adición de residuos generados por las industrias como es el caso de la ceniza de carbón mineral y de esta manera logrando mejorar el CBR del suelo a nivel de subrasante con la adición del material estabilizador en sus porcentajes de 3 %, 5 % y 7 % con respecto a al valor inicial con el que se contaba.

1.3.2. Metodológica

En la presente investigación se planteó un procedimiento para la utilización de la ceniza de carbón mineral en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante, en tal sentido se consideró la recolección y el proceso de uso de la ceniza de carbón mineral como también se planteó los ensayos de laboratorio a realizarse tanto en la muestra patrón y con la adición de los porcentajes de ceniza y a partir de la obtención de los resultados de laboratorio se determinó los porcentajes de ceniza con los cuales se llega a mejorar el CBR del suelo a nivel de subrasante.

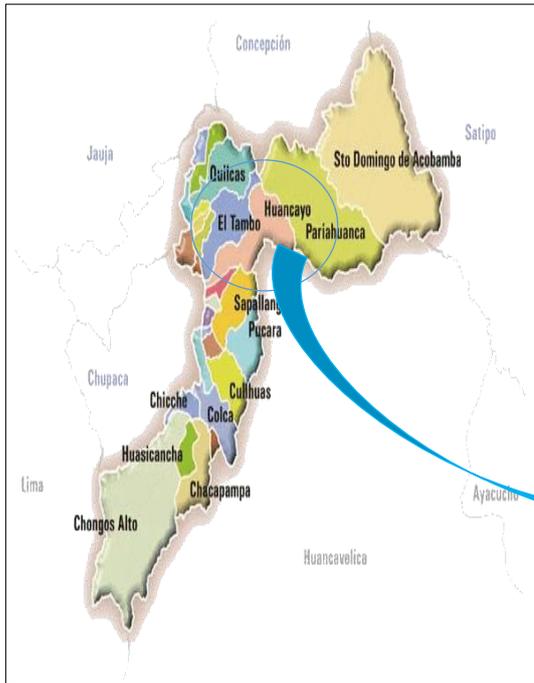


Figura 6. Mapa de la Provincia de Huancayo.
Fuente: Meza (2017, p. 1).



Figura 7. Pasaje 30 de Mayo - Uñas.
Fuente: Google earth (2020).

1.4.2. Temporal

La presente investigación se desarrolló entre los meses de Junio a Setiembre del año 2020.

1.4.3. Económica

Los costos presentados en esta investigación fueron asumidos en su totalidad por el investigador.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Recursos

En la presente investigación no se pudo realizar un tramo de prueba, debido a que superaba el presupuesto planteado en la presente tesis, es por ello que todo los ensayos se realizaron a nivel de laboratorio.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de la ceniza de carbón mineral en la estabilización de los suelos cohesivos en subrasante.

1.6.2. Objetivos específicos

a) Determinar el efecto de la ceniza de carbón mineral sobre las propiedades físicas en la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante.

b) Analizar la influencia de la ceniza de carbón mineral sobre las propiedades mecánicas en la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Cañar (2017) en su trabajo de investigación “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón” planteó como **objetivo**: realizar la adición de ceniza de carbón con dos tipos de suelo para determinar los efectos que la ceniza de carbón presenta en ellos, de acuerdo a los ensayos realizados en laboratorio. La **metodología** fue de la siguiente manera: nivel exploratorio, descriptivo, explicativo y de tipo experimental. Realizó trabajos de campo que consistió en la toma de la muestra de suelo patrón, teniendo dichas muestras pasó a ejecutar los ensayos de laboratorio con respecto al suelo sin adición de ceniza de carbón, entre esos ensayos esta: la clasificación del tipo de suelo, proctor modificado y CBR; asimismo determinó tres dosificaciones de ceniza de carbón a utilizar los cuales fueron de 20 %, 23 % y 25 %; con la intención de añadirlos con la muestra de suelo recolectado, a los cuales también realizó ensayos de proctor modificado, capacidad de soporte. Posterior a ello efectuó una comparación entre el suelo patrón y el suelo con ceniza de

carbón con respecto a los ensayos realizados, obteniendo resultados favorables y desfavorables en cuanto a las características del suelo. Los **resultados** que obtuvo fueron, para el primer tipo de suelo SM, con respecto a la capacidad de soporte del suelo patrón y el suelo adicionado con ceniza de carbón en 20 %, 23 % y 25 %, este mejoró de manera representativa de acuerdo a la proporción adicionada de la ceniza, de igual manera en el contenido de humedad. Para el segundo tipo de suelo CH, de acuerdo a la misma dosificación en porcentaje de ceniza de carbón que el suelo SM, obtuvo un aumento en la capacidad de soporte y teniendo en ambos suelos el mayor valor en capacidad de soporte con el 25 % de ceniza de carbón. **Concluyó** que, al utilizar el material estabilizador a los suelos SM y CH, esta incrementa de manera significativa sus propiedades, en cuanto a la capacidad de soporte.

Hidalgo (2016) en su investigación “Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo-cemento, aplicado a suelos arcillosos de sub-rasante” planteó como **objetivo**: determinar la modificación de las propiedades del suelo fino con la adición de enzima orgánica y cemento. La **metodología** fue aplicada, experimental en laboratorio. Para esta investigación el autor realizó dos calicatas para obtener un muestreo del tipo de suelo, obtenida esta muestra procedió a realizar ensayos de laboratorio como: análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, proctor y CBR, todo estos ensayos lo realizó para el suelo en estado natural y con la adición de los estabilizadores. La dosificación utilizada por el investigador para el cemento fue de 5 % y 10 %, mientras que para la enzima orgánica fue de un litro por 30 m³. Los **resultados** que obtuvo fue que, de acuerdo al suelo natural y al suelo con la adición de cemento y enzimas, se dio una disminución del índice de plasticidad de acuerdo al suelo patrón en las dos muestras estudiadas y de la misma

manera de acuerdo al ensayo de proctor obtuvo una reducción en la densidad máxima seca con el cemento mientras que con la enzima organica se produjo un aumento, en el óptimo contenido de humedad va de manera ascendente en las adición en la primera muestra y en la segunda muestra disminuye con la enzima e incrementa con el cemento , además la capacidad de soporte del suelo obtuvo un valor alto y aceptable con la dosificación de la enzima en 9.2 % en la primera muestra y con la adición del cemento obtuvo un CBR maximo de 7.65 % en la segunda muestra. **Concluyó** que, las dos adiciones empleadas en la investigación sirven para mejorar los dos suelos ensayados debido a que incrementa considerablemente la capacidad de soporte de cada uno.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Cabrera y Paredes (2018) realizaron la tesis “Estabilización de suelos con ceniza de carbón con fines de pavimentación en el centro poblado de Cascajal Izquierdo provincia de Santa – Áncash - 2018”, plantearon como **objetivo**: realizar la combinación del suelo en el área en estudio con las cenizas de carbón mineral, emplearon la **metodología** siguiente: tipo correlacional. Comenzaron esta investigación con la toma de muestras del suelo en estudio mediante cuatro calicatas representativas, al final seleccionaron una sola calicata con la finalidad de que pudieran hacer los ensayos de laboratorio correspondientes a la clasificación del tipo de suelo (AASHTO Y SUCS), proctor modificado y CBR, todo los ensayos con referencia al suelo en estado natural; así también determinaron la composición de la ceniza de carbón mineral obtenida de ladrilleras de la localidad mediante el ensayo de difracción de rayos X, posterior a ello realizaron la adición de la ceniza de carbón mineral en 4 %, 8 % y 10 % a las muestras de suelo en estado natural realizando ensayos de límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, proctor modificado y CBR. El **resultado** que obtuvieron fue que, el suelo correspondió a

un tipo arcilloso con capacidad de soporte (CBR) de 8.5 % considerado como subrasante regular de acuerdo al MTC; posterior a ello con la adición del 4 % del material estabilizador no lograron mejorar la subrasante con respecto al CBR del suelo en estado natural debido a que el valor eran semejantes en ambos casos, por otro lado con la adición del 8 % y 10 % de ceniza de carbón mineral se notó que estos porcentajes si mejoran el CBR, clasificando así como una subrasante buena. En **conclusión**, determinaron que al adicionar las cenizas de carbón en los porcentajes establecidos al suelo en estado natural estos se estabilizaron, debido a que se mejoraron las propiedades del suelo.

Bueno y Torre (2019), realizaron la tesis “Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar, Independencia, Huaraz - 2018”, para lo cual consideraron como **objetivo**: realizar la estabilización del suelo en estudio agregando la ceniza de carbón. La **metodología** que emplearon fue: método científico, nivel aplicado, diseño no experimental, enfoque cuantitativo. La investigación comenzó con la obtención de las muestras de suelo mediante 3 calicatas, para que pudieran hacer los ensayos físicos y mecánicos, posterior a ello determinaron la composición de la ceniza de carbón utilizada esto para conocer los componentes químicos que tenía la ceniza de carbón; asimismo agregaron ceniza de carbón en 3 %, 5 % y 10 % a las muestras de suelo, para así realizar ensayos de límites de consistencia, proctor modificado y CBR con la muestra de suelo adicionada con ceniza de carbón. El **resultado** que obtuvieron fue que, la adición de ceniza de carbón con el suelo incrementa de manera representativa el valor de la capacidad de soporte en referencia al suelo en estado natural de acuerdo a los porcentajes de ceniza de carbón. En **conclusión**, determinaron que el porcentaje de ceniza de carbón que estabiliza mejor al suelo fue de 5 % por lograr resultados adecuados que permiten el incremento de la capacidad portante del suelo.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Suelos Cohesivos

Los suelos se pueden diferenciar por sus características y una de ellas es la cohesión, está dividiendo en suelos cohesivos y suelos sin cohesión. Los suelos cohesivos tienen una adherencia entre sus partículas como es el caso de las arcillas (Crespo, 2004, p. 26).

En base a los diferentes tipos de suelo, los suelos en mención tienen una peculiar singularidad que corresponde a la dimensión de sus componentes por ser menor a 0.075 mm, por ello se da que entre las partículas existe un enlace considerable (Bañon y Beviá, 2000, p. 3).

Una de las características de estos suelos se refiere a la disminución del transcurrir del agua sobre el mismo, debido a los pocos espacios que se tiene en su estructura. Como también se da la compresión de estos suelos a consecuencia de un aumento en su humedad; esta característica es considerada en la compresión de los suelos (Bañon y Beviá, 2000, p. 4).

a) Estructura de un suelo cohesivo

Según Hernández (2016, Mayo 19), la distribución de un suelo cohesivo se da por las partículas de este, que producen una fuerza de atracción entre ellas, debido a la dimensión de sus partículas, estas fuerzas actúan en cada partícula y esas partículas se dan en forma cilíndricas, laminas todo ello de acuerdo a sus dimensiones.

b) Propiedades de los suelos cohesivos

De acuerdo a Hernández (2016, Mayo 19), los suelos cohesivos tienen las siguientes propiedades: resistencia, esto debido a la atracción existente en sus partículas; porosidad debido a un mayor contenido de poros; cohesión esta se ve de manera muy notoria en

estos suelos; comprensibilidad de manera muy alta; reacción a la compresión se da en tiempos muy extensos; permeabilidad debidamente impermeables.

Entre todas las propiedades se considera a la cohesión como principal en referencia a la parte mecánica, esta a su vez se denomina como la unión de las partículas bajo condiciones de agua con el suelo, para lo cual dicho suelo no deberá estar saturado (Bañon y Beviá, 2000, p. 3).

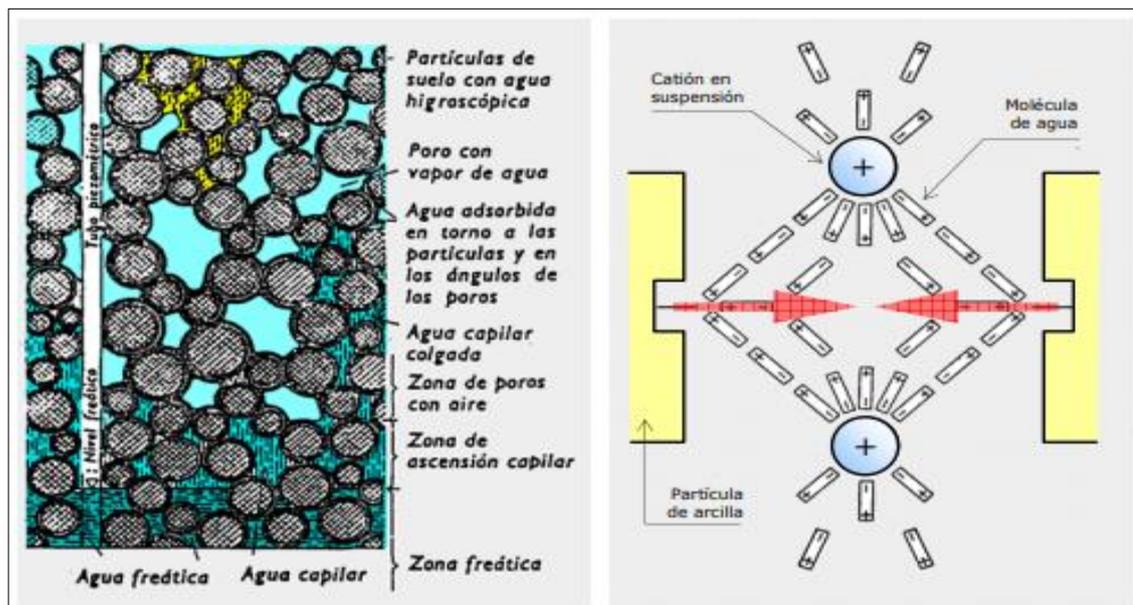


Figura 8. Origen de la cohesión en suelos arcillosos.
Fuente: Bañon y Beviá (2000, p. 4).

c) Composición

Los suelos cohesivos están compuestos por arcillas - limos respectivamente, dado que contienen partículas finas. El tener una considerable cantidad de partículas finas en las gravas o arenas pueden producir una cohesión (Hernández, 2016, Mayo 19).

d) Subdivisión de suelos cohesivos

- LIMOS: Son característicos por tener de 0.08 y 0.005 mm en el tamaño de sus partículas (Bañon y Beviá, 2000, p. 3).

- **ARCILLAS:** Se considera que tienen partículas demasiado pequeñas que son a razón de la alteración de las rocas (Bañon y Beviá, 2000, p. 4).

e) Diferencia entre arcilla y limo

Tabla 2. Diferencias entre arcilla y limo.

Limos (entre 0,005 y 0,08 mm.)	Arcillas (<0,005 mm.)
No suelen tener propiedades coloidales	Suelen tener propiedades coloidales
A partir de 0,005 mm. Y a medida que aumenta el tamaño de las partículas, se va haciendo cada vez mayor la proporción de minerales no arcillosos	Consiste en su mayor parte en minerales arcillosos
Partículas forma redondeada	Partículas forma laminar
Tacto áspero	Tacto suave
Mayor permeabilidad	Menor permeabilidad
Predominan las características de masa	Predominan las características de superficie
Se secan con relativa rapidez y no se pegan en los dedos	Se secan lentamente y se pegan a los dedos
Los terrones secos tienen una cohesión apreciable, pero se pueden reducir a polvo con los dedos	Los terrones secos se pueden partir, pero no reducir a polvo con los dedos
Pueden ser colapsables	No pueden ser colapsables
No son expansivas	Pueden ser expansivas

Fuente: Jimenez y Justo (1975, p. 1).

f) Uso para la construcción

Si estos suelos sirven como soporte para una pavimentación, ello genera un deterioro a corto plazo de la estructura esto debido al peso que se ejerce en el mismo (Hernández, 2016, Mayo 19).

2.2.2. Características físicas de los suelos

a) Granulometría

El análisis de la granulometría se da mediante el tamizado del suelo por diferentes aberturas, que estas a su vez van disminuyendo a una escala determinada, obteniendo así ciertas cantidades en cada malla (Braja, 1999, p. 2).

La granulometría corresponde a la dimensión de los componentes de una muestra de suelo para su estudio desde el contenido de cada tamiz pasante, todo ello con la finalidad de poder establecer la distribución granulométrica de dicho suelo para su categorización correspondiente, ello debido a las características normadas con respecto al uso del suelo (Sánchez, 2013, párr. 1).

El conocer la distribución de las partículas de los suelos nos permitirá conocer que tanta implicancia tiene ello en la compactación del mismo, para ello se realiza un procedimiento que consiste en hacer pasar la muestra de suelo por un juego de tamices de diferentes aberturas, posterior a ello se realiza el cálculo medido en porcentaje de peso de cada malla y como resultado se obtendrá la distribución de las partículas de manera gráfica (Crespo, 2004, p. 45-46).

La representación de las partículas del suelo posterior al tamizado correspondiente se da en referencia a dos puntos: en el eje “x” se colocan las dimensiones de los tamices correspondientes, mientras que en el eje “y” se colocan el peso retenido en cada tamiz pero expresado en porcentaje todo ello con la finalidad de lograr percibir como está compuesto el suelo en su gradación de partículas (Juárez y Rico, 1973, p. 60).

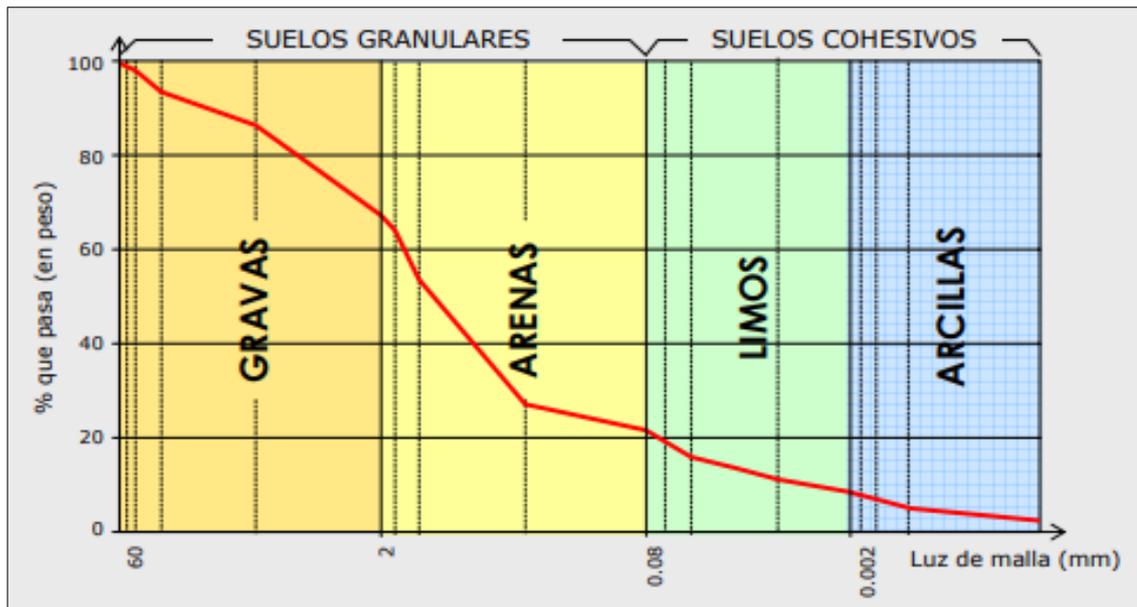


Figura 9. Curva granulométrica de un suelo.
Fuente: Bañón y Beviá (2000, p. 6).

El ensayo del análisis granulométrico se basa en la norma American Society of Testing Materials (ASTM D 422), Norma Técnica Peruana (NTP 339.128) y el Manual de Ensayos de materiales MTC E 107. De acuerdo al Manual de ensayo de material - MTC (2016, p. 44), nos describe la siguiente serie de tamices:

Tabla 3. Tamices de acuerdo a la Norma ASTM D 422

Tamices	Abertura (mm)
3"	75.000
2"	50.800
1 1/2"	38.100
1"	25.400
3/4"	19.000
3/8"	9.500
N° 4	4.760
N° 10	2.000
N° 20	0.840
N° 40	0.425
N° 60	0.260
N° 140	0.106
N° 200	0.075

Fuente: Manual de ensayo de materiales - MTC (2016, p. 44).

Además, se tiene según el Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección suelos y pavimentos - MTC (2014, p. 30), la granulometría se da

mediante el tamizado del suelo, con la finalidad de poder determinar su clasificación de acuerdo a la distribución de sus partículas, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 4. Clasificación de suelos según tamaño de partículas.

Tipo de material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm - 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm - 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Material fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección suelos y pavimentos - MTC (2014, p. 31).

b) Contenido de humedad

Se da por la relación que se tiene del suelo en estado natural en referencia a la cantidad de agua que posea, este mencionado en forma porcentual (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016, p. 49).

El contenido de humedad que tienen los suelos de manera natural es una peculiaridad que se debe tener en cuenta, debido a su influencia que tiene en la capacidad de soporte del suelo, esto en específicamente en los suelos finos (Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 33).

Se da por la proporción de la cantidad de agua expresada en peso que tiene el suelo de manera natural y la muestra de suelo pesada una vez introducida para su secado en el horno, este resultado se establece en porcentaje (Caballero, 2013, p. 1).

El ensayo de contenido de humedad se basa en la norma ASTM D 2216, NTP 339.127 y el Manual de Ensayos de materiales MTC E 108.

c) Plasticidad

Es el límite de deformación al que llegan los suelos sin deshacerse, y por intermedio de esta propiedad se puede conocer como se comporta el suelo (Crespo, 2004, p. 69).

La plasticidad va depender de sus partículas finas para poder llegar a contener cierto grado humedad y que esta permanezca estable (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 31).

De acuerdo a esta propiedad antiguamente se podía categorizar los suelos de manera descriptiva, pasado ello se definió como una característica utilizada en la ingeniería y por ende ser de carácter científico, basado en su composición fina de la muestra de suelo, en base a ello y a diferentes investigaciones a posterior se da otro contexto a la plasticidad en referencia al esfuerzo del material y a la deformación del mismo (Juárez y Rico, 1973, p. 83).

Para determinar la plasticidad se requiere de los límites de consistencia que son:

c.1) Límite líquido

Es un ensayo normalizado de principio a fin, con la finalidad de que la realización de este ensayo bajo cualquier persona proporcione un mismo resultado, por ende se da lo que hoy en día se conoce como la Copa de Casagrande (Juárez y Rico, 1973, p. 90).

Es el porcentaje de humedad del suelo en donde esté pasa de estar en el estado semilíquido a plástico (Crespo, 2004, p. 70).

El ensayo de límite líquido se basa en la norma ASTM D 4318, NTP 339.129 y el Manual de ensayos de materiales MTC E 110.

c.2) Límite plástico

El límite plástico planteado en primera instancia tuvo la colaboración de Terzaghi en la adecuación del tamaño del cilindro de la muestra de suelo, la cual definió que debería ser de un diámetro de 3 milímetros y de acuerdo a ello poder determinar con cuanto de adición de agua este llega a sufrir un agrietamiento (Juárez y Rico, 1973, p. 93).

Es el porcentaje de agua en relación al peso del suelo en donde este pasa de estar en un estado plástico a semisólido, este es perjudicado por presencia de materia orgánica debido a que esta aumenta su valor sin ser directamente proporcional al límite líquido (Crespo 2004, p. 76-77-78).

El ensayo de límite plástico se basa en la norma ASTM D 4318, NTP 339.129 y el Manual de ensayo de materiales MTC E 111.

c.3) Índice de plasticidad

Se da mediante la resta de los valores obtenidos en los ensayos de límite líquido del suelo y el límite plástico propiamente dicho. Este dependerá del contenido de arcilla que se encuentre en la muestra de suelo (Crespo, 2004, p. 78).

El cálculo del índice de plasticidad se basa en la norma ASTM D 4318, NTP 339.129 y el Manual de ensayo de materiales MTC E 111.

La clasificación de un suelo por medio del índice de plasticidad se dará conforme a lo siguiente:

Tabla 5. Clasificación de suelos según Índice de plasticidad.

Índice de plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	Suelos arcillosos
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección suelos y pavimentos - MTC (2014, p. 32).

d) Equivalente de arena

Es la cantidad de arcilla, polvo referido a una muestra de suelo y mediante ello poder tener un indicador con referencia a la plasticidad que contiene la muestra de suelo

(Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 32).

Tabla 6. Clasificación de suelos según Equivalente de Arena.

Equivalente de arena	Características
sí EA > 40	El suelo no es plástico, es arena
sí 40 > EA > 20	El suelo es poco plástico y no heladizo
sí EA < 20	El suelo es plástico y arcilloso

Fuente: Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección suelos y pavimentos - MTC (2014, p. 32).

e) Sistema de clasificación de suelos

La clasificación se da en referencia a cada una de sus propiedades, está dividida en dos tipos de clasificación la AASHTO que generalmente es para carreteras y la clasificación SUCS (Braja, 1999, p. 17), a continuación se menciona una correlación de las mismas:

Tabla 7. Correlación de tipos de suelos AASHTO – SUCS.

Clasificación de suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de suelos SUCS ASTM - D - 2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC (2014, p. 33).

e.1) Sistema de clasificación de suelos AASHTO

Fue dado en el principio para clasificar vías en donde se emplearía materiales granulares. Posterior a ello se clasifica suelos de acuerdo a las características, de los ensayos de granulometría y la consistencia del suelo, llevando a ello una clasificación que se divide en 8 grupos, de los cuales los tres primeros grupos corresponden a partículas gruesas, los siguientes 4 grupos corresponden a partículas finas y el último de los grupos representa el material orgánico del suelo (Braja, 1999, p. 17). Esta clasificación se está bajo la norma ASTM D 328, NTP 339.135, y se da de la siguiente manera:

Tabla 8. Clasificación de los suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282.

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35 % pasa por el tamiz 0.075 mm (N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:												
2 mm (N° 10)	Máx. 50											
0.425 mm (N° 40)	Máx. 30	Máx. 50	Mín. 51									
F: 0.075 mm (N° 200)	Máx. 15	Máx. 25	Máx. 10	Máx. 35	Máx. 35	Máx. 35	Máx. 35	Mín. 36	Mín. 36	Mín. 36	Mín. 36	Mín. 36
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N°40)												
Características de la fracción que pasa del tamiz (N°40)												
LL: Límite de líquido				Máx. 40	Mín. 41	Máx. 40	Mín. 41	Máx. 40	Mín. 41	Máx. 40	Mín. 41	Mín. 41
IP: Índice de plasticidad	Máx. 6	Máx. 6	NP	Máx. 10	Máx. 10	Mín. 11	Mín. 11	Máx. 10	Máx. 10	Mín. 11	Mín. 11(x)	Mín. 11(x)
Tipo de material	Piedra, gravas y arenas		Arenas finas	Grava y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como sub rasante	Excelente a bueno							Regular a insuficiente				
(a) Índice de plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30.												
(b) Índice de plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL- 30.												

Fuente: Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC (2014, p. 34).

e.2) Sistema de clasificación de suelos SUCS

Se establece apartir de varias mejoras desde su origen por diversos profesionales, es usado con mayor frecuencia en el área de geotecnia y para la identificación del tipo de suelo, se da mediante las siguientes simbologías (Braja, 1999, p. 19):

Tabla 9. Símbolos para identificación del tipo de suelo.

Símbolo	G	S	M	C	O	Pt
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos orgánicos y arcilla	Turba y suelos altamente orgánicos

Fuente: Braja (1999, p. 19).

Continuación de la Tabla 9.

Símbolo	H	L	W	P
Descripción	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduados	Mal graduados

Fuente: Braja (1999, p. 19).

También se tiene la grafica referente a la plasticidad para identificar los tipos de suelo de acuerdo a sus definiciones (Braja, 1999, p. 19), como se muestra en la siguiente figura:

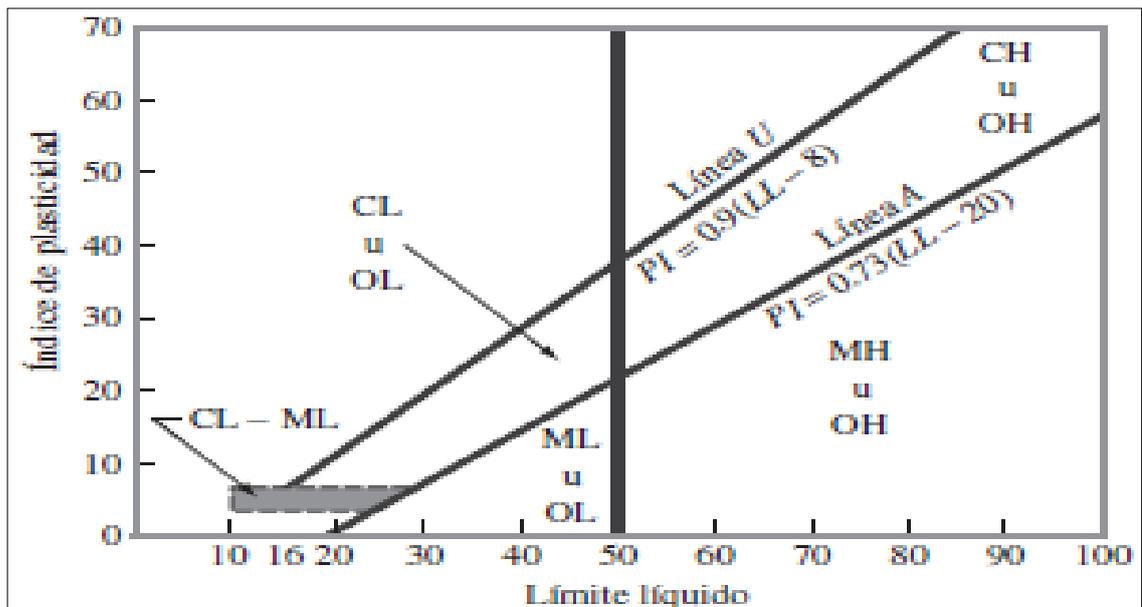


Figura 10. Carta de plasticidad.

Fuente: Braja (2014, p. 84).

La clasificación de suelos mediante SUCS se da de la siguiente manera:

Tabla 10. Clasificación de suelos según SUCS.

Suelos finos						Suelos gruesos							
Suelos que pasa la malla N° 200 es > 50%						Suelos que pasa la malla N° 200 es < al 50%							
baja plasticidad			alta plasticidad			arenas				gravas			
Límite Líquido < 50%			Límite Líquido > 50%			La porción de fracción gruesa que pasa la malla N° 4 es mayor				La porción de fracción gruesa que pasa la malla N°4 es menor			
OL	ML	CL	OH	MH	CH	De acuerdo al porcentaje que pasa la malla N° 200 se tiene:							
						% que pasa la malla N° 200				Probable tipo de suelo			
						Menor o igual al 5%				GW, SW, GP o SP			
						entre 5% y 12%				Hay que usar simbología doble			
						mayor del 12%				GM, GC, SM, SC			
						SC	SM	SP	SW	GC	GM	GP	GW
						Sobre la línea "A"	Bajo la línea "A"	No cumple anteriores	Cu > 6 y 1 < Cc < 3	Sobre la línea "A"	Bajo la línea "A"	No cumple anteriores	Cu > 6 y 1 < Cc < 3

Fuente: Braja (2014, p. 86).

2.2.3. Características mecánicas de los suelos

Compactación de suelos

La compactación de los suelos se da para maximizar sus propiedades en cuanto a la dureza de estos y de esta manera tener una adecuada capacidad de soporte, esta compactación es la eliminación de las burbujas de aire que contiene el suelo, ello se logra con la aplicación de esfuerzos mecánicos y con la adición de agua como un lubricante que se encargue de adherir las partículas (Braja, 2014, p. 91).

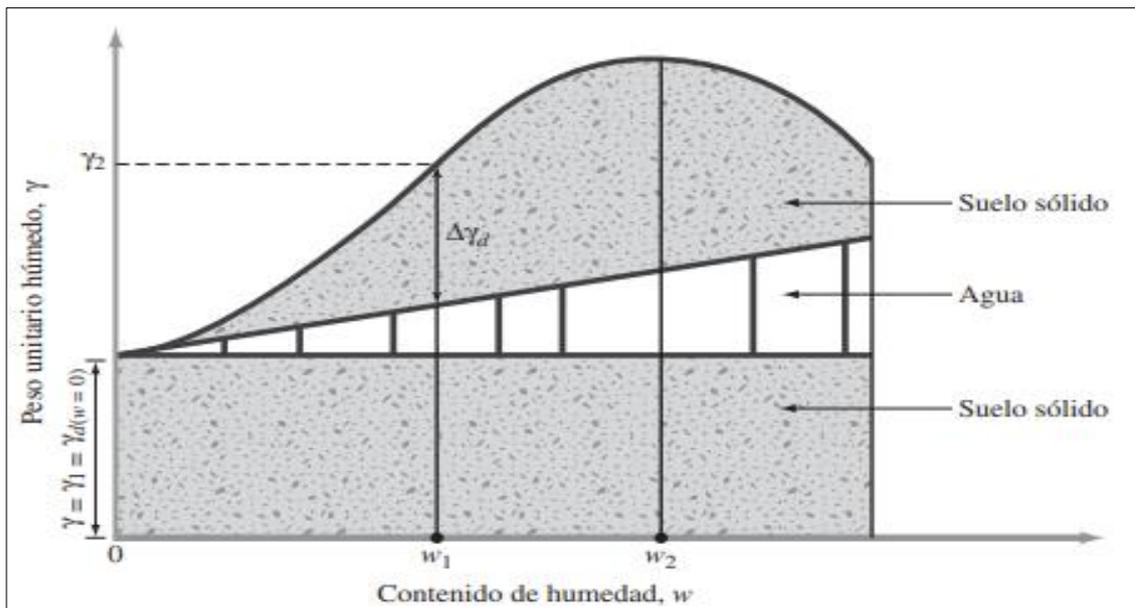


Figura 11. Principios de compactación.
Fuente: Braja (2014, p. 92).

Con la utilización de maquinarias se da la importancia de la compactación a consecuencia de poder incrementar en los suelos su resistencia y de esta manera reducir su compresión, ante ello Proctor, de acuerdo a las exploraciones referidas a la compactación menciona que al adicionar una compactación sobre un suelo este tiende a variar en referencia a la adición de agua respecto al volumen en peso del suelo (Crespo, 2004, p. 99).

La compactación es el aumento que tiene el suelo con respecto al peso seco del mismo, con la finalidad de poder aumentar su capacidad de soporte y reducir las deformaciones a partir de bajar su porcentaje de vacíos (Juárez y Rico, 1973, p. 421).

Una de las características importantes en la compactación es la compacidad, debido a su proporcionalidad en cuanto a la capacidad del suelo, a la deformación del mismo, todo ello con la finalidad de impedir asentamientos a nivel de subrasante (Bañon y Beviá, 2000, p. 12).

a) Proctor modificado

Es una modificación que se dio al ensayo estándar con el cual se trabajaba, para hacer una mejor representación en cuanto a la compactación que se realiza en el campo mediante equipos mecánicos (Braja, 2014, p. 98).

El estudio se realiza en laboratorios con el fin de obtener el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016, p. 105).

El ensayo de proctor modificado se basa en la norma ASTM D 1557 y el Manual de ensayo de materiales MTC E 115.

La humedad representa una característica fundamental al ejercer una fuerza externa al suelo para así compactarlo y de esta manera evitar la aplicación de una fuerza mayor a que cuando está el suelo seco, reduciendo el fricción entre partículas, de todo ello se concluye que se debe tener una humedad que no sea demasiada ni muy poco (Bañon y Beviá, 2000, p. 12-13).

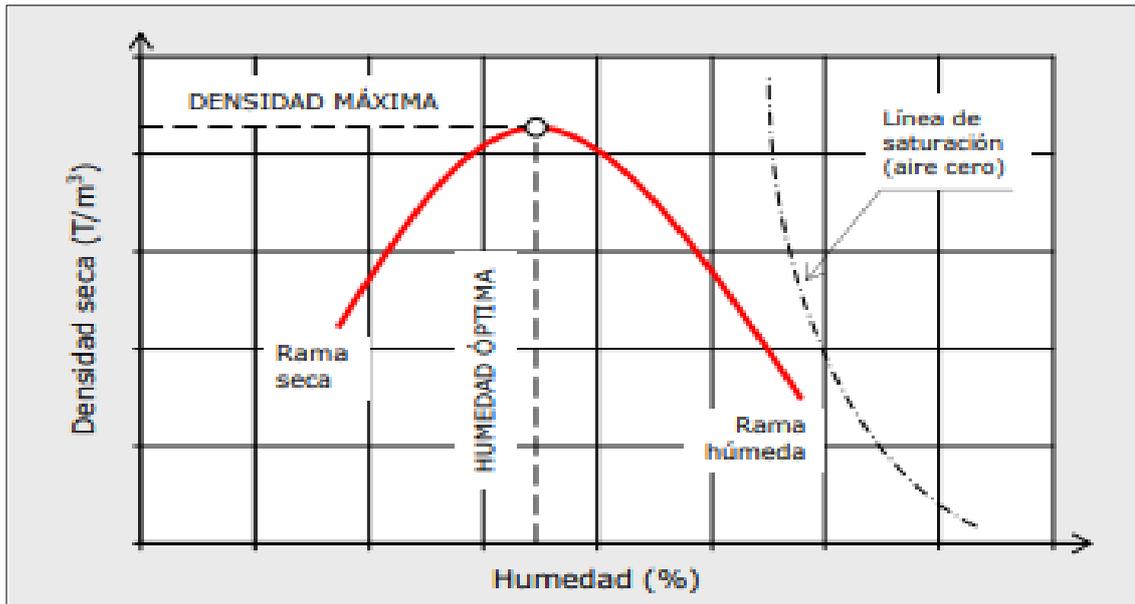


Figura 12. Curva humedad – densidad seca.
Fuente: Bañón y Beviá (2000, p. 13).

b) California Bearing Ratio (CBR)

Es la capacidad que tiene el suelo referido al peso máximo seco al 95 %, para tener una clasificación en referencia al resultado obtenido del CBR en el laboratorio (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 35).

El ensayo de CBR se basa en la norma ASTM D 1883 y el Manual de ensayo de materiales MTC E 132.

Se desarrolla para poder calificar a los suelos utilizados como subrasante, como también para las demás capas de la estructura de pavimento, esto bajo la condición de que tengan una porción de muestra pasante por la malla de 2 pulgadas y el material pasante se acumule en la malla de $\frac{3}{4}$ " a partir de ello se procura que dicha muestra no supere el 20 %, el CBR es aplicado a nivel de laboratorio como insitu (Huancoillo, 2017, p. 44).

Tabla 11. Valor de la relación de soporte.

Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MN/m2	kgf/cm2	lb/plg2
2.54	0.1	6.90	70.31	1,000
5.08	0.2	10.35	105.46	1,500

Fuente: Manual de ensayo de materiales - MTC (2016, p. 255).

2.2.4. Subrasante

Es la superficie que se da al término del corte del suelo natural donde se asentará la estructura del pavimento, esta contempla propiedades adecuadas y parámetros que definan su capacidad de soporte debido a los esfuerzos sometidos por la estructura del pavimento y las cargas móviles a la cual se ve afectada (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC,2014, p. 20-21).

La subrasante de una vía es aquella que resistirá en conjunto a la conformación del pavimento y ello se encuentra a una distancia en donde no se encuentre interferida con la carga de los vehículos, la conformación de la misma se puede dar a nivel de excavación o terraplén de acuerdo al diseño del pavimento (Grüber y Brito, 2011, p. 3).

Se refiere al terreno de soporte luego de realizar la explanación, las medidas de acuerdo a los planos y el cumplimiento a las especificaciones necesarias, mientras la subrasante sea categorizada como excelente se podrán reducir la dimensión del pavimento y ello no implicara en funcionalidad y vida útil del pavimento (Guamán, 2016, p. 12).

a) Requerimiento de la subrasante

Para suelos que se encuentren a una profundidad inferior a la subrasante de 60 centímetros se considerara dicho material como adecuado y por ende calificarlo como un suelo estable debido a que su capacidad (CBR) será mayor al 6 %. Si dicho material a la profundidad mencionada tiene un CBR menor al 6 % se procederá a la estabilización de la misma debido a que no cumple con las características establecidas por el MTC (Manual

de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 21).

b) Propiedades de la subrasante

Las propiedades de la subrasante según Gonzales (2018, p. 32) son:

- Propiedades físicas: Estas propiedades básicamente están en el entorno del material desde su tipo hasta las peculiaridades que presenta y se determinan de acuerdo a su clasificación AASHTO – SUCS, análisis granulométrico, humedad, etc. (Gonzales, 2018, p. 32)
- Propiedades Ingenieriles: Estas propiedades con la finalidad de ver las características y poder determinar un valor para su utilización en las vías, para ello se cuenta con lo siguiente: módulo de resiliente y poissón, capacidad de soporte. (Gonzales, 2018, p. 32)

c) Características de la subrasante

Para conocer las propiedades mecánicas y físicas a nivel de subrasante se realizan excavaciones de forma cuadrada, estas se ubicaran en la superficie donde ira pavimento y tendrán como profundidad mínima 1.50 metros (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 26).

De acuerdo al Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección suelos y pavimentos - MTC (2014, p. 35), se debe tener en cuenta lo mencionado a continuación:

- Si se obtiene del suelo en estudio con respecto al CBR, valores que se encuentre a partir de 6 o mayores resultados, se tendrá en consideración que para determinar el CBR con el cual se diseñará la subrasante se procederá a realizar el promedio de

dichos resultados (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 35).

- Si se obtiene del suelo en estudio con respecto al CBR, valores que se encuentren menores a 6, se tendrá que aplicar para determinar el CBR con el que se diseñara los siguientes criterios: se tomará el promedio de dichos resultados si estos se asemejan, si dichos resultados son diferentes se tomará el valor del resultado más bajo o por otro lado se determinara tramos que cuenten con la semejanza de sus resultados con respecto al CBR, cabe resaltar que dichos tramos no deberán ser menores a un metro (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 35)..

Teniendo el ensayo de CBR, se procederá a la clasificación de la calidad de la subrasante de acuerdo a lo siguiente:

Tabla 12. Categorías de subrasante.

Categorías de subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección suelos y pavimentos - MTC (2014, p. 35).

2.2.5. Estabilización de suelos

Es la adición de aditivos al suelo natural con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas y físicas esto generalmente aplicado a los suelos a nivel de subrasante considerado de acuerdo a su capacidad portante como subrasante pobre. Y cuando se requiere tener una mejor calidad a nivel de subbase o base granular, esta es referida como

subbase o base granular tratada (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 92).

a) Criterios para establecer la estabilización de suelos

Según el Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección suelos y pavimentos - MTC (2014, p. 92-93), menciona lo siguiente:

- Debido a la baja capacidad de soporte de la subrasante, CBR menores que 6 %.
- Por la presencia de arcilla en la parte superior de la subrasante.
- Cuando se encuentre ojos de agua en la subrasante
- Debido a los lugares donde se tenga un clima de heladas.

b) Propiedades que se mejoran con la estabilización

Según Cubas y Falen (2016, p. 53-54), mencionan lo siguiente:

- Estabilidad en el volumen de los suelos debido a la expansión del mismo a consecuencia de una variación en su humedad (Cubas y Falen, 2016, p. 53-54).
- Tener una resistencia en cuanto a la adherencia del suelo de manera mecánica (Cubas y Falen, 2016, p. 54).
- Tener una permeabilidad adecuada para que se pueda transcurrir el agua respectivamente como también el aire (Cubas y Falen, 2016, p. 54).
- Tener una mayor compresión a consecuencia de la disminución de los espacios entre partículas (Cubas y Falen, 2016, p. 54).

c) Tipos de estabilización de suelos

c.1) Estabilización mecánica

Se da mediante la reducción de vacíos, evitando modificar sus características natural con las que cuenta el suelo (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 98).

De acuerdo a Braja (2014, p. 266) menciona los siguientes métodos:

- Vibroflotación: Se da mediante la utilización de un equipo vibratorio que permitirá que se produzca una vibración de manera horizontal (Braja, 2014, p. 270).
- Compactación dinámica: Se produce mediante la caída de una carga reiteradas veces, esto ayudara al reacomodo de sus partículas (Braja, 2014, p. 274).
- Blasting: Se produce mediante la aplicación de explosiones a una determinada profundidad de los suelos (Braja, 2014, p. 274).
- Pre-compresión: Utilizado con la finalidad de disminuir el asentamiento que se genera después de una construcción (Braja, 2014, p. 275).
- Drenes de arena: Este método utilizado para apresurar en la solidez en las capas asentamiento (Braja, 2014, p. 279).

c.2) Estabilización física

Se refiere al agregado de material de distribución granulométrica pareja al suelo natural (Cuchillo, 2015, párr. 9).

De acuerdo a Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección suelos y pavimentos - MTC (2014, p. 98) menciona los siguientes métodos:

- Por combinación de suelos: Este método se emplea mediante la adición de un material externo a la del suelo en estudio a una altura de 15 centímetros (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 98).
- Por sustitución de suelos: Este método se planteará de acuerdo a dos condicionantes: ante el retiro del material de subrasante en 15 centímetros y el otro que dicho material del suelo sea sustituido en su totalidad (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 92).

c.3) Estabilización química

Es la adición de químicos para el mejoramiento del suelo en estado natural, esto para hacer que el suelo sea trabajable (Braja, 2014, p. 266).

De acuerdo al Manual de carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección suelos y pavimentos - MTC (2014, p. 101–109) menciona los siguientes métodos:

- Cal: Es la combinación del suelo en estado natural con la adición cal propiamente dicha, en este caso por la combustión de insumos calizos e incorporación de agua (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 101).
- Cemento: Se refiere a la combinación del suelo en su estado natural con la añadidura del cemento y en algunos casos adiciones extras, como también la adición de agua, todo ello tendrá un grado de consolidación y e hidratación correspondiente (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 102).

- Escoria: La utilización de este derivado de producto en el uso de la estabilización de los suelos se da con la finalidad de poder disminuir el uso de las canteras. Si fuera necesario se podrá añadir a esta mezcla de suelo con escoria, cal ello debido a no tener un contenido de material fino en dicha combinación (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 103-104).
- Cloruro de sodio: La incorporación de este material se da en áreas de tránsito vial de poca concurrencia como medida de mitigación de partículas suspendidas, por otro lado, su uso es para controlar la pérdida de humedad requerida en la compactación de suelos (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 104).
- Cloruro de calcio: La combinación del suelo con el cloruro de calcio permitirá contribuir en el transcurso de la consolidación del suelo, del mismo modo ayuda a tener una mayor resistencia en comparación con la resistencia inicial del suelo (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 106).
- Cloruro de magnesio: Característico por hacer que el área de transitabilidad de una carretera tenga una mayor dureza, esto debido a la cohesión que brinda en el suelo, a la retención de la humedad en el proceso de compactación (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 106).
- Productos asfálticos: Se da para incrementar la resistencia del suelo y poder generar una estabilidad debido a que estos productos actúan en la granulometría, como

también hace que la humedad no produzca cambios en el suelo (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 107-108).

- Geosintéticos: Se produce debido a sus características en cuanto a la capacidad de soporte y el incremento en la ejecución de las vías, ante ello en la actualidad se tiene diferentes funciones para este material (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 109).

2.2.6. Ceniza de carbón mineral

El carbón en el proceso de combustión se divide en base a su residuo como: ceniza volante y fondo, todo ello va a depender del tipo de industria en la que se emplea. Con respecto su almacenamiento se da en depósitos debido a que no cuenta con un fin después de desecharlos (Umaña, 2002, p. 1).

De acuerdo a Giraldo y Blas (como se citó en Vásquez, 2018, p. 6) menciona que desde la antigüedad la presencia del carbón se llega a clasificar de dos maneras debido a su contenido de carbón de la siguiente manera: las que contienen mayor porcentaje de carbón que se materializan en diamante o carboncillo y el otro que se da en forma amorfa.

El carbón mineral está constituido por una zona orgánica que en ella se encuentra: Carbono, hidrogeno, oxigeno, nitrógeno, azufre, etc. En referencia a la zona inorgánica los sus componentes se presentan mezclados entre si, en esta zona no se encuentran ningún elemento de la parte orgánica, pero si los demás elementos (Iriondo, Blanca, Blas, 2018, p. 11-14).

Con respecto a las características del carbón se tiene en consideración lo siguiente: la observación instantánea: que se refiere a la humedad, el residuo, material inflamable y a

la cantidad de carbón; la determinación fundamental: esto para determinar su composición; la determinación de macerales: para poder ver sus componentes que a simple vista no se visualizan y por último el calor que transmite (Iriondo et al., 2018, p. 16–28).

Según Petermann & Saeed (como se citó en Cubas y Falen, 2016, p. 43) menciona que la residuo producido por el carbón mineral se divide en tres grupos la de fondo que son ubicadas en el interior de calderas con dimensiones que superan el 0.075 mm, la ceniza volante que son adheridas en las chimeneas de las calderas con dimensiones menores a 0.075 mm y la combinación de las mismas.

a) Tipos de cenizas de carbón mineral

Ceniza de fondo: Es el restante de la combustión del carbón mineral que se encuentra apartado de la interacción con el aire, este se encuentra en la parte inferior de los hornos y contiene propiedades que no son inflamables (González, 2014, p. 29).

Ceniza volante: Estas cenizas se caracterizan por no ser inflamables y tener una contextura ligera, estas se encuentran en contacto con el aire a consecuencia de que son arrojados por las chimeneas producto de su uso en los hornos (González, 2014, p. 30).

Según lo mencionado por M.C. ALOSO (como se citó en Gonzales, 2018, p. 47-48), considera lo siguiente:

- Son de uso en diferentes campos, ello debido a sus reacciones químicas.
- Se genera una mayor capacidad de trabajo del insumo.
- Reduce el daño frente a la permanencia de la resistencia con la mezcla del suelo.

- La existencia de agua se da a comienzos en mayor cantidad y por ende se considera mayor cantidad de espacios vacíos.
- Su resistencia a comparación de otros materiales en sus comienzos será poca.

Según la ASTM - C 618 (como se citó en Umaña, 2002, p. 3), las cenizas volantes se clasifican en:

Clase F: Se da a consecuencia del calcinamiento del carbón y son cenizas que tienen características de puzolana.

Clase C: A consecuencia del calcinamiento de carbón, este residuo tiene características cementantes y de puzolana.

Tabla 13. Clasificación de la ceniza volante.

	Clase F	Clase C
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	70% Mín.	50% Mín.
MgO	5% Máx.	5% Máx.
SO ₃	5% Máx.	5% Máx.
Humedad	3% Máx.	3% Máx.
Pérdidas a la incineración	6% Máx.	6% Máx.

Fuente: Umaña (2002, p. 3).

b) Propiedades de la ceniza de carbón mineral

La ceniza se va diferenciar de acuerdo al calor que se haya transmitido y debido a la concentración de carbón que contiene, entre los más conocidos tenemos: la antracita que tiene más carbono y es un buen conductor de calor, el bituminoso este presenta menores cantidades de carbón y por ende tiene un menor estado de calor, el lignito se caracteriza por poseer los valores menores de entre todos los mencionados (Vásquez, 2018, p. 6) y entre la composición de la ceniza de carbón mineral se presenta de acuerdo a la Tabla 14.

Tabla 14. Composición química de la ceniza de carbón mineral.

Composición	Símbolo	% Aproximado De Participación
Humedad	h	0.7
Materia orgánica	mo	0.8
Elementos livianos	hidrógeno - sodio	58.00
Silicio	Si	23.00
Aluminio	Al	12.00
Hierro	Fe	2.10
Potasio	K	1.00
Titanio	Ti	1.00
Calcio	Ca	1.00
Azufre	Si	0.50
Fósforo	P	0.30
Zinc	Zn	0.02
Manganeso	Mn	0.02
Estroncio	Sr	0.02
Cobre	Cu	0.01

Fuente: Cabrera y Paredes (2018, p. 164).

b.1) Propiedades físicas.

Estas cenizas contienen una distribución de partículas de manera uniforme que son de forma redonda y cristalina, debido a su capacidad en que este baja su temperatura final cpmp tambien debido al grado de calor al cual fue llevado el carbón (Chávez y Guerra, 2015, p. 6).

Color: esta característica se da por la situación al generar calor con poca presencia de aire sobre el carbón, estas cenizas tienden hacer color pardo oscuro (Chávez y Guerra, 2015, p. 6).

Finura: Según Termwiki (como se citó en Cubas y Falen,2016, p. 45), menciona que la finura de la ceniza de carbón son las dimensiones que tienen sus partículas esto evaluado desde una superficie general.

De acuerdo a Chávez y Guerra (2015, p. 7) esta característica se puede evaluar desde dos puntos de vista:

- De manera directa: Para ello la muestra de ceniza debe contener un porcentaje de 20 sobre la malla N° 200
- De manera indirecta: Para ello se cuenta con diferentes metodologías de análisis como una de ellas es el procedimiento de Blaine.

Ventajas y desventajas del almacenamiento al aire libre de la ceniza de carbón mineral

De acuerdo a Iriando et al. (2018, p. 43) menciona lo siguiente:

Entre las ventajas tenemos lo siguiente: mayor capacidad de almacenamiento, reducción de costos en cuanto al pago por depósitos cerrados.

Entre las desventajas tenemos lo siguiente: disminución del material por efectos naturales, contaminación del insumo por agentes externos.

2.3. Definición de términos

Carbón mineral. – Se da a raíz de la acumulación de la putrefacción de las partes de las plantas de manera fangosa y no se encuentran en grandes espesores, tiene un uso de generador de calor (Velasco, 2016, p. 2).

Carbón vegetal. – Es el resultado de la quema de la madera sometida durante un periodo a un calor considerable en donde no influye el oxígeno (Díaz et al., 2010, p. 95).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La ceniza de carbón mineral influye mejorando la estabilización de los suelos cohesivos en subrasante.

2.4.2. Hipótesis específicas

a) La ceniza carbón mineral afecta a las propiedades físicas reduciendo el índice de plasticidad en la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante.

b) La ceniza carbón mineral influye en las propiedades mecánicas incrementando la capacidad de soporte en la estabilización de suelos cohesivos en la subrasante.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable independiente (X): Ceniza de carbón mineral. – La ceniza de carbón mineral se da a partir del proceso de combustión de su materia prima que es el carbón mineral produciendo un residuo que se divide en dos grupos como son: ceniza volante cuya granulometría es la pasante al tamiz N° 200 y la ceniza de fondo cuya granulometría es la retenida al tamiz N° 200. Con respecto su almacenamiento se da en depósitos debido a que no cuenta con una utilización (Umaña, 2002, p. 1)

Variable dependiente (Y): Estabilización de suelos cohesivos. – Es la adición de aditivos al suelo natural con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas y físicas mecánicas esto generalmente aplicado a los suelos a nivel de subrasante considerado de acuerdo a su capacidad portante como subrasante pobre. Y cuando se requiere tener una mejor calidad a nivel de subbase o base granular, esta es referida como subbase o base

granular tratada (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 92).

2.5.2. Definición operacional de la variable

Variable independiente (X): Ceniza de carbón mineral. – Se realizó de acuerdo al siguiente procedimiento: el cual fue de tamizar la ceniza por el tamiz N° 40 para obtener las siguiente dosificación de 3 %, 5 % y 7 % con respecto al peso de la muestra de suelo.

Variable dependiente (Y): Estabilización de suelos cohesivos. – Se midió en cuanto a las propiedades físicas: la granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, equivalente de arena; para las propiedades mecánicas: proctor modificado y capacidad de soporte del suelo.

Del analisis de las variables se tiene una relación entre la adición de ceniza de carbón mineral y las propiedades mecánicas del suelo a nivel de subrasante, en porcentajes de 5 % y 7 % respectivamente, es decir que con esos porcentajes se logra tener una subrasante categorizada como regular.

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 15. Operacionalización de las variables: ceniza de carbón mineral y estabilización de suelos cohesivos.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Variable independiente (X): Ceniza de carbón mineral	Cantidad de ceniza de carbón mineral	3 %, 5 % y 7 % de ceniza de carbón mineral	Porcentaje
Variable dependiente (Y): Estabilización de suelo cohesivos	Propiedades físicas	Análisis granulométrico	%
		Contenido de humedad	%
		Límite líquido	%
		Límite plástico	%
		Índice de plasticidad	%
		Equivalente de arena	%
	Propiedades mecánicas	Proctor modificado	g/cm ³ - %
	CBR	%	

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

En la investigación el método que se utilizó fue el método científico, que se define como el método utilizado para poder responder a un conjunto de cuestionarios respecto a problemas que se dan en la naturaleza y en la sociedad referidos a la investigación.

En tal sentido el método científico se aplicó en la presente investigación debido a que se siguió con la ejecución de procedimientos continuos desde el principio de la investigación hasta el terminó de la misma, determinando así que los procedimientos que se siguió se dieron de la siguiente manera: la observación, planteamiento de la problemática, formulación de objetivos e hipótesis, la experimentación y por último las conclusiones y recomendaciones, todo ello en referencia a la estabilización de suelos cohesivos con la adición de la ceniza de carbón mineral con respecto al peso del suelo.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada, debido a que se da una solución de manera inmediata, para cambiar la situación inicial del problema investigado utilizando los conocimientos existentes.

Ante lo mencionado, está investigación fue aplicada debido a que se busco resolver la problemática encontrada, en este caso las deficientes características del suelo a nivel de subrasante del Pasaje 30 de Mayo mediante la adición de ceniza de carbón mineral de 3 %, 5 % y 7 % respecto al peso seco de la muestra de suelo, aplicando los conocimientos existentes en cuanto a temas de estabilización de suelos, como tambien a investigaciones realizadas para determinar las propiedades y composición de la ceniza de carbón mineral y demas fuentes teoricas que contribuyeron a la presente investigación.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue explicativo, debido a que se busca analizar la cuasa y el resultado de una relación de variables. Ante lo expuesto la presente investigación utilizó el nivel explicativo, debió a que se busco determinar como la adición de la ceniza de carbón en sus respectivos porcentajes estabiliza al suelo en estudio en sus propiedades físicas y mecanicas, como tambien se hizo un análisis en cuanto a la variación de los resultados en referencia de una variable sobre la otra.

3.4. Diseño de investigación

Esta investigación fue cuasi experimental, que quiere decir, que existe una manipulación de variables para conocer las reacciones entre ellas y poder medir sus resultados, todo ello con una muestra ya determinada antes de la realización del experimento; en referencia a ello, la investigación se realizó con la manipulación del

porcentaje de adición de la ceniza de carbón mineral en este caso de 3 %, 5 % y 7 % respecto al peso seco de la muestra de suelo para ver los resultados en la estabilización de suelos cohesivos referente a sus propiedades físicas y mecánicas del suelo, teniendo para ello una muestra de suelo patrón y otra muestra de suelo con adición de ceniza de carbón mineral, se hizo también la comparación de los resultados iniciales del suelo y los resultados con la adición del material estabilizador.

En esta investigación se obtuvieron dos muestras de suelo, la primera que fue el suelo en estado natural, que dicho resultado se tomó como una muestra patrón y la segunda el suelo natural con la adición de la ceniza de carbón mineral en porcentajes distintos, esto se comparó con el suelo patrón después de haber realizado los ensayos en laboratorio.

Tabla 16. Diseño de la investigación.

Muestra	Condición experimental	Medición de evaluación
G1	X	O1
G2	(-)	O2

Fuente: Elaboración propia.

G1= Muestra de suelo en estado natural.

X= Adición de la ceniza de carbón mineral.

O1= Evaluación si la adición de la ceniza de carbón mineral estabiliza el suelo.

G2= Muestra de suelo en estado natural.

O2= Evaluación de las propiedades del suelo en estado natural.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población correspondió a los 560 kilos de suelo patrón y con adición de la ceniza de carbón mineral, obtenida de la calicata que se realizó entre el Pasaje 30 de mayo – Jirón Mariátegui del anexo de Uñas, provincia Huancayo y Región Junín.

3.5.2. Muestra

En la presente investigación no se utilizó la técnica de muestreo sino el censo, debido a que se consideró el total de la población, es decir los 560 kilos de suelo patrón y con adición de la ceniza de carbón mineral, obtenido de la calicata del Pasaje 30 de Mayo – Jirón Mariátegui.

Del lugar mencionado se obtuvo una muestra del tipo de suelo y se realizó los siguientes ensayos en el laboratorio:

Tabla 17. Ensayos a realizar de acuerdo a las muestras.

Ensayos	Suelo en estado natural	Adición de 3 % ceniza de carbón	Adición de 5 % ceniza de carbón	Adición de 7 % ceniza de carbón
Contenido de humedad	1	1	1	1
Análisis granulométrico	1	1	1	1
Límite líquido	1	1	1	1
Límite plástico	1	1	1	1
Índice de plasticidad	1	1	1	1
Equivalente de arena	1	1	1	1
Proctor modificado	1	1	1	1
California Bearing Ratio (CBR)	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior se puede observar que para esta investigación será necesario la obtención de los ensayos de laboratorio mencionados líneas arriba.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

a) Observación directa

Esta técnica fue utilizada para poder definir el lugar del desarrollo de la presente investigación, ante ello se optó por el Pasaje 30 de Mayo en donde se pudo visualizar de manera directa los problemas que acontecen a dicha calle como: ahuellamientos, depresiones, etc. Esto en referencia al tipo de suelo en estudio a partir de sus características en campo.

b) Análisis de documentos

Los documentos que se utilizó, fueron desde el principio de la investigación para poder dar un sustento a la misma, en cuanto al manejo de los conceptos existentes, entre ellos se tiene los siguientes:

- Revisión de bibliografía:

Esta revisión se utilizó para poder profundizar en cuanto al conocimiento adquirido como investigador, en este caso en referencia al problema de investigación y de esta manera poder tener el sustento ante dicho tema investigado.

c) Trabajo en campo

El trabajo de investigación se realizó de la siguiente manera:

- Se procedió la inspección mediante una visita al Pasaje 30 de Mayo del anexo de Uñas con la finalidad de poder visualizar el daño de sus calles, en este caso a partir de las calles pavimentadas y no pavimentadas, en consecuencia, se optó por nuestro tramo de investigación comprendido entre el Pasaje 30 de Mayo esto

debido a que dicha calle presento características de deterioro y debido a que es una ruta principal a la plaza, centro de salud e instituciones del anexo de Uñas.



Figura 13. Estado del Pasaje 30 de Mayo.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 14. Pasaje 30 de Mayo-Jirón Mariátegui.
Fuente: Elaboración propia.

- Obtenido el lugar de investigación se procedió a realizar las calicatas respectivas de medidas de 1 metro x 1 metro x 1.70 metros.
- La primera calicata C-01 se realizó entre el Pasaje 30 de Mayo – Jirón Mariátegui, posterior a ello se realizó el perfil estratigráfico.



Figura 15. Realización de la calicata C - 01.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. Calicata C-01 Pasaje 30 de Mayo.
Fuente: Elaboración propia.

- La segunda calicata C-02 se realizó entre el Pasaje 30 de Mayo – Pasaje los Pinos, posterior a ello se realizó el perfil estratigráfico.



Figura 17. Realización de la calicata C - 02.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. Calicata C-02 Pasaje 30 de Mayo.
Fuente: Elaboración propia.

- La tercera calicata C-03 se realizó entre el Pasaje 30 de Mayo – Avenida Palian, posterior a ello se realizó el perfil estratigráfico.



Figura 19. Realización de la calicata C - 03.
Fuente: Elaboración propia.

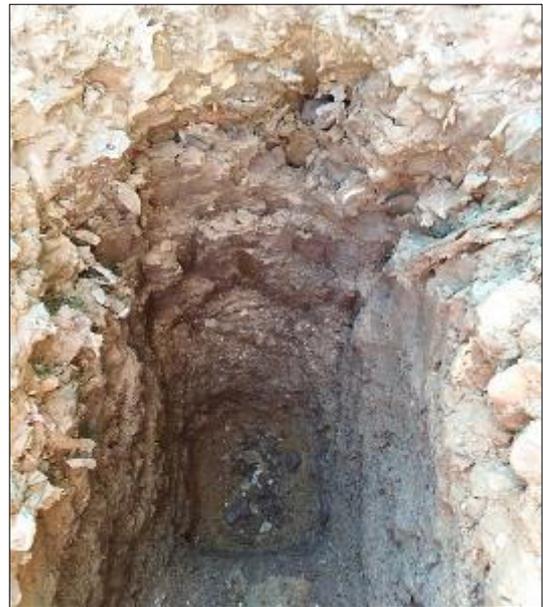


Figura 20. Calicata C-03 Pasaje 30 de Mayo.
Fuente: Elaboración propia.

- Posterior a la caracterización, descripción e identificación de los estrados de cada una de las calicatas realizadas, se decidió realizar los ensayos de laboratorio con la calicata C-01.



Figura 21. Medición de la calicata C - 01.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. Medida de cada estrato de calicata C-01.
Fuente: Elaboración propia.

- Una vez realizado el perfil estratigráfico de la calicata se procedió a la toma de muestras del suelo en estudio en una cantidad aproximada de 560 kilogramos.



Figura 23. Toma de muestra de la calicata C -01.
Fuente: Elaboración propia.



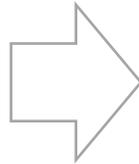
Figura 24. Muestras para llevar al laboratorio.
Fuente: Elaboración propia.

- Una vez realizado todo el trabajo de campo se procedió a llevar las muestras del suelo al laboratorio para la realización de los ensayos de mecánica de suelos correspondientes a la subrasante. Posterior a ello se realizó la recepción de las muestras por parte del laboratorio.
- Terminado los ensayos con respecto al suelo natural se pasó a la recolección de la ceniza de carbón mineral generada por las herrerías tal como muestra el siguiente proceso:

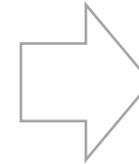
PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE LA CENIZA DE CARBÓN MINERAL



Depósito del carbón mineral para su utilización.



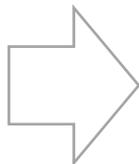
Colocación del carbón mineral en el horno de fundición.



Fundición de herramientas y demás derivados en la herrería, con el carbón mineral.



Eliminación del horno material sobrante del carbón mineral.



Separación de la escoria y ceniza de carbón mineral.



Obtención de la ceniza de carbón mineral.

- Se recolectó de ceniza de carbón mineral aproximadamente 21 kilogramos de las herrerías de la ciudad de Huancayo en específico de las calles de Jirón Ricardo Palma y de la calle Real – Jirón Leoncio Prado.



Figura 25. Recolección ceniza de carbón mineral.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 26. Depósito de la ceniza de carbón mineral.
Fuente: Elaboración propia.

- Posterior a ello se procedió a llevar la ceniza de carbón mineral al laboratorio y se realizó la recepción adecuada.

d) Pruebas estandarizadas:

Estas pruebas sirvieron para poder medir las propiedades del suelo en estado natural del mismo modo con la adición de ceniza de carbón en 3 % , 5 % y 7 % , mediante la realización de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos que se encuentran estandarizados según las normas, siguiendo así un conjunto de procedimientos que nos llevará hasta la obtención de los resultados, dichos ensayos están de acuerdo a la Norma Técnica Peruana y Manual de ensayos de materiales del MTC como se detalla a continuación:

- **NTP 339.128: Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico.**

- **Alcance:**

La siguiente norma nos proporciona una técnica en cuanto se refiere a la distribución de las partículas de un suelo a partir de su análisis por los diferentes tamices a utilizar.

- **Equipos y/o accesorios:**

- 01 Balanza de 0,01 gramo de sensibilidad.
- 01 Balanza de 0,1 % de sensibilidad.
- 01 Juego de Tamices de 3", 2", 1 ½", 1", ¾", 3/8", N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 140 y N° 200.
- 01 Horno para tener la temperatura de $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$.

- **Procedimiento:**

El procedimiento consistió en preparar una muestra del suelo aproximadamente 1000 gramos, para dicha preparación primero se realizó el secado de la muestra, seguido del cuarteo para la obtención de la cantidad de muestra que solicita a norma, posterior a ello se pesó una tara y en ella se incorporó el material seleccionado para poder pesarlo conjuntamente, seguidamente se pasó a lavar el material por el tamiz N° 200 este lavado se realizó de manera constante hasta tener una visualización del agua de manera clara, luego de haber realizado todo ello, se pasó a colocar la muestra en el horno para que se pueda secar hasta el día siguiente, continuando con el ensayo se pesó la muestra retirada del horno y seguido se procedió con el tamizado a una escala granulométrica correspondiente haciendo movimientos circulares y de manera constante, después de todo

ello se procedió a pesar el material retenido en cada tamiz y finalmente se calculó los porcentajes retenidos y porcentajes que pasan correspondiente a cada tamiz.



Figura 27. Lavado del material para granulometría.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 28. Tamizado del material.
Fuente: Elaboración propia.

- **NTP 339.127: Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.**

- **Alcance:**

La siguiente norma nos brinda una técnica en cuanto se refiere a la determinación del porcentaje de humedad de la muestra de suelo.

- **Equipos y/o accesorios:**

- 01 balanza de contenido menor de 200 gramos de 0,01 gramo de sensibilidad.
- 01 balanza de contenido mayor de 200 gramos de 0,1 gramo de sensibilidad.
- 02 taras.

- 01 horno para tener la temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

- **Procedimiento:**

El ensayo consistió en la preparación de la muestra, en la cual se realizó el cuarteo de la muestra de suelo, seguido de ello se procedió a pesar las taras sin muestra, posterior a ello se obtuvo las muestras del suelo aproximadamente 50 gramos para ser colocado en cada uno de los recipientes, se continuó con llevar al horno la muestra por un tiempo aproximadamente de 16 horas, paso el tiempo necesario en el horno se dejó enfriar el recipiente con la muestra a temperatura ambiente ello se hizo para obtener el peso de los recipientes más la muestra de suelo seco, todo ello sirvió para determinar el porcentaje de la humedad del suelo correspondiente.



Figura 29. Preparación de la muestra.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 30. Colocación de la muestra en el horno.
Fuente: Elaboración propia.

- **NTP 339.129: Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.**

- **Alcance:**

La siguiente norma nos brinda un procedimiento en cuanto se refiere a la obtención de resultados de los límites de consistencia de un suelo (líquido y plástico) y la determinación del Índice de plasticidad.

Límite líquido (L.L):

- **Equipos y/o accesorios:**

- 01 Aparato de límite líquido o Casagrande.
- 01 Recipiente de material de porcelana.
- 01 Ranurador de metal de acuerdo a características establecidas en esta norma.
- 01 Calibrador adherido o no al ranurador.
- 03 Taras con sus respectivas tapas.
- 01 Balanza con 0,01 gramos de sensibilidad.
- 01 Horno para tener la temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- 01 Tamiz N° 40.

- **Procedimiento:**

El ensayo se realizó de la siguiente manera: se procedió a realizar la toma de muestra obtenida del material pasante en el tamiz N° 40 aproximadamente de 160 gramos dicha muestra en estado seco, después de haber obtenido la muestra se continuó con la adición de agua destilada sobre la muestra de suelo y de esta manera mezclarlo hasta poder tener la muestra homogenizada, haciendo todo ello para que la muestra estuviera en un punto

de cierre de aproximadamente 25 a 35 golpes en la ranura que se realizaría posteriormente, terminado ello se pasó a colocar la muestra en la desecadora para que repose por un tiempo aproximado de 16 horas, seguidamente pasado el tiempo mencionado se procedió a mezclar nuevamente la muestra, posterior a ello se tomó 20 gramos de dicha muestra para el ensayo de límite plástico, con la muestra que quedo se procedió a colocarlo en el dispositivo de Casagrande evitando llenar toda la copa, luego mediante un acanalador se realizó una abertura por la parte central de la copa y se procedió a realizar una serie de golpes que deben estar en el rango de 1.9 a 2.1 de velocidad hasta que se observe que dicha ranura logro cerrarse en la parte más profunda, los golpes efectuados estarán entre los rangos de 25 a 35 golpes, de 20 a 30 golpes y de 15 a 25 golpes y de acuerdo a ello se obtuvo una pequeña porción en la parte donde se observó el cierre de la muestra ello se colocó en un recipiente ya pesado y se continuó con el pesado de la muestra más el recipiente en la balanza, de esa manera se obtuvieron las 3 muestras las cuales se pasaron al horno mínimo de 12 horas, posterior a ello se pasó a pesar las muestras una vez secas, para poder hacer el procesamiento de los datos.



Figura 31. Mezclado de la muestra.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 32. Muestra en la copa Casagrande.
Fuente: Elaboración propia.

Límite plástico (L.P):

- **Equipos y/o accesorios:**

- 01 Recipiente de material de porcelana.
- 02 Taras con sus respectivas tapas.
- 01 Balanza con 0,01 gramos de sensibilidad.
- 01 Horno para tener la temperatura de $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$.
- 01 Espátula de acuerdo a las características establecidas en esta norma.
- 01 Vidrio de 30 centímetros x 30 centímetros con un espesor de 3/8".

- **Procedimiento:**

Este ensayo se efectuó con una muestra de suelo separada del ensayo de límite líquido aproximadamente de 20 gramos del material pasante por el tamiz N° 40, posterior a ello se mezcló la muestra para homogenizar el material y se tomó una cantidad de 1.5 a 2.0 gramos para poder enrollar dicha muestra con las palmas de las manos sobre una superficie de vidrio hasta lograr que se tenga un diámetro de 3.2 milímetros y la muestra presente fisuras, este procedimiento se realizó hasta que la muestra enrollada presento fisura, seguido de ello se tomó dicha muestra para ser colocado en taras con tapa, todo ello se realizó para dos muestras, previamente a la toma de muestra se procedió a pesar el recipiente solo y con la muestra para luego ser llevar las muestras al horno para ser pesadas posterior al secado del mismo material.



Figura 33. Preparación de la muestra.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 34. Rollos para el límite plástico.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Estimados de precisión.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación estándar	Rango aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple:		
Límite líquido	0,8	2,4
Límite plástico	0,9	2,6
Precisión Multilaboratorio		
Límite líquido	3,5	9,9
Límite plástico	3,7	10,6

Fuente: Instituto Nacional de Calidad - INACAL (2019, p. 25).

Índice de plasticidad (I.P):

- Procedimiento:

El cálculo del índice de plasticidad se realizó a partir de la obtención de los datos del límite líquido y límite plástico, luego se realizó una resta propiamente de los mismos y este resultado tanto como el de los límites líquido y plástico deben ser enteros.

- **NTP 339.146: Suelos. Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.**

- **Alcance:**

La siguiente norma nos proporciona un método en cuanto se refiere al ensayo de equivalente de arena ello con la finalidad de poder visualizar las cantidades existentes en los suelos con partículas finas y granulares entre ellos: arcilla, polvo, estos dos son considerados de presencia no es deseada.

- **Equipos y/o accesorios:**

- 03 Cilindros debidamente graduados.
- 01 Tara cilíndrica de medición.
- 01 Horno para tener la temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- 01 Tamiz de malla N° 4.
- 01 Embudo.
- 01 Botella para el contenido de la solución preparada.
- 01 Bandeja para mezclar.
- 01 Cronómetro.

- **Procedimiento:**

El procedimiento consistió en preparar una muestra del suelo de aproximadamente 1.5 kilos, dicha muestra tiene que pasar por la malla N° 4, este tamizado se realizó hasta lograr tener que el 1 % de la muestra no pase por la malla utilizada por un tiempo de un minuto, posterior a ello se procedió a la preparación del ensayo de acuerdo al método A: para ello se realizó el cuarteo a la muestra de suelo se tomó aleatoriamente dos porciones del cuarteo para la realización del ensayo, se pasó a colocar la muestra en la lata de medición

hasta que se encuentre en su totalidad ocupada seguido se le aplicó hasta cuatro golpes por la parte inferior, continuando con el ensayo se procedió a preparación de los equipos que consta en colocar en los tres recipientes cilíndricos la solución de stock ya preparada aproximadamente en 102 milímetros, posterior a ello se incorporó las muestras del suelo ya medidas con la ayuda de un embudo y seguido se dio cuatro ligeros golpes en la parte inferior del recipiente cilíndrico para humedecer en su totalidad la muestra, se colocó tapones respectivos a cada cilindro y se dejó reposar por un tiempo aproximado de 10 minutos, pasado el tiempo mencionado se comenzó agitar los cilindros de manera manual por un tiempo de 30 segundos respectivamente seguido de ello se retiró los tapones de los cilindros y se pasó hacer la irrigación de los mismos con la solución de stock y se hizo que la irrigación sea hasta la parte inferior del cilindro mediante giros, ello se realizó hasta que el contenido llegue aproximadamente a 380 milímetros, terminado ello se dejó reposar por un tiempo aproximado de 20 minutos, pasado el tiempo mencionado se procedió a medir la lectura de la arcilla y seguido se colocó el dispositivo de pesado de pie en los cilindros, bajando cuidadosamente hasta que este sobre la arena.



Figura 35. Mezclado de la muestra.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 36. Medición de arena y arcilla.
Fuente: Elaboración propia.

- **NTP 339.134: Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).**

- **Alcance:**

La siguiente norma nos hace mención en cuanto se refiere al suelo y su clasificación con la finalidad de su uso en la ingeniería, todo esto a partir de los ensayos del análisis de la granulometría y los límites de Atterberg (líquido y plástico) e índice de plasticidad.

- **Equipos y/o accesorios:**

- Aparatos utilizados en el ensayo granulométrico.
- Aparatos utilizados en el los límites de Atterberg (Límite líquido, plástico).

- **Procedimiento:**

En esta clasificación se tiene en consideración la realización del ensayo de granulometría, límites de Atterberg (líquido, plástico) e índice de plasticidad, obtenido los resultados de los ensayos mencionados se procedió hacer una clasificación preliminar de acuerdo a la muestra de suelo en referencia al tamiz N° 200, si la muestra de suelo pasa en un 50 % o superior a ello el suelo tiene partículas finas y si la muestra de suelos se retiene en 50 % o superior a ello el suelo tiene partículas gruesas, con mención a lo anterior esta clasificación se basa en 3 principales grupos de suelo entre ellos: de partículas gruesas, de partículas finas y de suelos extremadamente orgánicos, a partir de ello se toman 15 subgrupos del suelo.

- **NTP 339.135: Suelos. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.**

- **Alcance:**

La presente norma nos hace mención a la manera de como el suelo está clasificado, todo esto a partir de los ensayos de granulometría y los límites de Atterberg (líquido y plástico) e índice de plasticidad, este tipo de clasificación corresponde netamente al usado en obras de transportes.

- **Equipos y/o accesorios:**

- Aparatos utilizados en el ensayo granulométrico.
- Aparatos utilizados en el los límites de Atterberg (Límite líquido, plástico).

- **Procedimiento:**

En esta clasificación se tiene en consideración la realización del ensayo de granulometría, límites de Atterberg (líquido, plástico) e índice de plasticidad, obtenido los resultados de los ensayos mencionados se procedió hacer una clasificación ello de acuerdo a los 8 grupos correspondientes y si es el caso a los 8 subgrupos, todo ello referido en cuanto al análisis granulométrico en un porcentaje pasante y retenido al tamiz N° 200 en 35 %, posterior a todo ello se procedió al cálculo del índice de grupo.

- **MTC E 115: Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (proctor modificado).**

- **Alcance:**

El siguiente manual nos proporciona una técnica en cuanto se refiere al proctor modificado a nivel de laboratorio, con la finalidad de poder obtener resultados

correspondientes entre el porcentaje óptimo de contenido de humedad y la máxima densidad seca del suelo.

- **Equipos y/o accesorios:**

- 01 Molde de diámetro de 4 pulgadas con las características establecidas en este manual.
- 01 Martillo con las características establecidas en este manual.
- 01 Extractor de especímenes de muestras.
- 01 Balanza de sensibilidad de 1 gramo.
- 01 Horno para tener la temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- 01 Regla metálica.
- 01 Juego de tamices: 3/4 de pulgada, 3/8 de pulgada y N° 4.
- Instrumentos para mezclar.

- **Procedimiento:**

El procedimiento consistió en preparar una muestra de suelo en aproximadamente 16 kilogramos, la cual fue secada y pesada para posterior a ello pasar por el juego de tamices de 3/4 de pulgada, 3/8 de pulgada y N° 4, en donde se visualizó que el porcentaje retenido en el tamiz N° 4 estaba en el rango estipulado para el uso del método “A”, seguido de ello se dividió en recipientes con tapa dicha muestra en 4 partes de aproximadamente de 2300 gramos para ser curado con la incorporación de agua por un día, se continuó con la preparación del molde a utilizar para lo cual se hizo la limpieza del mismo, se pesó, se acoplo sus partes y se revisó el ajuste de los mismos, seguido de ello se pasó a incorporar la primera muestra en el molde y se continuó con el apisonado del mismo en 25 golpes, ello se llevó a cabo en 5 capas respectivamente en esta última se visualizó que la muestra

se extendió en no mayor a 6 milímetros en el collarín del molde, se pasó a enrasar dicha expansión con un regla metálica para que la muestra quede de manera uniforme en la base del molde, se retiró el espécimen de la estructura del molde para ser pesado, posterior a ello se efectuó la toma de muestra representativa de aproximadamente 500 gramos de cada espécimen ensayado en este caso de las 4 muestras, seguido de ello se pasó a pesar las taras y las muestras con la tara, luego se llevó al horno con la finalidad de poder calcular el contenido de humedad.



Figura 37. Compactación de la muestra.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 38. Peso de la muestra compactada.
Fuente: Elaboración propia.

- **MTC E 132: CBR de suelos (laboratorio).**

- **Alcance:**

El siguiente manual nos brinda un proceso en cuanto se refiere al valor del CBR a nivel de laboratorio, con la finalidad de poder conocer la capacidad que tiene el suelo en este caso a nivel de subrasante.

- **Equipos y/o accesorios:**

- 01 Equipo de penetración.
- 01 Molde de diámetro de 6 pulgadas con las características establecidas en este manual.
- 01 Disco de metal que servirá como separador con las características establecidas en este manual.
- 01 Martillo con las características iguales al utilizado en el proctor modificado y establecidas con respecto a este manual.
- 01 Dispositivo que mida la expansión con las características establecidas en este manual.
- De 01 – 02 Sobrepesos de metal con las características establecidas en este manual.
- 01 Pistón metálico de penetración.
- 02 Diales con las características establecidas en este manual.
- Estufa para tener la temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- 01 Contenedor para la colocación de moldes.
- 01 Balanza de contenido de 20000 gramos, de 1 gramo de sensibilidad.
- 01 Balanza de 1000 gramos, de 0,1 gramo de sensibilidad.
- 01 Juego de tamices: 2 pulgadas, $\frac{3}{4}$ " de pulgada y N° 4.
- Instrumentos realizar la manipulación de las muestras.

- **Procedimiento:**

El procedimiento consistió en preparar la muestra del suelo aproximadamente 15 Kilogramos, dicha muestra fue secada, pesada y posterior a ello se pasó la muestra por el

tamiz de 3/4" eliminando el material retenido, realizado el proceso mencionado se obtuvo una muestra pasante al tamiz de 3/4" y retenido en el tamiz N° 4, seguido de ello se prepara la muestra aproximadamente 5 Kilogramos por molde con la adición de agua obtenido en el ensayo de proctor modificado se preparó los tres moldes a utilizar verificando el peso y volumen de los mismos, continuando con el ensayo se acoplo todos los equipos para los moldes a ensayar, seguido se obtuvo una muestra entre 100 y 500 gramos antes de la compactación de la misma y al término, se mezcla las dos muestras retiradas y se determina la humedad del suelo, posterior a ello se procedió a la incorporación de la muestra preparada en cinco capas con diferentes energías de compactación como 10, 25 y 56 golpes respectivamente, terminado la compactación de la muestra en los moldes se pasó a retirar el collar del molde y a enrasar la muestra compactada hasta el nivel del molde evitando que se pueda visualizar huecos en la muestra, posterior a ello se remueve todos los accesorios del molde y se vuelve armar el molde pero de manera invertida para poder pesar el molde más el suelo compactado, terminado ello se pasó a colocar sobre la base la placa metálica perforada con un vástago regulable y los anillos correspondientes para cumplir con la presión equivalente a las capas que irán sobre el suelo ensayado evitando que dicha sobrecarga sea inferior a 4.54 kilogramos, terminado ello se colocó los tres moldes ensayados dentro de un estanque sin agua, se monta el dial con sus accesorios respectivos para ello la punta del dial debe estar en contacto con el vástago instalado, terminado ello se procede a incorporar agua al estanque y se da la primera lectura del dial estos moldes deberán estar saturados por 96 horas, durante todo el tiempo de saturación el nivel de agua deberá estar de manera constante, llegado al último día de saturación se procede a retirar el dial con sus accesorios y se retira el molde para dejar drenando durante 15 minutos, después del tiempo en mención se procedió a retirar la

sobrecarga los discos de papel filtro y la placa perforada para realizar el peso del molde más el suelo compactado y saturado. Terminado todo el procedimiento mencionado, se procedió a llevar el molde con la muestra a la máquina de ensayo para realizar la penetración correspondiente, se aplicó una carga no menor a 4.54 kilogramos y se realizó el ajuste de los diales de carga y penetración, se tomaron los datos de las lecturas de acuerdo a la Tabla 19.

Tabla 19. Lecturas de penetración.

Milímetros	Pulgadas
0.63	0.025
1.27	0.050
1.90	0.075
2.54	0.100
3.17	0.125
3.81	0.150
5.08	0.200
7.62	0.300
10.16	0.400
12.70	0.500

Fuente: Manual de ensayo de materiales - MTC (2016, p. 254).



Figura 39. Saturación de la muestra.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 40. CBR-Penetración.
Fuente: Elaboración propia.

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron en esta investigación se establecieron de acuerdo a los contemplados en la Norma Técnica Peruana y el Manual de ensayo de materiales del MTC, debido a que se encuentran normalizados para los ensayos de mecánica de suelos tales como: granulometría, Límites de Consistencia (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad), contenido de humedad, equivalente de arena, Clasificación SUCS y AASHTO, proctor modificado y CBR.

3.7. Procesamiento de la información

El procesamiento de la información en la etapa de campo y en laboratorio fue mediante las especificaciones de cada ensayo de laboratorio, mencionados en las normas vigentes como la Norma Técnica Peruna y el manual de ensayo de materiales del MTC, todo ello fue presentado mediante tablas y graficos correspondientes, para un mayor entendimiento e interpretación de los resultados en los programas Microsoft Excel y SPSS.

3.8. Técnicas y análisis de datos

En la presente investigación las técnicas y el análisis de los datos tuvieron un enfoque cuantitativo, para ello se utilizó el analisis estadístico, para que de esta manera se pueda establecer la correlación correspondiente a las variables en estudio, de acuerdo a los indicadores planteados en la operacionalización de las variables, ante ello se elaboraron tablas y figuras respectivamente en función a los resultados obtenidos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Incidencia del carbón mineral sobre las propiedades físicas de suelos cohesivos en subrasante.

En las siguientes tablas, gráficas y figuras se muestran los resultados obtenidos de los ensayos de análisis granulométrico, contenido de humedad, límites de Atterberg y equivalente de arena del suelo patrón y con la adición del 3 %, 5 % y 7 % de ceniza de carbón mineral (CCM).

4.1.1. Análisis granulométrico

Tabla 20. Variación del análisis granulométrico por tamizado con la adición de CCM.

Análisis granulométrico por tamizado					
Tamiz	Abertura (mm)	Suelo patrón	3% CCM	5% CCM	7% CCM
		% que pasa	% que pasa	% que pasa	% que pasa
3"	75.000	100.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.000	100.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	37.500	100.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.000	100.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.000	100.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.500	100.00	98.37	100.00	100.00

Continuación de la Tabla 20.

N° 4	4.750	99.60	97.89	99.57	99.71
N° 10	2.000	99.02	97.16	99.05	99.18
N° 20	0.850	98.22	96.29	98.36	98.39
N° 40	0.425	97.25	94.69	95.40	95.23
N° 60	0.250	96.10	92.66	93.21	92.76
N° 140	0.106	93.69	88.99	89.80	89.04
N° 200	0.075	92.52	87.42	88.50	87.35

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 20, se muestra los resultados del análisis granulométrico del suelo patrón y con la adición de la CCM en 3,5 y 7 %, en donde podemos notar que predomina la presencia de material pasante al tamiz N° 200 en 92.52 %, 87.42 %, 88.50 % y 87.35 % respectivamente de esta manera considerado como fino, también se observa que se tiene poca presencia del material que se encuentra entre el tamiz N° 4 y N° 200 considerado como arena y por último se percibe que no se tiene mayor presencia del material considerado como grava que se encuentra entre los tamices de 3" y N° 4, todo ello se puede visualizar en la siguiente figura.

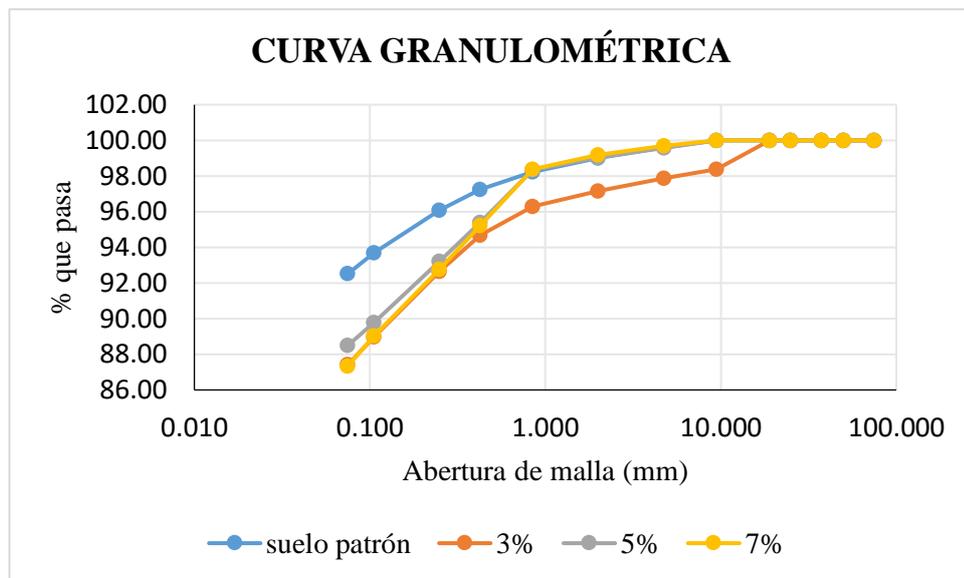


Figura 41. Variación de la curva granulométrica con la adición de la CCM.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 41, se puede observar que a partir de la granulometría del suelo patrón podemos decir que con la adición del 3 % de CCM se reduce la presencia del material fino y permanece constante al igual que con el 7 %, mientras que con el 5 % este valor tiende a subir pero sigue siendo inferior a la muestra inicial.

Tabla 21. Variación de la clasificación granulométrica con la adición de CCM.

Ítem	Calicata (C) - Muestra (M)	Clasificación		Grava (%)	Arena (%)	Fino (%)
		SUCS	AASHTO			
1	C1 - M1	CL	A-6 ⁽¹⁷⁾	0.4	7.08	92.52
2	C1 - M1 con 3 % de ceniza de carbón mineral	CL	A-7-5 ⁽¹⁸⁾	2.11	10.47	87.42
3	C1 - M1 con 5 % de ceniza de carbón mineral	CL	A-7-6 ⁽²⁰⁾	0.43	11.06	88.5
4	C1 - M1 con 7 % de ceniza de carbón mineral	CL	A-7-5 ⁽²²⁾	0.29	12.36	87.35

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 21, se muestra la clasificación granulométrica del suelo con la adición de los porcentajes de CCM, en donde podemos notar que la presencia de material fino disminuye con la adición manteniéndose por debajo del valor inicial, por otro lado se evidencia que el material considerado como arena tiende a subir de acuerdo a los porcentajes de adición, mientras que la grava incrementa con el 3 % de CCM y disminuye con el 7 %, esto se puede evidenciar con la Figura 42.

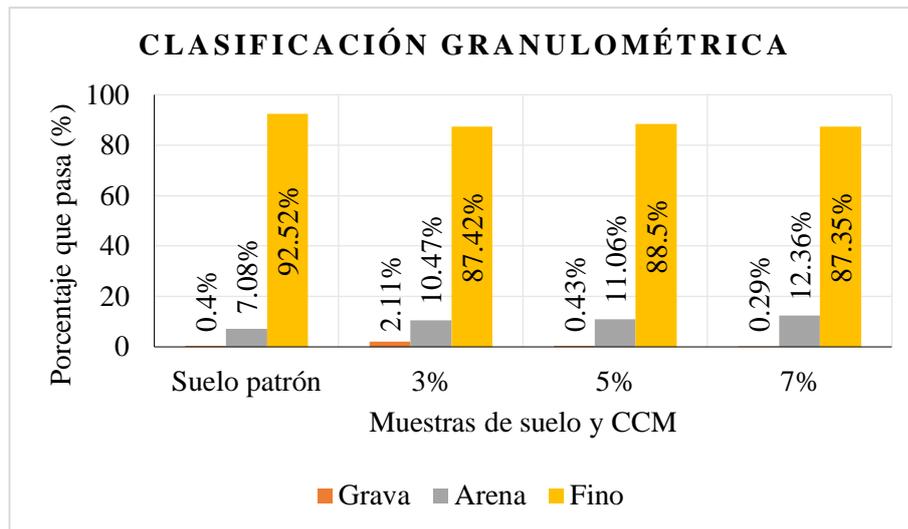


Figura 42. Variación de la clasificación granulométrica con la adición de CCM.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 42, se puede visualizar de manera más clara la predominancia de material fino desde el suelo patrón y con las adiciones de CCM, mientras que la arena presenta una tendencia a incrementar y la grava sigue teniendo poca presencia.

De acuerdo a la Tabla 21 y Figura 42 se observa que a medida se incrementa la CCM los valores iniciales del suelo se modifican de 0.4 % de grava, 7.08 % de arena y 92.52 % de finos hasta tener 0.29 %, 12.36 % y 87.35 % respectivamente con la adición de la CCM al 7 %, esto es debido a que se sustituye el suelo en los porcentajes de CCM, esta sustitución es reemplazada por la granulometría de la CCM.

4.1.2. Contenido de humedad

Tabla 22. Variación del contenido de humedad con la adición de la CCM.

Ítem	Calicata (C) - Muestra (M)	Clasificación		Contenido de humedad (%)
		SUCS	AASHTO	
1	C1 - M1 (suelo patrón)	CL	A-6 ⁽¹⁷⁾	30
2	C1 - M1 con 3 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 ⁽¹⁸⁾	32
3	C1 - M1 con 5 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-6 ⁽²⁰⁾	34
4	C1 - M1 con 7 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 ⁽²²⁾	34

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 22, se muestra los resultados del contenido de humedad del suelo patrón y con la adición de la CCM en los porcentajes de 3, 5 y 7, cabe resaltar que los valores obtenidos con la adición de CCM son de 2, 4 y 4 % respectivamente, esos valores se refieren al aumento de la humedad en el suelo patrón por parte de la CCM, en ese sentido se tiene los siguientes porcentajes de humedad del 32 %, 34 % y 34%, esto se esquematiza en la Figura 43.

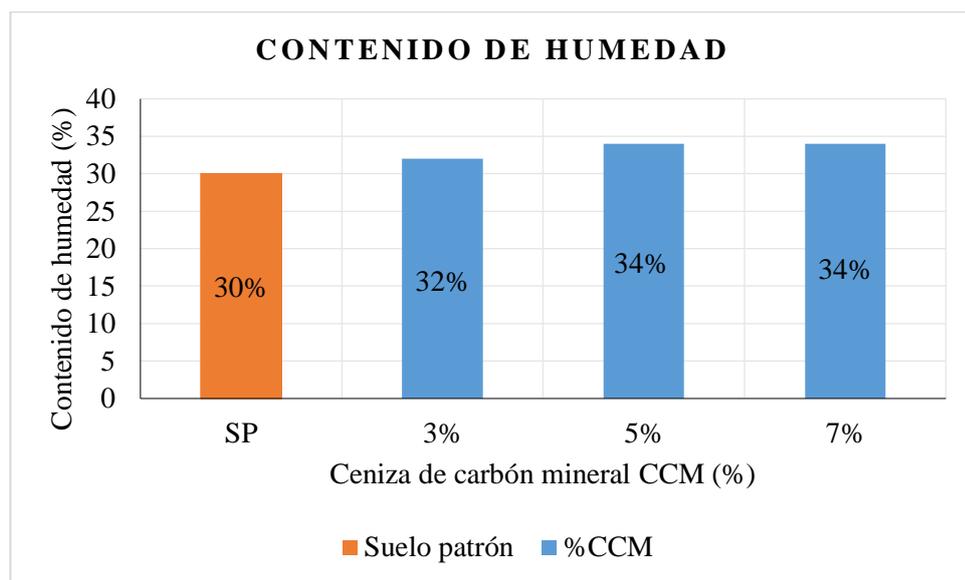


Figura 43. Variación del contenido de humedad con la adición de CCM.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, se puede observar que, de acuerdo a la explicación de aporte de humedad por parte de la CCM en 32, 34 y 34 % el contenido de humedad tiende aumentar su valor con respecto al suelo patrón llegando hasta un valor del 34 % que permanece constante entre las adiciones del 5 y 7 % de CCM.

De acuerdo a la Tabla 22 y Figura 43 se evidencia que el ensayo de contenido de humedad nos da los resultados de 2, 4 y 4 %; pero dichos valores se refieren al incremento de la humedad por parte de la CCM, teniendo así que el contenido de humedad del suelo

patrón tiende a subir según los porcentajes de CCM, por lo tanto este incremento en la humedad natural del suelo patrón no es dable, debido a que de acuerdo a Bañon y Beviá (2000, p.9) mientras el suelo tenga una cantidad considerable de humedad, esta hará que se pierda la cohesión entre las partículas.

4.1.3. Límite Líquido

Tabla 23. Variación del límite líquido con la adición de la CCM.

Ítem	Calicata (C) - Muestra (M)	Clasificación		Límite líquido (%)
		SUCS	AASHTO	
1	C1 - M1 (suelo patrón)	CL	A-6 ⁽¹⁷⁾	38
2	C1 - M1 con 3 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 ⁽¹⁸⁾	41
3	C1 - M1 con 5 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-6 ⁽²⁰⁾	44
4	C1 - M1 con 7 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 ⁽²²⁾	45

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 23, se detallan los resultados obtenidos del límite líquido, a partir de la adición de los porcentajes de la CCM con el suelo patrón, se puede observar que los valores tienen una variación de incremento en 41 %, 44 % y 45 % respectivamente con la CCM respecto al suelo patrón, tal como se puede observar en la Figura 44.

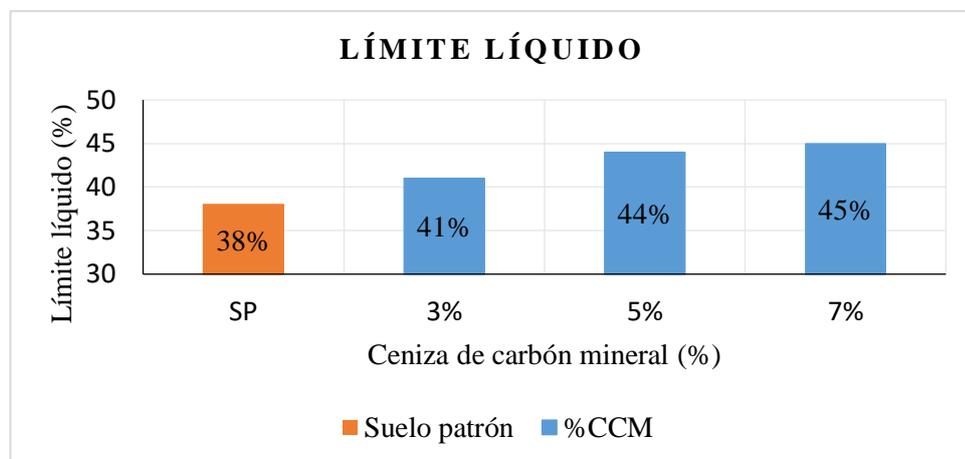


Figura 44. Variación del límite líquido con la adición de CCM.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, se puede evidenciar que a medida que se incrementa el porcentaje de la CCM, el valor del límite líquido aumenta hasta alcanzar un valor de 45 %.

De acuerdo a la Tabla 23 y Figura 44 se puede notar que el incremento del límite líquido es progresivo de acuerdo a la adición de la CCM, ello es debido a que de acuerdo a la adición de la CCM se está aportando partículas finas al suelo favoreciendo así a que dichas partículas absorban el agua, donde estas atraen a los cationes y estos a su vez se ven rodeados por una película de agua (Juárez y Rico, 1973, p. 15).

4.1.4. Límite plástico

Tabla 24. Variación del límite plástico con la adición de la CCM.

Ítem	Calicata (C) - Muestra (M)	Clasificación		Límite plástico (%)
		SUCS	AASHTO	
1	C1 - M1 (suelo patrón)	CL	A-6 ⁽¹⁷⁾	20
2	C1 - M1 con 3 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 ⁽¹⁸⁾	21
3	C1 - M1 con 5 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-6 ⁽²⁰⁾	23
4	C1 - M1 con 7 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 ⁽²²⁾	21

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 24, se aprecian los resultados obtenidos del límite plástico, con la adición del 3 %, 5 % y 7 % de la CCM, ante ello se observa que los resultados tienden a variar incrementando en las dos primeras adiciones en 21 % y 23 % respectivamente, mientras que con la tercera adición el valor disminuye hasta 21 %, todo ello se puede visualizar en la Figura 45.

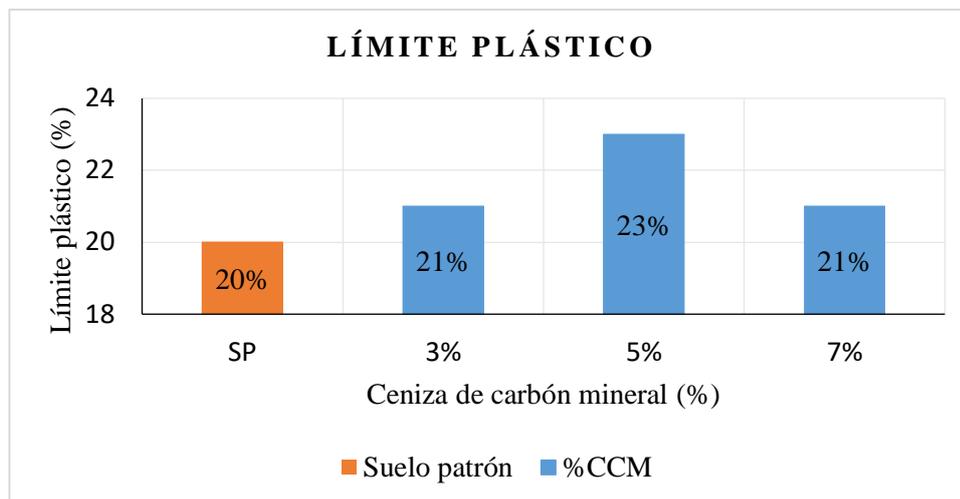


Figura 45. Variación del límite plástico con la adición de CCM.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 45, se puede observar que el valor inicial del límite plástico incrementa con la adición hasta alcanzar un 23 % con la CCM al 5 %, mientras que con la adición del 7 % este valor disminuye a 21 %.

De acuerdo a la Tabla 24 y Figura 45 se puede evidenciar que el límite plástico de acuerdo a la adición de CCM se está incrementando, esto estaría ocurriendo debido a que la plasticidad se está dando de acuerdo a la cantidad de material fino (Juárez y Rico, 1973, p. 83) por parte de la CCM y el suelo, pero dicho incremento no se aleja del valor inicial obtenido debido a que la CCM no tiene la misma plasticidad que el suelo patrón.

4.1.5. Índice de plasticidad

Tabla 25. Variación del índice de plasticidad con la adición de la CCM.

Ítem	Calicata (C) - Muestra (M)	Clasificación		Índice de plasticidad (%)
		SUCS	AASHTO	
1	C1 - M1 (suelo patrón)	CL	A-6 ⁽¹⁷⁾	18
2	C1 - M1 con 3 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 ⁽¹⁸⁾	20
3	C1 - M1 con 5 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-6 ⁽²⁰⁾	21
4	C1 - M1 con 7 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 ⁽²²⁾	24

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 25, se muestran los resultados del índice de plasticidad del suelo patrón y con la adición de la CCM en los tres porcentajes empleados, de ello se puede deducir que la variación existente se da en 20, 21 y 24 % respectivamente a cada uno de las adiciones empleadas, ello también se muestra en la siguiente figura.

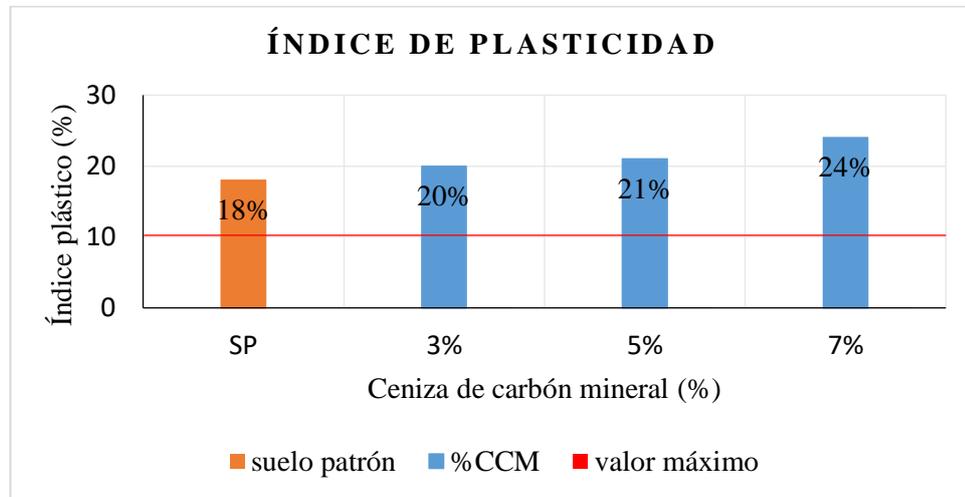


Figura 46. Variación del índice de plasticidad con la adición de CCM.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 46, se puede observar que respecto al suelo patrón el valor del índice de plasticidad incrementa según se va aumentando el porcentaje de CCM, teniendo así que el mayor valor obtenido es de 24 %. En general se puede evidenciar que todos los resultados sobrepasan el valor máximo establecido por el MTC que es del 10 %.

De acuerdo a la Tabla 25 y Figura 46, se aprecia un incremento con cada porcentaje de CCM, ello se da debido al incremento del límite líquido y al incremento del límite plástico por la presencia de material fino en cada caso, esto dándonos así de acuerdo a la Tabla 5 suelos muy arcillosos de alta plasticidad (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p.32).

4.1.6. Equivalente de arena

Tabla 26. Variación del equivalente de arena con la adición de la CCM.

Ítem	Calicata (C) - Muestra (M)	Clasificación		Equivalente de arena (%)
		SUCS	AASHTO	
1	C1 - M1 (suelo patrón)	CL	A-6 ⁽¹⁷⁾	2
2	C1 - M1 con 3 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 ⁽¹⁸⁾	3
3	C1 - M1 con 5 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-6 ⁽²⁰⁾	3
4	C1 - M1 con 7 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 ⁽²²⁾	2

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 26, se puede apreciar los resultados del equivalente de arena con la adición de la CCM en porcentajes de 3, 5 y 7 con el suelo patrón, ante ello se determina los valores incrementan en las dos primeras adiciones de CCM a 3 %, mientras que con la última adición el valor decrece hasta ser igual al del suelo patrón que es de 2 %, ello se puede visualizar en la siguiente figura.

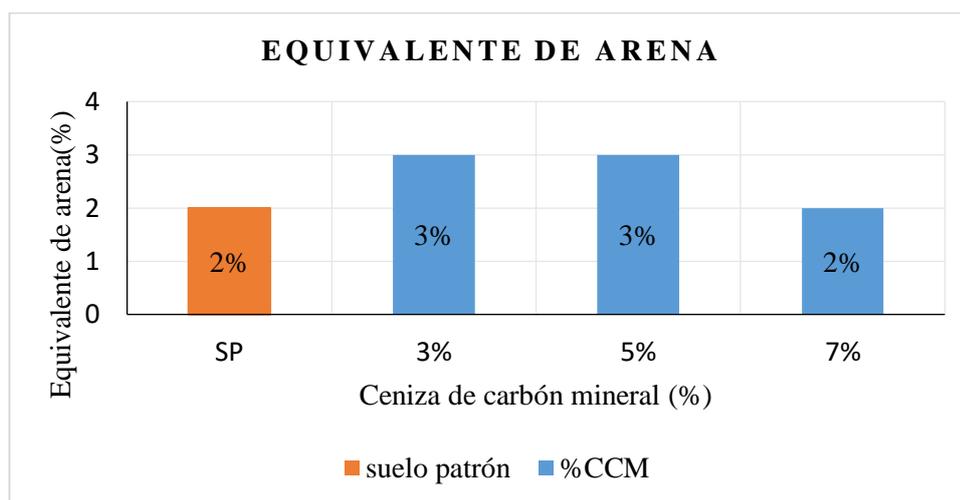


Figura 47. Variación de equivalente de arena con la adición de CCM.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 47, se puede observar que el valor del equivalente de arena con la adición de la CCM tiende a subir hasta alcanzar un 3 % como valor mayor y vuelve a tener un valor igual a del suelo patrón con el 7% de CCM.

De acuerdo a la Tabla 26 y Figura 47 se puede visualizar que se incrementa el equivalente de arena en el 3 y 5 % de CCM y con el 7 % vuelve a tener su valor inicial, esto se da debido a que aun con la adición de la CCM en los porcentajes trabajados aún se contiene mayor cantidad de finos esto es corroborado con los resultados del índice de plasticidad, que de acuerdo a la Tabla 6, el suelo patrón y con la adición de CCM sigue siendo un suelo plástico y arcilloso (Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC, 2014, p. 32).

4.2. Incidencia del carbón mineral sobre las propiedades mecánicas de suelos cohesivos en subrasante.

En las siguientes tablas, gráficas y figuras se muestran los resultados obtenidos de los ensayos de proctor modificado y CBR del suelo patrón y con la adición del 3 %, 5 % y 7 % de ceniza de carbón mineral (CCM).

4.2.1. Proctor modificado

Tabla 27. Variación de la máxima densidad seca con la adición de la CCM.

Ítem	Calicata - Muestra	Clasificación		Máxima densidad seca (g/cm ³)
		SUCS	AASHTO	
1	C1 - M1 (suelo patrón)	CL	A-6 ⁽¹⁷⁾	1.569
2	C1 - M1 con 3 % de ceniza de carbón mineral	CL	A-7-5 ⁽¹⁸⁾	1.547
3	C1 - M1 con 5 % de ceniza de carbón mineral	CL	A-7-6 ⁽²⁰⁾	1.547
4	C1 - M1 con 7 % de ceniza de carbón mineral	CL	A-7-5 ⁽²²⁾	1.469

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 27, se muestra las variaciones de la máxima densidad seca cuando se considera la adición al suelo estudiado de 3, 5 y 7 % de CCM; visualizando así la disminución de los valores se da en 1.547, 1.547 y 1.469 g/cm³ respectivamente, ello se observa en la figura que se presenta a continuación.

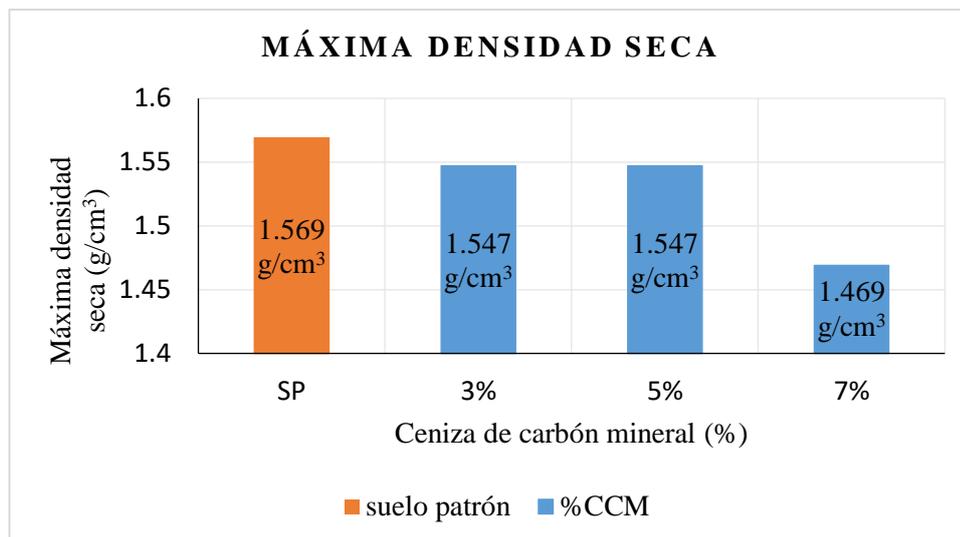


Figura 48. Variación de la máxima densidad seca con la adición de CCM.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 48, se puede visualizar que la máxima densidad seca a partir del suelo patrón va disminuyendo de acuerdo a los porcentajes de la CCM hasta alcanzar el valor de 1.469 g/cm³ con la adición del 7%.

De acuerdo a la Tabla 27 y Figura 48, se puede apreciar que la máxima densidad seca a partir del suelo patrón disminuye según se va añadiendo la CCM, esto se debe a que de acuerdo a la Tabla 28 se está incrementando el óptimo contenido de humedad, esta relación según (Crespo, 2004, p. 102) es ocasionado por la sustitución de las partículas por el incremento de humedad.

Tabla 28. Variación del óptimo contenido de humedad con la adición de la CCM.

Ítem	Calicata (C) - Muestra (M)	Clasificación		Óptimo contenido de humedad (%)
		SUCS	AASHTO	
1	C1 - M1 (suelo patrón)	CL	A-6 ⁽¹⁷⁾	15.8
2	C1 - M1 con 3 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 ⁽¹⁸⁾	17.4
3	C1 - M1 con 5 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-6 ⁽²⁰⁾	17.4
4	C1 - M1 con 7 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 ⁽²²⁾	17.6

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 28, se muestra el óptimo contenido de humedad y las variaciones que se da con la adición de la CCM en los tres porcentajes empleados, ante ello se puede apreciar que dicha variación se da en aumento hasta tener los valores de 17.4, 17.4 y 17.6 % respectivamente, esto se puede visualizar en la siguiente figura.

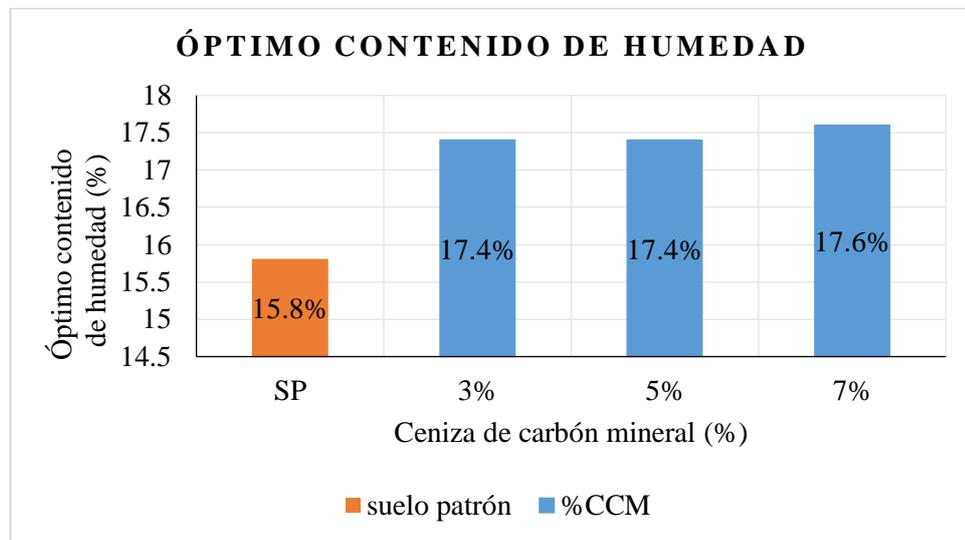


Figura 49. Variación del óptimo contenido de humedad con la adición de CCM.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 49, se puede observar que a medida que se incrementa el porcentaje de CCM el valor del óptimo contenido de humedad del suelo patrón aumenta hasta alcanzar el valor de 17.6 % con la adición del 7%.

De acuerdo a la Tabla 28 y Figura 49 se evidencia que a medida que se incrementa el porcentaje de CCM también sucede un aumento en cuanto se refiere al óptimo contenido de humedad, al estar obteniendo esos resultados, donde el contenido de humedad del suelo es mayor a los datos de la Tabla 28, de acuerdo al Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC (2014, p. 33) el material deberá tener una mayor compactación o ser aireado respectivamente.

4.2.2. CBR

Tabla 29. Variación del CBR al 95 % con la adición de la CCM.

Ítem	Calicata (C) - Muestra (M)	Clasificación		CBR al 95%
		SUCS	AASHTO	
1	C1 - M1 (suelo patrón)	CL	A-6 (17)	2.2
2	C1 - M1 con 3 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 (18)	5.5
3	C1 - M1 con 5 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-6 (20)	6.0
4	C1 - M1 con 7 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 (22)	7.5

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 29, se muestra los valores y variaciones del CBR al 95 % a 0.1” de penetración con la adición del 3, 5 y 7 % de CCM con el suelo estudiado, en base a ello se observa que a partir del valor inicial del suelo patrón los valores con CCM van en incremento de 5.5, 6.0 y 7.5 %, todo ello se puede apreciar en la siguiente figura.

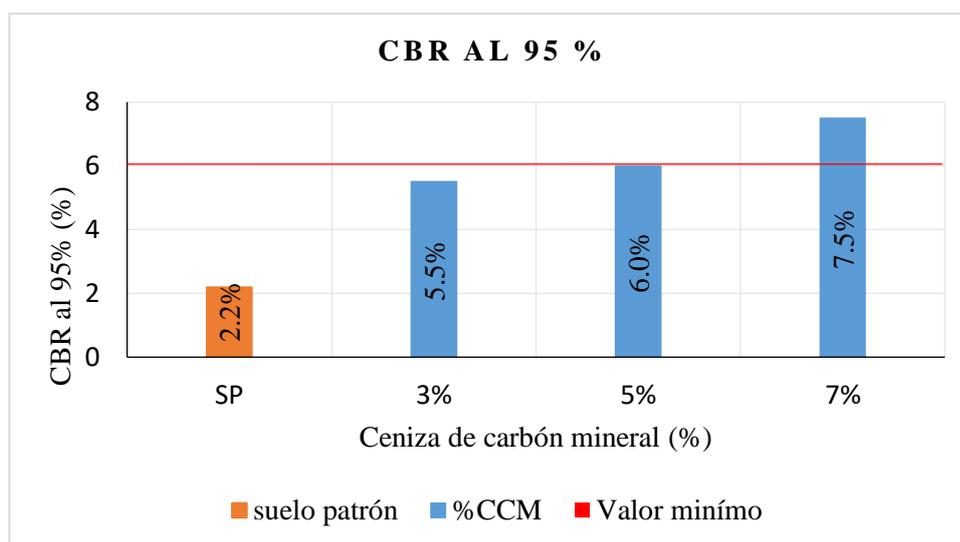


Figura 50. Variación del CBR al 95 % con la adición de CCM.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 50, se puede visualizar que el valor inicial del CBR al 95 % tiende a incrementar de acuerdo al aumento del porcentaje de CCM hasta llegar alcanzar un valor de 7.5 % con el 7 % de CCM, el cual está cumpliendo con superar la característica mínima

que es de 6 % de CBR establecido por el MTC, pasando así de una subrasante inadecuada a una subrasante regular en los porcentajes de 5 % y 7 %.

En vista a los resultados de la Tabla 29 y Figura 50 se puede apreciar claramente el aumento en cuanto al CBR del suelo patrón al 95 % a medida que se va adicionando la CCM; de acuerdo a Cabrera y Paredes (2018, p. 35) quienes según la composición de la ceniza de carbón mineral determinan que sus componentes son semejantes a los del cemento por tener de entre todos una mayor cantidad de silicio, por ende ante esta adición de la CCM con el suelo en estudio, este se encuentra mejorando en sus capacidad de soporte, como también se mejora el CBR al 100 % tal cual se puede visualizar en la Tabla 30 y Figura 51 respectivamente.

Tabla 30. Variación del CBR al 100 % con la adición de la CCM.

Ítem	Calicata (C) - Muestra (M)	Clasificación		CBR al 100%
		SUCS	AASHTO	
1	C1 - M1 (suelo patrón)	CL	A-6 ⁽¹⁷⁾	4.59
2	C1 - M1 con 3 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 ⁽¹⁸⁾	9.19
3	C1 - M1 con 5 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-6 ⁽²⁰⁾	11.34
4	C1 - M1 con 7 % de ceniza de carbón mineral.	CL	A-7-5 ⁽²²⁾	12.47

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 30, se muestra los valores del ensayo de CBR al 100 % con 0.1” de penetración del suelo patrón y la adición del 3, 5 y 7 % de CCM, también se observa que este valor se incrementa de manera progresiva en 9.19, 11.34 y 12.47 % respectivamente, todo ello se puede apreciar en la siguiente figura.

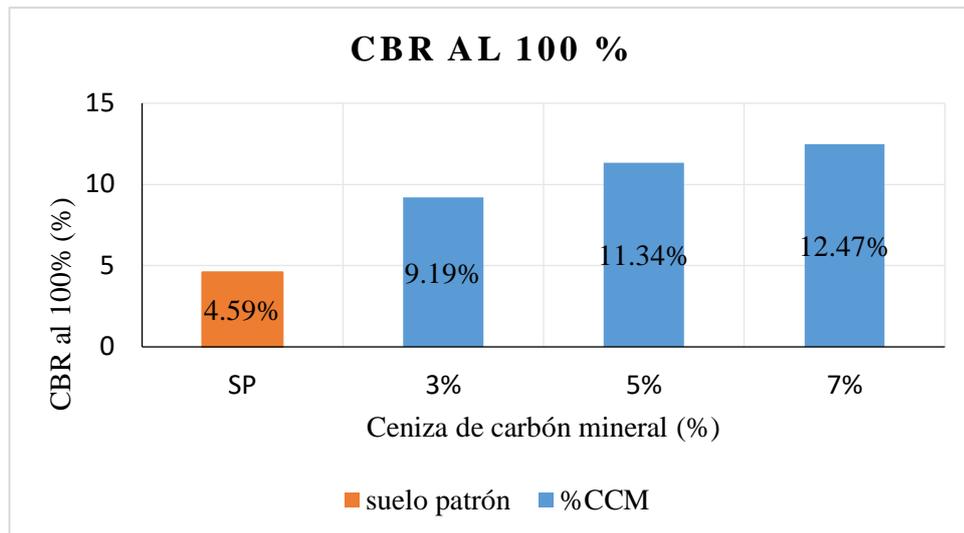


Figura 51. Variación del CBR al 100 % con la adición de CCM.
Fuente: Elaboración propia.

De la Figura 51, se puede evidenciar que el valor del CBR al 100 % va en aumento respecto al suelo patrón según los porcentajes de CCM, hasta llegar a obtener un valor de 12.47 % con el 7 % de CCM.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el trabajo de investigación **“Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón”** de Cañar (2017), obtuvo dos tipos de suelo clasificados según SUCS como SM y CH, con un contenido de humedad de 15.30 y 30.10 % respectivamente y en cuanto al límite líquido (L.L), límite plástico (L.P) e índice de plasticidad (I.P) para el suelo SM fue de (22.13, 19.38 y 2.75 %) y para el CH fue de (85.15, 65.28 y 19.87 %), mientras que en el proctor modificado el suelo patrón SM tiene una máxima densidad seca (MDS) de 1.55 g/cm^3 y un óptimo contenido de humedad (OCH) de 13.4 % estos valores con la adición del 20, 23 y 25 % de CC refieren lo siguiente: en cuanto a la MDS se incremento de manera no significativa a su valor inicial con el 20 % y se reduce hasta ser igual a 1.55 g/cm^3 con el 23 y 25 %, mientras que el OCH incrementa según se va añadiendo mayor porcentaje de CC hasta llegara a 16.33 % con la adición de 25 %; para el suelo patrón CH tiene una MDS de 1.3 g/cm^3 y un OCH de 26.7 % estos valores con la adición de los porcentajes de CC se modifican, en la MDS incrementa pero no de manera significativa debido a que se tiene un resultado de 1.31 g/cm^3 en todas las adiciones, mientras que en

el OCH su valor incrementa de acuerdo a la adición de CC hasta un valor de 29.87 % con el 25 %; en cuanto al CBR el suelo SM tiene al 95 % un valor de CBR de 15.30 % este se incrementa según la adición de la CC hasta un valor de 18.97 % obtenido con los porcentajes de 23 y 25; para el suelo CH tiene un valor de 9.30 % este valor incrementándose según los porcentajes de CC hasta llegar a 10.87 % con el 25 % de CC.

De acuerdo a la presente investigación se difiere con los resultados obtenido por (Cañar, 2017) en cuanto a la MDS debido a que de acuerdo a la Tabla 27, el valor de la MDS disminuye en base a la adición de la CCM desde 1.569 g/cm³ hasta 1.469 g/cm³ este ultimo con el 7 % de CCM, mientras concuerda con los resultados del OCH que de acuerdo a la Tabla 28 incrementa según el aumento de los porcentajes de CCM desde 15.8 % hasta un 17.6 % con la adición de CCM al 7 %, de la misma manera no se concuerda con el CBR inicial de los suelos ensayados por Cañar (2017), debido a que sus valores superan el 6 % de CBR establecido por el MTC para una subrasante que requiera de estabilización, lo cual para la presente investigación de acuerdo a la Tabla 29 el suelo patrón se tiene un CBR de 2.2 % dando así una subrasante inadecuada que requiere una estabilización por ser inferior al 6 %; pero en referencia al uso de la CC y su efecto en el CBR se concuerda que en ambos casos se logra incrementar el CBR al 95 %, apreciando que en esta investigación se logró un mayor aumento del CBR con cantidades menores de CCM.

En la investigación **“Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo-cemento, aplicado a suelos arcillosos de subrasante”** por Hidalgo (2016), describe que realizó la estabilización de suelos arcillosos con enzimas orgánicas (EO) en 1 litro por 30 m³ y cemento (C) en 5 % y 10 %, para ello realizó dos muestras de suelo (M1 y M2) las cuales se clasificaron en CH debido al

porcentaje pasante al tamiz N° 200. En cuanto a los límites de Atterberg obtuvo los siguientes resultados del suelo patrón de la M1, L.L = 60.5, L.P = 54.17 y I.P = 6.33, de la M2 obtuvo un L.L = 86.0, L.P = 66.67 y I.P = 19.33, estos resultados con la adición de la EO para la M1 disminuyen y en la M2 el L.L conserva su valor inicial y el L.P aumenta mientras que el I.P decrece, con la adición del C al 5% los resultados aumentan pero con la adición del 10 % los resultados disminuyen teniendo así un valor de 4.33% de I.P con el 10 % de C. En el proctor modificado para la M1 determina que la MDS incrementa con la adición de la EO mientras que con el C este valor disminuye hasta 1.14 g/cm^3 y en la M2 tanto con la adición de EO y C el valor sube hasta alcanzar el 1.18 g/cm^3 ; con respecto al OCH de la M1 se incrementa hasta alcanzar el valor de 33.8% y en la M2 disminuye con la adición de la EO y aumenta con el C hasta un 38 %. El CBR de los suelos analizados son (3.81 y 2.05 %) considerando así una subrasante insuficiente e inadecuada respectivamente, con la EO su valor aumenta a 9.2 % en la M1, mientras que con la adición del C al 10 % se llega a 7.65 % de CBR para la M2. **De acuerdo a la presente investigación** haciendo una comparación con los estabilizadores empleados por (Hidalgo, 2016) se nota que en ambos casos el índice de plasticidad disminuye, lo cual no sucede según esta investigación debido que de acuerdo a la Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25 se puede notar que los valores están aumentando teniendo así que con el 7 % de CCM el I.P de 18 % incrementa a 24 %. Para el proctor modificado, la utilización de la CCM disminuye la MDS como se puede visualizar en la Tabla 27, así como para (Hidalgo, 2016) este valor disminuye con la adición del C en la M1, de la misma manera también se da un incremento del OCH tal como se detalla en la Tabla 28, hasta obtener un valor de 17.6 % al 7 % de CCM, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por (Hidalgo, 2016) con la adición del cemento empleado en la M1 y M2. En base a los estabilizadores

utilizados se concuerda que tanto la adición de la EO, C y la CCM logran mejorar la capacidad de soporte del suelo obteniendo una subrasante regular de acuerdo al Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - MTC(2014).

En la realización de la tesis **“Estabilización de suelos con ceniza de carbón con fines de pavimentación en el centro poblado de Cascajal Izquierdo provincia de Santa – Áncash - 2018”** por Cabrera y Paredes (2018), obtuvieron resultados de la muestra de suelo en cuanto a su clasificación tanto SUCS como AASHTO de SC-SM y A-2-4 (grava y arena arcillosa o limosa), en cuanto al L.L fue de 28 %, L.P de 21 % y I.P de 7 % todo ello del suelo patrón, ante la adición de la CCM estos valores disminuyen según el aumento en porcentaje de la CCM teniendo que con el 10 % disminuyen hasta tener un I.P de 3 %. Por otro lado, obtuvieron resultados de la MDS y del OCH del suelo patrón de 1.908 g/cm³ y 18 %, ante la adición de la CCM en sus porcentajes de 4, 8 y 10, el valor de la MDS incrementa hasta llegar a 1.97 g/cm³ mientras que el OCH tiende a subir con el 4 % de CCM a 18.2 % y con la adición del 8 % disminuyen hasta 11.5 % pero con el 10 % aumenta a 14.5 %; en el CBR determinaron que para el suelo patrón es de 5.23 % y a medida que se incrementa la CCM se obtiene como resultado final 12.35 % con la CCM al 10 % viendo que varia en 136.36 %. **De acuerdo a la presente investigación**, se detalla lo siguiente: se difiere los resultados de los límites de atterberg, debido a que según los resultados de la tabla Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25, estos valores ante la adición de los porcentajes de CCM en 3, 5 y 7 tienden a incrementar su valor respecto al suelo patrón teniendo así un aumento del I.P de 18 a 24 %, para la MDS no se concuerda con los resultados, debido que según la Tabla 27 se puede apreciar que la MDS disminuye hasta tener un valor de 1.469 g/cm³ con el 7 % de CCM y en cuanto al OCH vista en la Tabla 28 se puede notar que incrementa hasta lograr un valor de 17.6 % también con el 7

% de CCM. Para el CBR de acuerdo a los resultados de la Tabla 29, el CBR patrón es de 2.2 % y según el incremento de CCM se obtuvo un CBR de 7.5 % con la adición del 7% de la CCM teniendo una variación en 240.91 %, notándose que dicha variación es mayor a la obtenida por (Cabrera y Paredes, 2018) y con un menor porcentaje de CCM.

Del trabajo de investigación **“Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar, Independencia, Huaraz - 2018”** por Bueno y Torre (2019), analizaron la estabilización de suelos con la adición de ceniza de carbón (CC) en 3, 5 y 10 % de esta manera se dieron los siguientes resultados: en cuanto a la clasificación del tipo de suelo según SUCS un SM y de acuerdo a AASHTO un A-2-4₍₀₎ y presento un L.L de 36 %, L.P de 24.89 % y I.P de 11.11 %, estos valores disminuyen a medida que se incrementa el porcentaje de CC hasta obtener un I.P de 3.38 % con el 5 % de CC, mientras que con el 10 % el I.P empieza a incrementar hasta 8.33 %, en cuanto a la MDS del suelo patrón fue de 2.018 g/cm³ y un OCH de 11.62 %, dichos valores incrementan en las dos primeras adiciones de CC teniendo al 5 % un resultado de 2.1 g/cm³ y 14.61 % mientras que con el 10 % estos valores disminuyen pero siguen siendo mayores al suelo patrón. El CBR obtenido fue de 10.50 % y con la adición de CC mejoro el resultado hasta un 14.32 % con el 5 % de CC. **De acuerdo a la presente investigación**, se detalla lo siguiente: se difiere con los resultados de los límites de Atterberg que de acuerdo a la Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25 los valores respecto al suelo patrón empiezan aumentar según el incremento de la CCM hasta tener un valor del I.P en 24 % para un suelo de tipo CL. En cuanto al proctor modificado se tiene resultados diferentes en la MDS debido que según la Tabla 27 estos valores disminuyen según se va incrementando la CCM hasta obtener de 1.569 g/cm³ a 1.469 g/cm³ con el 7 % de CCM, mientras que con respecto al OCH según la Tabla 28 se tiene un incremento de 15.8 % a

17.6 % en base al suelo patrón. Con respecto al CBR no se concuerda con lo dicho por Bueno y Torre (2019), debido que según la Tabla 29 se puede evidenciar que el CBR del suelo patrón que es de 2.2 % y se incrementa considerablemente según el aumento del porcentaje de la CCM hasta llegar a 7.5 % con el 7 % de CCM.

5.1. Contrastación de hipótesis

5.1.1. Prueba de hipótesis

La contrastación de la hipótesis se realizó mediante el análisis multivariante de la varianza conocida por sus siglas MANOVA, en donde esta prueba estadística se empleó debido a que se tiene más de una variable dependiente como también para lograr determinar si las modificaciones en estas variables llegan a tener una incidencia, para ello se determinó la normalidad de los datos ensayados, de los cuales se realizó dicho análisis según el método propuesto por Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de la muestra fue menor a 50 y de acuerdo a este método se determinó que los datos tienen una distribución normal por tener una significancia menor a 0.05, es por ello que la prueba estadística según Hernández (2014), se darán a partir de las pruebas paramétricas.

5.1.2. Contrastación de hipótesis general

Hipótesis nula (H_{01}): La ceniza carbón mineral no mejora la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante.

Hipótesis alterna (H_{11}): La ceniza carbón mineral mejora la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante.

El análisis para la hipótesis general que se quiere comprobar se realizó mediante la MANOVA dando así la siguiente tabla:

Tabla 31. Análisis estadístico MANOVA para la hipótesis general.

Pruebas multivariante^a						
Efecto		Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.
Intersección	Traza de Pillai	1.000	5454,001 ^b	8.000	5.000	0.000
	Lambda de Wilks	0.000	5454,001 ^b	8.000	5.000	0.000
	Traza de Hotelling	8726.402	5454,001 ^b	8.000	5.000	0.000
	Raíz mayor de Roy	8726.402	5454,001 ^b	8.000	5.000	0.000
CCM	Traza de Pillai	2.154	2.226	24.000	21.000	0.034
	Lambda de Wilks	0.011	2.336	24.000	15.103	0.046
	Traza de Hotelling	14.584	2.228	24.000	11.000	0.083
	Raíz mayor de Roy	10.797	9,447 ^c	8.000	7.000	0.004

a. Diseño: Intersección + CCM

b. Estadístico exacto

c. El estadístico es un límite superior en F que genera un límite inferior en el nivel de significación.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusión estadística:

De acuerdo a la

Tabla 32, nos muestra los resultados de acuerdo a los métodos como Traza de Pillai y Lambda de Wilks, en donde la significancia obtenida en su mayoría son menores a 0.05 pero notándose también que hay valores que superan dicho parámetro; por ende se dice que, la variable independiente mejora parcialmente a la variable dependiente.

Conclusión técnica:

En base a los resultados de los ensayos de laboratorio, con respecto a la adición de la CCM en sus porcentajes de 3 %, 5 % y 7 % y a la estabilización de suelos cohesivos, en este caso en sus propiedades físicas y mecánicas del suelo del suelo a nivel de subrasante, se dice lo siguiente: que la adición de la CCM mejora parcialmente la estabilización de los suelos cohesivos a nivel de subrasante.

5.1.3. Contrastación de hipótesis específica 1

Hipótesis nula (H_{01}): La ceniza carbón mineral no incide mejorando las propiedades físicas que el MTC estable para la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante.

Hipótesis alterna (H_{11}): La ceniza carbón mineral incide mejorando las propiedades físicas que el MTC estable para la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante.

El análisis de la hipótesis específica 1 se realizó mediante la MANOVA dando así la siguiente tabla:

Tabla 32. Análisis estadístico MANOVA para la hipótesis específica 1.

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CCM	Grava	9.807	3	3.269	1.012	0.421
	Arena	49.536	3	16.512	2.435	0.115
	Finos	47.699	3	15.900	2.239	0.136
	Contenido de humedad	37.188	3	12.396	3.889	0.037
	Límite líquido	63.302	3	21.101	3.389	0.054
	Límite plástico	8.250	3	2.750	2.444	0.114
	Índice de plasticidad	82.250	3	27.417	4.874	0.019
	Equivalente de arena	0.500	3	0.167	0.571	0.644

Fuente: Elaboración propia.

Conclusión estadística:

De acuerdo a la

Tabla 32, se puede observar que el cotejo realizado entre las variables analizadas en este caso tanto independiente como dependiente se interpreta de la siguiente manera: los valores obtenidos en cuanto a la significancia para ciertas propiedades físicas son mayores a 0.05 y para otras son menores a 0.05 tal como se puede expresar en la tabla mencionada, por lo cual se dice que se acepta la hipótesis nula.

Conclusión técnica:

En base a los resultados de los ensayos de laboratorio y a la incidencia de la CCM en sus porcentajes de 3 %, 5 % y 7 % se puede concluir en lo siguiente: la CCM está modificando y llega hacer significativa para el contenido de humedad y el índice de plasticidad; de esta manera se observa que se está incrementando el índice de plasticidad con la adición de la CCM, pero dicho incremento no está dentro del valor límite que establece el MTC que es del 10 %. Por ende, se dice que la CCM no incide mejorando las propiedades físicas que el MTC estable para la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante.

5.1.4. Contrastación de hipótesis específica 2

Hipótesis nula (H_{01}): La ceniza carbón mineral no afecta incrementando las propiedades mecánicas que el MTC estable para la estabilización de suelos cohesivos en la subrasante.

Hipótesis alterna (H_{11}): La ceniza carbón mineral afecta incrementando las propiedades mecánicas que el MTC estable para la estabilización de suelos cohesivos en la subrasante.

El análisis de la hipótesis específica 1 se realizó mediante la MANOVA dando así la siguiente tabla:

Tabla 33. Análisis estadístico MANOVA para la hipótesis específica 2.

Pruebas de efectos inter-sujetos						
Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CCM	Máxima densidad seca	0.035	3	0.012	4.771	0.021
	Óptimo contenido de humedad	5.740	3	1.913	3.648	0.045
	CBR al 95 %	49.367	3	16.456	81.263	0.000
	CBR al 100 %	132.290	3	44.097	354.886	0.000

Fuente: Elaboración propia.

Conclusión estadística:

De acuerdo a la Tabla 33, se puede observar que el cotejo realizado entre las variables analizadas en este caso tanto independiente como dependiente se interpreta de la siguiente manera: los valores obtenidos en cuanto a la significancia para ciertas propiedades mecánicas son menores a 0.05 tal como se puede expresar en la tabla mencionada, por lo cual se dice que se acepta la hipótesis alterna.

Conclusión técnica:

En base a los resultados de los ensayos de laboratorio y a la adición de la CCM en 3 %, 5 % y 7 % se puede concluir en lo siguiente: con respecto al proctor modificado se tiene que la CCM está modificando la máxima densidad seca disminuyendo su valor inicial y en el óptimo contenido de humedad incrementa su valor; con respecto al CBR al 100 % este valor incremento según la adición de la CCM; en el CBR al 95 % se tiene también un incremento de acuerdo a la adición en porcentaje de CCM, de esta manera logrando clasificar a la subrasante como regular de acuerdo al Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección suelos y pavimentos - MTC (2014,

p. 15). Por ende, se dice que la CCM mejora las propiedades mecánicas que el MTC estable para la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante.

De acuerdo a la discusión de los resultados hacia los antecedentes nacionales e internacionales y la verificación de las hipótesis planteadas se determina que, con la presente investigación no se logra mejorar las propiedades físicas del suelo para subrasante con la adición de la ceniza de carbón mineral debido a que el índice de plasticidad no se está cumpliendo con lo estipulado por el MTC en su Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos en la Sección suelos y pavimentos 2014; pero en cuanto a las propiedades mecánicas sí se logró mejorar el CBR del suelo a nivel de subrasante logrado ello con los porcentajes de 5 % y 7 % de CCM respectivamente y pasar de una categoría de subrasante inadecuada a una regular con ello cumpliendo con lo estipulado por el MTC en su Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos en la Sección suelos y pavimentos 2014.

En base a ello y a los antecedentes se dice lo siguiente: se concuerda que se logra incrementar las propiedades mecánicas del suelo con Cañar (2017), Hidalgo (2016), Cabrera y Paredes (2018) como también con Bueno y Torre (2019); pero no se logra mejorar las propiedades físicas del suelo en específico el índice de plasticidad y ante ello se está en desacuerdo con los antecedentes tanto nacionales como internacionales para el tipo de suelo clasificado como CL.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos de la adición de la ceniza de carbón mineral con el suelo patrón a nivel de subrasante de tipo CL encontrado en el Pasaje 30 de mayo, se logra mejorar la estabilización de los suelos cohesivos parcialmente con los porcentajes de 5 % y 7 % de CCM.
2. En base a las propiedades físicas del suelo a nivel de subrasante y la adición de la ceniza de carbón mineral en 3 %, 5 % y 7 % se determinó que, el índice de plasticidad no se reduce, más por el contrario incrementa su valor inicial, de esta manera no cumpliendo para cada porcentaje de CCM con respecto a lo estipulado por el MTC.
3. De acuerdo a la evaluación del efecto de la ceniza de carbón mineral sobre las propiedades mecánicas del suelo a nivel de subrasante, se determinó que la capacidad de soporte (CBR) del suelo incrementa su valor, desde 2.2 % que es su valor inicial hasta 5.5 %, 6 % y 7.5 % con el 3 %, 5 % y 7 % de CCM respectivamente, obteniendo resultados deseados con el 5 % y 7 % y de esta manera cumpliendo con lo estipulado por el MTC.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda, poder utilizar la ceniza de carbón mineral en otros tipos de suelo, a fin de evaluar su comportamiento en sus diferentes propiedades tanto físicas como mecánicas.
2. Se recomienda realizar investigaciones con diferentes materiales estabilizadores con la finalidad de desarrollar nuevas alternativas de solución para la estabilización de suelos.
3. Se recomienda de acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación tener en cuenta el tiempo de curado en la estabilización de suelos, clasificados como CL.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAÑÓN, L. y BEVIÁ, J., 2000. *Manual de carreteras volumen II: construcción y mantenimiento* [en línea]. 2000. España: s.n. Disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1787>.
- BRAJA, M.D., 1999. *Principios de ingeniería de cimentaciones* [en línea]. Cuarta Edi. México: s.n. ISBN 970-686-035-5. Disponible en: https://www.academia.edu/18553128/Principios_De_Ingeniería_De_Cimentaciones_-_Braja_M._Das_4ta_Edición_.
- BRAJA, M.D., 2014. *Fundamentos de ingeniería geotécnica* [en línea]. Cuarta edi. México: s.n. Disponible en: <https://www.udocz.com/read/fundamentos-de-ingenieria-geotecnica---braja-m--das>.
- BUENO, J. y TORRE, H., 2019. *Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar, Independencia, Huaraz-2018* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/40554>.
- CABALLERO, M., 2013. Definición de contenido de humedad. [en línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/141685109/Definicion-de-contenido-de-humedad>.
- CABRERA, J. y PAREDES, J., 2018. *Estabilización de suelos con cenizas de carbón mineral con fines de pavimentación en el centro poblado de Cascajal Izquierdo, provincia de Santa-Ancash-2018* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/30956>.
- CAÑAR, E., 2017. *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón* [en línea]. S.l.: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25266>.
- CHÁVEZ, C. y GUERRA, Y., 2015. *Producción, propiedades y uso de los residuos de la combustión del carbón de termotasajero*. S.l.: Universidad Santo Tomás.
- CRESCO, C., 2004. *Mecánica de suelos y cimentaciones* [en línea]. Quinta Edi. México: s.n. ISBN 968-18-6489-1. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-cresco-villalaz.pdf>.
- CUBAS, K. y FALEN, J., 2016. *Evaluación de las cenizas de carbón para la*

- estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas* [en línea]. S.l.: Universidad Señor de Sipán. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/3134>.
- CUCHILLO, O., 2015. Guía para la estabilización de suelos. *CivilGeeks* [en línea]. Disponible en: <https://civilgeeks.com/2015/06/27/guia-la-estabilizacion-suelos/>.
- DELGADO, D., 2016. *Estudio de pre factibilidad de exportación de productos a base de stevia a Estados Unidos y a la Unión Europea* [en línea]. 2016. Lima - Perú: s.n. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7278/DELGADO_ENCINAS_ADLER_DIEGO_ESTUDIO_PREFACTIBILIDAD_EXPORTACION_STEVIA_ANEXOS.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- DIAZ, M., GONZALES, A., SIFUENTES, D. y GONZALES, E., 2010. El carbón vegetal: alternativa de energía y productos químicos. [en línea], pp. 9. Disponible en: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/xiu/article/view/813>.
- GONZÁLES, A., 2014. *Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal - ceniza volante* [en línea]. S.l.: Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1044/>.
- GONZALES, F., 2018. *Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno* [en línea]. S.l.: Universidad Andina «Néstor Cáceres Velásquez». Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2155>.
- GRÜBER, G. y BRITO, J., 2011. Subrasante. [en línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/geral24/subrasante>.
- GUAMÁN, I., 2016. *Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio)* [en línea]. S.l.: Universidad Técnica de ambato. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24608/1/Tesis_1088_-_Guamán_Iler_Israel_Isaías.pdf.
- HERNÁNDEZ, A., 2016. Geología «suelos cohesivos». [en línea]. Disponible en: <https://prezi.com/aeaynlhx1dgw/suelos-cohesivos/>.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. sexta edic. México: s.n. Disponible en:

- <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.
- HIDALGO, D., 2016. *Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo-cemento, aplicado a suelos arcillosos de sub-rasante* [en línea]. S.l.: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24610>.
- HUANCOILLO, Y., 2017. *Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancane - Chupa - Puno*. S.l.: Universidad Nacional del Altiplano.
- INACAL, 2019. *NTP 339.129:1999 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos* [en línea]. 2019. Perú: s.n. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>.
- IRIONDO, A., CABALLERO, B. y BLAS, M., 2018. Combustibles sólidos. [en línea]. Disponible en: https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/52084/mod_resource/content/5/Tema1-Materiales de Estudio.pdf.
- JIMENEZ, J. y JUSTO, J., 1975. *GEOTECNIA Y CIMENTOS I y II. Vol I: Propiedades de los suelos y de las rocas - Vol II: Mecánica del suelo y de las rocas. GEOTECNIA Y CIMENTOS I y II. Vol I: Propiedades de los suelos y de las rocas - Vol II: Mecánica del suelo y de las rocas* [en línea]. Segunda ed. Madrid: s.n., pp. 1. ISBN 9788472070219. Disponible en: <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Diferencias entre limos y arcillas.pdf>.
- JUÁREZ, E. y RICO, A., 1973. *Mecánica de suelos tomo I fundamentos de la mecánica de suelos* [en línea]. Segunda Ed. México: s.n. Disponible en: https://www.academia.edu/38530731/Mecánica_de_suelos_Tomo_I_-_Eulalio_Juárez_Badillo_y_Alfonso_Rico_Rodríguez.
- MEZA, E., 2017. Diversidad cultural de la provincia de Huancayo. [en línea]. Disponible en: <http://eymer2003.blogspot.com/2017/07/diversidad-cultural-de-la-provincia.html>.
- MORENO, J., 2019. Mapa-Perú-Model. [en línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/435514922/MAPA-PERU-Model-pdf-A1-pdf>.

- MTC, 2014. *Manual de carreteras suelos geología y pavimentos sección suelos y pavimentos* [en línea]. 2014. Lima - Perú: s.n. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES DE CARRETERAS 2019/MC-05-14 Seccion Suelos y Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES_DE_CARRETERAS_2019/MC-05-14_Seccion_Suelos_y_Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf).
- MTC, 2016. *Manual de ensayo de materiales* [en línea]. 2016. Lima - Perú: s.n. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual Ensayo de Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual_Ensayo_de_Materiales.pdf).
- MTC, 2020. Estadística - Infraestructura de Transportes - Infraestructura Vial. [en línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344790-estadistica-infraestructura-de-transportes-infraestructura-vial>.
- SÁNCHEZ, N., 2013. Granulometría de suelos. [en línea]. Disponible en: <https://civilgeeks.com/2013/11/25/granulometria-suelos-ing-nestor-luis-sanchez/>.
- UMAÑA, J., 2002. *Síntesis de zeolitas a partir de cenizas volantes de centrales termoeléctricas de carbón* [en línea]. S.l.: Universidad Politécnica de Catalunya. Disponible en: <https://www.tdx.cat/handle/10803/6982#page=4>.
- VÁSQUEZ, A., 2018. *Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de sub rasante* [en línea]. S.l.: Universidad San Pedro. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/8013>.
- VELASCO, A., 2016. Carbón mineral. [en línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/AlexVelascoLucas/carbn-mineral-67835883>.

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Título de la investigación: “Ceniza de carbón mineral para estabilización de suelos cohesivos en subrasante”					
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cómo influye la ceniza de carbón mineral en la estabilización de los suelos cohesivos en subrasante?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿De qué manera afecta la ceniza de carbón mineral sobre las propiedades físicas en la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante? b) ¿Cómo influye la ceniza de carbón mineral sobre las propiedades mecánicas en la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la influencia de la ceniza de carbón mineral en la estabilización de los suelos cohesivos en subrasante.</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar el efecto de la ceniza de carbón mineral sobre las propiedades físicas en la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante. b) Analizar la influencia de la ceniza de carbón mineral sobre las propiedades mecánicas en la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante.</p>	<p>Hipótesis: La ceniza de carbón mineral influye mejorando la estabilización de los suelos cohesivos en subrasante.</p> <p>Hipótesis específicas: a) La ceniza carbón mineral afecta a las propiedades físicas reduciendo el índice de plasticidad en la estabilización de los suelos cohesivos en la subrasante. b) La ceniza carbón mineral influye en las propiedades mecánicas incrementando la capacidad de soporte en la estabilización de suelos cohesivos en la subrasante.</p>	<p>Variable independiente (X): Ceniza de carbón mineral.</p> <p>Dimensiones: - Porcentaje de ceniza de carbón mineral.</p> <p>Variable dependiente (Y): Estabilización de suelos cohesivos.</p> <p>Dimensiones: - Propiedades físicas. - Propiedades mecánicas.</p>	<p>3 %, 5 % y 7 % de ceniza de carbón mineral.</p> <p>- Propiedades físicas: Análisis granulométrico Contenido de humedad Límite líquido Límite plástico Índice de plasticidad Equivalente de arena</p> <p>- Propiedades mecánicas: Proctor modificado CBR</p>	<p>Método de investigación: Científico.</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: Explicativa.</p> <p>Diseño de investigación: Cuasi Experimental.</p> <p>Población: La población correspondió a los 560 kilos de suelo patrón y con adición de la ceniza de carbón mineral, obtenida de la calicata que se realizó entre el Pasaje 30 de mayo – Jirón Mariátegui del anexo de Uñas, provincia Huancayo y Región Junín.</p> <p>Muestra: En la presente investigación no se utilizó la técnica de muestreo sino el censo, debido a que se consideró el total de la población, es decir los 560 kilos de suelo patrón y con adición de la ceniza de carbón mineral, obtenido de la calicata del Pasaje 30 de mayo – Jirón Mariátegui.</p> <p>Técnicas e instrumentos: Observación, revisión y análisis de documentos, trabajo en campo, fichas de laboratorio.</p>

Anexo N° 02: Ensayos de laboratorios

Perfil estratigráfico

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
REFERENCIA		NTP 339.150 SUELOS. DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS. PROCEDIMIENTO VISUAL-MANUAL.				
DATOS			REGISTRO DE EXCAVACION			
EXPEDIENTE N°:	1027 - 2020 -AS		EXCAVACIÓN : C - 1			
PETICIONARIO :	BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY		NIVEL FREÁTICO : NO PRESENTA			
ATENCION :	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES		TAMAÑO EXCAV. : PROF = 1,70 m			
PROYECTO :	CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE		INICIO : 4/09/2020			
UBICACIÓN :	PASAJE 30 DE MAYO - JIRÓN JOSÉ CARLOS MARIATEGUI - COORDENADAS N: 8670682,83 E: 479881,79		TERMINO : 4/09/2020			
CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO:	P-076-2020		REGISTRADO POR : L.A.H.Q			
METODO DE EXCAV:	MANUAL		REVISADO POR : J.Y.A.A			
REPRESENTACION	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO VOLUMÉTRICO (g/cm ³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MÁXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
		SÍMBOLOS	GRÁFICO			
	0.20	RE		7%	1.728	Material de relleno granular (Ripio).*
	0.20	CL		10%	1.706	Arcilla arenosa de baja plasticidad, de color marrón claro, partículas de forma sub angular, presenta cohesión, presenta plasticidad, de consistencia suelta, con un tamaño máximo nominal de 3/4".
	0.30	GM		8%	1.837	Grava limosa con arena, de color marrón claro, partículas de forma sub angular, no presenta cohesión, no presenta plasticidad, de compactad compacta, con un tamaño máximo nominal de 2", con presencia de grava en un 55% aproximadamente.
	0.40	SC		9%	1.776	Arena arcillosa, de color marrón claro, partículas de forma sub angular, no presenta cohesión, no presenta plasticidad, de compactad compacta, con un tamaño máximo nominal de 3/4", con presencia de arena en un 60% aproximadamente.
	0.60	CL		15%	1.587	Arcilla de baja plasticidad, de color negrusco, con olor inusual, presenta cohesión, presenta plasticidad.
	1.70					
IDENTIFICACION DE MUESTRAS						
Pt:	Turba		Calicata : C - 1			
S/M:	Sin muestra		Ubicación : PASAJE 30 DE MAYO - JIRÓN JOSÉ CARLOS MARIATEGUI - COORDENADAS N: 8670682,83 E: 479881,79			
RE	Material de Relleno					
M-1:	Muestra alterada N°1					
NF:	NIVEL FREÁTICO					

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, descripción de los estratos en los que aparece (*).

HC-AS-006 REV.01 FECHA:2019/08/14

UNIVERSIONES GENERALER CENTAURO INGENIEROS S.A.C
 AREA DE CALIDAD

 Ing. Ing. Janet Yesica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 89775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
REFERENCIA		NTP 339.150 SUELOS. DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS. PROCEDIMIENTO VISUAL-MANUAL.				
DATOS			REGISTRO DE EXCAVACION			
EXPEDIENTE N°:	1028 - 2020 -AS		EXCAVACIÓN :	C - 2		
PETICIONARIO :	BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY		NIVEL FREÁTICO :	NO PRESENTA		
ATENCION :	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES		TAMAÑO EXCAV. :	PROF = 1,70 m		
PROYECTO :	CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE		INICIO :	4/09/2020		
UBICACIÓN :	PASAJE 30 DE MAYO- PASAJE LOS PINOS - COORDENADAS N: 8670555,88 E: 480013,36		TERMINO :	4/09/2020		
CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO:	P-076-2020		REGISTRADO POR :	L.A.H.Q		
METODO DE EXCAV:	MANUAL		REVISADO POR :	J.Y.A.A		
REPRESENTACION	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO VOLUMETRICO (g/cm³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACION, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
		SIMBOLOS	GRAFICO			
	0.15	RE		6%	1.786	Material de relleno granular (Riplo).*
	0.40	ML		8%	1.721	Limo Arenoso, de color marrón claro, no presenta cohesión, no presenta plasticidad, de consistencia suelta, con presencia de fino en un 80% aproximadamente.
	0.15	ML		9%	1.735	Limo arenoso con grava, de color marrón negro, partículas de forma sub angular, no presenta cohesión, no presenta plasticidad, de compactación compacta, con presencia de fino en un 60% aproximadamente.
	0.70	CL		18%	1.590	Arcilla de baja plasticidad, de color negruzco, con olor inusual, presenta cohesión, presenta plasticidad.
	1.70					
IDENTIFICACION DE MUESTRAS						
Pt:	Turba		Calicata :	C - 2		
S/M:	Sin muestra		Ubicación :	PASAJE 30 DE MAYO- PASAJE LOS PINOS - COORDENADAS N: 8670555,88 E: 480013,36		
RE	Material de Relleno					
M-1:	Muestra alterada N°1					
NF:	NIVEL FREATICO					

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: petionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, descripción de los estratos en los que aparece (*).

HC-AS-006 REV.01 FECHA:2019/08/14

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yesica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP: 49776

Email: grupocentauringenieros@gmail.com Web: <http://centauringenieros.com/> Facebook: [centauringenieros](https://www.facebook.com/centauringenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauringenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
REFERENCIA		NTP 339.150 SUELOS. DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS. PROCEDIMIENTO VISUAL-MANUAL.				
DATOS			REGISTRO DE EXCAVACION			
EXPEDIENTE N°: 1029 - 2020 -AS			EXCAVACIÓN : C - 3			
PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY			NIVEL FREÁTICO : NO PRESENTA			
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES			TAMAÑO EXCAV. : PROF = 1,70 m			
PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE			INICIO : 4/09/2020			
UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO - AV. PALIAN - COORDENADAS N: 8670712,70 E: 479770,64			TERMINO : 4/09/2020			
CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: P-076-2020			REGISTRADO POR : L.A.H.Q			
METODO DE EXCAV: MANUAL			REVISADO POR : J.Y.A.A			
REPRESENTACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO VOLUMÉTRICO (g/cm³)	DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MÁXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA, ETC.
		SÍMBOLOS	GRÁFICO			
	0.10	RE		6%	1.028	Material de relleno granular (Ripio).*
	0.50	RE		-	-	Material de desmonte, con presencia de basura, restos de ladrillo y concreto.*
	1.10	CL		17%	1.582	Arcilla de baja plasticidad, de color negruzco, con olor inusual, presenta cohesión, presenta plasticidad.
	1.70					
IDENTIFICACION DE MUESTRAS						
Pt: Turba			Calicata : C - 3			
S/M: Sin muestra			Ubicación : PASAJE 30 DE MAYO - AV. PALIAN - COORDENADAS N: 8670712,70 E: 479770,64			
RE: Material de Relleno						
M-1: Muestra alterada N°1						
NF: NIVEL FREÁTICO						

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, descripción de los estratos en los que aparece (*).

HC-AS-006 REV.01 FECHA:2019/08/14

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yesica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69975

Email: grupocentauringenieros@gmail.com Web: <http://centauringenieros.com/> Facebook: [centauru ingenieros](https://www.facebook.com/centauringenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauringenieros@gmail.com

Ensayo para el suelo natural (suelo patrón)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORA
DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO**

INFORME

EXPEDIENTE N° : 711-2020-AS
PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
OBRA : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS
COHESIVOS EN SUBRASANTE
UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UNAS- PROVINCIA DE
HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
FECHA DE RECEPCION : 01 DE JULIO DEL 2020
FECHA DE EMISION : 27 DE JULIO DEL 2020

CODIGO : NTP 339.146:2000
TITULO : SUELOS. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de sue
agregado fino
COMITÉ : CTN 005: Geotecnia
TITULO (EN : Soils. Standard test method for sand equivalen value of soils and fine aggregate

EQUIVALENTE DE ARENA

EQUIVALENTE DE ARENA : **2** %

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{lectura de arena}}{\text{lectura de arcilla}} \times 100$$

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: P-040-2020
CALICATA: C1-E4, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UNAS- PROVIN
HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
MUESTRA: M1

HC-AS-025 REV.05 FECHA: 2020/06/12

* MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO
* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, S
QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMII
NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUC
RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR
CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.L.
AREA DE CALIDAD
Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 69772

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 -
964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE-141
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

Informe de ensayo con valor oficial

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

1. EXPEDIENTE N° : 712-2020-AS
2. PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
4. PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
5. UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
7. FECHA DE EMISIÓN : 27 DE JULIO DEL 2020

ENSAYO:	MÉTODO:
Contenido de Humedad	NTP 339.127 1998 (REVISADA EL 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

PÁGINA 1 DE 1

CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO	SONDEO	MUESTRA / PROF.	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m)	TIPO DE MUESTRA	CONDICIÓN DE MUESTRA	MÉTODO	% DE HUMEDAD	MÉTODO DE SECADO
P-040-2020	CALICATA	C1 -E4 (1,50 m a 1,70 m)	PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS	1.7	SUELO	MUESTRA ALTERADA	± 1%	30	110 °C ± 5

- *LOS RESULTADOS SE REPORTAN AL ± 1% .
- *LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON LA MASA MÍNIMA RECOMENDADA.
- *LA MUESTRA ENSAYADA NO CONTIENE MAS DE UN MATERIAL.
- *EN LA MUESTRA ENSAYADA NO SE EXCLUYO NINGÚN MATERIAL.

NOTA:

Fecha de ensayo : 2020-07-02
Temperatura Ambiente : 14 °C
Humedad relativa : 30 %
Área donde se realizó los ensayos : Suelos I y Pavimentos

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra, profundidad.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y

HC-AS-001 VERSIÓN: 01 REV.01 FECHA: 2020/02/28

Fin de página

UNIVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ÁREA DE CALIDAD

Mg. Ing. Janette Yessica Andia Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 49775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE-141

Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

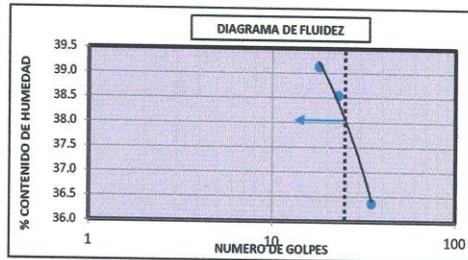
LABORATORIO DE SUELOS INFORME

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. EXPEDIENTE N° | : 713-2020-AS |
| 2. PETICIONARIO | : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY |
| 3. ATENCIÓN | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES |
| 4. PROYECTO | : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE |
| 5. UBICACIÓN | : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN |
| 6. FECHA DE RECEPCIÓN | : 01 DE JULIO DEL 2020 |
| 7. FECHA DE EMISIÓN | : 27 DE JULIO DEL 2020 |

Código orden de Trabajo : P-040-2020	Sondeo : C1-E4 (1,50 M - 1,70 M)	Profundidad (m) : 1,70
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación : Pasaje 30 de Mayo - Cuadra 1

ENSAYOS:	MÉTODO:
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
Clasificación AASHTO	NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	100.00
3/8"	9.500	100.00
N°4	4.750	99.60
N°10	2.000	99.02
N°20	0.850	98.22
N°40	0.425	97.25
N°60	0.250	96.10
N°140	0.106	93.69
N°200	0.075	92.52



FINO	ARENA	GRAVA
92.52%	7.08%	0.40%
100.00%		

MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ N°40	2.75

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
% LÍMITE LÍQUIDO	38
% LÍMITE PLÁSTICO	20
% ÍNDICE PLÁSTICO	18
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-6 (17)
		TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	SUELOS ARCILLOSOS
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	REGULAR A DEFICIENTE

Nota:
Fecha de ensayo : 2020-07-03
Temperatura Ambiente : 20,5 C°
Humedad relativa : 23 %
Área donde se realizó los ensayos : Suelos I y Pavimentos - Suelos II y Concreto

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario

*Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: Peticionario, Atención, Nombre del proyecto, Ubicación.
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-033 REV.05 FECHA: 2020/02/11

UNIVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ALFREDO DE SALLA
Janet Andía Arias
Mg. Ing. Janet Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 89775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
 PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE - 141

Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS INFORME

1. EXPEDIENTE N° : 713-2020-AS
2. PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
4. PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
5. UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
7. FECHA DE EMISIÓN : 27 DE JULIO DEL 2020

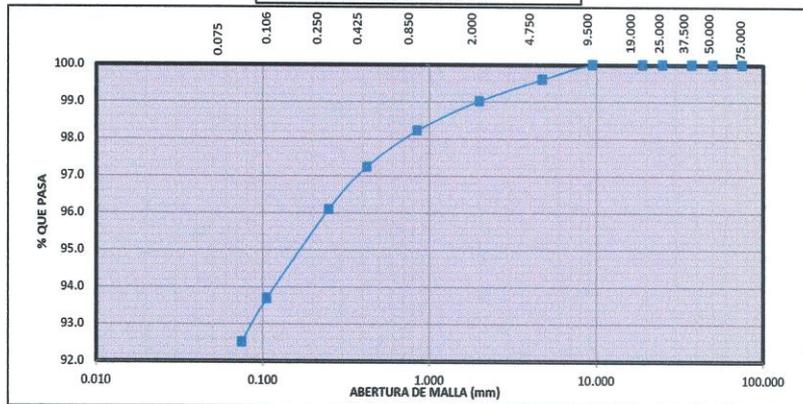
Código orden de Trabajo : P-040-2020	Sondeo : C1-E4 (1,50 M - 1,70 M)	Profundidad (m) : 1,70
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación : Pasaje 30 de Mayo - Cuadra 1

ENSAYOS	MÉTODO
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
Clasificación AASHTO	NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	0.00
	GF %	0.40
% ARENA	AG %	0.58
	AM %	1.77
	AF %	4.73
% FINOS		92.52
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		3/8"
Forma del suelo grueso		Redondeada
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coeficiente de Curvatura		-
Coeficiente de Uniformidad		-

PÁGINA 2 DE 2

CURVA GRANULOMÉTRICA



FINO	92.52%	ARENA	7.08%	GRAVA	0.40%
------	--------	-------	-------	-------	-------

NOTA:

Fecha de ensayo : 2020-07-03

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-033 REV.05 FECHA: 2020/02/11

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 60775

Fin de página.

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

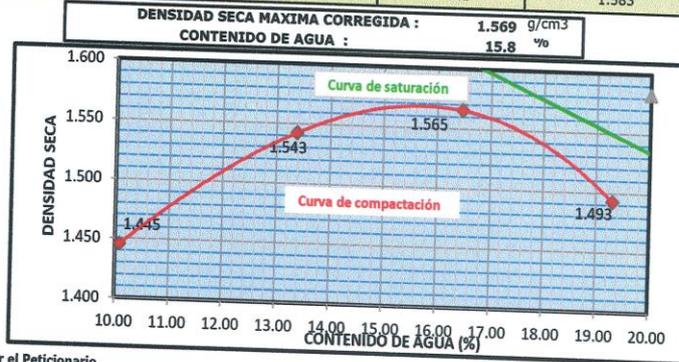
EXPEDIENTE N° : 716-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 27 DE JULIO DEL 2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C1-E4, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

ENSAYO PROCTOR MÉTODO A - MTC E 115								
Nro de capas:	5.00	Altura de caída del pisón (cm):	45.72	Peso del pisón (Kg):	4.54	Volumen del molde (cm ³)	944	
Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm ³):	27.5		Número de golpes/ca	25.00	Gravedad Especifica S/tamaño:			
Masa del suelo húmedo + molde (g)	3441.10		3590.00		3660.00		3620.00	
Masa del molde (g)	1939.00		1939.00		1939.00		1939.00	
Peso suelo húmedo compactado (g)	1502		1651		1721		1681	
Peso volumetrico humedo (g/cm ³)	1.591		1.749		1.823		1.781	
Recipiente N°	I-26	G-101	I-12	I-7	I-1	I-20	I-14	I-6
Masa del suelo húmedo + tara (g)	608.20	619.20	622.60	592.00	655.30	641.40	609.10	640.60
Masa del suelo seco + tara (g)	558.40	570.45	559.40	531.50	575.40	562.40	525.90	549.20
Masa del Recipiente (g)	68.30	83.20	80.20	85.70	87.20	86.20	86.30	85.00
Masa del agua (g)	49.80	48.75	63.20	60.50	79.90	79.00	83.20	91.40
Masa del suelo seco (g)	490.10	487.25	479.20	445.80	488.20	476.20	439.60	464.20
Contenido de agua (%)	10.16	10.01	13.19	13.57	16.37	16.59	18.93	19.69
Promedio de contenido de agua (%)	10.08		13.38		16.48		19.31	
Densidad humeda del espécimen compactado (g/cm ³)	1.445		1.543		1.565		1.493	
Humedad Saturación (%)	2.00		4.00		7.00		20.00	
Peso Volumetrico Saturacion	2.052		1.842		1.641		1.583	

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
TAMIZ	PARCIAL RETENIDO	PASA (%)
3"	0.00	100.00
2"	0.00	100.00
3/4"	0.00	100.00
3/8"	0.00	100.00
N°4	0.00	100.00
<N°4	100.00	0.00



OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.
 HC-AS-007 VER.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 66775

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 717-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 27 DE JULIO DEL 2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C1-E4, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

CBR - MTC E 132

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO					
Contenido de agua	%	10.083	13.380	15.478	19.308
Peso volumétrico	g/cm ³	1.445	1.543	1.565	1.493

ETAPA DE COMPACTACION			
IDENTIFICACION DEL M	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5.00	5.00	5.00
GOLPES POR CAPA	10.00	25.00	56.00

MUESTRA	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Masa del molde + suelo humedo	7920	8273	7899	8245	8750	9002
Masa del molde	3950.0	3950.0	3820.0	3820.0	4530.0	4530.0
Masa del suelo humedo	3970.0	4323.0	4079.0	4425.0	4220.0	4472.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad humeda	1.714	1.867	1.761	1.911	1.822	1.931
% de humedad	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80
Densidad seca	1.480	1.612	1.521	1.650	1.573	1.667
Tara N°	I-14	E-24	I-6	T-002	I-26	E-22
Tara + suelo humedo	443.3	453.0	609.0	545.0	329.0	431.0
Tara + suelo seco	391.0	365.0	531.0	444.0	292.0	352.0
Masa del agua	52.3	88.0	78.0	101.0	37.0	79.0
Masa de la tara	86.5	38.4	85.0	46.2	68.4	38.7
Masa del suelo seco	304.5	326.6	446.0	397.9	223.6	313.3
% de humedad	17.18	26.95	17.49	25.39	16.55	25.21

CBR AL 100% DE LA M. % 4.59
 CBR AL 95% DE LA % 2.20
 MDS GR/CM3 1.57
 OCH % CH 15.80

OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: petionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP: 69775

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPMS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 717-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 27 DE JULIO DEL 2020

CALICATA : C1-E4, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

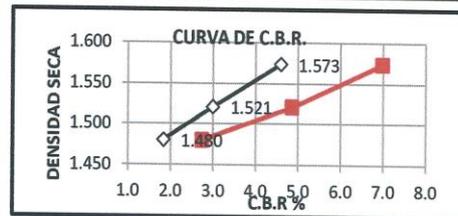
ESPECIMEN I (10)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.098	22.03	7.34
0.155	34.84	11.61
0.200	44.96	14.99
0.245	55.08	18.36
0.276	62.04	20.68
0.312	70.14	23.38
0.367	82.50	27.50
0.466	104.76	34.92
0.554	124.54	41.51
0.636	142.97	47.66

C.H.	DENS. SECA
6.04	1.969
9.00	2.014
12.04	1.980
15.22	1.796



ESPECIMEN II (25)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.122	27.43	9.14
0.225	50.58	16.86
0.323	72.61	24.20
0.400	89.97	29.97
0.473	106.33	35.44
0.535	120.27	40.09
0.649	145.90	48.53
0.851	191.30	63.77
1.008	226.60	75.53
1.173	263.69	87.90

N° GOLPES	% CBR (0.1")	% CBR (0.2")	D.S.
10.00	1.8	2.8	1.480
25.00	3.0	4.9	1.521
56.00	4.6	7.0	1.573



ESPECIMEN III (56)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.307	69.01	23.00
0.424	95.32	31.77
0.522	117.35	39.12
0.613	137.80	45.93
0.691	155.34	51.78
0.786	176.69	58.90
0.933	209.74	69.91
1.206	271.11	90.37
1.480	332.70	110.90
1.729	388.68	129.56

MDS	1.57
95%MDS	1.491
(10) MDS	
	2.54 mm (0.1") 5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	4.6 6.99
CBR AL 95%	2.2 3.00

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Ing. Ing. Janet Yesica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 66775

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

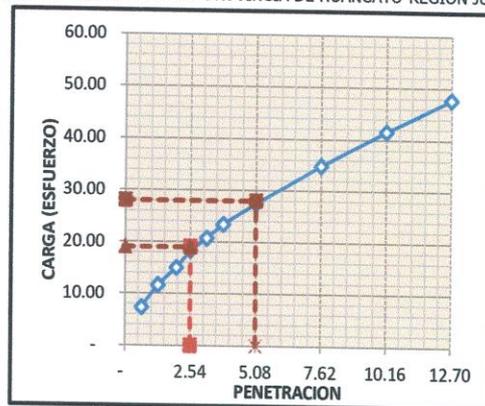
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 717-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 27 DE JULIO DEL 2020

CALICATA : C1-E4, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

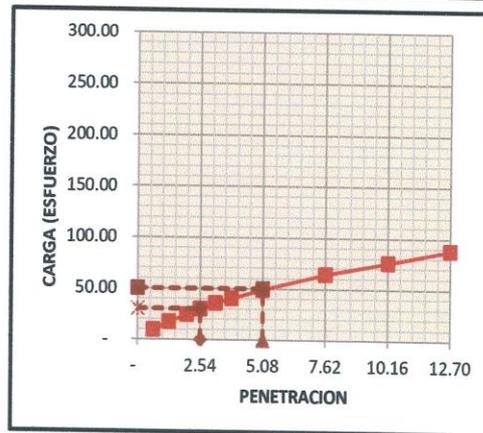
PENETRACION

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. FN
10 GOLPES	0.098	22.0	3.00	7.34	0.63
	0.155	34.8	3.00	11.61	1.27
	0.200	45.0	3.00	14.99	1.99
	0.245	55.1	3.00	18.36	2.54
	0.276	62.0	3.00	20.68	3.17
	0.312	70.1	3.00	23.38	3.81
	0.367	82.5	3.00	27.50	5.08
	0.466	104.8	3.00	34.92	7.62
	0.554	124.5	3.00	41.51	10.16
	0.636	143.0	3.00	47.66	12.70



PENETRACION

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. FN
25 GOLPES	0.122	27.4	3.00	9.14	0.63
	0.225	50.6	3.00	16.86	1.27
	0.323	72.6	3.00	24.20	1.99
	0.400	89.9	3.00	29.97	2.54
	0.473	106.3	3.00	35.44	3.17
	0.535	120.3	3.00	40.09	3.81
	0.649	145.9	3.00	48.63	5.08
	0.851	191.3	3.00	63.77	7.62
	1.008	226.6	3.00	75.53	10.16
	1.173	263.7	3.00	87.90	12.70



HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

VERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Jessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 89775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

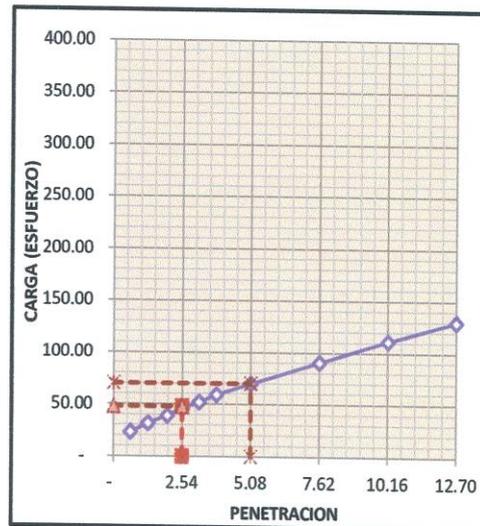
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 717-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 27 DE JULIO DEL 2020

CALICATA : C1-E4, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

PENETRACION

KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. FN
0.307	69.0	3.00	23.00	0.63
0.424	95.3	3.00	31.77	1.27
0.522	117.3	3.00	39.12	1.99
0.613	137.8	3.00	45.93	2.54
0.691	155.3	3.00	51.78	3.17
0.786	176.7	3.00	58.90	3.81
0.933	209.7	3.00	69.91	5.08
1.206	271.1	3.00	90.37	7.62
1.480	332.7	3.00	110.90	10.16
1.729	388.7	3.00	129.56	12.70



UNVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.L.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

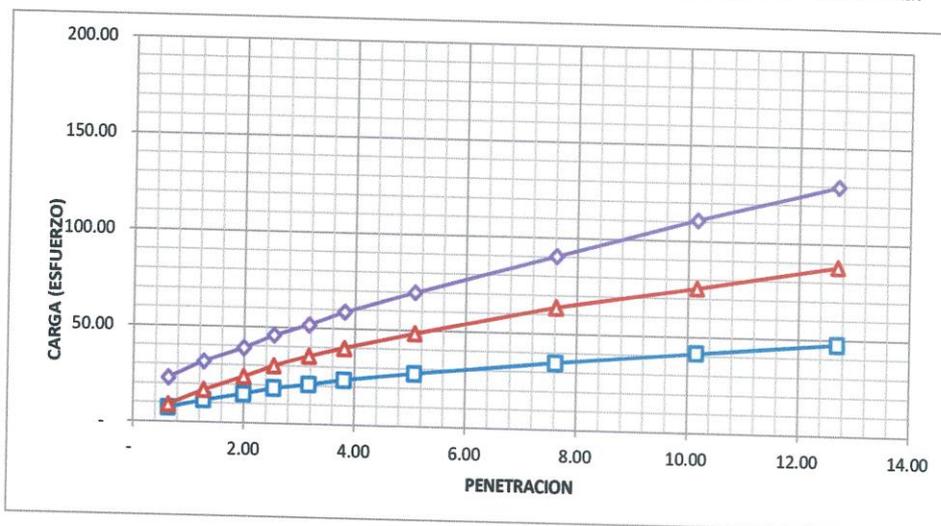


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 717-2020-AS
PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
FECHA DE EMISIÓN : 27 DE JULIO DEL 2020

CALICATA : C1-E4, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN



HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

VERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.

AREA DE CALICATA

Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias

INGENIERA CIVIL

CIP: 69175

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

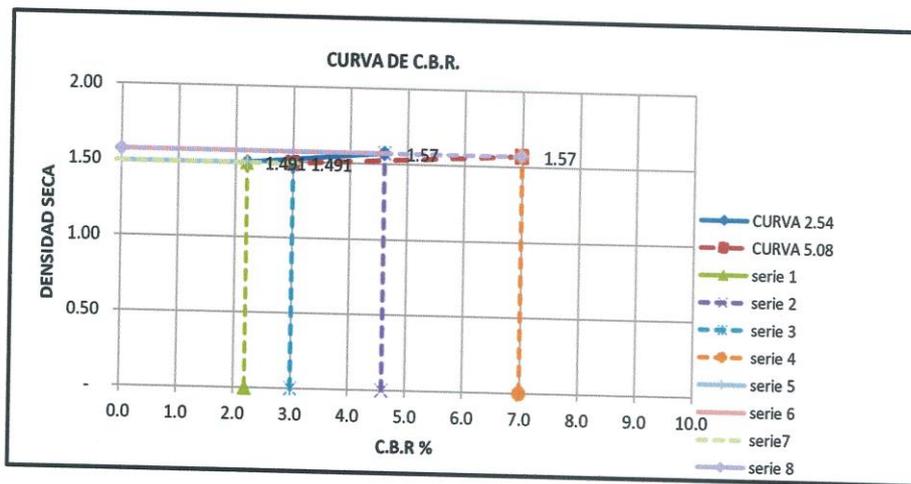


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 717-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 27 DE JULIO DEL 2020

Calicata : C1-E4, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 AREA DE CIVIL
 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 717-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 27 DE JULIO DEL 2020

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR
 MTC E 132**

Pag. 01 de 02

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C1-E4, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Maxima Densidad Seca	1.569 g/cm3
Optimo Contenido de Humedad	15.80 %

ENSAYO DE CBR

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm3)	Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR % - (2.54 mm - 0.1")	CBR % - (5.08 mm - 0.2")
1.00	56.00	4.6	1.573	0.10	100.00	4.6	7.0
2.00	25.00	3.0	1.521	0.10	95.00	2.2	3.0
3.00	10.00	1.8	1.480				

	ESPECIMEN N° 1	ESPECIMEN N°2	ESPECIMEN N°3
Energía de compactación (kg* cm/cm3)	27.7	12.2	6.1
Densidad seca (g/cm3)	1.57	1.52	1.48
Masa de sobrecarga (kg)	4.53	4.53	4.53
Embebido en agua (días)	4	4	4

EXPANSION

HORAS	56 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES	
	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %
00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
96:00:00	1.300	1.024	2.900	2.283	3.100	2.441

OBSERVACION : Muestra extraídas en campo, por el Peticionario.

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INGENIEROS GENERALES CENTAURO
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yessad Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

4.00

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

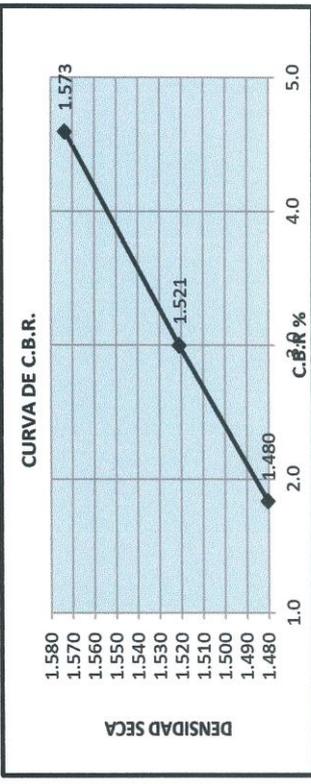
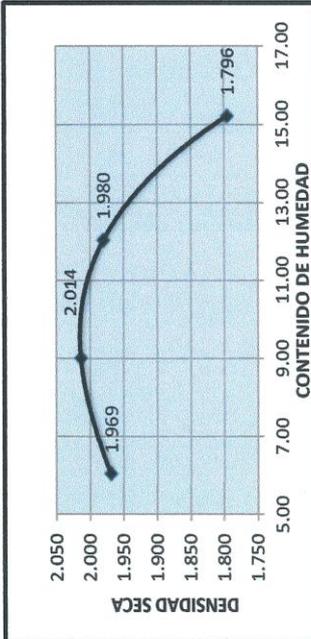
- SERVICIOS DE:**
- ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS
 - ENSAYOS EN ABREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
 - ENSAYOS EN ROCAS
 - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
 - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- SERVICIOS DE:**
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
 - EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
 - ESTUDIOS DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
 - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
 - EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU
- Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 717-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 27 DE JULIO DEL 2020

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA
 CALICATA : C1-E4, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN



OBSERVACION: Muestra extraídas en campo, por el Peticionario.

HC-AS-008 VERSIÓN 01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS Y LETRAS
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Juan Sebastián Amador Arias
 INGENIERO CIVIL
 CIP 69775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

Ensayo para el suelo + 3 % de ceniza de carbón mineral

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

INFORME

EXPEDIENTE N° : 780-2020-AS
PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
OBRA : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO- REGIÓN JUNÍN
FECHA DE RECEPCION : 01 DE JULIO DEL 2020
FECHA DE EMISION : 19 DE AGOSTO DEL 2020

CODIGO : NTP 339.146:2000
TITULO : SUELOS. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino
COMITÉ : CTN 005: Geotecnia
TITULO (EN) : Soils. Standard test method for sand equivalent value of soils and fine aggregate

EQUIVALENTE DE ARENA

EQUIVALENTE DE ARENA : **3** %

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{lectura de arena}}{\text{lectura de arcilla}} \times 100$$

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: P-040-2020
CALICATA: C1-E4, CON ADICION DE 3 % DE CARBON MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
MUESTRA: M1

HC-AS-025 REV.05 FECHA: 2020/06/12

* MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO
* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.S.
AREA DE CALIDAD

Mg. Janet Yessica Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 68775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



Registro N° LE-141

CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Informe de ensayo con valor oficial
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. EXPEDIENTE N° | : 714-2020-AS |
| 2. PETICIONARIO | : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY |
| 3. ATENCIÓN | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES |
| 4. PROYECTO | : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE |
| 5. UBICACIÓN | : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN |
| 6. FECHA DE RECEPCIÓN | : 01 DE JULIO DEL 2020 |
| 7. FECHA DE EMISIÓN | : 27 DE JULIO DEL 2020 |

ENSAYO:	MÉTODO:
Contenido de Humedad	NTP 339.127 1998 (REVISADA EL 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

PÁGINA 1 DE 1

CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO	SONDEO	MUESTRA / PROF.	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m)	TIPO DE MUESTRA	CONDICIÓN DE MUESTRA	MÉTODO	% DE HUMEDAD	MÉTODO DE SECADO
P-040-2020	CALICATA	C1 -E4 (1,50 m a 1,70 m)	PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS	1.7	SUELO CON ADICIÓN DE CENIZA DE 3%	MUESTRA ALTERADA	± 1%	2	110 °C ± 5

*LOS RESULTADOS SE REPORTAN AL ± 1% .

*LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON LA MASA MÍNIMA RECOMENDADA.

*LA MUESTRA ENSAYADA CONTIENE MAS DE UN MATERIAL (Ceniza 3%)

*EN LA MUESTRA ENSAYADA NO SE EXCLUYO NINGÚN MATERIAL.

NOTA:

Fecha de ensayo : 2020-07-20

Temperatura Ambiente : 17,6 °C

Humedad relativa : 19 %

Área donde se realizó los ensayos : Suelos I y Pavimentos

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: **peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra, profundidad.**

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y

HC-AS-001 VERSIÓN: 01 REV.01 FECHA: 2020/02/28

Fin de página

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
AREA DE CALIDAD
[Firma]
Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP: 69775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE - 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

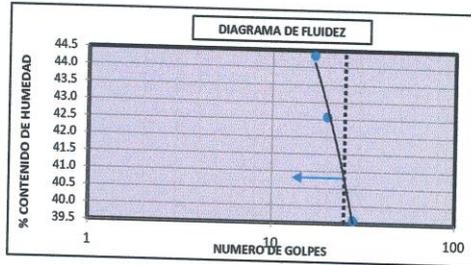
INFORME

1. EXPEDIENTE N° : 715-2020-AS
2. PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
4. PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
5. UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
7. FECHA DE EMISIÓN : 27 DE JULIO DEL 2020

Código orden de Trabajo : P-040-2020	Sondeo : C1-E4 (1,50 M - 1,70 M)	Profundidad (m) : 1,70
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación : Pasaje 30 de Mayo - Cuadra 1

ENSAYOS:	MÉTODOS:
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
Clasificación AASHTO	NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	100.00
3/8"	9.500	98.37
N°4	4.750	97.89
N°10	2.000	97.16
N°20	0.850	96.29
N°40	0.425	94.69
N°60	0.250	92.66
N°140	0.106	88.99
N°200	0.075	87.42



CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
87.42%	10.47%	2.11%
100.00%		

MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ N°40	5.31

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
% LÍMITE LÍQUIDO	41
% LÍMITE PLÁSTICO	21
% ÍNDICE PLÁSTICO	20
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-7-5 (18)
		TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	SUELOS ARCILLOSOS
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	REGULAR A DEFICIENTE

Nota:
Fecha de ensayo : 2020-07-23
Temperatura Ambiente : 20,5 C°
Humedad relativa : 23 %
Área donde se realizó los ensayos : Suelos y Pavimentos - Suelos II y Concreto

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario. Suelo con incorporación de 3% de Ceniza

* Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: Peticionario, Atención, Nombre del proyecto, Ubicación.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-033 REV.05 FECHA: 2020/02/11

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ÁREA DE CALIDAD
Mg. Ing. Janice Pessica Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP: 06975

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayos
Acreditado

CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE - 141
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

Informe de ensayo con valor oficial

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS INFORME

1. EXPEDIENTE N° : 715-2020-AS
2. PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
4. PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
5. UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
7. FECHA DE EMISIÓN : 27 DE JULIO DEL 2020

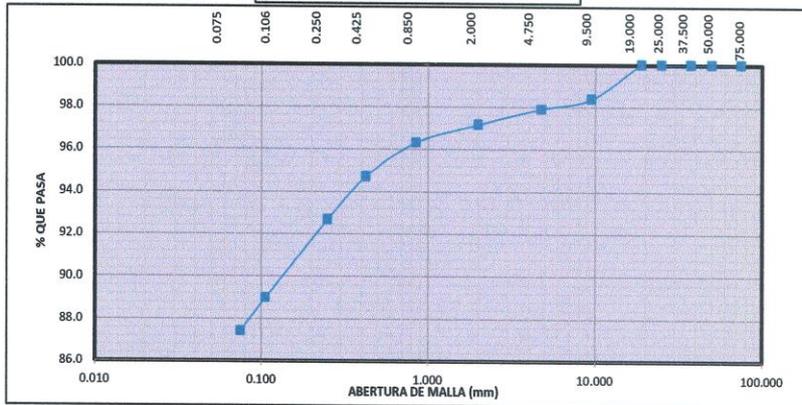
Código orden de Trabajo : P-040-2020	Sondeo : C1-E4 (1,50 M - 1,70 M)	Profundidad (m) : 1,70
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación : Pasaje 30 de Mayo - Cuadra 1

ENSAYOS	MÉTODO
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
Clasificación AASHTO	NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	0.00
	GF %	2.11
% ARENA	AG %	0.74
	AM %	2.47
	AF %	7.27
% FINOS		87.42
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		3/4"
Forma del suelo grueso		Redondeada
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coeficiente de Curvatura		-
Coeficiente de Uniformidad		-

PÁGINA 2 DE 2

CURVA GRANULOMÉTRICA



FINO	87.42%	ARENA	10.47%	GRAVA	2.11%
------	--------	-------	--------	-------	-------

NOTA:

Fecha de ensayo : 2020-07-23

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario. Suelo con incorporación de 3% de Ceniza

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-093 REV.05 FECHA: 2020/02/11

UNIVERSIDADES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ÁREA DE CALIDAD
[Firma]
Mg. Ing. Janet Vessica Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP: 89775

Fin de página.

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 721-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 31 DE JULIO DEL 2020

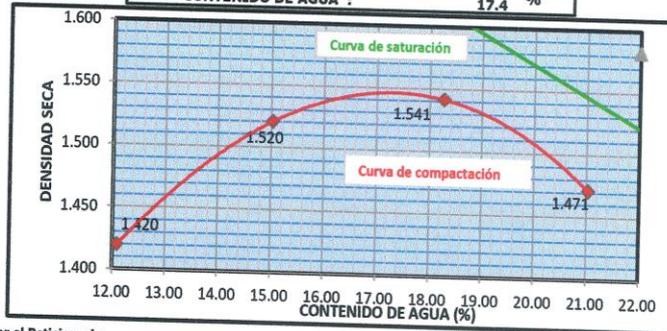
DATOS DE LA MUESTRA

CALCATA : C1-E4 CON 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

ENSAYO PROCTOR METODO A - MTC E 115									
Nro de capas:	5.00	Altura de caída del pisón (cm):	45.72	Peso del pisón (Kg):	4.54	Volumen del molde (cm ³)	944		
Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm ³):	27.5		Número de golpes/cz	25.00		Gravedad Especifica S/tamaño:			
Masa del suelo húmedo + molde (g)	3441.10		3590.00		3660.00		3620.00		
Masa del molde (g)	1939.00		1939.00		1939.00		1939.00		
Peso suelo húmedo compactado (g)	1502		1651		1721		1681		
Peso volumetrico humedo (g/cm ³)	1.591		1.749		1.823		1.781		
Recipiente N°	I-11	I-18	I-12	I-7	I-8	I-13	I-5	I-20	
Masa del suelo húmedo + tara (g)	660.80	586.70	610.80	627.20	680.10	626.80	637.20	605.90	
Masa del suelo seco + tara (g)	598.40	531.70	541.20	556.90	587.90	543.30	541.30	515.50	
Masa del Recipiente (g)	83.10	76.20	80.10	87.20	83.80	86.30	85.10	86.10	
Masa del agua (g)	62.40	55.00	69.60	70.30	92.20	83.50	95.90	90.40	
Masa del suelo seco (g)	515.30	455.50	461.10	469.70	504.10	457.00	456.20	429.40	
Contenido de agua (%)	12.11	12.07	15.09	14.97	18.29	18.27	21.02	21.05	
Promedio de contenido de agua (%)	12.09		15.03		18.28		21.04		
Densidad numerica del espécimen compactado (g/cm ³)	1.420		1.520		1.541		1.471		
Humedad Saturacion (%)	4.00		8.00		12.00		22.00		
Peso Volumetrico Saturacion	2.052		1.842		1.641		1.583		

DENSIDAD SECA MAXIMA CORREGIDA : 1.547 g/cm³
 CONTENIDO DE AGUA : 17.4 %

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
TAMIZ	PARCIAL RETENID O%	PASA (%)
3"	0.00	100.00
2"	0.00	100.00
3/4"	0.00	100.00
3/8"	0.00	100.00
N°4	0.00	100.00
<N°4	100.00	0.00



OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

HC-AS-007 VER.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Vásquez Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 89775

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 722-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 31 DE JULIO DEL 2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C1-E4 CON 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

CBR - MTC E 132

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO					
Contenido de agua	%	12.097	15.031	18.281	21.037
Peso volumétrico	g/cm ³	1.420	1.520	1.541	1.471

ETAPA DE COMPACTACION			
IDENTIFICACION DEL M	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5.00	5.00	5.00
GOLPES POR CAPA	10.00	25.00	56.00

MUESTRA	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Masa del molde + suelo humedo	8442	8748	7335	7607	8745	8970
Masa del molde	4646.5	4646.5	3280.0	3280.0	4530.5	4530.5
Masa del suelo humedo	3795.0	4101.5	4055.0	4327.0	4214.5	4439.5
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad humeda	1.639	1.771	1.751	1.868	1.820	1.917
% de humedad	17.40	17.40	17.40	17.40	17.40	17.40
Densidad seca	1.396	1.508	1.491	1.591	1.550	1.633
Tara N°	H-3	H-13	H-11	H-2	H-8	H-7
Tara + suelo humedo	635.8	639.9	629.9	570.2	656.6	572.5
Tara + suelo seco	557.7	521.6	552.1	484.3	574.7	485.6
Masa del agua	78.1	118.3	77.8	85.9	81.9	86.9
Masa de la tara	108.2	96.7	105.4	109.9	105.0	89.8
Masa del suelo seco	449.5	424.9	446.7	374.4	469.7	395.8
% de humedad	17.37	27.85	17.42	22.95	17.44	21.96

CBR AL 100% DE LA M. : 9.19
 CBR AL 95% DE LA : 5.50
 MDS : 1.55 GR/CM³
 OCH : 17.40 % CH

OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Jessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP: 49715

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPMS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 722-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 31 DE JULIO DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

ESPECIMEN I (10)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.115	25.85	8.67
0.205	46.08	15.36
0.300	67.44	22.48
0.366	82.28	27.43
0.427	95.99	32.00
0.467	104.98	34.99
0.560	125.89	41.96
0.739	166.13	55.38
0.898	201.87	67.29
1.005	225.92	75.31

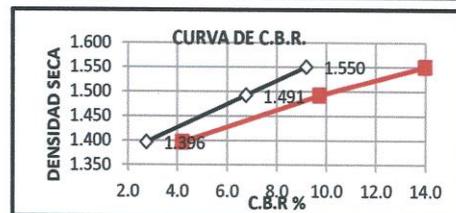
ESPECIMEN II (25)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.359	80.70	26.90
0.586	131.73	43.91
0.785	176.47	58.82
0.901	202.54	67.51
1.035	232.67	77.56
1.115	250.65	83.55
1.288	291.79	97.26
1.702	382.61	127.54
2.050	460.84	153.61
2.358	530.08	176.69

ESPECIMEN III (56)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.459	103.18	34.39
0.748	168.15	56.05
1.044	234.69	78.23
1.226	275.60	91.87
1.382	310.67	103.56
1.572	353.39	117.80
1.866	419.48	139.83
2.412	542.22	180.74
2.960	665.41	221.80
3.458	777.36	259.12

C.H.	DENS. SECA
6.04	1.969
9.00	2.014
12.04	1.980
15.22	1.796



Nº GOLPES	% CBR (0.1")	% CBR (0.2")	D.S.
10.00	2.7	4.2	1.396
25.00	6.8	9.7	1.491
56.00	9.2	14.0	1.550



MDS	1.55
95%MDS	1.470
(10) MDS	
	2.54 mm (0.1") 5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	9.2 14.00
CBR AL 95%	5.5 8.00

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janice Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 60775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

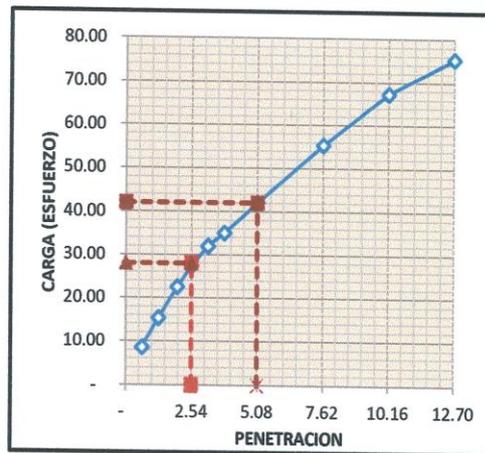
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 722-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 31 DE JULIO DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

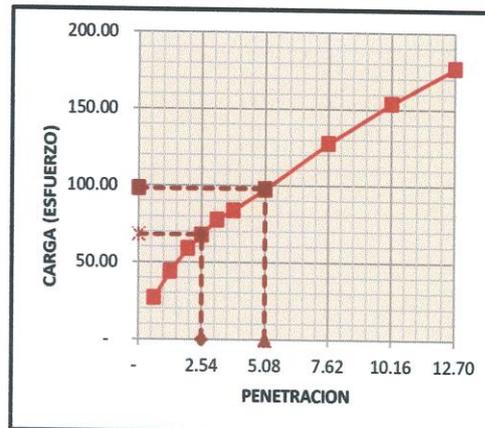
PENETRACION

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
10 GOLPES	0.115	25.9	3.00	8.62	0.63
	0.205	46.1	3.00	15.36	1.27
	0.300	67.4	3.00	22.48	1.99
	0.366	82.3	3.00	27.43	2.52
	0.427	96.0	3.00	32.00	3.17
	0.467	105.0	3.00	34.99	3.81
	0.560	125.9	3.00	41.86	5.08
	0.739	166.1	3.00	55.38	7.62
	0.898	201.9	3.00	67.29	10.16
	1.005	225.9	3.00	75.31	12.70



PENETRACION

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
25 GOLPES	0.359	80.7	3.00	26.90	0.63
	0.586	131.7	3.00	43.91	1.27
	0.785	176.5	3.00	58.82	1.99
	0.901	202.5	3.00	67.51	2.52
	1.035	232.7	3.00	77.56	3.17
	1.115	250.7	3.00	83.55	3.81
	1.298	291.8	3.00	97.26	5.08
	1.702	382.6	3.00	127.54	7.62
	2.050	460.8	3.00	153.61	10.16
	2.358	530.1	3.00	176.69	12.70



HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.S.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Ye-gua Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP: 89775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964968015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

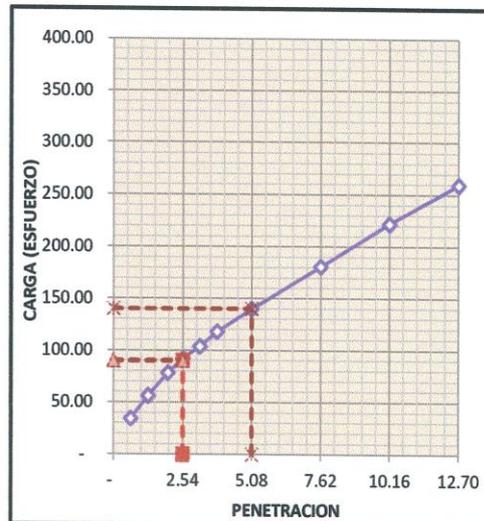
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 722-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 31 DE JULIO DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

PENETRACION

KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. FN	PIU/G
0.459	103.2	3.00	34.39	0.63	
0.748	168.2	3.00	56.05	1.27	
1.044	234.7	3.00	78.23	1.99	
1.226	275.6	3.00	91.87	2.54	
1.382	310.7	3.00	103.56	3.17	
1.572	353.4	3.00	117.80	3.81	
1.866	419.5	3.00	139.83	4.66	
2.412	542.2	3.00	180.74	7.62	
2.960	665.4	3.00	221.80	10.16	
3.458	777.4	3.00	259.12	12.70	



INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 66775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo – Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 – 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

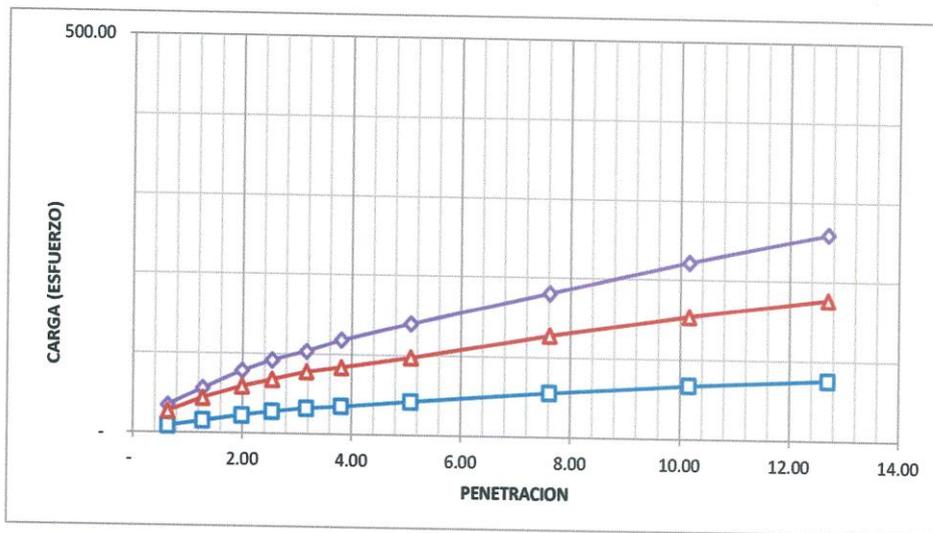


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 722-2020-AS
PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
FECHA DE EMISIÓN : 31 DE JULIO DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN



HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

INGENIEROS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
AREA DE CALIDAD

Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
INGENIERIA CIVIL
CIP 69775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

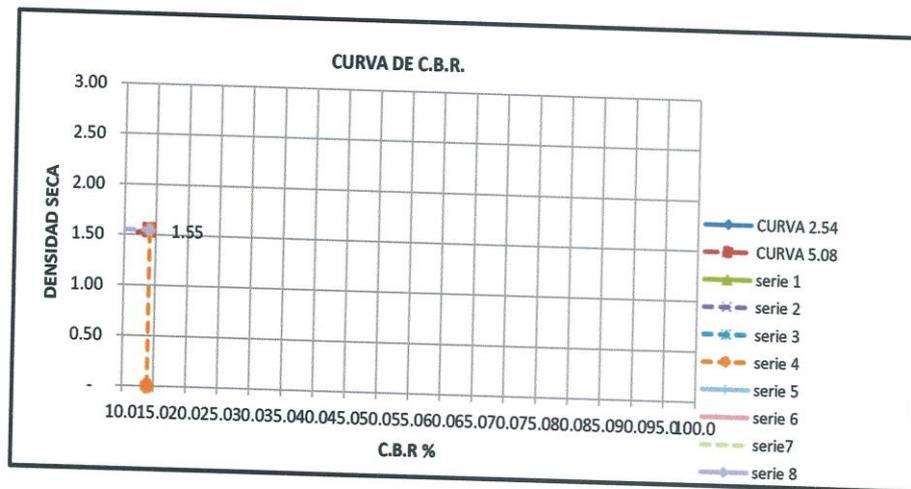


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 722-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 31 DE JULIO DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN



UNIVERSIDADES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Jessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 722-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 31 DE JULIO DEL 2020

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR
MTC E 132**

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C1-E4 CON 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

Pag. 01 de 02

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Maxima Densidad Seca	1.547 g/cm3
Optimo Contenido de Humedad	17.40 %

ENSAYO DE CBR

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm3)	Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR % - (2.54 mm - 0.1")	CBR % - (5.08 mm - 0.2")
1.00	56.00	9.2	1.550	0.10	100.00	9.2	14.0
2.00	25.00	6.8	1.491	0.10	95.00	5.5	8.0
3.00	10.00	2.7	1.396				

	ESPECIMEN N° 1	ESPECIMEN N°2	ESPECIMEN N°3
Energía de compactación (kg* cm/cm3)	27.7	12.2	6.1
Densidad seca (g/cm3)	1.55	1.49	1.40
Masa de sobrecarga (kg)	4.53	4.53	4.53
Embebido en agua (días)	4	4	4

EXPANSION

HORAS	56 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES	
	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %
00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
96:00:00	0.909	0.716	1.361	1.072	3.020	2.378

OBSERVACION : Muestra extraídas en campo, por el Peticionario.
 HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Kaseika Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
 - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
 - ENSAYOS EN ROCAS
 - ENSAYOS EN SUELOS EN SUELOS Y AGUA
 - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- ESTACIONACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE INSTRUMENTOS

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

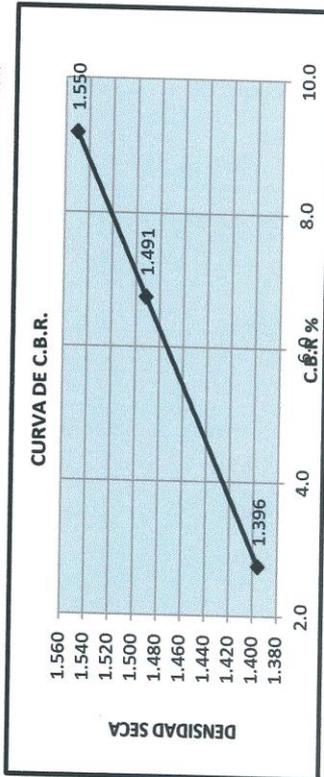
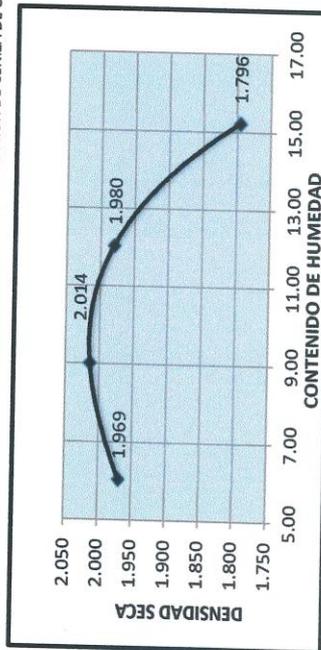


LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 722-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 31 DE JULIO DEL 2020

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA
 CALICATA : C1-E4 CON 3% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN



OBSERVACION: Muestra extraídas en campo, por el Peticionario.

HC-AS-008 VERSION.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INGENIEROS GENERALES CONSULTORES INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Jhonatan Smith Casas Garay
 Ingeniero en Mecánica de Suelos y Pavimentos
 CIP: 89775

Email: gruposcentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla Nº 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la Tra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: gruposcentauroingenieros@gmail.com

Ensayo para el suelo + 5 % de ceniza de carbón mineral

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

INFORME

EXPEDIENTE N° : 1071-2020-AS
PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
OBRA : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO- REGIÓN JUNÍN
FECHA DE RECEPCION : 01 DE JULIO DEL 2020
FECHA DE EMISION : 09 DE SETIEMBRE DEL 2020

CODIGO : NTP 339.146:2000
TITULO : SUELOS. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos agregado fino
COMITÉ : CTN 005: Geotecnia
TITULO (EN) : Soils. Standard test method for sand equivalent value of soils and fine aggregate

EQUIVALENTE DE ARENA

EQUIVALENTE DE ARENA : **3** %

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{lectura de arena}}{\text{lectura de arcilla}} \times 100$$

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: P-040-2020
CALICATA: C1-E4, CON 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- UÑAS PROLONGACIÓN. 0+100 LADO IZQUIERDO.
MUESTRA: M1

HC-AS-025 REV.05 FECHA: 2020/06/12

* MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO
* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

VERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
AREA DE CALIDAD
Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 89775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE-141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

Informe de ensayo con valor oficial

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. EXPEDIENTE N° | : 1057-2020-AS |
| 2. PETICIONARIO | : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY |
| 3. ATENCIÓN | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES |
| 4. PROYECTO | : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE |
| 5. UBICACIÓN | : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN |
| 6. FECHA DE RECEPCIÓN | : 01 DE JULIO DEL 2020 |
| 7. FECHA DE EMISIÓN | : 08 DE SETIEMBRE DEL 2020 |

ENSAYO:	MÉTODO:
Contenido de Humedad	NTP 339.127 1998 (REVISADA EL 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

PÁGINA 1 DE 1

CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO	SONDEO	MUESTRA / PROF.	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m)	TIPO DE MUESTRA	CONDICIÓN DE MUESTRA	MÉTODO	% DE HUMEDAD	MÉTODO DE SECADO
P-040-2020	CALICATA	C1 -E4 (1,50 m a 1,70 m)	PASAJE 30 DE MAYO-UÑAS PROLONGACIÓN. 0+100 LADO IZQUIERDO.	1.7	SUELO CON ADICIÓN DE CENIZA 5%	MUESTRA ALTERADA	± 1%	4	110 °C ± 5

- *LOS RESULTADOS SE REPORTAN AL ± 1% .
- *LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON LA MASA MÍNIMA RECOMENDADA.
- *LA MUESTRA ENSAYADA CONTIENE MAS DE UN MATERIAL.
- *EN LA MUESTRA ENSAYADA NO SE EXCLUYO NINGÚN MATERIAL.

NOTA:

Fecha de ensayo : 2020-09-02
Temperatura Ambiente : 20 °C
Humedad relativa : 35 %
Área donde se realizó los ensayos : Suelos I y Pavimentos

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: **peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra, profundidad.**

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y

HC-AS-001 VERSIÓN: 01 REV.01 FECHA: 2020/02/28

Fin de página

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ÁREA DE CALIDAD
[Firma]
Ing. Janet Yesica Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 69775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE - 141

Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

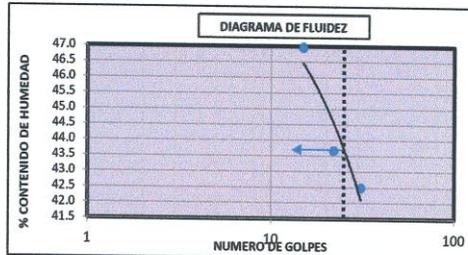
LABORATORIO DE SUELOS INFORME

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. EXPEDIENTE N° | : 1058-2020-AS |
| 2. PETICIONARIO | : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY |
| 3. ATENCIÓN | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES |
| 4. PROYECTO | : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE |
| 5. UBICACIÓN | : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO- REGIÓN JUNÍN |
| 6. FECHA DE RECEPCIÓN | : 01 DE JULIO DEL 2020 |
| 7. FECHA DE EMISIÓN | : 08 DE SETIEMBRE DEL 2020 |

Código orden de Trabajo : P-040-2020	Sondeo : C1-E4; (1,50 M - 1,70 M); 5% DE CENIZA	Profundidad (m) : 1,70
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación: Pasaje 30 de Mayo - Uñas. Prolongación. 0+100 lado izquierdo.

ENSAYOS:	MÉTODO:
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de Ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
Clasificación AASHTO	NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	100.00
3/8"	9.500	100.00
N°4	4.750	99.57
N°10	2.000	99.05
N°20	0.850	98.36
N°40	0.425	95.40
N°60	0.250	93.21
N°140	0.106	89.80
N°200	0.075	88.50



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ N°40	4.60

CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
88.50%	11.06%	0.43%
100.00%		

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
% LÍMITE LÍQUIDO	44
% LÍMITE PLÁSTICO	23
% ÍNDICE PLÁSTICO	21
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-7-6 (20)
		TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	SUELOS ARCILLOSOS
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	REGULAR A DEFICIENTE

Nota:
Fecha de ensayo : 2020-09-08
Temperatura Ambiente : 16,6 C°
Humedad relativa : 45 %
Área donde se realizó los ensayos : Suelos I y Pavimentos - Suelos II y Concreto

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

*Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: Peticionario, Atención, Nombre del proyecto, Ubicación.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-033 REV.05 FECHA: 2020/02/11

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ÁREA DE CALIDAD
[Firma]
Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 60775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE - 141

Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS INFORME

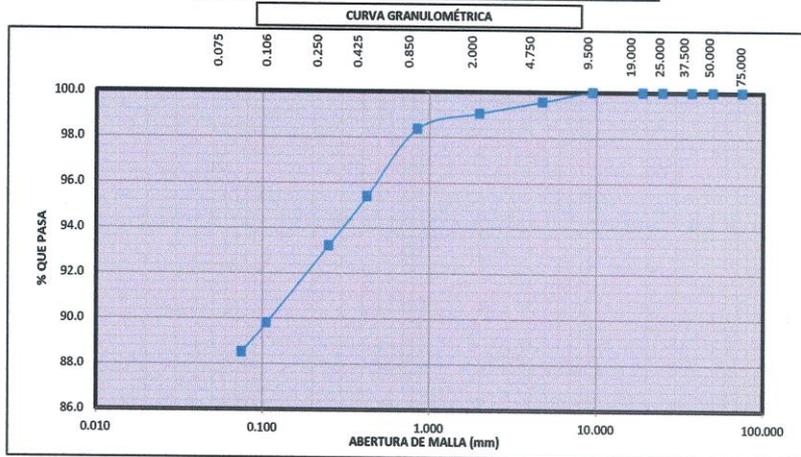
1. EXPEDIENTE N° : 1058-2020-AS
2. PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
4. PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
5. UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO- REGIÓN JUNÍN
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
7. FECHA DE EMISIÓN : 08 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

Código orden de Trabajo : P-040-2020 Sondeo : C1-E4; (1,50 M - 1,70 M); 5% DE CENIZ/ Profundidad (m) : 1,70
Tipo de material : Suelo Condiciones de muestra: Muestra Alterada Ubicación: Pasaje 30 de Mayo - Uñas. Prolongación. 0+100 lado izquierdo.

ENSAYOS	MÉTODO
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128.1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129.1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134.1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
Clasificación AASHTO	NTP 339.135.1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

PÁGINA 2 DE 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	0.00
	GF %	0.43
% ARENA	AG %	0.52
	AM %	3.65
	AF %	6.89
% FINOS		88.50
Tamaño Máximo de la Grava (mm)		9.5
Forma del suelo grueso		--
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coefficiente de Curvatura		--
Coefficiente de Uniformidad		--



FINO	ARENA	GRAVA
88.50%	11.06%	0.43%

nota:
Fecha de ensayo : 2020-09-08

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-033 REV.05 FECHA: 2020/02/11

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
AREA DE CALIDAD
[Signature]
Ing. Janet Yessica Andia Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 69775

Fin de página.

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1059-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 08 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

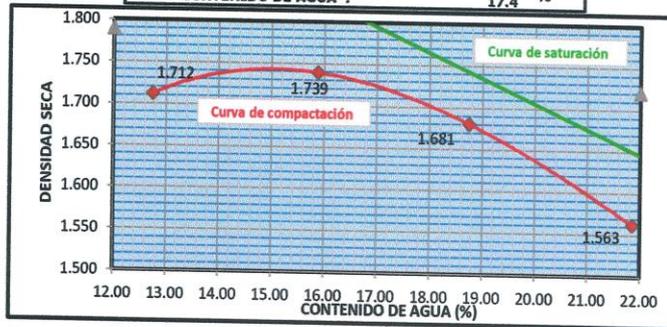
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C1-E4 CON 5% DE ADICION DE CENIZA DE CARBON MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- UNAS PROLONGACION. 0+100 LADO IZQUIERDO.

ENSAYO PROCTOR METODO A - MTC E 115									
Nro de capas:	5.00	Altura de caída del pisón (cm):	45.72	Peso del pisón (Kg):	4.54	Volumen del molde (g/c	944		
Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm3):	27.5	Número de golpes/ca	25.00	Gravedad Especifica S/t	2.65				
Masa del suelo húmedo + molde (g)	3750.00		3830.50		3812.00	3725.50			
Masa del molde (g)	1928.00		1928.00		1928.00	1928.00			
Peso suelo húmedo compactado (g)	1822		1903		1884	1798			
Peso volumetrico humedo (g/cm3)	1.930		2.015		1.996	1.904			
Recipiente N°	K-19	K3	K-21	K-11	K-12	TM-07	L-14	TM-08	
Masa del suelo húmedo + tara (g)	721.20	802.20	862.20	724.00	678.10	798.80	794.90	637.00	
Masa del suelo seco + tara (g)	650.70	719.40	755.50	635.30	584.10	687.40	673.10	537.30	
Masa del Recipiente (g)	86.00	83.00	83.80	76.60	87.50	87.60	106.70	88.50	
Masa del agua (g)	70.50	82.80	106.70	88.70	94.00	111.40	121.80	99.70	
Masa del suelo seco (g)	564.70	636.40	671.70	558.70	496.60	599.80	566.40	448.80	
Contenido de agua (%)	12.48	13.01	15.89	15.88	18.93	18.57	21.50	22.21	
Promedio de contenido de agua (%)	12.75		15.88		18.75		21.86		
Densidad maxima del espécimen compactado (g/cm3)	1.712		1.739		1.681		1.563		
Humedad Saturacion (%)	4.00		8.00		12.00		22.00		
Peso Volumetrico Saturacion	2.290		2.032		1.789		1.721		

DENSIDAD SECA MAXIMA CORREGIDA : 1.547 g/cm3
 CONTENIDO DE AGUA : 17.4 %

SEPARACIÓN DE LA MUESTRA		
TAMIZ	PARCIAL RETENIDO %	PASA (%)
3"	0.00	100.00
2"	0.00	100.00
3/4"	0.00	100.00
3/8"	0.00	100.00
N°4	0.00	100.00
<N°4	100.00	0.00



OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

HC-AS-007 VER.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 60775

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1060-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 08 DE SETIEMBRE DEL 2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C1-E4 CON 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- UÑAS
 PROLONGACIÓN. 0+100 LADO IZQUIERDO.

CBR - MTC E 132

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO				
Contenido de agua	%	12.748	15.881	18.751
Peso volumétrico	g/cm ³	1.712	1.739	1.681

ETAPA DE COMPACTACION			
IDENTIFICACION DEL M	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5.00	5.00	5.00
GOLPES POR CAPA	10.00	25.00	56.00

MUESTRA	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Masa del molde + suelo humedo	8466	8674	8718	9026	8886	9314
Masa del molde	4601.5	4601.5	4649.0	4649.0	4670.0	4670.0
Masa del suelo humedo	3864.0	4072.5	4068.5	4377.0	4215.5	4644.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad humeda	1.668	1.758	1.757	1.890	1.820	2.005
% de humedad	17.40	17.40	17.40	17.40	17.40	17.40
Densidad seca	1.421	1.498	1.496	1.610	1.550	1.708
Tara N°	J-1	TM-17	K-28	TC-48	H-6	TM-14
Tara + suelo humedo	755.0	844.1	803.3	642.0	639.4	618.6
Tara + suelo seco	660.9	694.4	695.4	550.1	560.8	534.6
Masa del agua	94.1	149.7	107.9	91.9	78.6	84.0
Masa de la tara	111.6	78.0	81.8	101.2	100.0	84.1
Masa del suelo seco	549.3	616.4	613.6	448.9	460.8	450.5
% de humedad	17.13	24.29	17.58	20.47	17.06	18.65

CBR AL 100% DE LA M. % 11.34
 CBR AL 95% DE LA % 6.00
 MDS GR/CM3 1.55
 OCH % CH 17.40

OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 60772

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1060-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 08 DE SETIEMBRE DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- UÑAS PROLONGACIÓN. 0+100 LADO IZQUIERDO.

ESPECIMEN I (10)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.250	56.20	18.73
0.349	78.46	26.15
0.435	97.79	32.60
0.481	108.13	36.04
0.509	114.42	38.14
0.543	122.07	40.69
0.601	135.10	45.03
0.692	155.56	51.85
0.750	168.60	56.20
0.779	175.12	58.37

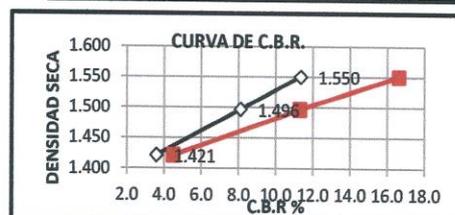
ESPECIMEN II (25)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.431	96.84	32.28
0.703	158.08	52.69
0.942	211.76	70.59
1.081	243.05	81.02
1.242	279.20	93.07
1.338	300.78	100.26
1.508	338.91	112.97
1.742	391.69	130.56
1.960	440.61	146.87
2.130	478.73	159.58

ESPECIMEN III (56)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.603	135.58	45.19
0.984	221.31	73.77
1.319	296.47	98.82
1.514	340.28	113.43
1.739	390.88	130.29
1.873	421.10	140.37
2.221	499.20	166.40
2.594	583.04	194.35
2.944	661.81	220.60
3.261	733.17	244.39

C.H.	DENS. SECA
6.04	1.969
9.00	2.014
12.04	1.980
15.22	1.796



N° GOLPES	% CBR (0.1")	% CBR (0.2")	D.S.
10.00	3.6	4.5	1.421
25.00	8.1	11.3	1.496
56.00	11.3	16.6	1.550



MDS	1.55
95%MDS	1.470
(10) MDS	
	2.54 mm (0,1") 5.08 mm (0,2")
CBR AL 100%	11.3 14.00
CBR AL 95%	6.0 8.20

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 68775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

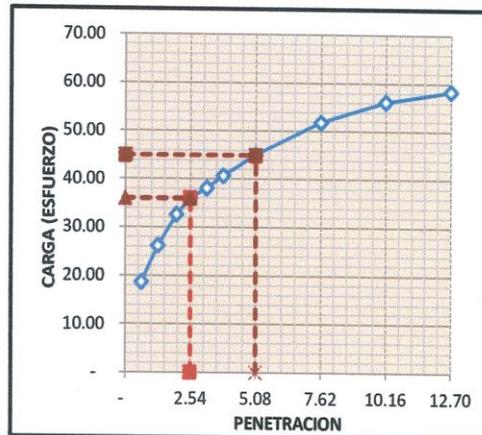
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1060-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 08 DE SETIEMBRE DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- UÑAS PROLONGACIÓN. 0+100 LADO IZQUIERDO.

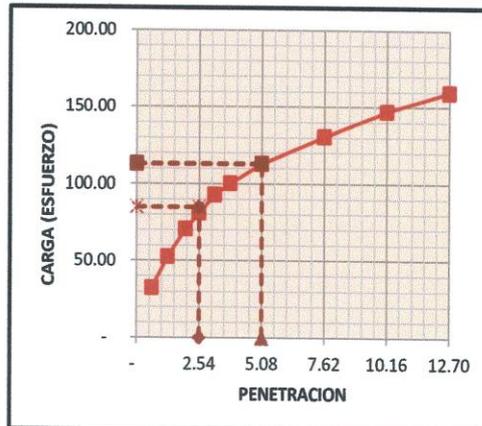
PENETRACION

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P FN
10 GOLPES	0.250	56.2	3.00	18.73	0.63
	0.349	78.5	3.00	26.15	1.27
	0.435	97.8	3.00	32.60	1.99
	0.481	108.1	3.00	36.04	2.54
	0.509	114.4	3.00	38.14	3.17
	0.543	122.1	3.00	40.69	3.81
	0.601	135.1	3.00	45.03	5.08
	0.692	155.6	3.00	51.85	7.62
	0.750	168.6	3.00	56.20	10.16
	0.779	175.1	3.00	58.37	12.70



PENETRACION

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P FN
25 GOLPES	0.431	96.8	3.00	32.28	0.63
	0.703	158.1	3.00	52.69	1.27
	0.942	211.8	3.00	70.59	1.99
	1.081	243.1	3.00	81.02	2.54
	1.242	279.2	3.00	93.07	3.17
	1.338	300.8	3.00	100.26	3.81
	1.508	338.9	3.00	112.97	5.08
	1.742	391.7	3.00	130.56	7.62
	1.960	440.6	3.00	146.87	10.16
	2.130	478.7	3.00	159.58	12.70



HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

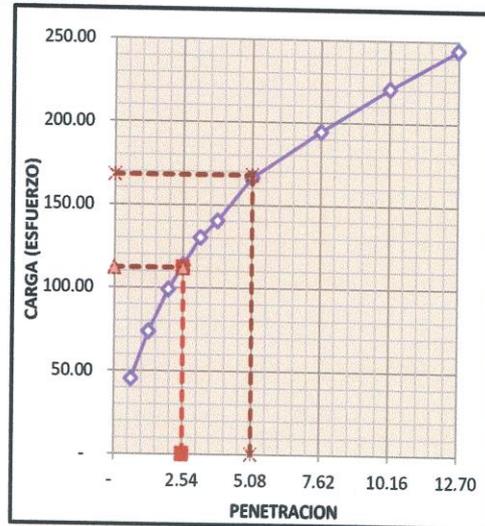
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1060-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 08 DE SETIEMBRE DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- UÑAS PROLONGACIÓN. 0+100 LADO IZQUIERDO.

PENETRACION

KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. FN
0.603	135.6	3.00	45.19	0.63
0.984	221.3	3.00	73.77	1.27
1.319	296.5	3.00	98.82	1.99
1.514	340.3	3.00	113.43	2.54
1.739	390.9	3.00	130.29	3.17
1.873	421.1	3.00	140.37	3.81
2.221	499.2	3.00	166.40	5.08
2.594	583.0	3.00	194.35	7.62
2.944	661.8	3.00	220.60	10.16
3.261	733.2	3.00	244.39	12.70



INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.S.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

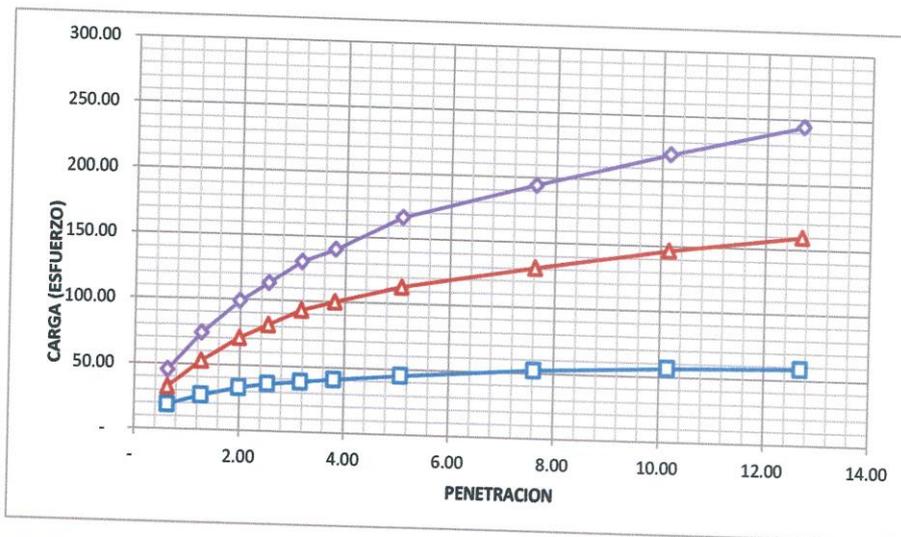


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1060-2020-AS
PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UNAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGION JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
FECHA DE EMISIÓN : 08 DE SETIEMBRE DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- UÑAS PROLONGACIÓN. 0+100 LADO IZQUIERDO.



HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ÁREA DE CALIDAD
H. Ing. Janet Yessica Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 89775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

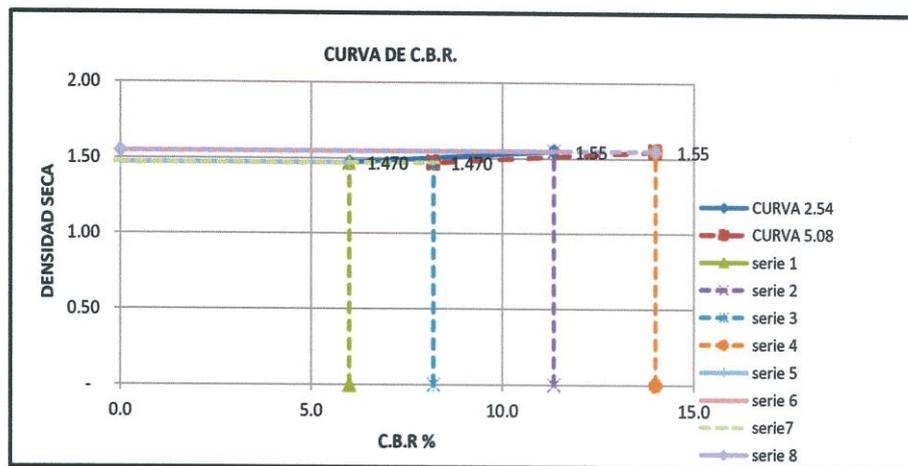


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1060-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 08 DE SETIEMBRE DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- UÑAS PROLONGACIÓN. 0+100 LADO IZQUIERDO.



VERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 03770

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 1060-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 08 DE SETIEMBRE DEL 2020

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR
 MTC E 132**

Pag. 01 de 02

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C1-E4 CON 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- UÑAS PROLONGACIÓN. 0+100 LADO IZQUIERDO.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Maxima Densidad Seca	1.547 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	17.40 %

ENSAYO DE CBR

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm ³)	Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR % - (2.54 mm - 0.1")	CBR % - (5.08 mm - 0.2")
1.00	56.00	11.3	1.550	0.10	100.00	11.3	14.0
2.00	25.00	8.1	1.496	0.10	95.00	6.0	8.2
3.00	10.00	3.6	1.421				

	ESPECIMEN N° 1	ESPECIMEN N°2	ESPECIMEN N°3
Energía de compactación (kg [#] cm/cm ³)	27.7	12.2	6.1
Densidad seca (g/cm ³)	1.55	1.50	1.42
Masa de sobrecarga (kg)	4.53	4.53	4.53
Embebido en agua (días)	4	4	4

EXPANSION

HORAS	56 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES	
	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %
00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
96:00:00	0.885	0.697	1.269	0.999	2.942	2.317

OBSERVACION : Muestra extraídas en campo, por el Peticionario.

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP: 69775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

- SERVICIOS DE:
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
 - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
 - ENSAYOS EN ROCAS
 - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
 - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS



- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

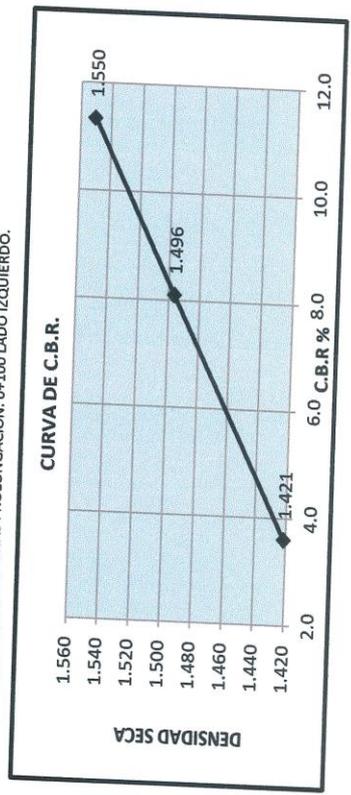
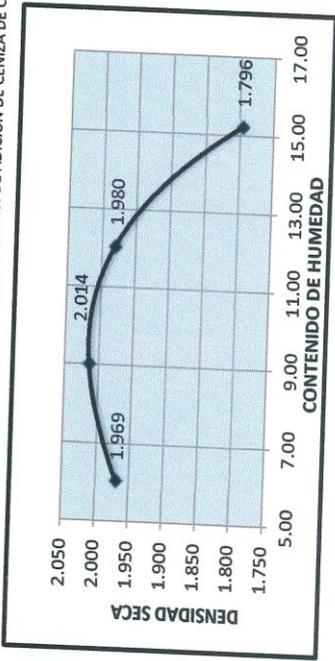
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1060-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1.- ANEXO DE UÑAS.- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 08 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

DATOS DE LA MUESTRA : ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR MTC E 132

CALICATA : C1-E4 CON 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- UÑAS PROLONGACIÓN. 0+100 LADO IZQUIERDO.



OBSERVACION: Muestra extraídas en campo, por el Peticionario.
 HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/09/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INGENIEROS SECALES S.R.L. JUNTA DE DIRECTORES
 Ing. Juan Carlos...
 CIP 89715

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

Ensayo para el suelo + 7 % de ceniza de carbón mineral

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

INFORME

EXPEDIENTE N° : 753-2020-AS
PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO- REGIÓN JUNÍN
FECHA DE RECEPCION : 01 DE JULIO DEL 2020
FECHA DE EMISION : 11 DE AGOSTO DEL 2020

CODIGO : NTP 339.146:2000
TITULO : SUELOS. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino
COMITÉ : CTN 005: Geotecnia
TITULO (EN) : Soils. Standard test method for sand equivalent value of soils and fine aggregate

EQUIVALENTE DE ARENA

EQUIVALENTE DE ARENA : **2** %

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{lectura de arena}}{\text{lectura de arcilla}} \times 100$$

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: P-040-2020
CALICATA: C1-E4, CON ADICION DE 7 % DE CARBON MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
MUESTRA: M1

HC-AS-025 REV.05 FECHA: 2020/06/12

* MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO
* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
AREA DE CALIDAD
[Firma]
Mg. Ing. Jandy Yessica Andia Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 89775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Informe de ensayo con valor oficial
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. EXPEDIENTE N° | : 749-2020-AS |
| 2. PETICIONARIO | : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY |
| 3. ATENCIÓN | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES |
| 4. PROYECTO | : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE |
| 5. UBICACIÓN | : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN |
| 6. FECHA DE RECEPCIÓN | : 01 DE JULIO DEL 2020 |
| 7. FECHA DE EMISIÓN | : 11 DE AGOSTO DEL 2020 |

ENSAYO:	MÉTODO:
Contenido de Humedad	NTP 339.127 1998 (REVISADA EL 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

PÁGINA 1 DE 1

CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO	SONDEO	MUESTRA / PROF.	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m)	TIPO DE MUESTRA	CONDICIÓN DE MUESTRA	MÉTODO	% DE HUMEDAD	MÉTODO DE SECADO
P-040-2020	CALICATA	C1 -E4 (1,50 m a 1,70 m)	PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS	1.7	SUELO CON ADICIÓN DE CENIZA 7%	MUESTRA ALTERADA	± 1%	4	110 °C ± 5

- *LOS RESULTADOS SE REPORTAN AL ± 1% .
- *LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON LA MASA MÍNIMA RECOMENDADA.
- *LA MUESTRA ENSAYADA CONTIENE MAS DE UN MATERIAL (CENIZADA CARBÓN MINERAL 7%)
- *EN LA MUESTRA ENSAYADA NO SE EXCLUYO NINGÚN MATERIAL.

NOTA:
Fecha de ensayo : 2020-08-06
Temperatura Ambiente : 19,9 °C
Humedad relativa : 25 %
Área donde se realizó los ensayos : Suelos I y Pavimentos

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: **peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra, profundidad.**
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y
HC-AS-001 VERSIÓN: 01 REV.01 FECHA: 2020/02/28

Fin de página

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.S.
AREA DE CALIDAD
[Firma]
Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 89775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Informe de ensayo con valor oficial
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

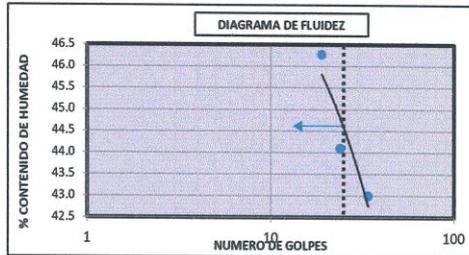
INFORME

1. EXPEDIENTE N° : 750-2020-AS
2. PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
4. PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
5. UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
7. FECHA DE EMISIÓN : 11 DE AGOSTO DEL 2020

Código orden de Trabajo : P-040-2020	Sondeo : C1-E4; (1,50 M - 1,70 M); 7% DE CENIZA	Profundidad (m) : 1,70
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación : Pasaje 30 de Mayo - Cuadra 1

ENSAYOS:	MÉTODO:
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
Clasificación AASHTO	NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	100.00
3/8"	9.500	100.00
N°4	4.750	99.71
N°10	2.000	99.18
N°20	0.850	98.39
N°40	0.425	95.23
N°60	0.250	92.76
N°140	0.106	89.04
N°200	0.075	87.35



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ N°40	4.77

FINO	ARENA	GRAVA
87.35%	12.36%	0.29%
100.00%		

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
% LÍMITE LÍQUIDO	45
% LÍMITE PLÁSTICO	21
% ÍNDICE PLÁSTICO	24
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-7-5 (22)
		TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	SUELOS ARCILLOSOS
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	REGULAR A DEFICIENTE

Nota:
Fecha de ensayo : 2020-08-06
Temperatura Ambiente : 22,4 C°
Humedad relativa : 25 %
Área donde se realizó los ensayos : Suelos y Pavimentos - Suelos II y Concreto

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

*Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: Peticionario, Atención, Nombre del proyecto, Ubicación.
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-033 REV.05 FECHA: 2020/02/11

AREA DE CALIDAD
Jessica Andía Arias
Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 89775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



Registro N° LE - 141

CENTAURO INGENIEROS
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
 PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS INFORME

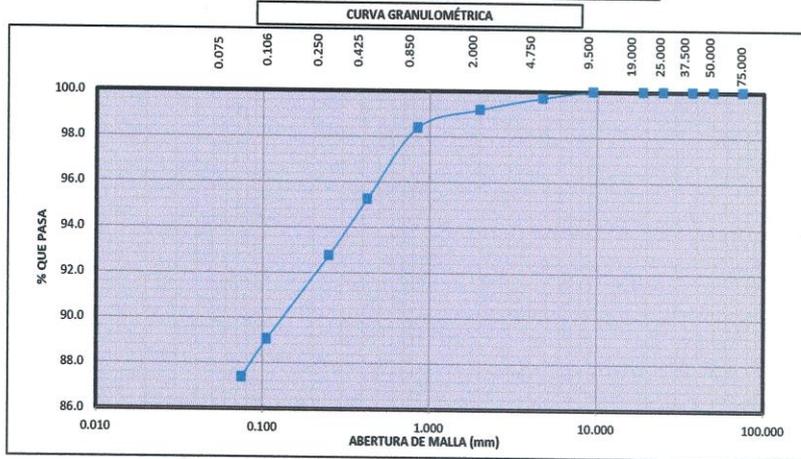
- 1. EXPEDIENTE N° : 750-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
- 5. UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 11 DE AGOSTO DEL 2020

Código orden de Trabajo : P-040-2020	Sondeo : C1-E4; (1,50 M - 1,70 M); 7% DE CENIZ/ Profundidad (m) : 1,70
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada Ubicación : Pasaje 30 de Mayo - Cuadra 1

ENSAYOS	MÉTODO
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
Clasificación AASHTO	NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	0,00
	GF %	0,29
% ARENA	AG %	0,53
	AM %	3,95
	AF %	7,88
% FINOS		87,35
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		3/8"
Forma del suelo grueso		Sub redondeada
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0,00
Coeficiente de Curvatura		-
Coeficiente de Uniformidad		-

PÁGINA 2 DE 2



FINO	87.35%	ARENA	12.36%	GRAVA	0.29%
-------------	--------	--------------	--------	--------------	-------

nota:

Fecha de ensayo : 2020-08-06

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-033 REV.05 FECHA: 2020/02/11

LABORIOS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 OIP 88775

Fin de página.

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 767-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 19 DE AGOSTO DEL 2020

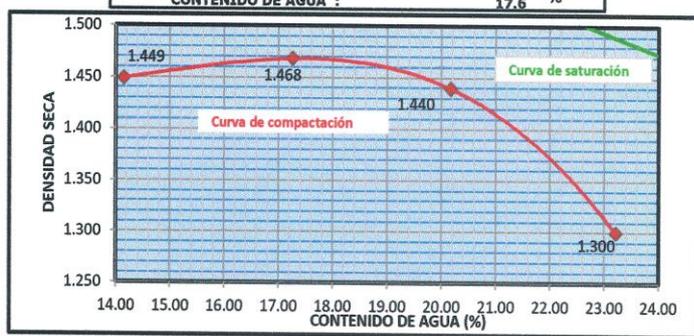
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C1-E4 CON 7% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

ENSAYO PROCTOR METODO A - MTC E 115									
Nro de capas:	5.00	Altura de caída del pisón (cm):	45.72	Peso del pisón (Kg):	4.54	Volumen del molde (cm3)	944		
Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm3):	27.5		Número de golpes/capa:	25.00		Gravedad Especifica S/tamaño:	2,65		
Masa del suelo húmedo + molde (g)	3500.50		3564.00		3572.00		3451.00		
Masa del molde (g)	1939.00		1939.00		1939.00		1939.00		
Masa suelo humedo compactado (g)	1562		1625		1633		1512		
Peso volumetrico humedo (g/cm3)	1.654		1.721		1.730		1.602		
Recipiente N°	tm-38	tm-02	l-39	tm-33	l-45	tm-34	l-68	l-20	
Masa del suelo húmedo + tara (g)	498.40	604.80	555.40	540.00	476.70	590.90	473.80	429.80	
Masa del suelo seco + tara (g)	446.60	541.40	487.80	473.80	413.05	505.40	402.60	365.90	
Masa del Recipiente (g)	86.40	85.60	101.80	84.40	94.90	84.90	95.60	90.80	
Masa del agua (g)	51.80	63.40	67.60	66.20	63.65	85.50	71.20	63.90	
Masa del suelo seco (g)	360.20	455.80	386.00	389.40	318.15	420.50	307.00	275.10	
Contenido de agua (%)	14.38	13.91	17.51	17.00	20.01	20.33	23.19	23.23	
Promedio de contenido de agua (%)	14.15		17.26		20.17		23.21		
Densidad húmeda del espécimen compactado (g/cm3)	1.449		1.468		1.440		1.300		
Humedad Saturación (%)	4.00		8.00		15.00		24.00		
Peso Volumetrico Saturacion	1.957		1.765		1.579		1.525		

DENSIDAD SECA MAXIMA CORREGIDA : 1.469 g/cm3
 CONTENIDO DE AGUA : 17.6 %

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
TAMIZ	PARCIAL RETENIDO %	PASA (%)
3"	0.00	100.00
2"	0.00	100.00
3/4"	0.00	100.00
3/8"	0.00	100.00
N°4	0.00	100.00
<N°4	100.00	0.00



OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.
 HC-AS-007 VER.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Vassica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 99715

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 768-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 19 DE AGOSTO DEL 2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C1-E4 CON 7% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

CBR - MTC E 132

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO					
Contenido de agua	%	14.145	17.257	20.170	23.210
Peso volumetrico	g/cm ³	1.449	1.468	1.440	1.300

ETAPA DE COMPACTACION			
IDENTIFICACION DEL M	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5.00	5.00	5.00
GOLPES POR CAPA	10.00	25.00	56.00

MUESTRA	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Masa del molde + suelo humedo	8335	8727	7686	8111	8201	8363
Masa del molde	4646.0	4646.0	3820.5	3820.5	4181.5	3947.5
Masa del suelo humedo	3689.0	4081.0	3865.0	4290.5	4019.0	4415.5
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad humeda	1.593	1.762	1.669	1.853	1.735	1.907
% de humedad	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60
Densidad seca	1.354	1.498	1.419	1.575	1.476	1.621
Tara N°	L-23	G-3	TM-55	G-4	L-14	G-9
Tara + suelo humedo	836.1	708	708.3	546.7	761.0	623.7
Tara + suelo seco	732.8	572.1	616.5	458.2	661.4	521.7
Masa del agua	103.3	136.2	91.8	88.5	99.7	102.0
Masa de la tara	109.5	56.8	83.3	58.2	106.6	58.9
Masa del suelo seco	623.3	515.3	533.2	400.0	554.8	462.8
% de humedad	16.57	26.43	17.22	22.13	17.96	22.04

CBR AL 100% DE LA M. : 12.47 %
 CBR AL 95% DE LA M. : 7.50 %
 MDS : 1.47 GR/CM3
 OCH : 17.60 % CH

OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yesca Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 8975

Email: grupocentauruingenieros@gmail.com Web: <http://centauruingenieros.com/> Facebook: [centauru ingenieros](https://www.facebook.com/centauruingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauruingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

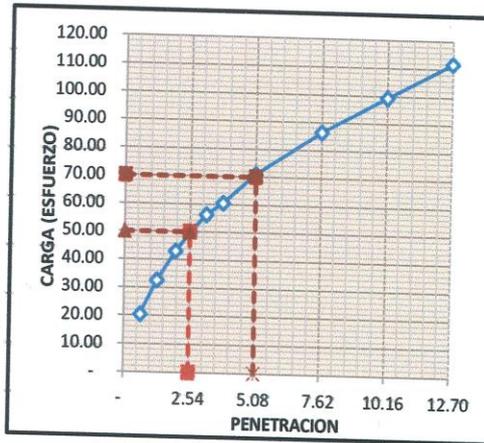
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 768-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 19 DE AGOSTO DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 7% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

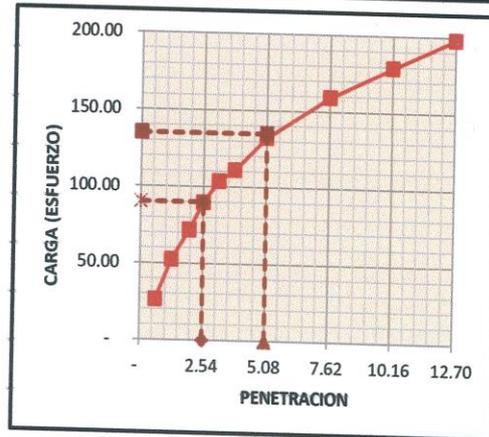
PENETRACION

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. FN
10 GOLPES	0.273	61.4	3.00	20.46	0.63
	0.434	97.6	3.00	32.52	1.27
	0.574	129.0	3.00	43.01	1.99
	0.664	149.3	3.00	49.76	2.59
	0.750	168.6	3.00	56.20	3.17
	0.808	181.6	3.00	60.55	3.81
	0.945	212.7	3.00	70.89	5.08
	1.153	259.2	3.00	86.40	7.62
	1.324	297.6	3.00	99.21	10.16
	1.492	335.4	3.00	111.80	12.70



PENETRACION

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. FN
25 GOLPES	0.348	78.2	3.00	26.08	0.63
	0.699	157.1	3.00	52.38	1.27
	0.955	214.7	3.00	71.56	1.99
	1.196	268.9	3.00	89.62	2.59
	1.384	311.1	3.00	103.71	3.17
	1.480	332.7	3.00	110.90	3.81
	1.765	396.8	3.00	132.26	5.08
	2.124	477.5	3.00	159.16	7.62
	2.386	536.4	3.00	178.79	10.16
	2.643	594.1	3.00	198.05	12.70



HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

UNIVERSIDADES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janice YESSICA Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

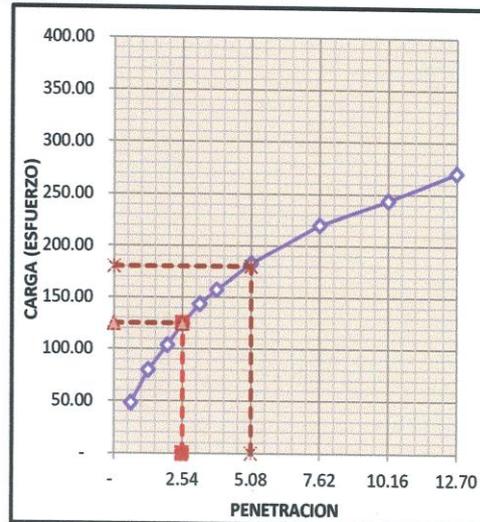
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 768-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 19 DE AGOSTO DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 7% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

PENETRACION

KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
0.644	144.8	3.00	48.26	0.63
1.063	239.0	3.00	79.65	1.27
1.385	311.3	3.00	103.78	1.99
1.664	374.1	3.00	124.69	2.54
1.912	429.8	3.00	143.27	3.17
2.098	471.6	3.00	157.21	3.81
2.436	547.6	3.00	182.54	5.08
2.936	660.0	3.00	220.00	7.62
3.256	731.9	3.00	243.98	10.16
3.612	812.0	3.00	270.66	12.70



INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 768-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 19 DE AGOSTO DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 7% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

ESPECIMEN I (10)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.273	61.37	20.46
0.434	97.56	32.52
0.574	129.04	43.01
0.664	149.27	49.76
0.750	168.60	56.20
0.808	181.64	60.55
0.846	212.66	70.89
1.153	259.19	86.40
1.324	297.64	99.21
1.492	335.40	111.80

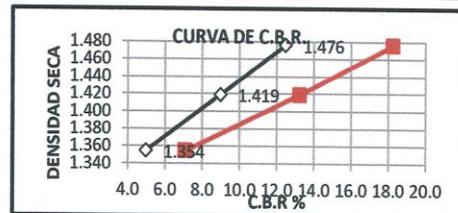
ESPECIMEN II (25)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.348	78.23	26.08
0.699	157.14	52.38
0.955	214.68	71.56
1.136	268.86	89.62
1.384	311.12	103.71
1.480	332.70	110.90
1.765	396.77	132.26
2.124	477.48	159.16
2.386	536.37	178.79
2.643	594.15	198.05

ESPECIMEN III (56)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.644	144.77	48.26
1.063	238.96	79.65
1.385	311.35	103.78
1.664	374.07	124.69
1.912	429.82	143.27
2.098	471.63	157.21
2.436	547.61	182.54
2.936	660.01	220.00
3.256	731.95	243.98
3.612	811.98	270.66

C.H.	DENS. SECA
6.04	1.969
9.00	2.014
12.04	1.980
15.22	1.796



N° GOLPES	% CBR (0.1")	% CBR (0.2")	D.S.
10.00	5.0	7.1	1.354
25.00	9.0	13.2	1.419
56.00	12.5	18.3	1.476



MDS	1.47
95%MDS	1.396
(10) MDS	
	2.54 mm (0.1")
CBR AL 100%	12.5
CBR AL 95%	7.5
	5.08 mm (0.2")
	18.25
	11.00

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP: 69175

Email: grupocentauringenieros@gmail.com Web: <http://centauringenieros.com/> Facebook: [centaur ingenieros](https://www.facebook.com/centauringenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauringenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

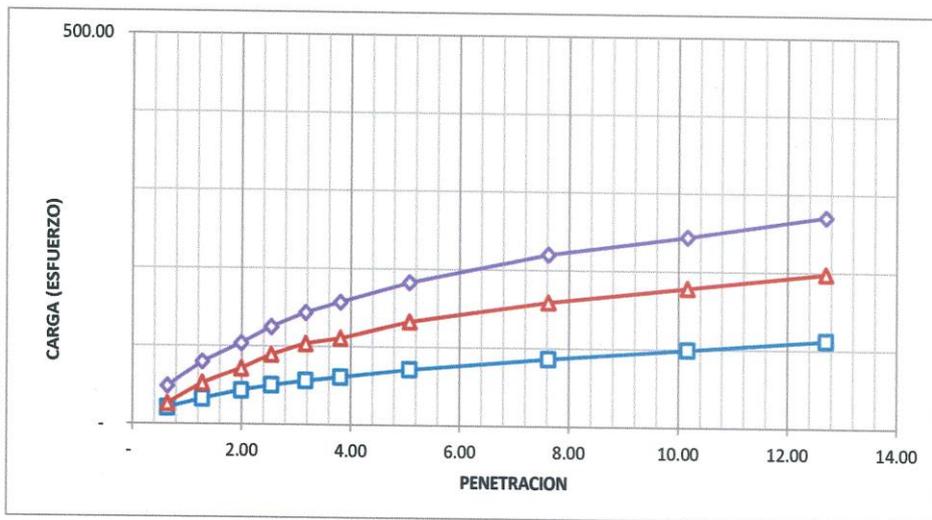


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 768-2020-AS
PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
FECHA DE EMISIÓN : 19 DE AGOSTO DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 7% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN



HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
AREA DE CALIDAD
Mg. Ing. Janet Mercedes Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 68775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

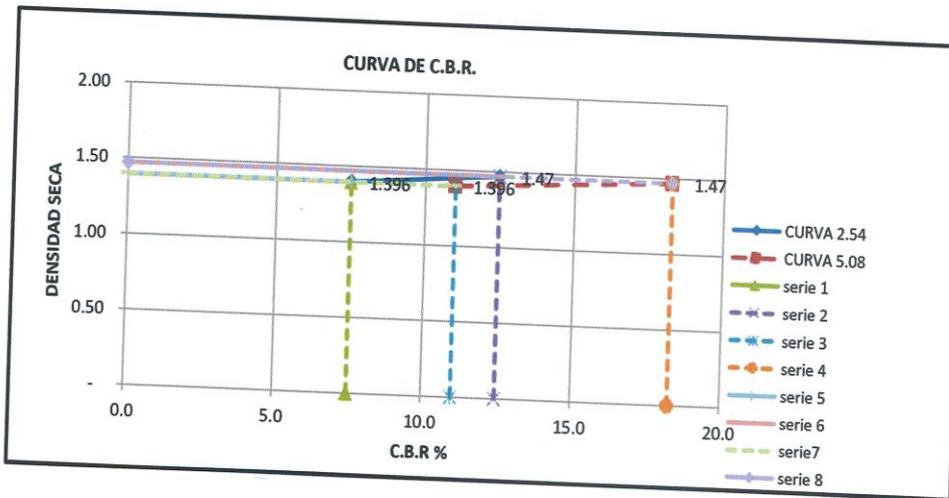


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 768-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 19 DE AGOSTO DEL 2020

CALICATA : C1-E4 CON 7% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN



INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 768-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 19 DE AGOSTO DEL 2020

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR
 MTC E 132**

Pag. 01 de 02

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C1-E4 CON 7% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Maxima Densidad Seca	1.469 g/cm3
Optimo Contenido de Humedad	17.60 %

ENSAYO DE CBR

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm3)	Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR % - (2.54 mm - 0.1")	CBR % - (5.08 mm - 0.2")
1.00	56.00	12.5	1.476	0.10	100.00	12.5	18.3
2.00	25.00	9.0	1.419	0.10	95.00	7.5	11.0
3.00	10.00	5.0	1.354				

	ESPECIMEN N° 1	ESPECIMEN N°2	ESPECIMEN N°3
Energía de compactación (kg* cm/cm3)	27.7	12.2	6.1
Densidad seca (g/cm3)	1.48	1.42	1.35
Masa de sobrecarga (kg)	4.53	4.53	4.53
Embebido en agua (días)	4	4	4

EXPANSION

HORAS	56 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES	
	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %
00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
96:00:00	0.821	0.646	1.215	0.957	2.845	2.240

OBSERVACION : Muestra extraidas en campo, por el Peticionario.
 HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Jane Mercedes Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS



- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

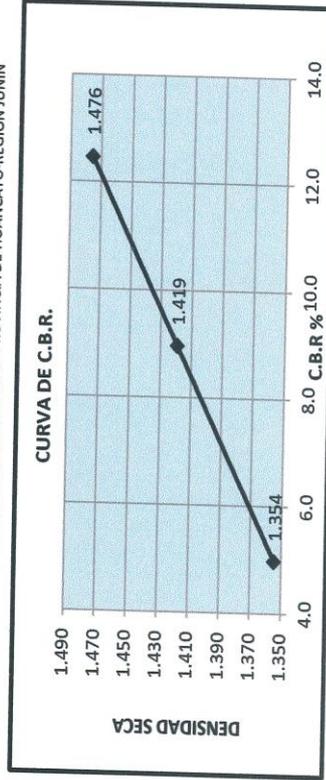
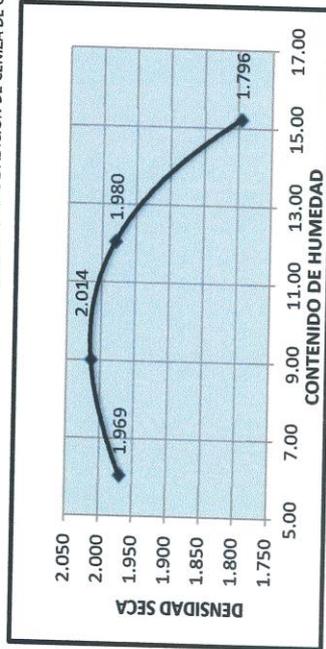
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 768-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. JHONATAN SMITH CASAS GARAY
 PROYECTO : CENIZA DE CARBÓN MINERAL PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS EN SUBRASANTE
 UBICACIÓN : PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JULIO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 19 DE AGOSTO DEL 2020

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : CL-E4 CON 7% DE ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL, PASAJE 30 DE MAYO- CUADRA 1- ANEXO DE UÑAS- PROVINCIA DE HUANCAYO-REGIÓN JUNÍN



OBSERVACION: Muestra extraídas en campo, por el Peticionario.

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

WIPERSONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.

AV. MARISSAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO - JUNÍN (FRENTE A LA 1ra PUERTA DE LA U.N.C.P.) TEL. 064 - 253727 CEL. 992875880 - 964483588 - 964966015

Mg. Ing. Janice Yessica Alvaria Arias

CIP 60975

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875880 - 964483588 - 964966015
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com