



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Baez Zamata, Karen Alexandra

<https://orcid.org/0000-0003-3155-6397>

ASESOR:

Mg. Vargas Chacaltana, Luis Alberto

<https://orcid.org/0000-0002-4136-7189>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a la vida, y mis padres por el apoyo constante e incondicional que me dieron para poder lograr mis metas.

Agradecimiento

A la vida por poder dejarme cumplir mis metas, a mi madre que siempre me brindó su apoyo incondicional. A mi asesor de tesis Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana quien fue mi principal guía en todo este camino y con el apoyo brindado se pudo lograr una meta en mi vida, el obtener mi tan anhelado título en Ingeniería Civil.

Índice de Contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	viii
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	31
3.1. Tipo y diseño de investigación	31
3.2. Variables y Operacionalización	32
3.3. Población, muestra y muestreo.....	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.5. Procedimientos	35
3.6. Método de análisis de datos.....	39
3.7. Aspectos éticos	39
IV.RESULTADOS	40
V. DISCUSIÓN.....	71
VI. CONCLUSIONES	87
VII. RECOMENDACIONES.....	89
REFERENCIAS.....	90
ANEXOS	93
Anexo 1. Matriz de Consistencia	94
Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables.....	95

Anexo 3.	Análisis de Resultados	96
Anexo 4.	Instrumentos de recolección de datos	102
Anexo 5.	Confiabilidad	231
Anexo 6.	Cuadro de dosificación y resultados de antecedentes.....	237
Anexo 7.	Procedimiento.....	238
Anexo 8.	Captura de pantalla Turnitin	240
Anexo 9.	Normativa	241
Anexo 10.	Mapa.....	242
Anexo 11.	Panel Fotográfico.....	243

Índice de Tablas

Tabla 1: Tabla límite líquido	19
Tabla 2: Cuadro límite plástico.....	20
Tabla 3: Requisitos de los materiales.....	25
Tabla 4: Ensayos terraplén.....	26
Tabla 5: Ensayos para material de afirmado.....	29
Tabla 6: Franjas granulométricas de material para afirmado	30
Tabla 7: Calicatas extraídas.....	35
Tabla 8: Límites de Atterberg del suelo en estado natural de C-01 con adición de ceniza de fibra de maíz	43
Tabla 9: Límites de Atterberg del suelo en estado natural de C-03 con adición de ceniza de fibra de maíz	44
Tabla 10: Proctor Modificado del suelo en estado natural de C-01 con adición de ceniza de fibra de maíz	47
Tabla 11: Proctor Modificado del suelo en estado natural de C-03 con adición de ceniza de fibra de maíz	50
Tabla 12: CBR del suelo en estado natural de C-01 con adición de ceniza de fibra de maíz	52
Tabla 13: CBR del suelo en estado natural de C-03 con adición de ceniza de fibra de maíz	54
Tabla 14: Análisis granulométrico de C-01 en estado natural	56
Tabla 15: Análisis granulométrico de C-02 en estado natural	57

Tabla 16: Análisis granulométrico de C-03 en estado natural	59
Tabla 17: Análisis granulométrico de C-04 en estado natural	60
Tabla 18: Análisis granulométrico de C-05 en estado natural	62
Tabla 19: Límites de Atterberg en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural	64
Tabla 20: Clasificación SUCS y AASHTO C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural	65
Tabla 21: Proctor Modificado para C-01 en estado natural	66
Tabla 22: Proctor Modificado en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural	67
Tabla 23: CBR al 95% de MDS en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural	69

Índice de Figuras

Figura 1: Esquema de las partes de una mazorca de maíz, b) detalle de una hoja de capacho de maíz.....	15
Figura 2: Ensayo de laboratorio de mecánica de suelos.....	18
Figura 3: Límites de Atterberg.....	18
Figura 4: Tamaños de mallas estándar en EE.UU.	21
Figura 5: Curva granulométrica.....	22
Figura 6: Ejemplo de gráfica de densidad seca máxima.....	22
Figura 7: Gráfica de humedad Vs densidad seca para Proctor.....	23
Figura 8: Ensayo Proctor Modificado.....	24
Figura 9: Ensayo CBR.....	25
Figura 10: Imagen satelital de la zona de estudio.....	36
Figura 11: Extracción de calicatas.....	36
Figura 12: Adquisición de las fibras de maíz.....	36
Figura 13: Obtención de cenizas de fibras de maíz.....	37
Figura 14: Ubicación del distrito de Maras.....	40
Figura 15: Accesibilidad de la zona de estudio desde la ciudad del Cusco.....	41
Figura 16 :Ensayo de límites de Atterberg del material en C-1 con adición de ceniza de fibra de maíz.....	42
Figura 17: Límites de Atterberg del suelo en estado natural de C-01 con adición de ceniza de fibra de maíz.....	43
Figura 18: Límites de Atterberg del suelo en estado natural de C-03 con adición de ceniza de fibra de maíz.....	45

Figura 19: Ensayo de Proctor Modificado del material en C-3 con adición de ceniza de fibra de maíz.....	47
Figura 20: Máxima densidad seca del suelo en estado natural de C-01 con adición de ceniza de fibra de maíz	48
Figura 21: Óptimo contenido de humedad del suelo en estado natural de C-01 con adición de ceniza de fibra de maíz	49
Figura 22: Máxima densidad seca del suelo en estado natural de C-03 con adición de ceniza de fibra de maíz	50
Figura 23: Óptimo contenido de humedad del suelo en estado natural de C-03 con adición de ceniza de fibra de maíz	51
Figura 24: Ensayo de CBR del material en C-1 con adición de ceniza de fibra de maíz	52
Figura 25: CBR del suelo en estado natural de C-01 con adición de ceniza de fibra de maíz	53
Figura 26: CBR del suelo en estado natural de C-03 con adición de ceniza de fibra de maíz	54
Figura 27: Ensayo de Análisis granulométrico	56
Figura 28: Curva granulométrica de C-01 en estado natural.....	57
Figura 29: Curva granulométrica de C-02 en estado natural.....	58
Figura 30: Curva granulométrica de C-03 en estado natural.....	60
Figura 31: Curva granulométrica de C-04 en estado natural.....	61
Figura 32: Curva granulométrica de C-05 en estado natural.....	63
Figura 33: Ensayo de límites de Atterberg del material en estado natural	63
Figura 34: Límites de Atterberg en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural	64
Figura 35: Curva de compactación de C-01 en estado natural	67
Figura 36: Máxima densidad seca en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural	68
Figura 37: Óptimo contenido de humedad en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural.....	68
Figura 38: CBR al 95% de MDS en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural	69
Figura 39: Índice de plasticidad - Caamaño (2016).....	71

Figura 40: Índice de plasticidad C-01	72
Figura 41: Índice de plasticidad C-03	73
Figura 42: Comparación del índice de plasticidad.....	74
Figura 43: Máxima densidad seca - C1 - Ipince (2019).....	75
Figura 44: Máxima densidad seca - C3 - Ipince (2019).....	75
Figura 45: Máxima densidad seca C-01	76
Figura 46: Máxima densidad seca C-03.....	77
Figura 47: Comparación de la máxima densidad seca.....	78
Figura 48: Óptimo contenido de humedad - C1 - Ipince (2019).....	79
Figura 49: Óptimo contenido de humedad - C3 - Ipince (2019).....	79
Figura 50: Óptimo contenido de humedad C-01.....	80
Figura 51: Óptimo contenido de humedad C-03.....	81
Figura 52: Comparación del óptimo contenido de humedad	82
Figura 53: CBR al 95% de MDS – CBCA - Claveria, Triana y Varon (2018).....	83
Figura 54: CBR al 95% de MDS – CCA - Claveria, Triana y Varon (2018)	83
Figura 55: CBR al 95% de MDS C-01	84
Figura 56: CBR al 95% de MDS C-03	85
Figura 57: Comparación del CBR al 95% de MDS.....	86

Resumen

En la presente investigación se tuvo como objetivo cuantificar la incidencia de la adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento de la subrasante de la carretera Maras – Moray. Para ello se hizo uso de una metodología de tipo aplicada y de diseño cuasi-experimental. La población estuvo constituida por el material de subrasante de 5 km de dicha carretera, cuya muestra fueron las 05 calicatas extraídas, número que se determinó mediante un muestreo no probabilístico. Los instrumentos utilizados fueron las fichas técnicas las cuales fueron validadas por expertos. El procedimiento consistió en ensayar el material extraído tanto en estado natural como con las adiciones de ceniza de fibra de maíz en incrementos porcentuales de 2%, 5%, 10% y 15%. Los resultados obtenidos indicaron que la adición de 10% era la más óptima para una combinación con el material de la subrasante, debido a que permitió que el IP disminuyera de 5% a 3%, equivalente a una disminución porcentual del 40%, para que sea catalogado con una baja plasticidad; el valor de MDS tuvo un incremento porcentual de 11.54% al pasar de 1.82 g/cm³ para la muestra patrón a 2.03 g/cm³ y una variación de 28.48% en el valor de OCH; así también el valor de CBR pasó de 9.00% a 14.85% que significó un incremento de 65.00%.

Finalmente se concluye la ceniza de fibra de maíz influye positivamente para la mejora de las propiedades físico mecánicas de la subrasante de la carretera Maras – Moray.

Palabras clave: CBR, ceniza de fibra de maíz, Proctor Modificado, subrasante.

Abstract

In the present investigation, the objective was to quantify the incidence of the addition of corn fiber ash for the improvement of the subgrade of the Maras - Moray highway. For this, an applied methodology and quasi-experimental design was used. The population consisted of the subgrade material of 5 km of said road, whose sample was the 05 test pits extracted, a number that was determined by non-probabilistic sampling. The instruments used were the technical sheets which were validated by experts. The procedure consisted of testing the extracted material both in its natural state and with the addition of corn fiber ash in percentage increments of 2%, 5%, 10% and 15%. The results obtained indicated that the addition of 10% was the most optimal for a combination with the subgrade material, because it allowed the PI to decrease from 5% to 3%, equivalent to a percentage decrease of 40%, so that be cataloged with a low plasticity; the MDS value had a percentage increase of 11.54% when going from 1.82 g/cm³ for the standard sample to 2.03 g/cm³ and a variation of 28.48% in the OCH value; likewise, the CBR value went from 9.00% to 14.85%, which meant an increase of 65.00%.

Finally, it is concluded that the corn fiber ash positively influences the improvement of the physical-mechanical properties of the subgrade of the Maras - Moray road.

Keywords: CBR, corn fiber ash, Modified Proctor, subgrade

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional el problema en la red de caminos se resuelve si mejoramos los materiales utilizados para el diseño de los pavimentos, esta alternativa de solución reduciría los costos futuros por mantenimiento o incluso la reconstrucción del pavimento, por lo tanto es una solución económicamente viable. Investigadores analizan la composición de los suelos para estructuras viales, estos dependen mucho de su composición ya que proponen medidas correctivas para suelos blandos, de tal modo que para la construcción del afirmado proponen técnicas para mejorar y reforzar, elaborar materiales alternativos como fibras para una mejor resistencia. Según la (CHAPLE, 2013), la ingeniería geotécnica ha evolucionado los últimos años y ha insertado idea de materiales fibrosos en una masa de suelo con el fin de mejorar su comportamiento físico y mecánico. El refuerzo mediante el uso de fibras interactúa con el suelo a través de la fricción y la adhesión. Especialistas emplean esta técnica de uso de fibras para la estabilización de capas delgadas de suelo en los pavimentos, y darle fortalecimiento a la estructura. Para (GHOSH, BHATTACHARYYA, & MONDAL, 2016), India y Bangladesh tuvieron limitados recursos económicos pese a esto no tuvieron impedimento para el análisis de la capacidad portante de suelos al agregar fibras naturales de yute, coco, y otras fibras que eran oriundas del lugar. En América Latina es común que al momento de construir carreteras, no se le tome la debida importancia a la vida útil o durabilidad de estas. Asimismo, tampoco se considera el uso de aditivos para mejorar elementos en sus características mecánicas se está tomando en cuenta. Por ejemplo, (CARVAJAL ORTEGÓN, RINCÓN PLAZAS, & ZARATE RAMÍREZ, 2018) propuso en Colombia, que “El estabilizante de ceniza de cascarilla de arroz mejoraría la resistencia del material para su uso como Subrasante”. Lo que indica que un subproducto de la agricultura, tal como puede ser el arroz (o en caso de la presente investigación, la ceniza de fibra de maíz) puede tener una gran utilidad como un aditivo para mejorar la calidad y durabilidad de un suelo.

La conectividad es indispensable para el crecimiento económico de un país, por ello la infraestructura vial es un tema que requiere de especial atención ya que su desarrollo significa un aumento de la competitividad, además la infraestructura vial es un componente esencial para avanzar con respecto a la inclusión social, ya que

los caminos permiten la integración de los pueblos que habitan en el todo el territorio. A nivel nacional se observa un evidente deterioro de la infraestructura vial debido a que no se realizan los respectivos estudios geotécnicos que requieren las obras viales y que consisten básicamente en precisar las propiedades mecánicas de los suelos utilizados para el diseño de los pavimentos, ya que estos estudios conllevan un gran gasto económico. En la compactación de suelos es importante destacar que sus propiedades mecánicas dependerán de la humedad y del nivel de energía de compactación. Para mejorar el suelo de subrasante de las carreteras es necesario verificar controles de calidad adecuados, realizar ensayos de laboratorio acordes ya que al no disponer de este procedimiento dentro de los estudios geotécnicos provocan fallas en la plataforma del pavimento, estos problemas aquejan a las personas que circulan por este tipo de vías. La gran importancia de realizar estudios geotécnicos del comportamiento de los agregados de la cantera conlleva a realizar estudios más minuciosos de Proctor y CBR con la finalidad de diseñar adecuadamente una plataforma con un nivel de afirmado acorde a los requerimientos y especificaciones técnicas.

En la actualidad, el gran causante de las fallas que se generan en las carreteras es debido a una mala calidad de subrasante o errores en el proceso constructivo al momento de construirlas, por lo que se usan materiales provenientes de canteras como reemplazo, sin embargo no satisfacen los requisitos mínimos de acuerdo a las especificaciones técnicas de calidad para la conformación de vías pavimentadas, por ello se realizan estudios de adición de materiales naturales con la finalidad de perfeccionar las propiedades del material usado, de tal modo que se plantea incorporar ceniza de fibra de maíz como parte fundamental en la conformación del material de subrasante.

Según (APAZA & SALCEDO, 2019), el contenido de sílice en la ceniza de hoja de maíz es mayor al 60%, porcentaje que definitivamente justifica que un uso de esta ceniza como aditivo genera un producto más resistente y duradero. La mayor reactividad puzolánica de las cenizas de fibra de maíz y que es característico de las cenizas silicoaluminosas, según el (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 2011), permite activar esa propiedad ligante de la ceniza, que ayuda a generar una mayor adherencia con el mismo material con el cual sea mezclado.

La presente investigación se planteó como propósito, mejorar la capacidad portante de la subrasante mediante cenizas de fibras de Maíz, en tal sentido sabemos que el Perú cuenta en todo su territorio con vías de bajo volumen de tránsito, ya que la mayor parte de vías en el país son a base de tierra y en estado deplorable. Su finalidad consiste en aportar una integración territorial lo que significa que cada vez más pueblos están comunicados entre sí a través de las rutas vecinales, departamentales y nacionales.

Los caminos rurales abarcan el mayor porcentaje de la red de caminos, sin embargo muchos de estos caminos rurales localizan en estados regular a malo a causa del poco interés que muestran las autoridades por conservarlas en óptimas condiciones o por los materiales de mala calidad que se utilizaron para su construcción. Según MTC los caminos vecinales o también denominadas carreteras de tercera clase se caracterizan por ser afirmadas y para su construcción se utilizan materiales obtenidos de forma natural o procesada que cumplan con los estándares de calidad, también se pueden agregar aditivos con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas que va a constituir la superficie de rodadura, además indicó que los agregados deberán presentar las siguientes características, ser duras, resistentes y durables, se debe prevenir el excedente de partículas blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias que puedan perjudicar la calidad del afirmado.

A nivel local se lleva realizando investigaciones en las cuales se plantea el uso de ceniza de diferentes materiales como aditivo para suelo que se usará como afirmado. Según el INEI en 2020 la Red Vial Departamental (RVD), que es el conjunto de caminos que integran la capital de un departamento con sus provincias, abarca alrededor de 27,505.6 Km y se proyecta que pueda extenderse hasta 32,199.0 Km y de este 3,623.1 Km están pavimentadas (asfaltadas), es decir, los caminos pavimentados representan el 13% de la Red Vial Departamental, esto significa que el 87% de caminos no están pavimentados los cuales suman una longitud total de 23,882.5 Km. En base a esto se pudo entender la importancia que tiene la capacidad portante de un buen suelo, y lo mucho que puede ayudar a sus propiedades mecánicas el uso de un aditivo abundante y de bajo coste que se pueda conseguir en gran cantidad en la zona de trabajo.

En base a las líneas anteriores, se fijó al problema general: ¿Cuál es la incidencia de la adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en la carretera Maras – Moray? Así como los problemas específicos; ¿Cuáles son las características físicas que se encuentran con la adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras - Moray?; ¿Cuáles son los incrementos de características mecánicas que se encuentran con la adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras – Moray?; ¿Cuáles son las características físico - mecánicas iniciales en la carretera Maras - Moray para su mejoramiento con la adición de ceniza de fibra de maíz?

Por lo que esta investigación tuvo la justificación teórica, porque sintetizó la contribución teórica de autores de relevancia para esta investigación y que se relacionan a las variables de estudio; justificación metodológica, porque permitió hacer uso de una metodología del tipo aplicada con diseño cuasi-experimental; justificación técnica, porque la cantidad de material que abunda en la zona, esto permitió mejorar propiedades físico - mecánicas del suelo; justificación social, ya que buscó beneficiar a los habitantes mejorando la servicialidad de la vía; justificación económica, fue beneficioso por los bajos costos de producción de ceniza de fibra de maíz para utilizarse como agregado y así mejorar la subrasante; justificación ambiental, permitió la utilización del residuo de la planta de maíz (tallo y hojas), evitando así el uso de un producto químico . El objetivo general fue demostrar la incidencia de la adición de la ceniza de fibra de maíz a la subrasante para mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas, sustentado en laboratorio. Además se plantearon los objetivos específicos como describir las características físicas que se encuentran con la adición de cenizas de fibra de maíz, también de analizar las características mecánicas y evaluar condiciones físico-mecánicas con la adición de adición de ceniza de fibra de maíz en la subrasante para mejoramiento de sus propiedades físico - mecánicas.

La investigación fijó como objetivo general: Cuantificar la incidencia de la adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en la carretera Maras - Moray. Igualmente se muestran sus objetivos específicos, los cuales fueron: Realizar la caracterización física para

el material con la adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras – Moray.; Determinar mediante ensayos de laboratorio el incremento de características mecánicas para el material con la adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras - Moray; Evaluar condiciones iniciales físico-mecánicas en la carretera Maras – Moray para efectuar el mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas con adición ceniza de fibra de maíz a nivel de subrasante. En cuanto a hipótesis se tuvo, como hipótesis general: Se cuantificará un incremento del 20% de las propiedades físico mecánicas mediante la adición de ceniza de fibra de maíz constatado en laboratorio. Igualmente se muestran las hipótesis específicas, las cuales fueron: Efectuados los ensayos de caracterización física se encontrará la factibilidad del uso de adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras – Moray; De los ensayos de laboratorio en la caracterización mecánica se logrará efectuar un incremento del 5% en el porcentaje de adición de 10%; De los ensayos de laboratorio en la caracterización física muestra ser una grava arcillosa, en cambio de las mecánicas se obtendrá que el material de la subrasante requiere mejoramiento del 5% de sus propiedades mecánicas.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales, mencionamos a CLAVERIA, TRIANA & VARON (2018), que fijaron como objetivo, evaluar el efecto de la ceniza proveniente de la cascarilla de arroz y el bagazo de caña en las propiedades de suelos de origen volcánico, estabilizado con este tipo de ceniza de biomasa, evaluar el desempeño y cumplimiento de las especificaciones técnicas vigentes (INVIAS). Aplicando una metodología de tipo aplicada, de nivel explicativo y diseño experimental; cuya población fue los suelos de origen volcánico de la zona norte de Tolima, tomando como instrumentos de recolección de datos a las fichas técnicas. Obtuvieron como resultados: Para un suelo con una granulometría compuesta por 54.87% de arena y 45.13% de finos, un LL de 87.81%, un LP de 52.22%, un IP de 35.58%, un contenido de humedad óptimo del 30%, una DSM de 12.234 g/cm³ y un CBR de 5.09% en estado original y 76.67% en estado compactado, planteó adicionar ceniza de bagazo de caña de azúcar y ceniza de cascara de arroz. Para la muestra con 5%, 10% y 15% de CBCA se obtuvo un CBR de 62.28%, 83% y 99.13% respectivamente. Para la muestra con 5%, 10% y 15% de CCA se obtuvo un CBR de 100.23%, 110.41% y 104.42% respectivamente. Finalmente se tiene como conclusión, el autor determino acerca del porcentaje de 10%, ya que es el óptimo porcentaje de adición de CBCA mejorando así las propiedades mecánicas y físicas del suelo de Subrasante analizado. Es apto el uso de CBCA para la estabilización y mejoramiento de suelos como material de Subrasante es pues una opción económica, sustentablemente ambiental, ya que de los 98 resultados se demuestra un beneficio en las condiciones físico-mecánicas del suelo.

Según BONILLA, JIMÉNEZ & PÁRAMO (2019), fijaron como objetivo, evaluar las condiciones mecánicas de la mezcla del material granular tipo afirmado con la adición de cemento portland y ceniza de bagazo de caña (CBCA). Su metodología fue de tipo aplicada, de diseño experimental, enfoque cuantitativo y nivel exploratorio; así también su población fue todos los materiales granulares tipo afirmado y las fichas técnicas como sus instrumentos. Obtuvo como resultados: El análisis granulométrico encontró que el material contenía un 40.6% de grava, 47.7% de arena y 11.7% de finos. El LL fue de 30.90%, el LP fue de 23.83% y el IP

de 7.07%. El CBR se midió siempre para una penetración de 5.08 mm y fue, para el afirmado sin adición, de 25.23%. Para un afirmado de 97% de afirmado, 2.25% de cemento y 0.75% de CBCA se obtuvo un OCH de 7.40%, un MDS de 2.051 y un CBR de 555.20%. Para un afirmado de 95% de afirmado, 3.75% de cemento y 1.25% de CBCA se obtuvo un OCH de 9.60%, un MDS de 2.039 y un CBR de 607.80%. Para un afirmado de 93% de afirmado, 5.25% de cemento y 1.75% de CBCA se obtuvo un OCH de 11.20%, un MDS de 1.963 y un CBR de 666.17%. Para un afirmado de 97% de afirmado, 1.5% de cemento y 1.5% de CBCA se obtuvo un OCH de 10.20%, un MDS de 1.928 y un CBR de 443.80%. Para un afirmado de 95% de afirmado, 2.5% de cemento y 2.5% de CBCA se obtuvo un OCH de 9.8%, un MDS de 1.969 y un CBR de 607.70%. Para un afirmado de 93% de afirmado, 3.5% de cemento y 3.5% de CBCA se obtuvo un OCH de 8%, un MDS de 1.855 y un CBR de 722.50%. Para un afirmado de 97% de afirmado, 2.25% de cemento y 0.75% de CBCA se obtuvo un OCH de 9%, un MDS de 1.876 y un CBR de 305.90%. Para un afirmado de 95% de afirmado, 3.75% de cemento y 1.25% de CBCA se obtuvo un OCH de 9.6%, un MDS de 1.981 y un CBR de 448.80%. Para un afirmado de 93% de afirmado, 5.25% de cemento y 1.75% de CBCA se obtuvo un OCH de 10%, un MDS de 1.95 y un CBR de 607.10%. Por tanto, como conclusión principal se tiene que los porcentajes óptimos de afirmado son 97, 95, 93, cemento son 2.25, 3.75 y 5.25 con agregado de ceniza de bagazo de caña de 0.75, 1.25 y 1.75, cualesquiera de estas mezclas brindan un aumento de estabilidad cementante en este material granular, por medio de un método de compactación. Asimismo, al adicionar ceniza de bagazo de caña, se obtiene una mejoría en los costos de mezcla, debido a que se necesita un menor porcentaje de cemento para una adición del 25% de ceniza, lo que propicia beneficios de resistencia, durabilidad.

Según CAAMAÑO (2016), fijó como objetivo, mejorar las propiedades físicas y geomecánicas de un suelo blando de subrasante con ceniza de cascarilla de arroz, traducido en la optimización de su comportamiento mecánico. Su metodología fue de tipo aplicada, de diseño experimental y enfoque cuantitativo; teniendo como muestra a un suelo de subrasante blando y como instrumentos a las fichas técnicas. Obtuvo como resultados: En cuanto al análisis granulométrico se encontró que el material contenía un 0% de grava, 59% de arena y 41% de finos. La muestra patrón

presentó un LL de 33%, un LP de 22%, un IP de 11%, un OCH de 18.40% y una MDS de 1.76g/cm³. Para la muestra con 2% de CCA se obtuvo un LL de 31%, un LP de 23%, un IP de 8%. Para la muestra con 4% de CCA se obtuvo un LL de 33%, un LP de 26%, un IP de 7%. Para la muestra con 6% de CCA se obtuvo un LL de 33%, un LP de 27%, un IP de 6%. Por tanto, como conclusión principal se tiene que la ceniza de cascarilla de arroz que utilizó aportó en la reducción de la plasticidad del material, además de la mejora del comportamiento físico y la consistencia del material de subrasante. Además, genera como aporte principal la resistencia inconfiada, ya que la aumenta en más del 100% cuando se le adiciona el 4% de ceniza de cascarilla de arroz, comparándose con la obtención de condiciones iniciales. Esto quiere decir, que la CCA va a producir un efecto cementante en el suelo de subrasante debido a que contiene propiedades puzolánicas, de esta manera por consecuencia inducirá a un aumento de la resistencia del material del suelo.

En el ámbito nacional, se tuvo a HOYLE & RODRÍGUEZ (2019), que fijaron como objetivos, estabilizar el suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de musa paradisiaca y cenizas hojas de Eucaliptus de los caseríos de Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Ancash. Aplicando una metodología de tipo aplicada y diseño cuasi experimental; tomando como población el suelo de trocha carrozable comprendido en el tramo entre los caseríos de Canchas y Colcap, y como instrumentos a los protocolos (ensayos). Se obtuvo como resultado: Para la muestra con 0% y 5% de añadido, la granulometría fue de 43% de grava, 37.32% de arena y 19.68% de finos, con un LL de 30.55%, un LP de 17.09% y un IP de 13.46%. Mientras que para la muestra con 10% y 15% de añadido, la granulometría fue de 54.87% de grava, 22.49% de arena y 22.64% de finos, con un LL de 24.97%, un LP de 18.79% y un IP de 18.01%. Las muestras de 0%, 5%, 10% y 15% de añadido tuvieron una humedad óptima de 8.80%, 9.40%, 10.90% y 8.90%; una MDS de 1.862 g/cm³, 1.930 g/cm³, 2.000 g/cm³ y 1.970 g/cm³; y un CBR de 6.76%, 7.41%, 11.24% y 9.7% respectivamente. Finalmente se tiene como conclusión, respecto al CBR, el % de adición más favorable es del 10 %, dado que permitió un valor de 11.24%, acorde al Manual de Suelos y Pavimentos del MTC, se clasifica como una

Subrasante buena. Además, la adición de este porcentaje ayuda en la mejora de otras propiedades como; el de OCH con 10.9% y una MDS de 2.00 gr/cm³.

Según IPINCE (2019), fijó como objetivo, explicar cómo la ceniza de bagazo de caña influye en el mejoramiento de la subrasante. Aplicando una metodología de tipo aplicado, de enfoque cuantitativo, de nivel correlacional y diseño no experimental de tipo transversal; asumiendo como población la totalidad de ensayos específicamente para suelos que se podrían realizar y tomando como instrumentos de recolección de datos a las fichas técnicas. Obtuvo como resultados: Para la muestra C1 con 0% de añadido obtuvo una granulometría de 15.03% de arena y 84.97% de finos, un LL de 36.71%, un LP de 22.10% y un IP de 14.61%. En tanto que las muestras de C1 con 0%, 5%, 10% y 15% de CBCA obtuvieron un OCH de 21%, 18.40%, 17.30% y 16.80%; una MDS de 1.34g/cm³, 1.604g/cm³, 1.681 g/cm³ y 1.703g/cm³ respectivamente. Además, para las muestras de 0% y 15% extrajo un CBR de 3.70% y 6.20% respectivamente. Para la muestra C3 con 0% de añadido obtuvo una granulometría de 33.40% de arena y 66.60% de finos, un LL de 32.97%, un LP de 18.79% y un IP de 14.19%. En tanto que las muestras de C3 con 0%, 5%, 10% y 15% de CBCA obtuvieron una humedad óptima de 12.60%, 13.80%, 14.10% y 15.70%; una densidad máxima seca de 1.94g/cm³, 2.20g/cm³, 2.061 g/cm³ y 2.088g/cm³ respectivamente. Además, para las muestras de 0% y 15% se obtuvo un CBR de 1.84% y 22.40% respectivamente. Finalmente se tiene como conclusión, la ceniza de bagazo de caña de azúcar mejora la resistencia de la subrasante de un suelo limo-arcilloso de forma directa, hasta un máximo por encima de lo estudiado en la investigación.

Según LÓPEZ (2021), fijó como objetivo, determinar la estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de Pinar-Marian, distrito de Independencia, 2018. Aplicando una metodología de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, nivel correlacional y diseño experimental; teniendo como población a la subrasante de la localidad de Moyobamba y como instrumentos a las fichas técnicas. Fijó como resultados: determinar las propiedades físico mecánicas para diferentes suelos arcillosos con añadidos de ceniza de tusa de maíz en las proporciones: S100, S95/5CCA, S90/10CCA y S85/15CCA. Respectivamente su granulometría estuvo compuesta por 5.03% de arena y 94.97% de finos, 5.58% de

arena y 94.42% de finos, 5.69% de arena y 94.31% de finos, y 5.24% de arena y 93.76% de finos. Asimismo sus límites líquidos fueron 51.1%, 52.2%, 53.67% y 55.19%. Sus límites plásticos fueron de 27.17%, 26.75%, 26.94% y 28.44%. Sus índices de plasticidad fueron de 23.18%, 26.45%, 36.72% y 26.75%. Sus Contenidos de humedad óptimas fueron de 19%, 21.72%, 24.25% y 27.50%. Sus densidades máximas secas fueron de 1.715 g/cm³, 1.619 g/cm³, 1.544 g/cm³ y 1.494 g/cm³. Sus CBR fueron de 5.43%, 9.89%, 12.46% y 12.83% respectivamente. Finalmente se tiene como conclusión, respecto a la capacidad de carga y resistencia del suelo de la calicata 01-S100, el porcentaje de adición que generó una estabilización del suelo es, 20% de ceniza de caña de azúcar en respecto al peso seco de la muestra y el contenido de humedad, ya que permitió obtener un CBR al 95% de 15.18%; valor de CBR, que resultó mayor en comparación con otros porcentajes de adición, como el de CBR al 95% de 11.56% cuando se le adicionó 10% de cenizas o un CBR al 95% de 10.42% cuando se le adicionó un 30 % de cenizas.

En otros idiomas, según VAN DUC, y otros (2018), fijó como objetivo, estimar el comportamiento de resistencia de suelos lateríticos estabilizados por materiales de ceniza nanoestructurados. Su metodología fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño experimental; teniendo como población al suelo de la zona de Hanoi y usando como instrumentos a las fichas técnicas. Obtuvo como resultados: Para una serie de aditivos como manojos de palma, papel usado, cáscara de palmiste, vehículo neumático, cáscara de coco, cáscara de snell, etc., secados al sol, quemados, completamente pulverizados y agregados a la mezcla en una proporción de peso de 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15%. Así para la ceniza de manojos de palma nanométrica se obtuvieron CBR de valor 14%, 15%, 16%, 16%, 18% y 20% respectivamente. Y para la ceniza de cáscara de coco nanométrica se obtuvieron CBR de valor 14%, 17%, 18%, 17%, 19% y 23%. Por tanto, como conclusión principal se tiene que la resistencia a la compresión no confinada y el CBR del suelo estabilizado mejoran notablemente, lo que implica que los materiales de ceniza son buenos aditivos en la estabilización de suelos lateríticos.

Según KUMAR, GAURAV, KISHOR & SUMAN (2017), fijó como objetivo, determinar como se comporta la estabilidad del suelo de la subrasante utilizando

diferentes tipos de materiales disponibles localmente como aditivos. Su metodología fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño experimental; tomando como población a los suelos cercanos de Patna y como instrumentos de recolección de datos a las fichas técnicas. Obtuvo como resultados: El RHA, SCBA y CDA se mezclaron mediante reposición parcial de suelo por peso en 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10% y 12,5%. El suelo natural se determinó como una arcilla plástica intermedia que reduce la MDS y aumenta el OCH después de la estabilización. El CBR aumentó hasta un máximo de 6.8% para la SCBA a 7.5% de reemplazo. Todos los demás CBR fueron inferiores. Por tanto, como conclusión principal se tiene que se encontró una propiedad cementosa suficiente en RHA y SCBA en lugar de CDA. El agregar diferentes tipos de ceniza en suelo de subrasante, genera que su IP disminuya al incrementar la adición de cenizas en el rango de 2.5% a 12.5%. Asimismo, el % disminuye en el valor del IP de 13 a 24, de 16.8 a 50 y de 13 a 52.4 respecto a suelos estabilizados con RHA, SCBA y CDA, respectivamente.

Según SARKER, SHAHREAR, KUMAR, WANG & LYNAM (2021), que tuvieron como objetivo investigar las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales de Arcilla de Moreland expansiva estabilizada con lignina. Usaron una metodología de tipo aplicada, de nivel explicativo y diseño experimental; así también su población fue la arcilla de Moreland del estado de Louisiana y sus instrumentos de recolección de datos las fichas técnicas; obteniendo los siguientes resultados: El suelo en análisis y que fue clasificado como arcilla grasa en su estado natural presentó un LL de 68% y un LP de 22%. En el caso de la muestra con una adición de lignina de 5% se tuvo un LL de 67% y un LP de 23%, mientras que para la muestra con 10% de lignina un LL de 64% y un LP de 25% y para la muestra con 20% de lignina un LL de 57% y un LP de 22%. Esto les permitió concluir que los valores de LP se mantuvieron y los de LL tuvieron una ligera disminución gracias a la adición de lignina en el suelo, por lo que el comportamiento de los valores de IP de los suelos con lignina fue muy parecido al del LL.

En cuanto a artículos científicos, mencionamos al artículo de ANDRIANI, YULIET & PERMANA (2021), que fijó como objetivo, analyze the effect of adding coconut shell charcoal to the CBR value and the swelling index on clay soil. In this study, the coconut shell charcoal used was 0%, 4%, 8%, 12%, and 16% of the dry weight of

the soil. La metodología que se usó, fue tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño experimental; así mismo su población fue los suelos de Limau Mani en Padang y sus instrumentos fueron las fichas técnicas. Se obtuvo como resultados, que la incorporación de carbón de cáscara de coco en un 4% aumentó la capacidad portante y redujo el índice de hinchamiento. Se obtuvo un valor óptimo de CBR de 14,69% para la adición de carbón de cáscara de coco en un 4% con la condición sin remojar con un período de curado de 7 días. Mientras que en la condición de suelo empapado, el valor óptimo de CBR es de 8,53% y el valor de hinchamiento es de 0,24%. El aumento del valor CBR y la disminución del valor de hinchamiento harán que la capa de construcción de la carretera sea más estable a la hora de soportar la carga. Por tanto, como conclusión la adición de un 4% de carbón de cáscara de coco puede hacer que el valor de CBR sin empapar sea del 14,69% y el CBR empapado del 8,53%, y reducir el valor de hinchamiento del suelo arcilloso en un 53,8% respecto al suelo original. Basándose en este valor, el contenido óptimo de coco como material añadido es el 4% del peso seco del suelo arcilloso.

Según HASTUTY, ROESYANTO & NAPITUPULU (2017), fijó como objetivo, investigate the effect of the addition of Mount Sinabung ash to CBR (California Bearing Ratio) value, to determine the effect of the curing time of one day and fourteen days mixture on the CBR value, and to find the mixed content with effective curing time to produce the largest CBR value. Hicieron uso de una metodología de tipo aplicada, nivel explicativo y de diseño experimental; teniendo como población los suelos Patumbak Deli Serdang y como instrumentos de recolección de datos a las fichas técnicas de. Obtuvo como resultados Gráfico de la relación entre el valor CBR con la variación mixta de 2% - 20% de ceniza de Sinabung para un día y catorce días de curado. En el gráfico mostrado en la Figura 6, además del aumento experimentado por la adición de 10% de ceniza de Monte Sinabung junto con la duración del curado, también se puede ver que el valor de la prueba CBR para el mayor curado de un día es en la mezcla de 12% de ceniza de Monte Sinabung por 8.87%, mientras que para los catorce días de curado, el valor máximo de CBR se obtiene en la mezcla del 10% de ceniza de monte Sinabung en un 8,95%. Con la adición de ceniza de monte Sinabung, el valor CBR aumenta hasta el 8,95%. Cuanto mayor sea el valor CBR, mayor será la capacidad portante del suelo, por lo

que para una misma carga de tráfico se requerirá un menor espesor del pavimento. Por tanto, como conclusión, a partir de los resultados del Proctor Standard, el OCH en el suelo original es de 21,38% y el peso máximo de contenido seco es de 1,32 g / cm³, mientras que el valor máximo de contenido seco de toda la mezcla es de 10% de ceniza del Monte Sinabung A los catorce días de curado a 1. 49 g / cm³, un aumento sobre el tiempo de curado anterior cuando sólo un día del peso seco del valor máximo de 1,44 g / cm³, mientras que el OCH de la mezcla de 10% de ceniza Sinabung en el curado de un día de 19,49% disminuyó en el curado de catorce días a 19,35%. 5. El valor CBR después de la mezcla del suelo con ceniza de Sinabung, el mayor es en el 10% de la mezcla de ceniza de Sinabung con catorce días de curado, es decir, el 8,95%. 6. El período de curado dio como resultado que el suelo y la mezcla de ceniza de Sinabung son más uniformes, lo que resulta en un mayor valor CBR.

Según SONI & VARSHNEY (2021), fijó como objetivo, improve the CBR value of clayey sand type of soil, which is mostly present in the vicinity of the district Mathura. CBR value of clayey sand type of soil could be enhanced using materials like: lime, natural fibers, cement, fly ash, chemical compounds, etc. Su metodología fue de diseño experimental, tipo aplicada; así su población los suelos arenos arcillosos de Mathura y tomaron como instrument de recolección de datos a las fichas técnicas. Se obtuvo como resultados: el suelo sin estabilizante obtuvo un CBR 5.83%, el suelo + 1% de yute obtuvo un CBR 8.02% y suelo +15% RAP CBR de 8.27%, la muestra de suelo plano que se recogió tenía un valor de CBR bajo (5,83%). Después de utilizar cal, fibra de yute y RAP se observa que el valor CBR ha mejorado significativamente y alcanza un valor de al menos el 8% cuando la cal fue añadida en %, la fibra de yute fue añadida en % y el RAP fue utilizado en % en peso del suelo plano. Por tanto, como conclusión, los resultados muestran que el valor CBR del suelo puede mejorarse utilizando materiales sostenibles y que éstos son fácilmente disponibles. El resultado de este estudio podría ser utilizado por los ingenieros de carreteras en lugares con características similares del mismo tipo de suelo para mejorar económicamente el valor CBR utilizando materiales baratos como la cal, las fibras de yute y el RAP, que también son fácilmente disponibles en el mercado local.

En cuanto a las bases teóricas, respecto a la teoría Variable Independiente Ceniza de Fibra de maíz, en la actualidad la producción de maíz no es muy elevada por lo que el residuo generado luego del procesamiento del maíz, como los tallos y hojas, no es muy significativo y por esta razón no se le da mayor utilidad y en cambio se deja que siga su proceso natural de descomposición. Sin embargo, el aumento de la producción de maíz significará la generación de grandes excedentes de tallos y hojas de maíz, lo que despertaría el interés para usar estos residuos con el objetivo de aportar valor agregado al cultivo de maíz¹.

Respecto al uso de cenizas provenientes de componentes vegetales, como cascarilla de arroz, hoja de maíz, bagazo de caña, mejoran la resistencia en menor o mayor medida al reemplazar un cierto porcentaje del cemento Portland por estas cenizas que previamente pasaron por un tamizaje².

El maíz (*Zea Mays*) es un cereal cultivado por pueblos ancestrales por sus propiedades alimenticias, además el rol que cumplió en distintos sectores de la economía a nivel mundial en el siglo XX y los inicios del presente siglo, lo ha catalogado como el de mayor relevancia en dichos sectores; es así que los países desarrollados, utilizan este cultivo para diversos usos alimenticios, que van desde los más simples tal como lo es el forraje o usos que conllevan un proceso más industrial tales como para insumo de producción de alimentos procesados y últimamente en la elaboración del alcohol etílico³.

¹ (MUTJÉ, y otros, 2008, pág. 1)

² (ROMERO & SALAZAR, 2013, pág. 1162)

³ (ORRALA & GÓMEZ, 2015, págs. 40-45)

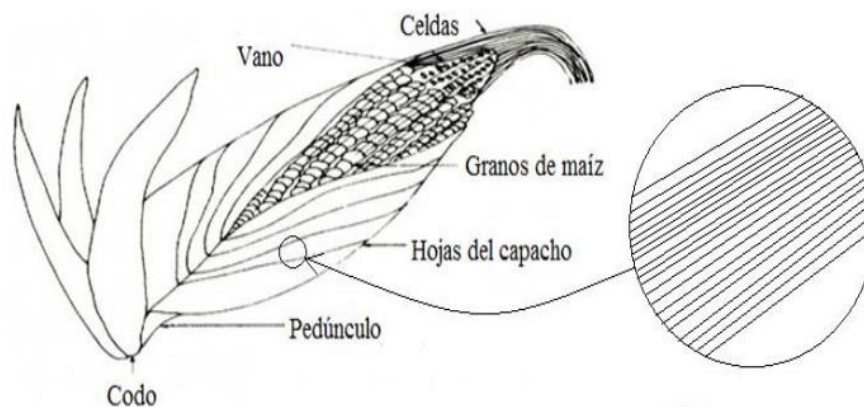


Figura 1. Esquema de las partes de una mazorca de maíz, b) detalle de una hoja de capacho de maíz

Fuente: (Márquez, H. et al. 1982)

Para el Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA), la producción de este vegetal en Perú, periodo 2016-2017 fue alrededor de 256.7 miles de ha. de maíz y 33.1 miles de ha. de maíz- chala; siendo el mes de setiembre del 2016 en el que se tuvo una mayor producción, con la cifra de 41.2 miles de ha. de maíz y 3.1 miles de ha. de maíz-chala.

En cuanto a la dimensión, Dosificación de ceniza de fibra de maíz, la obtención de material puzolánico proveniente de la hoja de maíz (chala) consta de 4 etapas esenciales los cuales consisten en el secado de las hojas de maíz para iniciar con el proceso de quemado permitiendo la generación de cenizas con mayor reactividad puzolánica, la incineración se mantiene a temperaturas de más de 400° para que exista combustión eliminando material de carbono y la cristalización de sílice que presentan las hojas de maíz, se realiza molienda de las hojas la incineradas para obtener partículas finas y por último el tamizado ideal para la mezcla experimental.

La Ceniza se genera por la combustión de un material que está compuesto por sustancias inorgánicas que carecen de átomos de oxígeno, como las sales minerales. Esta sustancia es la que da origen a las cenizas ya que no son combustibles y por lo tanto son las que quedan como residuo en forma de polvo.

La Incineración, es el quemado de un material orgánico con suficiente oxígeno para que se produzca una combustión completa, es decir, todo el material se consume producto de las llamas y solo quedan cenizas. Este tipo de proceso térmico se usa

para la elaboración de residuos sólidos urbanos, industriales peligrosos y hospitalarios, etc⁴.

Los compuestos que conforman las cenizas pueden formar parte de la biomasa de dos maneras; ya sea como sal que está unida a la estructura del carbón o como por algún residuo mineral de la tierra donde se ha cultivado y cosechado. Asimismo menciona que una peculiaridad de las cenizas es que dependen de muchos factores, como; el tipo de arbusto o árbol de donde provengan; si se tratase de algún residuo, de que material proviene; así como de la combinación de factores como el tipo de suelo y clima, y del combustible y las condiciones de la combustión al momento de realizar el quemado del material para obtener la ceniza⁵.

Se pueden distinguir dos tipos de cenizas⁶:

- Clase C: Unas características importantes de este tipo de cenizas es su propiedad puzolánica y de cemento. Para obtener estas cenizas se hace la quema de compuestos tales como carbones subbituminosos y lignitos, siempre cuidando que se tenga mínimamente $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ al 50% y con cantidades de cal generalmente en un rango de 15% al 30%
- Clase F: Para obtener este tipo de cenizas se necesita de la combustión de compuestos como el carbono bituminoso y sobretodo de la antracita; siempre cuidando que se tenga mínimamente $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ al 70% y con cantidades de cal siempre menores a 15%. Así también una de las características importantes de este tipo de cenizas es su propiedad puzolánica.

Así también, de acuerdo a su composición química, y además teniendo en cuenta la procedencia del carbón originario, se tiene la siguiente clasificación:

- Cenizas Silico-aluminosas: Una de las características importantes de este tipo de cenizas es su propiedad puzolánica y propiedad ligante obtenida cuando se entre en contacto con activadores de puzolanidad, además de propiedades hidrofílicas; verificando que se tenga cal en un porcentaje menor al 10%⁷.
- Cenizas Sulfo-cálcicas: La principal característica de este tipo de ceniza es su propiedad aglomerante-hidráulico, por lo que al entrar en contacto con agua

⁴ (ROMERO & SALAZAR, 2013, pág. 1162)

⁵ (MELISSARI, 2012, pág. 70)

⁶ (ASTM C618, 2019)

⁷ (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 2011)

tienen un comportamiento similar al cemento; con porcentajes de cal mayores a 10%⁸.

El contenido de sílice en la ceniza de hoja de maíz es mayor al 60%, porcentaje que definitivamente justifica que un uso de esta ceniza como aditivo genera un producto más resistente y duradero⁹.

La mayor reactividad puzolánica de las cenizas de fibra de maíz y que es característico de las cenizas silicoaluminosas¹⁰, al entrar en contacto con el material de subrasante permitirá activar también esa propiedad ligante de la ceniza, que ayudará a generar una mayor adherencia con el mismo material de subrasante y posteriormente con el material de afirmado (capa de material que será construido sobre la subrasante mejorada).

Respecto a la teoría Variable Dependiente Capacidad portante de subrasante, en su dimensión Propiedades Físicas y Mecánicas, el Reglamento Nacional de Edificaciones, menciona las condiciones mínimas que se deben cumplir para realizar el de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), ya sea para cimientos de edificaciones y distintas obras que menciona la norma.

Los EMS se llevan a cabo para consolidar la permanencia y estabilidad de las obras, además permite una optimización de los recursos al reducir la probabilidad de derrumbes o retrasos en la ejecución de obras por falta de estudios técnicos.

Los EMS se realizan en campo y para ello se deben llevar a cabo trabajos exploratorios que dependerán del criterio del profesional a cargo, las muestras obtenidas serán llevadas a un laboratorio y los datos obtenidos serán analizados en gabinete. El objetivo es conocer el comportamiento del suelo ante solicitaciones estáticas y dinámicas de una estructura¹¹.

⁸ (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 2011)

⁹ (APAZA & SALCEDO, 2019, pág. 10)

¹⁰ (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 2011)

¹¹ (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018)



Figura 2. Ensayo de laboratorio de mecánica de suelos.

Fuente: geotecnicaymecanicadesuelosabc.com

En el indicador, Límites de Atterberg, consiste en una serie de ensayos que están normalizados y por medio de ellos es posible determinar los límites, para cada estado del suelo, en función al contenido de humedad¹². Estos ensayos permiten clasificar al suelo en la Clasificación Unificada de Suelos (Unified Soil Classification System, USCS).

Los límites de Atterberg determinan los estados de consistencia de los suelos y se basan en las características que presentan los suelos finos cuando tienen una determinada cantidad de agua¹³.

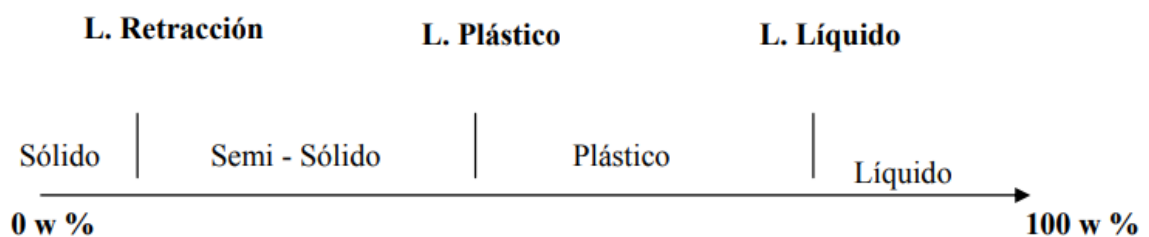


Figura 3. Límites de Atterberg.

Fuente: ASTM D4318

¹² (LAMBE, 1951, pág. 45)

¹³ (ASTM D4318, 1995)

Los estados de consistencia varían respecto al contenido de humedad que se presenta los componentes de muestra de un suelo, sin embargo la mecánica de suelos solo se interesa en conocer el contenido de humedad que hace que un determinado suelo tenga un comportamiento plástico, es decir, el estado en el cual el suelo presenta deformaciones sin romperse por ser plástico. Esta propiedad se calcula de la siguiente manera:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

Ww: Peso de agua

Ws: Peso suelo seco

El límite líquido (WL o LL) es contenido de humedad que posee el suelo y se encuentra en el límite entre el estado semi-líquido y plástico.

Se determina el límite líquido en cada muestra de suelo en función al número de golpes y contenido de humedad, a través de cualquiera de las dos siguientes ecuaciones:

$$LL = W^n \left[\frac{N}{25} \right]^{0.121}$$

$$LL = k \times W^n$$

Donde:

N = Número de golpes que provocan el cierre de la ranura para el contenido de humedad

Wn = Contenido de humedad del suelo, para total de N golpes.

K = factor de LL

Tabla 1 Tabla límite líquido

N (Número de golpes)	K (factor de límite líquido)
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990

24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

- Límite Plástico (wp ó LP): Es el límite que marca el cambio de estado del suelo, es decir, el suelo pasa del estado semi-sólido al estado plástico para un contenido de humedad determinado.

Para hallar el límite plástico se tiene que promediar los contenidos de humedad obtenidos. En caso el resultado de la diferencia de los contenidos de humedad sobrepase el rango requerido, se repetirá el ensayo.

Tabla 2 Cuadro límite plástico.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple Límite Plástico	0.9	2.6
Precisión Multilaboratorio Límite Plástico	3.7	10.6

Fuente: MTC

- El LP es expresado como porcentaje de humedad y es calculado de la siguiente forma:

$$LP = \frac{\text{Peso de Agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

- Índice de Plasticidad (IP): Es el resultado de la diferencia del (LL) límite líquido y (LP) límite plástico, de tal manera se determina el rango de humedad en la que el suelo se puede conservar en un estado plástico:

$$IP = L_L - L_P$$

En el indicador, Granulometría, La granulometría que es necesario si queremos conocer la distribución de las partículas de diferentes tamaños que conforman un suelo. La clasificación granulométrica de los agregados gruesos se realiza a través del tamizaje, y para la clasificación granulométrica de agregados finos se utiliza el hidrómetro¹⁴.

Malla núm.	Abertura (mm)
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.000
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.075
270	0.053

Figura 4. Tamaños de mallas estándar en EE.UU.

Fuente: Braja. M. Dass

Se denomina clasificación granulométrica a la gradación de las partículas que componen los suelos, esta clasificación servirá para el análisis granulométrico con el propósito de determinar las propiedades mecánicas de dicho suelo¹⁵.

¹⁴ (DAS, 2012, pág. 2)

¹⁵ (NTP 339.128, 2014)

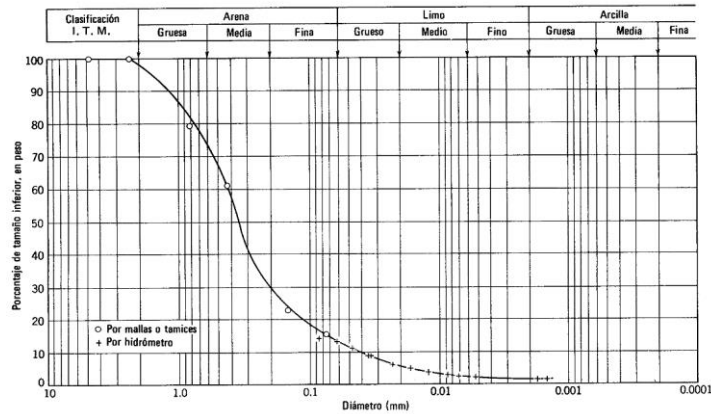


Figura 5. Curva granulométrica.

Fuente: Enciclopedia Simple

Se puede calcular la densidad seca máxima relacionando el contenido de humedad y la densidad al aplicar una energía de compactación determinada, esta densidad seca máxima se corresponde con un contenido de humedad óptimo¹⁶.

La densidad seca máxima de un suelo se halla a través del ensayo Proctor, el método consiste en hacer una gráfica tomando diferentes valores de humedad hasta encontrar el valor de humedad óptima, para una energía de compactación adecuada, el cual será indispensable para la obra a la cual estará destinado dicho material.

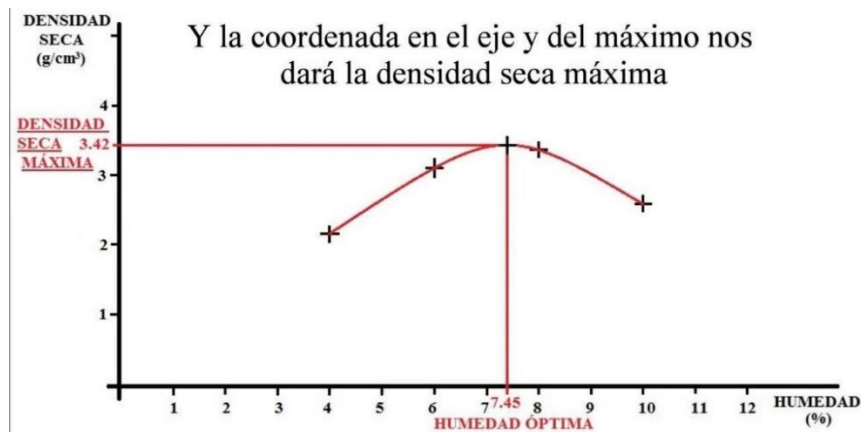


Figura 6. Ejemplo de gráfica de densidad seca máxima.

Fuente: Jacinto Gómez (2014)

¹⁶ (ASTM, D-1557, 1996)

En el indicador, Proctor Modificado, el ensayo Proctor modificado se utiliza para determinar cuál es la cantidad óptima de agua que debe contener un suelo para una mejor compactación de la misma al aplicar una energía dada¹⁷. Este ensayo permite determinar aquella humedad que se necesita con el grado de humedad y a su vez analizar la mediante un volumen de peso que está contenido en un molde la compactación perfecta del suelo. El proceso de este ensayo se basa en realizar una serie de golpes dentro de 5 capas de material de muestra, que a su vez están en relación con las herramientas para calcular la densidad.

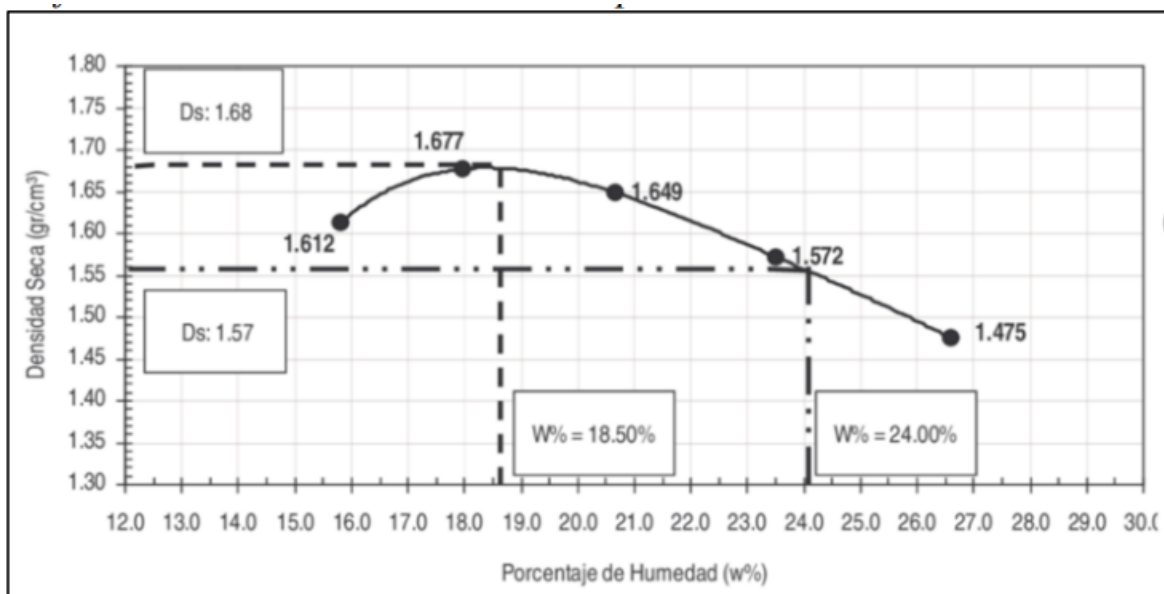


Figura 7. Gráfica de humedad Vs densidad seca para Proctor.

Fuente: Begliardo (2019)

La gráfica que relaciona la (Ds) densidad seca y (W%) contenido de humedad también es conocida como “curva Proctor” o “curva de compactación”. De esta grafica podemos conseguir la densidad seca máxima si tomamos el máximo punto superior de la curva y lo proyectamos sobre el eje de ordenadas que representa la densidad seca (rama seca) para un determinado contenido de humedad (humedad óptima) que se encuentra en el eje de las abscisas (rama húmeda)¹⁸.

¹⁷ (ASTM, D-1557, 1996)

¹⁸ (PARAMO, 2002, pág. 2)

Para diferentes valores de humedad y densidad se ha graficado la curva de compactación y la resistencia mecánica del suelo; considerando para esto a pesar de mantener una densidad seca, el suelo puede saturarse. Esta última hipótesis se aleja de lo que sucede en la realidad, más aun cuando se tenga suelos cohesivos¹⁹.

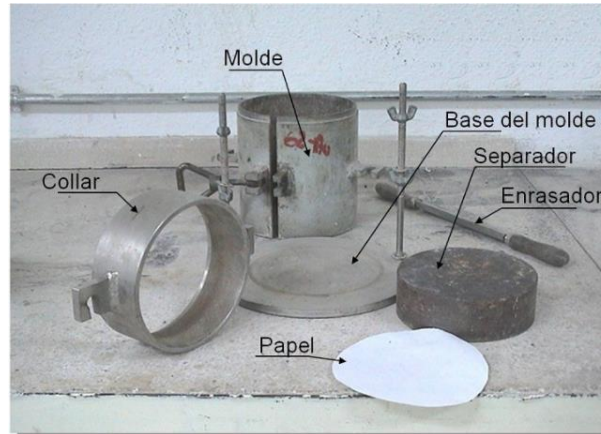


Figura 8. Ensayo Proctor Modificado.

Fuente: Universidad Politécnica de Valencia.

En el indicador, CBR, el ensayo de CBR permite determinar la capacidad portante del suelo ante las cargas que se aplican sobre este, en el caso de las carreteras lo que se busca es que el suelo pueda soportar las cargas transmitidas por los vehículos en movimiento²⁰.

El CBR es un índice del suelo que hace referencia a la resistencia al corte de este, cuando se encuentra bajo determinadas condiciones de compactación y humedad. En términos de ensayo de laboratorio el CBR es el porcentaje de carga que se requiere para un pistón con sección circular se pueda introducir sobre una muestra de suelo analizado, que se encuentra con el triturado exacto de piedra²¹.

¹⁹ (PARAMO, 2002, pág. 7)

²⁰ (VALERO ALONSO, 1978, pág. 52)

²¹ (CRESPO VILLALAZ, 2004, pág. 161)

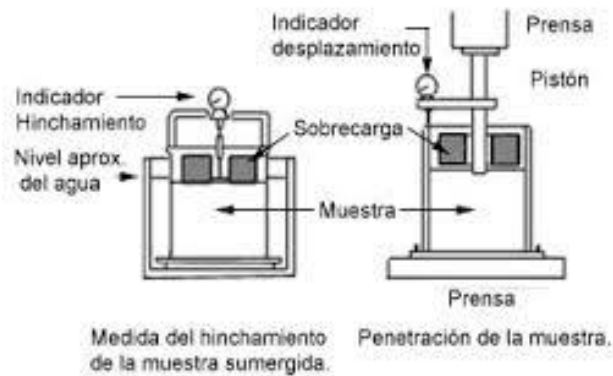


Figura 9. Ensayo CBR.

Fuente: ensayosdelaboratorio.com

Acerca de los parámetros que se deben seguir respecto al origen de los suelos utilizados en la construcción de terraplenes, se toman cuatro muestras de las cuales se determinan la granulometría, Límites de consistencia, abrasión y clasificación de suelos. Las exigencias que señalan en la norma son para la construcción de terraplenes, de esta forma los materiales deben ser procedentes de excavaciones de explanación, canteras aprobadas y debidamente verificadas; libres de material inorgánico o sustancia perjudiciales que afecten su composición y pongan en riesgo el resultado de ensayos, el supervisor de obra es el ingeniero encargado de analizar y verificar las muestras obtenidas de las canteras teniendo en cuenta las exigencias del proyecto²².

Los requerimientos del reglamento para la construcción de terraplenes es la siguiente:

Tabla 3 Requisitos de los materiales.

Condición	Partes del terraplén		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo (cm)	15	10	7.5
Máximo de fragmentos de roca >7,62 cm	30	20	
Índice de plasticidad (%)	<11	<11	<10

Fuente: MC-01-13 Especificaciones Técnicas Generales para Construcción

²² (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013)

El Supervisor es el encargado de otorgar el visto bueno al material autorizando así su descarga, pero si fuera el caso de que el material no cumpla con los requisitos de estipulan las especificaciones técnicas o esté contaminado con restos de materia orgánica, tierra vegetal o presente tamaños superiores a los máximos especificados, podrá ordenar su retiro.

Tabla 4 Ensayos terraplén.

Material o producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de muestreo
Terraplén	Granulometría	MTC E 204	D 422	T29	1 cada 1.000 m ³	Cantera
	Límites de Consistencia	MTC E 111	D 4318	T89	1 cada 1.000 m ³	Cantera
	Contenido de material Orgánico	MTC E 118	-	-	1 cada 3.000 m ³	Cantera
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T96	1 cada 3.000 m ³	Cantera
	Relación Densidad Humedad	MTC E 115	D 1557	T180	1 cada 1.000 m ³	Pista
	Compactación Base y cuerpo	MTC E 117	D 1556	T191	1 cada 500 m ²	Pista
	Compactación Corona	MTC E 124	D2922	T238	1 cada 250 m ²	Pista

Fuente: MC-01-13 Especificaciones Técnicas Generales para Construcción

Los Componentes de una Carretera son los siguientes:

Subrasante de una carretera, la Subrasante de un camino se ubica encima de la explanada y debajo del pavimento. La función principal es servir de soporte para la sub-base y base. Está conformada por suelos compactos con un CBR aceptable²³.

Los suelos 0.60 m por debajo de la cota superior de la Subrasante, como mínimo, deberán tener un CBR \geq 6%. Caso contrario, se deberá realizar tareas de

²³ (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013)

estabilización de suelos como pueden ser la compactación mecánica, el reemplazo parcial o total del suelo, la estabilización mediante químicos, etc²⁴.

Afirmado de una carretera, el afirmado es la capa de material granular compactado, con una adecuada presencia de finos, se encarga de soportar de forma directa las cargas del tránsito de vehículos y de no sufrir deformaciones permanentes por culpa de estas cargas. Cumple la función de superficie de rodadura para carreteras no pavimentadas²⁵.

Pavimento, el pavimento es una estructura compuesta de varias capas como son la sub-base, base y la capa de rodadura, está levantada encima de la Subrasante y que tiene por objetivo la distribución adecuada de las cargas y los esfuerzos del tránsito de vehículos para evitar deformaciones permanentes. Además, también cumple la función de brindar las mejores condiciones de comodidad y seguridad para los conductores²⁶.

Sub-base: Esta capa se encarga de dar soporte a la base y la capa de rodadura. Puede estar compuesta solo de material granular ($\text{CBR} \geq 40\%$) o tener adiciones como cal, cemento o asfalto.

Base: Capa superior a la sub-base que se encarga de brindar un adecuado sostenimiento, distribución y transmisión de las cargas y esfuerzos productos del tránsito de vehículos. Debe tener un $\text{CBR} \geq 80\%$, y puede estar compuesta, al igual que la Subbase, por material granular puro o tener adiciones.

Capa de Rodadura: Capa más superficial y su función es servir como superficie para tránsito de los vehículos.

Materiales para Afirmado, la fuente de los materiales que se usarán como material base o como agregado en afirmados deben cumplir con ciertos requerimientos mínimos para ser usados en una obra en específico. Estos requerimientos están relacionados con la distancia al área de trabajo, la granulometría, humedad, capacidad portante, etc.

²⁴ (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013)

²⁵ (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013)

²⁶ (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013)

Ubicación: La cantera de donde se extraerá los materiales deberá ser la que se distancie lo menos posible de la obra, siempre que esta cantera cumpla con los estándares de calidad y cantidad requeridos. Se debe delimitar topográficamente los límites de la cantera, así como precisar el tipo de acceso y el kilometraje de la vía que conecte la obra y la cantera²⁷.

Descripción: Las prospecciones que se harán en la cantera pueden ser calicatas, sondeos o trincheras. También se realizará un estudio de la accesibilidad de los bancos de material, así como una descripción del proceso de explotación, centrándose más que nada en el periodo de explotación, tratamiento, producción, etc.

Muestreo: En el muestreo se debe tener especificado el tipo de equipo, el tamaño y el tipo de muestra que se debe extraer según el ensayo que se va a llevar a cabo, el porcentaje de gruesos y las limitaciones técnicas de los equipos usados²⁸.

Referente al Manual de Ensayo de Materiales, se seguirá lo indicado en el Manual de Carreteras, el cual nos dice que se deben realizar mínimo 5 exploraciones por cada área igual o menor a una hectárea. Además, se debe tratar de realizar las calicatas, sondeos o trincheras en puntos igualmente espaciados, de manera que se pueda densificar la exploración en caso ser necesario. Por otra parte, para verificar la potencia del material, las excavaciones deben ser como mínimo igual de profundas que la profundidad máxima de explotación²⁹.

En cuanto a la cantidad de muestras tomadas, estas deben ser las suficientes como para permitir que se realicen todos los ensayos exigidos, así como también los ensayos extra que se realizarán en caso de obtener valores atípicos.

Ensayos de Laboratorio: Los ensayos de laboratorio del material de cantera servirán para determinar el valor de sus características físico-mecánicas, y se llevarán a cabo según el Manual de Ensayo de Materiales. Además, deberán ser realizados tanto en su conjunto (todos los estratos a la vez) y estrato por estrato.

²⁷ (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013)

²⁸ (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2016)

²⁹ (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013)

Para poder realizar un afirmado adecuado la normativa señala los siguientes ensayos necesarios.

Tabla 5 Ensayos para material de afirmado

Nombre del Ensayo	Norma
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D-422, MTC E107
Límite Líquido Malla N° 40	ASTM D-4318, MTC E110
Límite Plástico Malla N° 40	ASTM D-4318, MTC E111
Clasificación SUCS	ASTM D-2487
Clasificación de Suelos	AASHTO M-145, ASTM D-3282
Contenido Sales Solubles Totales	MTC E219
Materia Orgánica en Arena	ASTM C-140, MTC E213
Partículas Chatas y Alargadas	ASTM D-4791
Porcentaje de Caras de Fractura	ASTM D-5821, MTC E210
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D-1883, MTC E132
Ensayo de Abrasión Los Ángeles	ASTM C-131, MTC-E207
Equivalente de Arena	ASTM D-2419, MTC-E114
Proctor Modificado	ASTM D-1557, MTC-E115

Fuente: MC-01-13 Especificaciones Técnicas Generales para Construcción

Gradación de material para afirmado: La ubicación de la cantera y su geología afectaran al tipo de agregado que podremos obtener de ellas. Así, muchas veces nuestros requisitos en porcentaje de material fino, tamaño máximo o resistencia mecánica de las partículas no serán satisfechos por el material directamente traído desde la fuente y se tendrá que realizar labores de zarandeo para conseguir una mejor granulometría o mezclar material de diferentes fuentes³⁰.

Para llevar a cabo la mezcla de material para afirmado, como referencia se tendrá las gradaciones mostradas en la tabla siguiente.

³⁰ (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013)

Tabla 6 Franjas granulométricas de material para afirmado

Porcentaje que pasa por el tamiz	Gradación C	Gradación D	Gradación E	Gradación F
25mm (1")	100	100	100	100
9.5 mm (3/8")	50-85	60-100		
4.75 mm (Nº 4)	35-65	50-85	55-100	70-100
2.0 mm (Nº 10)	25-50	40-70	40-00	55-100
425 um (Nº 40)	15-30	25-45	20-50	30-70
75 um (Nº 200)	5-15	5-20	6-20	8-25
Índice de plasticidad	4-9	4-9	4-9	4-9
Límite Líquido	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%
Desgaste Los Angeles	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%
CBR (100% Max. Densidad seca y penetración de 0.1")	Mín. 45%	Mín. 45%	Mín. 45%	Mín. 45%

Fuente: AASHTO M 147

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación aplicada es la que soluciona problemas prácticos, se busca conseguir un nuevo conocimiento que permita solucionar problemas prácticos³¹. Esta investigación pretendió abarcar las necesidades generadas por la reducida vida útil del afirmado, por tal motivo, se planteó mejorar la calidad del material de suelo de subrasante mediante la adición de ceniza de fibra de maíz. En conformidad con toda la teoría revisada, la investigación se clasificó como del tipo **aplicada**.

El diseño del estudio es la estrategia elegida por el investigador con el fin de abordar el conflicto planteado. De tal modo al diseño, la investigación se clasifica en: investigación documental, investigación de campo e investigación experimental³². En lo referente al diseño experimental “Su objetivo es determinar hipótesis causales alternando como mínimo una variable, específicamente la independiente, donde por razones lógicas o éticas, de esta manera no se asignan aleatoriamente a cada grupo”³³.

De tal manera en esta investigación se manipuló la variable independiente, ceniza de fibra de maíz como aglomerante, donde los resultados fueron contrastados con las hipótesis. Según el análisis descrito, el diseño que se aplicó en la investigación fue diseño **cuasi - experimental**.

³¹ (HERNÁNDEZ-SAMPIERI & MENDOZA TORRES, 2018, pág. 33)

³² (ARIAS, 2012, pág. 27)

³³ (HERNÁNDEZ-SAMPIERI & MENDOZA TORRES, 2018, pág. 151)

3.2. Variables y operacionalización

Título: “Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022”

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
Ceniza de fibra de maíz como aglomerante	Es el resultado de obtención de un proceso de combustión controlada en la cual se calcinan residuos sólidos que se recogen de la obtención de elementos orgánicos o inorgánicos. Marín (2019)	Se ejecutará la adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento de las características físico químicas para la subrasante con la adición de dosificaciones.	D1: Dosificación de ceniza de fibra de maíz.	I1: 0.0%	De razón	<p>Tipo de Investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel de Investigación: Explicativo.</p> <p>Diseño de Investigación: Experimental: Cuasi – Experimental.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Población: Material de subrasante de 5km de carretera Maras Moray</p> <p>Muestra: 05 calicatas</p> <p>Muestreo: No Probabilístico - se ensayará en todas las muestras y se eligió por conveniencia.</p> <p>Técnica: Observación directa.</p>
				I2: 2%		
				I3: 5%		
				I4: 10%		
				I5: 15%		
Capacidad portante de subrasante	Es un material granular natural en algunas ocasiones procesado con gradación específica según a los trabajos requeridos, el cual	Realizada la ejecución de estudios preliminares de la carretera Maras-Moray, se efectuará la caracterización de los agregados de la cantera a usar, se realizará la evaluación en laboratorio	D1: Propiedades mecánicas y físicas	I1: Límites de Atterberg I2: Granulometría I3: Proctor	De razón	

	soporta directamente cargas y esfuerzos del tránsito. Díaz y Cardozo (2018)	(CBR y Proctor) para determinar propiedades físico-mecánicas que posee la subrasante con la mezcla de ceniza de fibra de maíz.		modificado. I4: CBR		Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos
--	---	--	--	------------------------	--	---

Autor: Br. Baez Zamata, Karen Alexandra

3.3. Población, muestra y muestreo

La población es el conjunto de elementos o unidades de análisis de igual pertenencia en el ámbito espacial en donde se desarrolla la investigación³⁴. De tal manera en esta investigación, la **población** estuvo constituida por el material de la subrasante en 5 km de carretera Maras Moray.

La muestra como el subconjunto que representa a la población definida, esta será una cantidad representativa, ya que debe contar con características de la población y las refleja al aplicarse el muestreo adecuado³⁵. De tal manera en esta investigación, la **muestra** estuvo constituida por 05 calicatas extraídas de la carretera Maras – Moray, en la que a una parte del material se le adicionó la ceniza de fibra de maíz como material para subrasante de las cuales se tomaron muestras de 2%, 5%, 10% y 15% de adición de ceniza de fibra de maíz para realizarle los respectivos ensayos de laboratorio.

El muestreo es una técnica que va a permitir al investigador seleccionar las unidades que conformaran su muestra, para así poder obtener los datos que la investigación requiere para su realización³⁶. De tal manera en esta investigación, el **muestreo** fue no probabilístico dado que la muestra se eligió tomando en cuenta el material para subrasante.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

➤ Observación directa

La observación directa está constituido por un proceso dirigido a verificar la validez de teorías o hipótesis, empleando métodos, diversas técnicas e instrumentos oportunos y precisos con el fin de recabar información de procedencia empírica del fenómeno que se está estudiando³⁷. En este estudio se hizo uso de la técnica **observación directa** porque se tuvieron a disposición diversos instrumentos propios de la materia, los cuales enrumbaron al cumplimiento de los objetivos del trabajo.

³⁴ (ALFARO, 2012, pág. 52)

³⁵ (GUILLÉN VALLE & VALDERRAMA MENDOZA, 2017/2018, pág. 65)

³⁶ (ÑAUPAS PAITÁN, PALACIOS VILELA, VALDIVIA DUEÑAS, & ROMERO DELGADO, 2018, pág. 336)

³⁷ (ORTIZ URIBE, 2003)

➤ Instrumentos de recolección de datos

Según Hernández & Torres (2018), existen gran cantidad de instrumentos que pueden servirnos para identificar y clasificar toda clase de variables. En ciertos casos se pueden hacer uso de diversas técnicas para recolectar los datos³⁸. Para esta investigación se emplearon como instrumentos de recolección de datos las fichas técnicas. Estas fichas técnicas permitieron recolectar datos que fueron útiles de los indicadores de la variable dependiente.

Los instrumentos que se usaron son los siguientes:

- Ensayo Proctor Modificado.
- Ensayo CBR.
- Ensayo SUCS.
- Ensayo de Límites de Atterberg.
- Ficha de observación
- Ficha de trabajo: Instrumento de registro de información documental y/o de campo³⁹.

3.5. Procedimientos

Extracción de calicatas: Para esto fue necesario dirigirse a la zona de estudio de la presente tesis, en la cual luego de hacer una inspección visual a los 5 km de la carretera que comprenden la zona de estudio, se consideró realizar un mínimo de 05 calicatas de 1.50 m de profundidad respecto al nivel de la subrasante, ubicándolas longitudinalmente a distancias aproximadamente iguales y en forma alternada (ambos lados del eje del trazo) y al borde la calzada.

Tabla 7 Calicatas extraídas

Calicata	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
Profundidad (m)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

Fuente: Elaboración propia

³⁸ (HERNÁNDEZ-SAMPIERI & MENDOZA TORRES, 2018, pág. 226)

³⁹ (ORTIZ URIBE, 2003)



Figura 10 Imagen satelital de la zona de estudio

Fuente: Google Maps

Las dimensiones de largo y ancho de las calicatas fueron irregulares, y además fueron excavados con maquinaria para la agilización de dicho proceso.



Figura 11 Extracción de calicatas

Fuente: Elaboración propia

Adquisición de las fibras de maíz: Las fibras de maíz fueron recolectadas de las zonas agrícolas aledañas a la zona de estudio, las cuales luego fueron puestas a secar por un periodo de 6 meses.



Figura 12 Adquisición de las fibras de maíz

Fuente: Elaboración propia

Obtención de las cenizas de fibra de maíz: Se obtuvo gracias a un proceso de quemado o incinerado de las fibras a temperaturas mayores a 400°C, para que luego dichas cenizas fueran tamizadas.



Figura 13 Obtención de cenizas de fibras de maíz

Fuente: Elaboración propia

Análisis Granulométrico de suelos por tamizado: Previamente se realizó el lavado y secado del material de cada una de las calicatas extraídas, posteriormente se llevó a cabo el análisis granulométrico siguiendo lo especificado en la MTC E 107 separando en distintas mallas, al ser tamizados fueron pesadas en la balanza la cantidad retenida. Se determinó el porcentaje que pasa por cada tamiz en unidades de porcentaje.

Límites de Atterberg: Se realizó siguiendo las normativas MTC E 110 y MTC E 111 para la determinación del límite líquido y la determinación del límite plástico e índice de plasticidad, respectivamente. Estos ensayos fueron realizados en un primer momento para los suelos de las calicatas en su estado natural y posteriormente con la adición de las distintas dosificaciones de ceniza de fibra de maíz en los suelos de las calicatas C-01 y C-03.

Clasificación de Suelos: Se siguió lo especificado en la ASTM D-2487 y AASHTO M-145 para la clasificación SUCS y AASHTO, respectivamente. Para la clasificación SUCS, se realizó el proceso de gradación para determinar los parámetros de Coeficiente de Curvatura (Cc) y Coeficiente de Uniformidad (Cu) para determinar la clase de suelo que se ejecutó, además de la previa obtención

de LL, LP en IP. Para la clasificación AASHTO se necesitó además el índice de grupo (IP).

Proctor Modificado: Se realizó siguiendo la normativa MTC E 115, la cual menciona acerca de los parámetros a seguir para poder realizar la prueba que permita determinar el OCH así como la MDS a través de la saturación de las muestras que para los diferentes contenidos de agua en moldes de dimensiones iguales, estas fueron compactadas a diferentes número de golpes por medio de un pistón a con una determinada fuerza en N que cae desde cierta altura, estas muestras fueron sometidas a esfuerzos de compactación con la intención de determinar el peso unitario seco. Estos ensayos fueron realizados en un primer momento para los suelos de las calicatas en su estado natural y posteriormente con la adición de las distintas dosificaciones de ceniza de fibra de maíz en los suelos de las calicatas C-01 y C-03.

Prueba CBR: Se realizó siguiendo la normativa MTC E 132, en esta prueba se hizo necesario hacer el análisis de las muestras de suelo tanto de las que se encuentra sin ningún refuerzo (para todas las calicatas) y de las reforzadas con la ceniza de fibra de maíz (calicata C-01 y C-03), con el objetivo de determinar el valor de CBR. El proceso consistió en hacer el preparado de muestras de especímenes con diferentes esfuerzos de compactación, el proceso de preparación de especímenes con refuerzo, consistió en un primer momento en el mezclado en seco de suelos con la adición correspondiente de cenizas para luego ser mezclado con agua y posteriormente compactados a la misma densidad Proctor. Luego se niveló a superficie superior del espécimen en el molde CBR y se colocó un papel filtro y un disco metálico perforado sobre la muestra, seguidamente se colocó un peso para transferir las muestras a un tanque con agua, después de estar sumergidas en agua por 96 horas, el molde se desembolsó y se dejó secar en un par de horas. Finalmente se realizó la penetración del espécimen, para así en función a la penetración y al esfuerzo realizado, determinar el CBR del material al 95% de la MDS.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis se da en todos los niveles de medición de las variables a través de la estadística, de tal manera puede ser: descriptiva ya que cumple la tarea de detallar datos, los valores o las puntuaciones que se extraen para cada variable⁴⁰. En este trabajo de investigación los ensayos fueron realizados por ensayos de laboratorio y ensayos realizados en campo por personal técnico capacitado que garantizaron los resultados adecuados, por tanto no requirieron de confiabilidad estadística, ya que no se evaluó percepciones ni ideas.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación se realizó con veracidad y transparencia en la obtención del material de apoyo recopilado, fue citada cada información con su respectiva autoría por respeto a la propiedad intelectual de otros investigadores cumpliendo la normativa.

⁴⁰ (HERNÁNDEZ SAMPIERI, FERNÁNDEZ COLLADO, & BAPTISTA LUCIO, 2014, pág. 271)

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis

“Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022”

Ubicación política

El área bajo influencia de la presente tesis, está ubicada en la región de Cusco, provincia de Urubamba y distrito de Maras

El distrito de Maras pertenece a la provincia de Urubamba, limita por el norte con el distrito de Urubamba, por el sur con el distrito de Chinchero y el distrito de Huarcoondo perteneciente a la provincia de Anta, por el oeste con el distrito Ollantaytambo y el distrito de Huarcoondo perteneciente a la provincia de Anta y por el este con los distritos de Huayllabamba y Yucay.



Figura 14 Ubicación del distrito de Maras

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los aspectos geográficos, la extensión de territorio del distrito de Maras es de 142.00 km², con presencia de llanuras rodeadas de montañas nevadas y además donde se puede encontrar los pozos de sal natural que en su conjunto se denominan las salineras de Maras. En cuanto al clima, la estación de lluvias que comprende de octubre a marzo se caracteriza por la presencia de abundantes lluvias y temperatura máxima de 20°C y 7°C, en el día y en la noche,

respectivamente; y la estación de lluvias que comprende de abril a septiembre se caracteriza por la presencia de un cielo más despejado y temperatura máxima de 21°C y 1°C, en el día y en la noche, respectivamente.

El acceso a la zona de estudio desde la ciudad del Cusco es mediante la carretera asfaltada principal de Cusco hacia la provincia de Urubamba, llegando así al distrito de Maras, lugar en cual comienza la zona de estudio de esta tesis.



Figura 15 Accesibilidad de la zona de estudio desde la ciudad del Cusco

Fuente: Google Maps

Objetivo Específico 1: Determinar la influencia de la adición de ceniza de fibra de maíz en las propiedades físicas para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras – Moray.

La caracterización física del material fue realizada a las calicatas C-01 y C-03, debido a que al realizarse cada uno de los ensayos a los suelos de calicatas en estado natural se obtuvieron valores muy próximos que indicaron una gran similitud en cuanto a las características físicas y mecánicas de las calicatas, más aun en el ensayo de CBR. Estos valores de CBR cercanos entre ellos y mayores a 6.00%, lo que las catalogaba como una subrasante regular, fueron las calicatas C-01 y C-03, las que presentaron un valor de CBR menor a las demás, 9.03% y 9.00%, respectivamente. Por lo que al ser los valores más bajos se buscó verificar si la adición de la ceniza de fibra de maíz ayudaría en una mejora en las propiedades físicas del material de subrasante.

Límites de Atterberg

Dentro de los Límites de Atterberg, se encuentra al límite líquido (LL) y límite plástico (LP) y por la diferencia entre ellos al índice de plasticidad (IP). A continuación se muestra los valores de LL, LP e IP de los suelos de las calicatas C-01 y C-03, al adicionarle ceniza de fibra de maíz en diferentes porcentajes.



Figura 16 Ensayo de límites de Atterberg del material en C-1 con adición de ceniza de fibra de maíz

Fuente: Elaboración propia

Calicata C-01

Tabla 8 Límites de Atterberg del suelo en estado natural de C-01 con adición de ceniza de fibra de maíz

DESCRIPCIÓN	C-01				
	Muestra Patrón	Adición de 2% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 5% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 10% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 15% de ceniza de fibra de maíz
Límite Líquido	24.00%	21.00%	21.00%	17.00%	24.00%
Límite Plástico	18.00%	15.00%	17.00%	14.00%	23.00%
Índice de Plasticidad	6.00%	6.00%	4.00%	3.00%	1.00%

Fuente: Elaboración propia

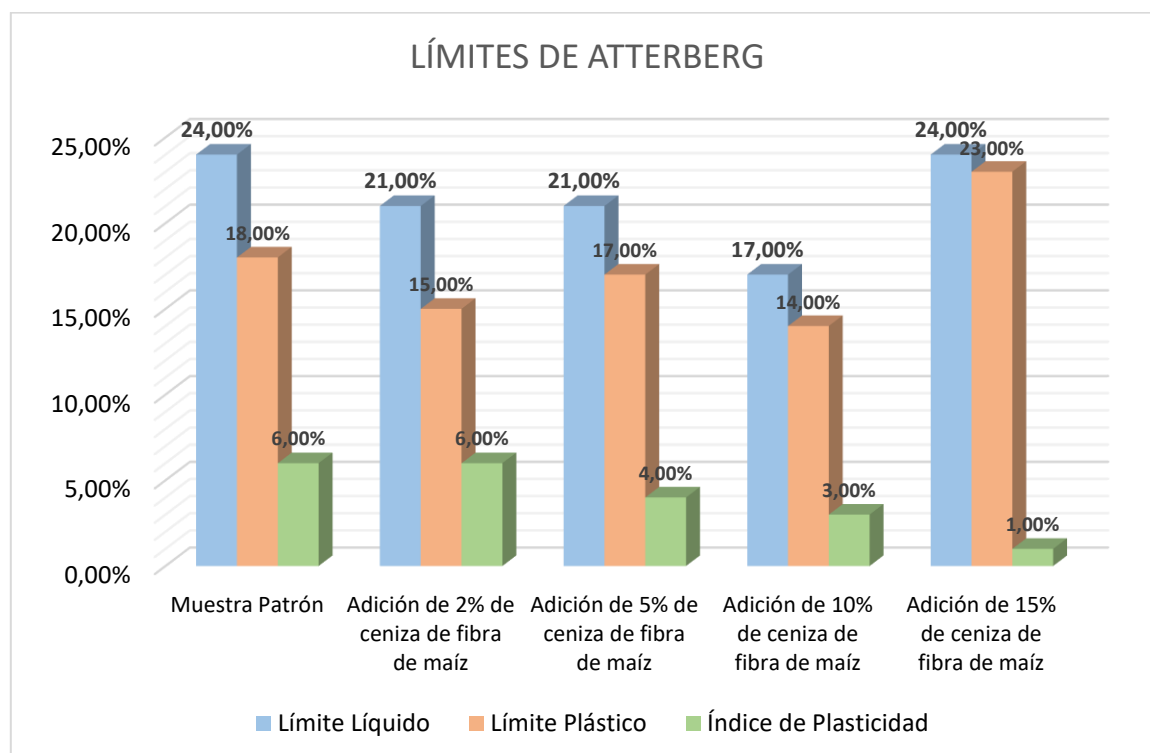


Figura 17 Límites de Atterberg del suelo en estado natural de C-01 con adición de ceniza de fibra de maíz

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En cuanto al límite líquido (LL), para la muestra patrón (sin adición de ceniza de fibra de maíz) se obtuvo un 24.00%, para la muestra con 2% de ceniza de fibra de maíz un 21.00%, para la muestra con 5% de ceniza de fibra de maíz un 21.00%, para la muestra con 10% de ceniza de fibra de maíz un 17.00%

y para la muestra con 15% de ceniza de fibra de maíz un 24.00%; esto dejó ver variaciones porcentuales del valor de LL respecto a la muestra patrón conforme se iba adicionando dicha ceniza, por lo que estas variaciones fueron -12.50%, -12.50%, -29.17% y 0.00%, respectivamente. En cuanto al límite plástico (LP), para la muestra patrón se obtuvo un 18.00%, para la muestra con 2% de ceniza de fibra de maíz un 15.00%, para la muestra con 5% de ceniza de fibra de maíz un 17.00%, para la muestra con 10% de ceniza de fibra de maíz un 14.00% y para la muestra con 15% de ceniza de fibra de maíz un 23.00%; esto dejó ver variaciones porcentuales del valor de LP respecto a la muestra patrón conforme se iba adicionando dicha ceniza, por lo que estas variaciones fueron -16.67%, -5.56%, -22.22% y 27.78%, respectivamente. En cuanto al índice de plasticidad (IP), para la muestra patrón se obtuvo un 6.00%, para la muestra con 2% de ceniza de fibra de maíz un 6.00%, para la muestra con 5% de ceniza de fibra de maíz un 4.00%, para la muestra con 10% de ceniza de fibra de maíz un 3.00% y para la muestra con 15% de ceniza de fibra de maíz un 1.00%; esto dejó ver variaciones porcentuales del valor de IP respecto a la muestra patrón conforme se iba adicionando dicha ceniza, por lo que estas variaciones fueron 0.00%, -33.33%, -50.00% y -83.33%, respectivamente.

Calicata C-03

Tabla 9 Límites de Atterberg del suelo en estado natural de C-03 con adición de ceniza de fibra de maíz

DESCRIPCIÓN	C-03				
	Muestra Patrón	Adición de 2% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 5% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 10% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 15% de ceniza de fibra de maíz
Límite Líquido	24.00%	24.00%	21.00%	17.00%	24.00%
Límite Plástico	19.00%	19.00%	17.00%	14.00%	23.00%
Índice de Plasticidad	5.00%	5.00%	4.00%	3.00%	1.00%

Fuente: Elaboración propia

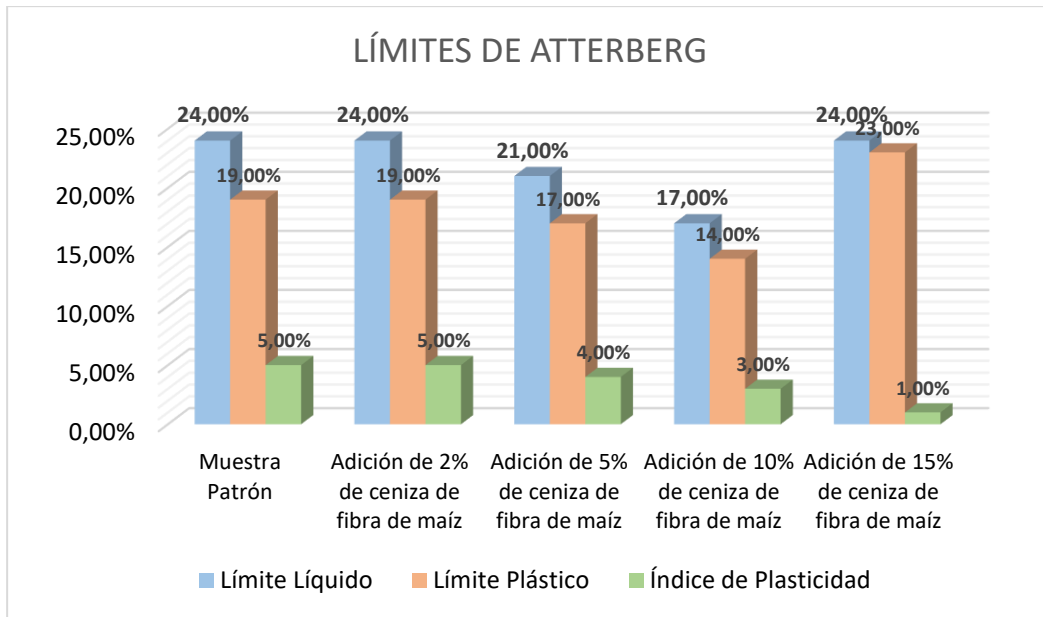


Figura 18 Límites de Atterberg del suelo en estado natural de C-03 con adición de ceniza de fibra de maíz

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En cuanto al límite líquido (LL), para la muestra patrón se obtuvo un 24.00%, para la muestra con 2% de ceniza de fibra de maíz un 24.00%, para la muestra con 5% de ceniza de fibra de maíz un 21.00%, para la muestra con 10% de ceniza de fibra de maíz un 17.00% y para la muestra con 15% de ceniza de fibra de maíz un 24.00%; esto dejó ver variaciones porcentuales del valor de LL respecto a la muestra patrón conforme se iba adicionando dicha ceniza, por lo que estas variaciones fueron 0.00%, -12.50%, -29.17% y 0.00%, respectivamente. En cuanto al límite plástico (LP), para la muestra patrón se obtuvo un 19.00%, para la muestra con 2% de ceniza de fibra de maíz un 19.00%, para la muestra con 5% de ceniza de fibra de maíz un 17.00%, para la muestra con 10% de ceniza de fibra de maíz un 14.00% y para la muestra con 15% de ceniza de fibra de maíz un 23.00%; esto dejó ver variaciones porcentuales del valor de LP respecto a la muestra patrón conforme se iba adicionando dicha ceniza, por lo que estas variaciones fueron 0.00%, -10.53%, -26.32% y 21.05%, respectivamente. En cuanto al índice de plasticidad (IP), para la muestra patrón se obtuvo un 5.00%, para la muestra con 2% de ceniza de fibra de maíz un 5.00%, para la muestra con 5% de ceniza de fibra de maíz un 4.00%, para la muestra con 10% de ceniza de fibra de maíz un 3.00% y para la muestra con 15% de ceniza de fibra de maíz

un 1.00%; esto dejó ver variaciones porcentuales del valor de IP respecto a la muestra patrón conforme se iba adicionando dicha ceniza, por lo que estas variaciones fueron 0.00%, -20.00%, -40.00% y -80.00%, respectivamente.

Al adicionar la ceniza de fibra de maíz, se pudo observar un comportamiento un tanto irregular tanto de LL, LP e IP, siempre manteniéndose cercanos a los valores de la muestra patrón, pero sobre todo manteniendo valores de IP menores a 7% para que puedan seguir catalogándose como un suelo de baja plasticidad - siendo su valor más bajo un 1% cuando se adicionó 15% de ceniza de fibra de maíz.

Respecto a la hipótesis planteada de que efectuados los ensayos de caracterización física se encontrará la factibilidad del uso de adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento; fue aceptada dicha hipótesis ya que como se pudo ver en los párrafos anteriores todos los porcentajes de adición de ceniza de fibra de maíz usados en esta investigación mejora el IP, al reducirlo.

Objetivo Específico 2: Determinar la influencia de la adición de ceniza de fibra de maíz en las propiedades mecánicas para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras – Moray.

La caracterización mecánica del material fue realizada a las calicatas C-01 y C-03, debido a que al realizarse cada uno de los ensayos a los suelos de calicatas en estado natural se obtuvieron valores muy próximos que indicaron una gran similitud en cuanto a las características físicas y mecánicas de las calicatas, más aun en el ensayo de CBR. Estos valores de CBR cercanos entre ellos y mayores a 6.00%, lo que las catalogaba como una subrasante regular; fueron las calicatas C-01 y C-03, las que presentaron un valor de CBR menor a las demás, 9.03% y 9.00%, respectivamente. Por lo que al ser los valores más bajos se buscó verificar si la adición de la ceniza de fibra de maíz ayudaría en una mejora en las propiedades mecánicas del material de subrasante.

Proctor Modificado

El propósito de haber realizado el ensayo Proctor Modificado, es poder obtener las relaciones de humedad – densidad de los suelos de las calicatas C-01 y C-03, extraída en la zona de estudio, al adicionarle ceniza de fibra de maíz en diferentes porcentajes.



Figura 19 Ensayo de Proctor Modificado del material en C-3 con adición de ceniza de fibra de maíz

Fuente: Elaboración propia

Calicata C-01

Tabla 10 Proctor Modificado del suelo en estado natural de C-01 con adición de ceniza de fibra de maíz

DESCRIPCIÓN	C-01				
	Muestra Patrón	Adición de 2% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 5% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 10% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 15% de ceniza de fibra de maíz
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	1.82	2.36	1.85	2.05	1.70
Óptimo Contenido de Humedad	10.65%	11.78%	11.46%	13.82%	12.62%

Fuente: Elaboración propia

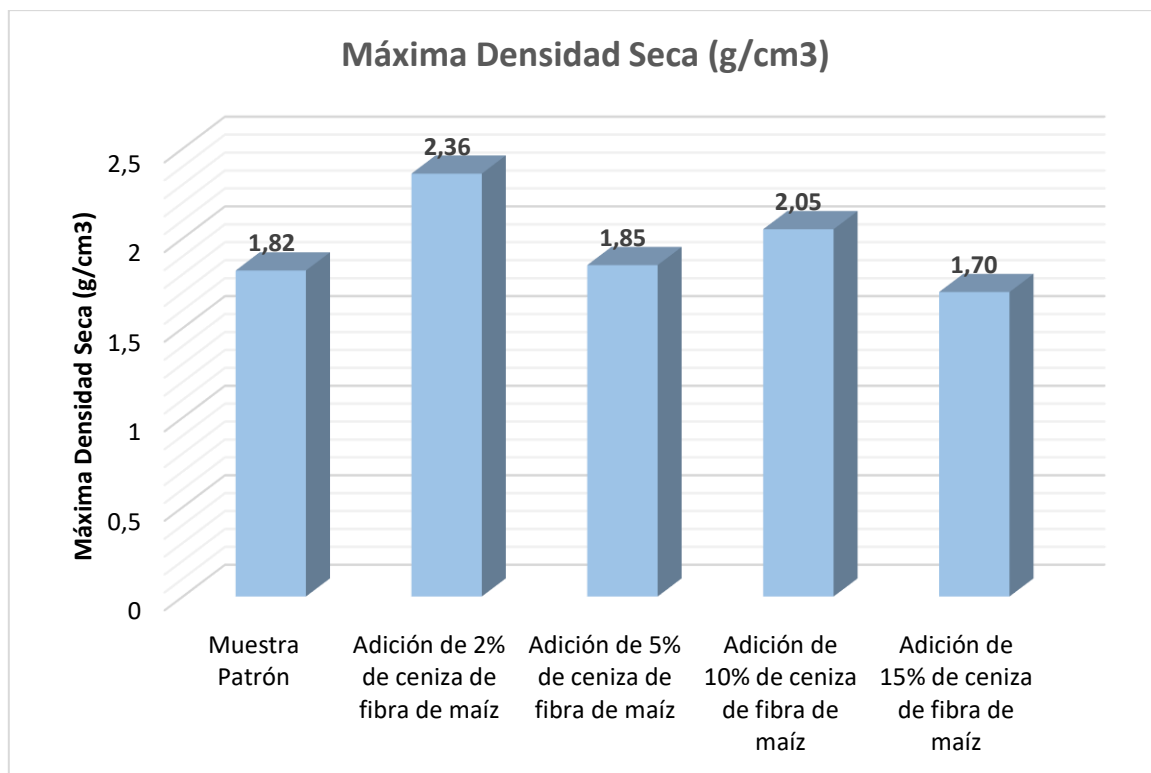


Figura 20 Máxima densidad seca del suelo en estado natural de C-01 con adición de ceniza de fibra de maíz

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De acuerdo a la Tabla 10 y Figura 20, para la muestra patrón (sin adición de ceniza de fibra de maíz) se obtuvo una máxima densidad seca (MDS) de 1.82 g/cm³, para la muestra con 2% de ceniza de fibra de maíz una MDS de 2.36 g/cm³, para la muestra con 5% de ceniza de fibra de maíz una MDS de 1.85 g/cm³, para la muestra con 10% de ceniza de fibra de maíz una MDS de 2.05 g/cm³, para la muestra con 15% de ceniza de fibra de maíz una MDS de 1.70 g/cm³; esto dejó ver variaciones porcentuales del valor de MDS respecto a la muestra patrón conforme se iba adicionando dicha ceniza, por lo que estas variaciones fueron 29.67%, 1.65%, 12.64%, -6.59%, respectivamente.

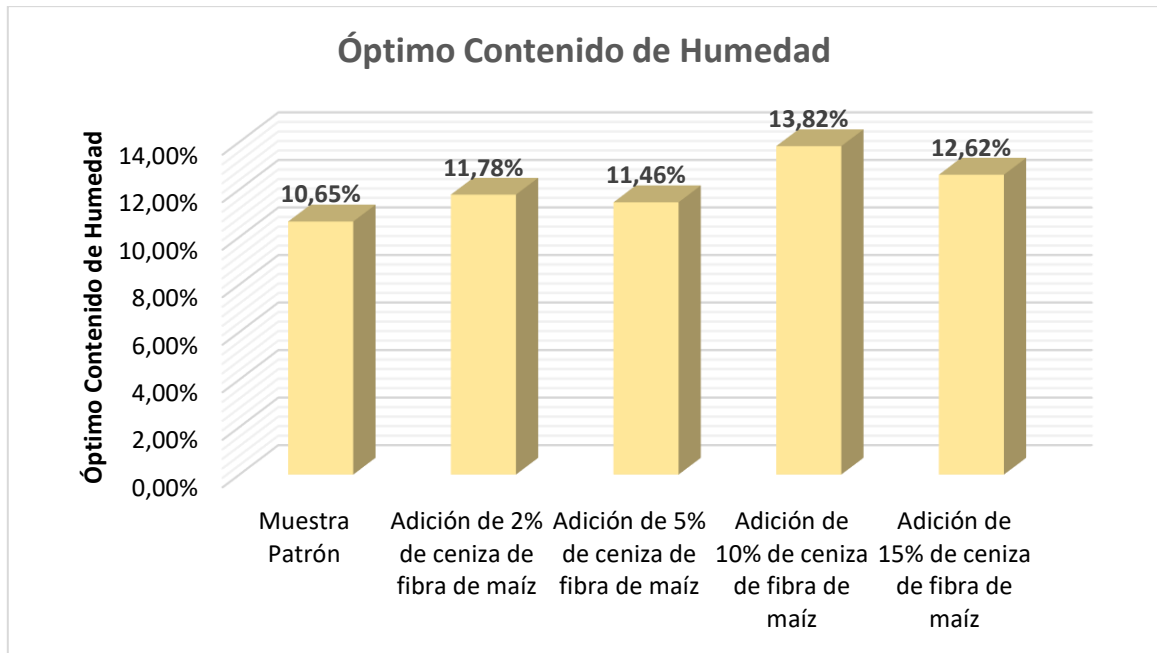


Figura 21 Óptimo contenido de humedad del suelo en estado natural de C-01 con adición de ceniza de fibra de maíz

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De acuerdo a la Tabla 10 y Figura 21, para la muestra patrón se obtuvo un óptimo contenido de humedad (OCH) de 10.65%, para la muestra con 2% de ceniza de fibra de maíz un OCH de 11.78%, para la muestra con 5% de ceniza de fibra de maíz un OCH de 11.46%, para la muestra con 10% de ceniza de fibra de maíz un OCH de 13.82%, para la muestra con 15% de ceniza de fibra de maíz un OCH de 12.62%; esto dejó ver variaciones porcentuales del valor de OCH respecto a la muestra patrón conforme se iba adicionando dicha ceniza, por lo que estas variaciones fueron 10.61%, 7.61%, 29.77%, 18.50%, respectivamente.

Interpretación final: La mayor variación de máxima densidad seca, fue el incremento 29.67%, que se dio para la adición de 2% de ceniza de fibra de maíz, que a su vez generó la segunda menor variación del óptimo contenido de humedad, el incremento de 10.61%.

Calicata C-03

Tabla 11 Proctor Modificado del suelo en estado natural de C-03 con adición de ceniza de fibra de maíz

DESCRIPCIÓN	C-03				
	Muestra Patrón	Adición de 2% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 5% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 10% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 15% de ceniza de fibra de maíz
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	1.82	1.82	1.85	2.03	1.69
Óptimo Contenido de Humedad	10.71%	10.70%	11.42%	13.76%	12.50%

Fuente: Elaboración propia

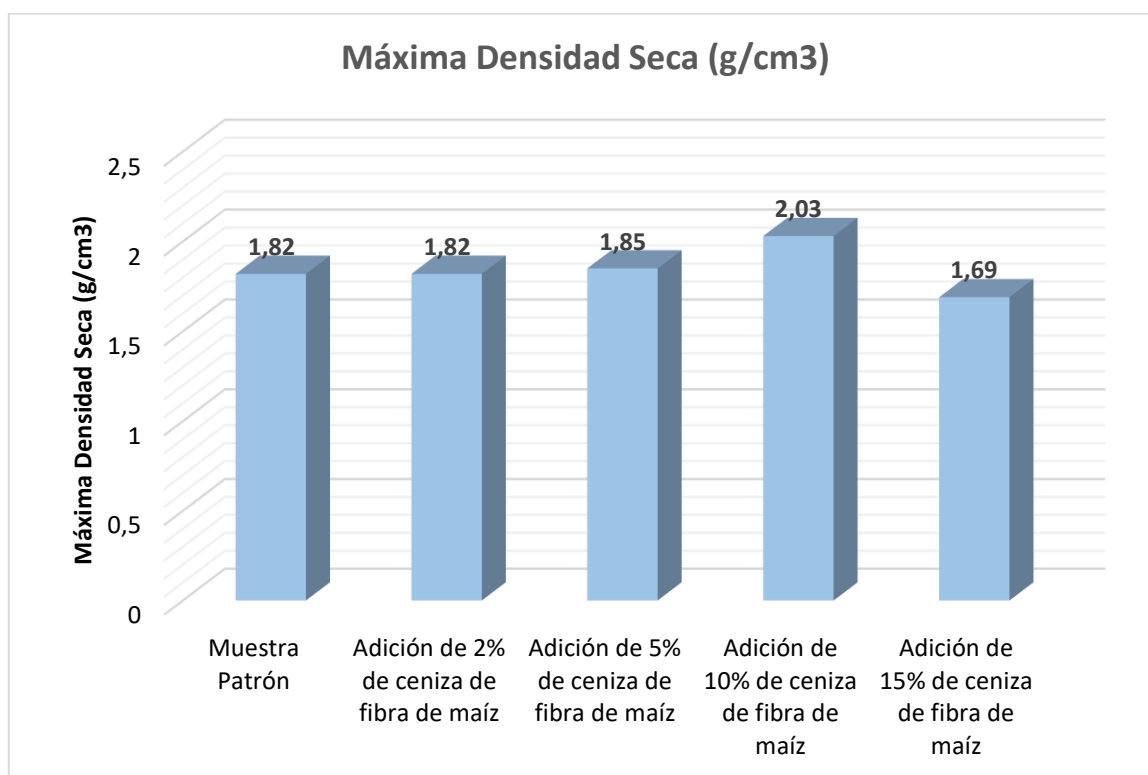


Figura 22 Máxima densidad seca del suelo en estado natural de C-03 con adición de ceniza de fibra de maíz

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De acuerdo a la Tabla 11 y Figura 22, para la muestra patrón se obtuvo una máxima densidad seca (MDS) de 1.82 g/cm³, para la muestra con 2% de ceniza de fibra de maíz una MDS de 1.82 g/cm³, para la muestra con 5% de ceniza de fibra de maíz una MDS de 1.85 g/cm³, para la muestra con 10% de ceniza de fibra de maíz una MDS de 2.03 g/cm³, para la muestra con 15% de

ceniza de fibra de maíz una MDS de 1.69 g/cm³; esto dejó ver variaciones porcentuales del valor de MDS respecto a la muestra patrón conforme se iba adicionando dicha ceniza, por lo que estas variaciones fueron 0.00%, 1.65%, 11.54%, -7.14%, respectivamente.

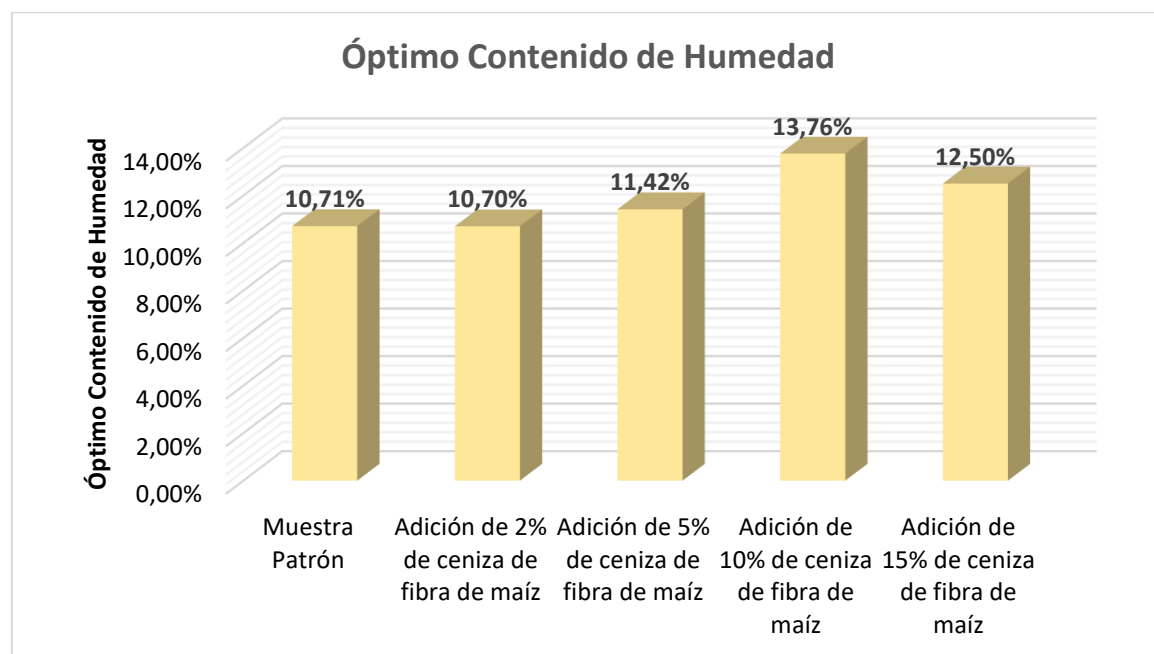


Figura 23 Óptimo contenido de humedad del suelo en estado natural de C-03 con adición de ceniza de fibra de maíz

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De acuerdo a la Tabla 11 y Figura 23, para la muestra patrón se obtuvo un óptimo contenido de humedad (OCH) de 10.71%, para la muestra con 2% de ceniza de fibra de maíz un OCH de 10.70%, para la muestra con 5% de ceniza de fibra de maíz un OCH de 11.42%, para la muestra con 10% de ceniza de fibra de maíz un OCH de 13.76%, para la muestra con 15% de ceniza de fibra de maíz un OCH de 12.50%; esto dejó ver variaciones porcentuales del valor de OCH respecto a la muestra patrón conforme se iba adicionando dicha ceniza, por lo que estas variaciones fueron -0.09%, 6.63%, 28.48%, 16.71%, respectivamente.

Interpretación final: La mayor variación de máxima densidad seca, fue el incremento 11.54%, que se dio para la adición de 10% de ceniza de fibra de maíz,

que a su vez generó la mayor variación del óptimo contenido de humedad, el incremento de 28.48%.

Relación de Soporte de California (CBR)

El propósito de haber realizado el ensayo de CBR, es poder conocer la resistencia de los suelos de las calicatas C-01 y C-03 exploradas en la zona de estudio; por lo que a continuación se muestra el valor de CBR de los suelos de las calicatas C-01 y C-03, al adicionarle ceniza de fibra de maíz en diferentes porcentajes.



Figura 24 Ensayo de CBR del material en C-1 con adición de ceniza de fibra de maíz

Fuente: Elaboración propia

Calicata C-01

Tabla 12 CBR del suelo en estado natural de C-01 con adición de ceniza de fibra de maíz

DESCRIPCIÓN	C-01				
	Muestra Patrón	Adición de 2% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 5% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 10% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 15% de ceniza de fibra de maíz
CBR al 95% de MDS	9.03%	11.21%	12.68%	14.87%	6.81%

Fuente: Elaboración propia

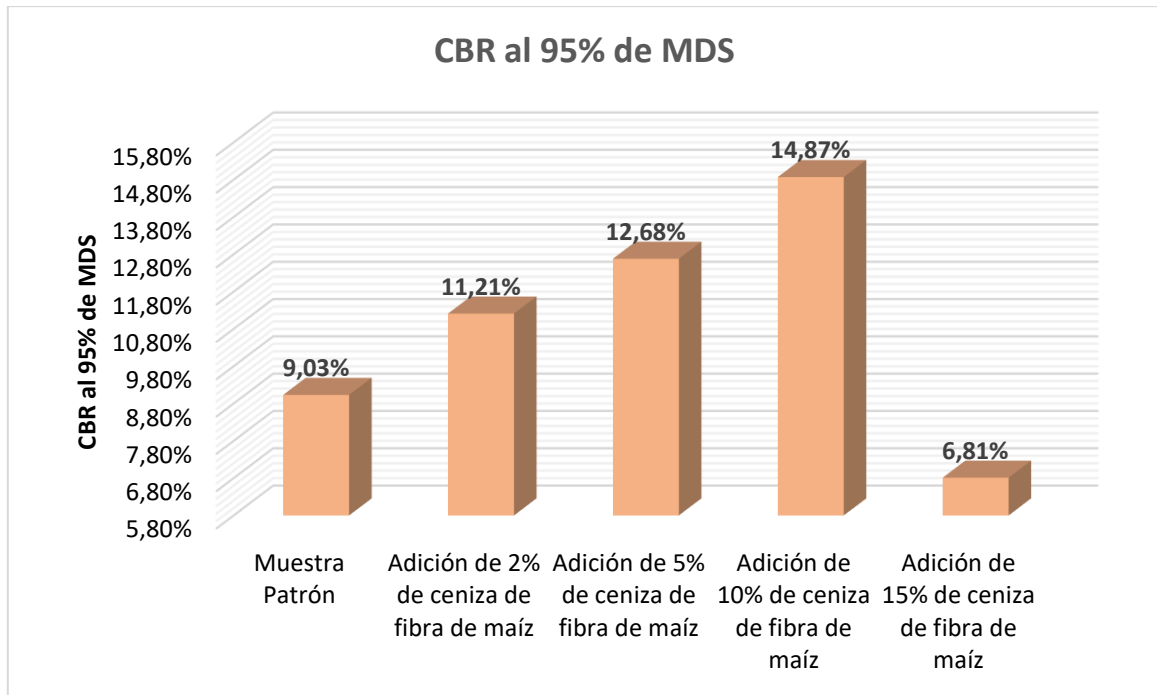


Figura 25 CBR del suelo en estado natural de C-01 con adición de ceniza de fibra de maíz

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según la Tabla 12 y Figura 25, para la muestra patrón (sin adición de ceniza de fibra de maíz) se obtuvo un CBR de 9.03%, para la muestra con 2% de ceniza de fibra de maíz un CBR de 11.21%, para la muestra con 5% de ceniza de fibra de maíz un CBR de 12.68%, para la muestra con 10% de ceniza de fibra de maíz un CBR de 14.87%, para la muestra con 15% de ceniza de fibra de maíz un CBR de 6.81%. Esto dejó ver variaciones porcentuales del valor de CBR respecto a la muestra patrón conforme se iba adicionando dicha ceniza, por lo que estas variaciones fueron 24.14%, 40.42%, 64.67%, -24.58%, respectivamente. El valor de CBR tuvo un incremento conforme también se incrementaba la dosificación de ceniza de fibra de maíz hasta alcanzar el pico máximo de 14.87% al adicionarse 10% de dicha ceniza, debido a que, para la adición de 15% de esta ceniza el valor de CBR cayó abruptamente hasta el valor 6.81%.

Calicata C-03

Tabla 13 CBR del suelo en estado natural de C-03 con adición de ceniza de fibra de maíz

DESCRIPCIÓN	C-03				
	Muestra Patrón	Adición de 2% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 5% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 10% de ceniza de fibra de maíz	Adición de 15% de ceniza de fibra de maíz
CBR al 95% de MDS	9.00%	10.98%	12.50%	14.85%	6.79%

Fuente: Elaboración propia

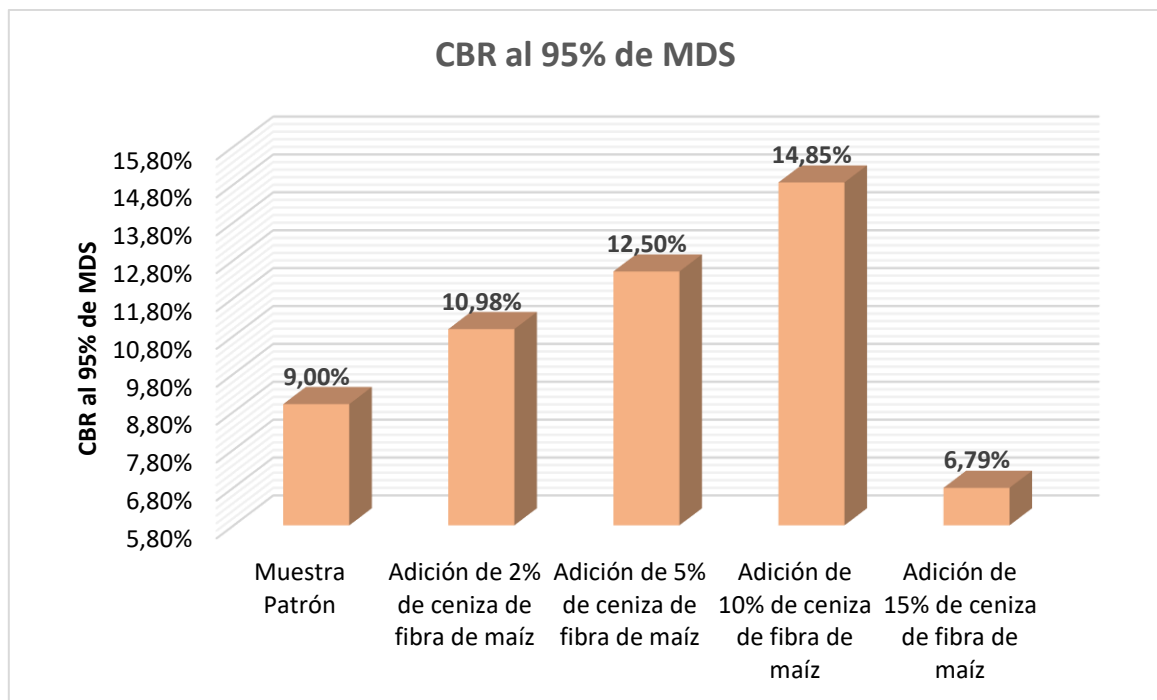


Figura 26 CBR del suelo en estado natural de C-03 con adición de ceniza de fibra de maíz

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según la Tabla 13 y Figura 26, para la muestra patrón (sin adición de ceniza de fibra de maíz) se obtuvo un CBR de 9.00%, para la muestra con 2% de ceniza de fibra de maíz un CBR de 10.98%, para la muestra con 5% de ceniza de fibra de maíz un CBR de 12.50%, para la muestra con 10% de ceniza de fibra de maíz un CBR de 14.85%, para la muestra con 15% de ceniza de fibra de maíz un CBR de 6.79%. Esto dejó ver variaciones porcentuales del valor de CBR respecto a la muestra patrón conforme se iba adicionando dicha ceniza, por lo que

estas variaciones fueron 22.00%, 38.89%, 65.00%, -24.56%, respectivamente. El valor de CBR tuvo un incremento conforme también se incrementaba la dosificación de ceniza de fibra de maíz hasta alcanzar el pico máximo de 14.85% al adicionarse 10% de dicha ceniza, debido a que para la adición de 15% de esta ceniza el valor de CBR cayó abruptamente hasta el valor 6.79%.

Respecto a la hipótesis planteada, de los ensayos de laboratorio en la caracterización mecánica se logrará efectuar un incremento del 5% en el porcentaje de adición de 10%; fue aceptada debido a que al adicionar un 10% de ceniza de fibra de maíz se obtuvo un incremento superior al 5% tanto en CBR como la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad, por lo que quedó demostrado que en la hipótesis hubo una subvaluación ya que la mejora pudo llegar a un mayor incremento.

Objetivo Específico 3: Evaluar condiciones iniciales físico-mecánicas en la carretera Maras – Moray para efectuar el mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas con adición ceniza de fibra de maíz a nivel de subrasante. Determinar la influencia de la dosificación de ceniza de fibra de maíz en las propiedades físico-mecánicas para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras – Moray.

Análisis granulométrico por tamizado



Figura 27 Ensayo de Análisis granulométrico

Fuente: Elaboración propia

Calicata C-01

Tabla 14 Análisis granulométrico de C-01 en estado natural

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO QUE PASA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	324.4	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	324.39	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	324.39	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	0.00	324.39	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	324.39	0.00%	0.00%	100.00%
¾"	19	0.00	324.39	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5	11.74	312.65	0.76%	0.76%	99.24%
Nº 4	4.75	27.63	285.02	1.78%	2.54%	97.46%
Nº 10	2	51.25	233.77	3.30%	5.84%	94.16%
Nº 20	0.850	36.15	197.62	2.33%	8.17%	91.83%
Nº 40	0.425	30.38	167.24	1.96%	10.13%	89.87%
Nº 50	0.300	26.93	140.31	1.74%	11.87%	88.13%
Nº 100	0.150	41.66	98.65	2.69%	14.55%	85.45%
Nº 200	0.075	86.80	11.85	5.60%	20.15%	79.85%
Cazuela	-	11.85		0.76%		
Lavado	-	1292.18	-	79.09%	99.24%	-
Total Fracción Retenida en Lavado		324.39		100%		
% de Grava		% de Arena		% de Finos		
2.54		17.61		79.85		

Fuente: Elaboración propia

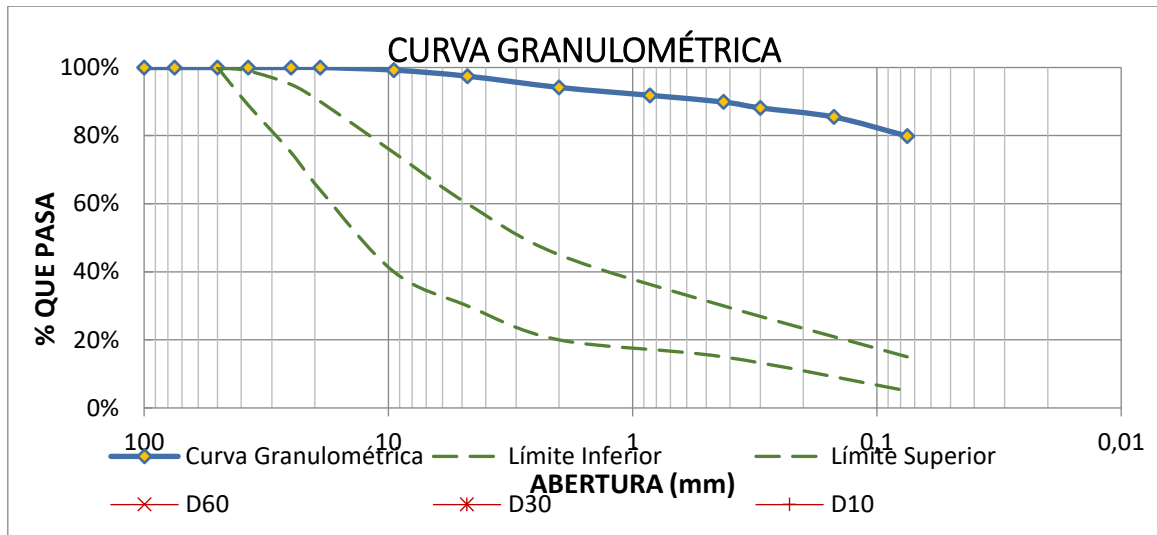


Figura 28 Curva granulométrica de C-01 en estado natural

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Según lo observado en la Tabla 15, el porcentaje de partículas dominantes son los finos con un 79.85%, seguidos de las arenas con un 17.61% y finalmente las gravas con un 2.54%, lo que hace precisar que para la calicata C-01, estamos frente a un material dominado por los limos o arcilla.

Calicata C-02

Tabla 15 Análisis granulométrico de C-02 en estado natural

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO QUE PASA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	322.6	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	322.56	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	322.56	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	0.00	322.56	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	322.56	0.00%	0.00%	100.00%
¾"	19	0.00	322.56	0.00%	0.00%	100.00%
⅜"	9.5	11.64	310.92	0.75%	0.75%	99.25%
Nº 4	4.75	27.10	283.82	1.75%	2.50%	97.50%
Nº 10	2	51.25	232.57	3.30%	5.80%	94.20%
Nº 20	0.850	36.15	196.42	2.33%	8.13%	91.87%
Nº 40	0.425	30.38	166.04	1.96%	10.09%	89.91%

Nº 50	0.300	25.93	140.11	1.67%	11.76%	88.24%
Nº 100	0.150	41.66	98.45	2.69%	14.45%	85.55%
Nº 200	0.075	86.80	11.65	5.60%	20.04%	79.96%
Cazuela	-	11.65		0.75%		
Lavado	-	1292.18	-	79.21%	99.25%	-
Total Fracción Retenida en Lavado		322.56		100%		
% de Grava		% de Arena		% de Finos		
2.50		17.54		79.96		

Fuente: Elaboración propia

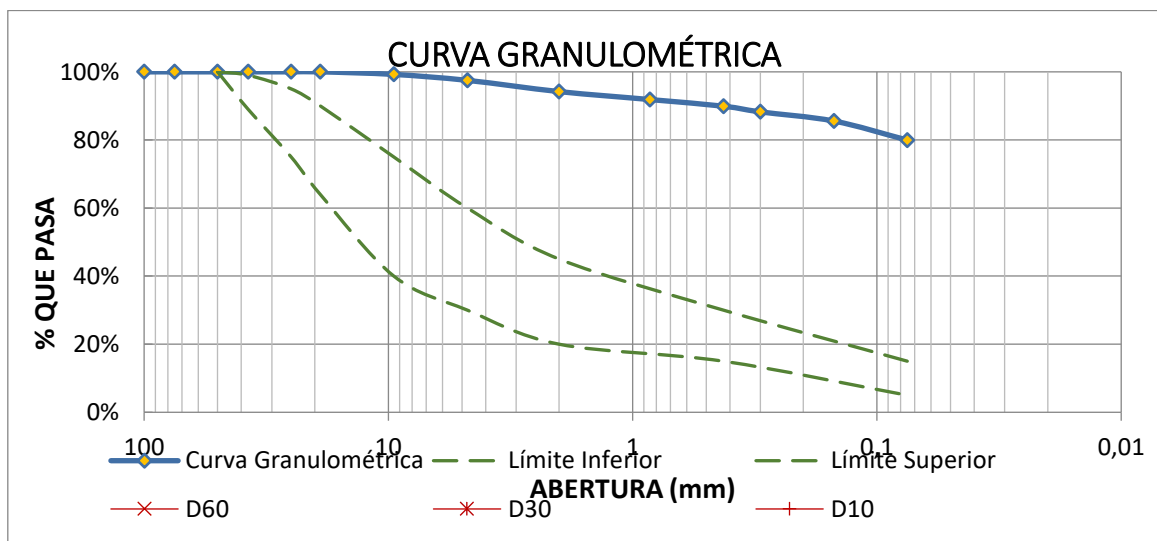


Figura 29 Curva granulométrica de C-02 en estado natural

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Según lo observado en la Tabla 16, el porcentaje de partículas dominantes son los finos con un 79.96%, seguidos de las arenas con un 17.54% y finalmente las gravas con un 2.50%, lo que hace precisar que para la calicata C-02, estamos frente a un material dominado por los limos o arcilla.

Calicata C-03

Tabla 16 Análisis granulométrico de C-03 en estado natural

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO QUE PASA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	322.4	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	322.42	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	322.42	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	0.00	322.42	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	322.42	0.00%	0.00%	100.00%
¾"	19	0.00	322.42	0.00%	0.00%	100.00%
⅜"	9.5	10.98	311.44	0.71%	0.71%	99.29%
Nº 4	4.75	27.10	284.34	1.75%	2.45%	97.55%
Nº 10	2	52.10	232.24	3.36%	5.81%	94.19%
Nº 20	0.850	36.15	196.09	2.33%	8.14%	91.86%
Nº 40	0.425	30.28	165.81	1.95%	10.10%	89.90%
Nº 50	0.300	25.93	139.88	1.67%	11.77%	88.23%
Nº 100	0.150	41.54	98.34	2.68%	14.44%	85.56%
Nº 200	0.075	86.80	11.54	5.60%	20.04%	79.96%
Cazuela	-	11.54		0.74%		
Lavado	-	1292.18	-	79.22%	99.26%	-
Total Fracción Retenida en Lavado		322.42		100%		
% de Grava		% de Arena		% de Finos		
2.45		17.59		79.96		

Fuente: Elaboración propia

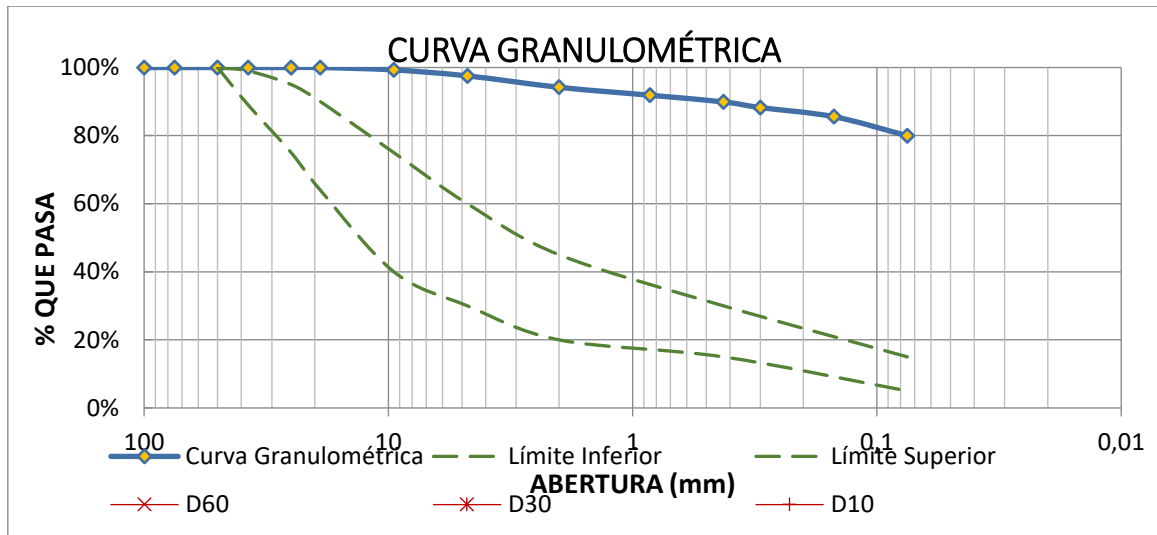


Figura 30 Curva granulométrica de C-03 en estado natural

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Según lo observado en la Tabla 17, el porcentaje de partículas dominantes son los finos con un 79.96%, seguidos de las arenas con un 17.59% y finalmente las gravas con un 2.45%, lo que hace precisar que para la calicata C-03, estamos frente a un material dominado por los limos o arcilla.

Calicata C-04

Tabla 17 Análisis granulométrico de C-04 en estado natural

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO QUE PASA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	322.3	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	322.25	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	322.25	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	0.00	322.25	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	322.25	0.00%	0.00%	100.00%
¾"	19	0.00	322.25	0.00%	0.00%	100.00%
⅜"	9.5	10.82	311.43	0.70%	0.70%	99.30%
Nº 4	4.75	27.11	284.32	1.75%	2.45%	97.55%
Nº 10	2	52.07	232.25	3.36%	5.80%	94.20%
Nº 20	0.850	36.13	196.12	2.33%	8.13%	91.87%
Nº 40	0.425	30.29	165.83	1.95%	10.08%	89.92%

Nº 50	0.300	25.94	139.89	1.67%	11.76%	88.24%
Nº 100	0.150	41.53	98.36	2.68%	14.43%	85.57%
Nº 200	0.075	86.81	11.55	5.60%	20.03%	79.97%
Cazuela	-	11.55		0.74%		
Lavado	-	1292.18	-	79.23%	99.26%	-
Total Fracción Retenida en Lavado		322.25		100%		
% de Grava		% de Arena		% de Finos		
2.45		17.58		79.97		

Fuente: Elaboración propia

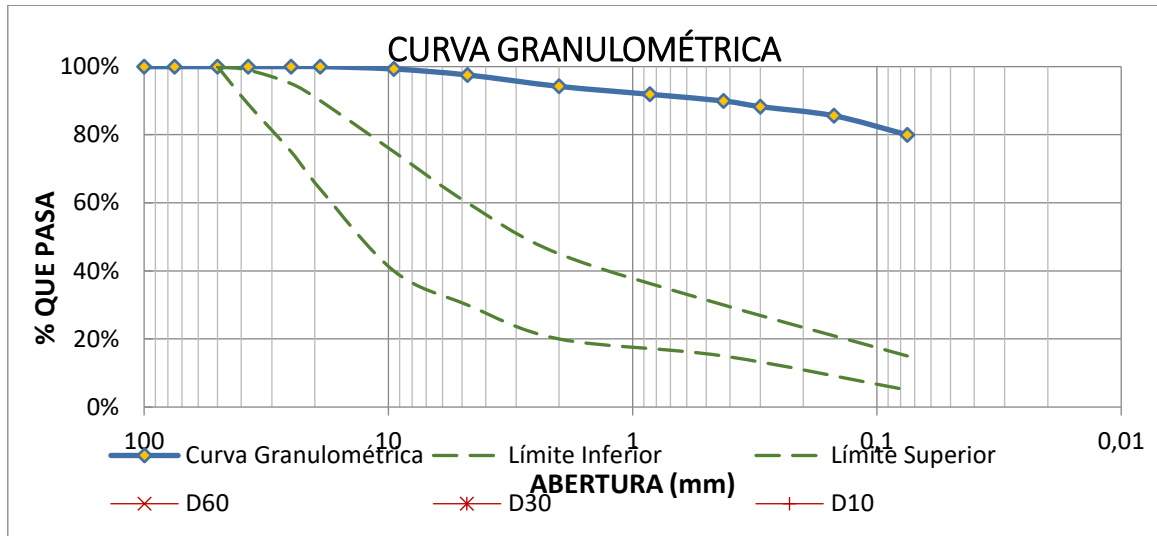


Figura 31 Curva granulométrica de C-04 en estado natural

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Según lo observado en la Tabla 18, el porcentaje de partículas dominantes son los finos con un 79.97%, seguidos de las arenas con un 17.58% y finalmente las gravas con un 2.45%, lo que hace precisar que para la calicata C-04, estamos frente a un material dominado por los limos y arcilla.

Calicata C-05

Tabla 18 Análisis granulométrico de C-05 en estado natural

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO QUE PASA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	321.7	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	321.72	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	321.72	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	0.00	321.72	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	321.72	0.00%	0.00%	100.00%
¾"	19	0.00	321.72	0.00%	0.00%	100.00%
⅜"	9.5	11.55	310.17	0.74%	0.74%	99.26%
Nº 4	4.75	26.98	283.19	1.74%	2.48%	97.52%
Nº 10	2	51.00	232.19	3.29%	5.77%	94.23%
Nº 20	0.850	36.17	196.02	2.33%	8.10%	91.90%
Nº 40	0.425	30.40	165.62	1.96%	10.06%	89.94%
Nº 50	0.300	26.31	139.31	1.70%	11.76%	88.24%
Nº 100	0.150	41.17	98.14	2.65%	14.41%	85.59%
Nº 200	0.075	86.42	11.72	5.57%	19.98%	80.02%
Cazuela	-	11.72		0.76%		
% de Grava		% de Arena		% de Finos		
2.48		17.50		80.02		

Fuente: Elaboración propia

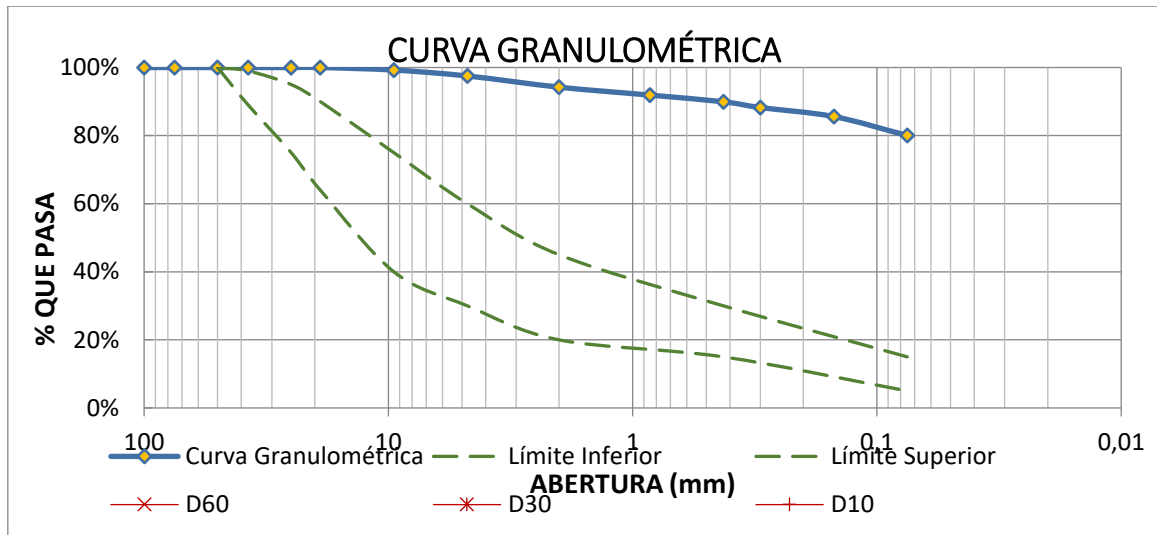


Figura 32 Curva granulométrica de C-05 en estado natural

Fuente: Elaboración propia

Según lo observado en la Tabla 19, el porcentaje de partículas dominantes son los finos con un 80.02%, seguidos de las arenas con un 17.50% y finalmente las gravas con un 2.48%, lo que hace precisar que para la calicata C-05, estamos frente a un material dominado por los limos y arcilla.

Límites de Atterberg

Dentro de los Límites de Atterberg, se encuentra al límite líquido (LL) y límite plástico (LP) y por la diferencia entre ellos al índice de plasticidad (IP).

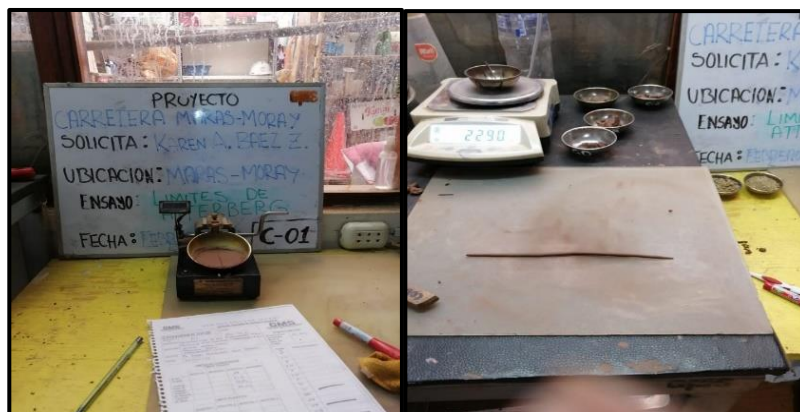


Figura 33 Ensayo de límites de Atterberg del material en estado natural

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Límites de Atterberg en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural

DESCRIPCIÓN	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
Límite Líquido	24.00%	24.00%	24.00%	24.00%	24.00%
Límite Plástico	18.00%	19.00%	19.00%	19.00%	19.00%
Índice de Plasticidad	6.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%

Fuente: Elaboración propia

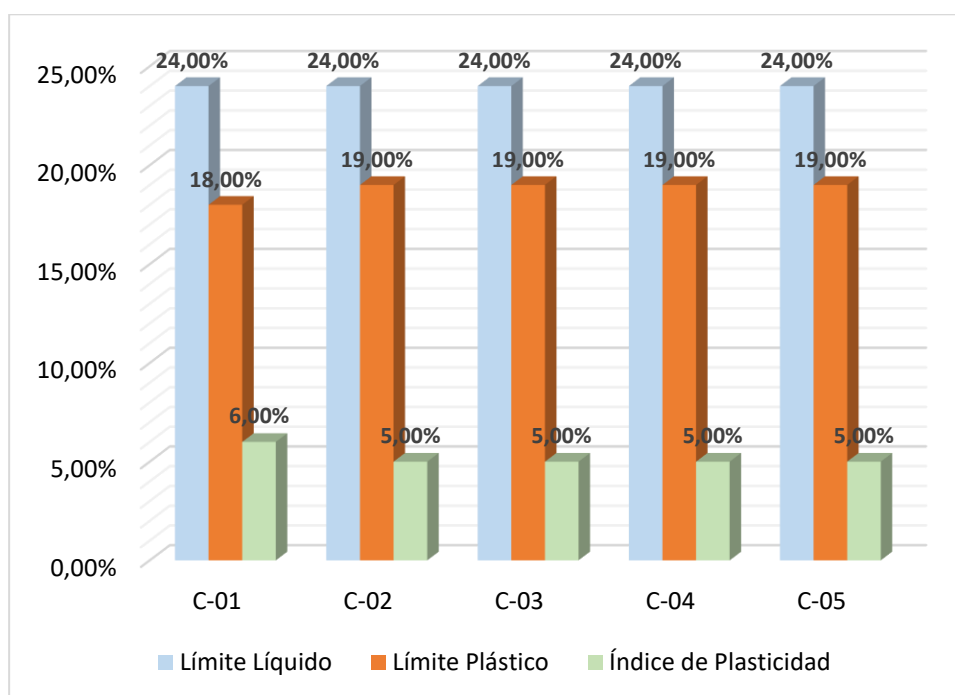


Figura 34 Límites de Atterberg en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Tanto de la Tabla 20 como la Figura 34, se pudo apreciar que el material de C-01 presentaba un LL de 21.00%, un valor de 18.00% para LP y por lo tanto un IP de 6.00%; así en C-02 presentó un LL de 24.00%, un valor de 19.00% para LP y por lo tanto un IP de 5.00%; así en C-03 presentó un LL de 24.00%, un valor de 19.00% para LP y por lo tanto un IP de 5.00%; así en C-04 presentó un LL de 24.00%, un valor de 19.00% para LP y por lo tanto un IP de 5.00% y finalmente en C-05 presentó un LL de 24.00%, un valor de 19.00% para LP y por lo tanto un IP de 5.00%; por lo que el suelo que conforma la subrasante de dicha vía fue catalogado como de baja plasticidad, al obtenerse en todas las calicatas extraídas un IP menor a 7%.

Clasificación SUCS y AASHTO

Tanto la clasificación bajo el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y el Sistema AASHTO, son importantes para poder conocer si el suelo o material analizado se trata de un suelo con predominancia de gruesos y finos. Para poder realizar estas clasificaciones se necesitó previamente los datos obtenidos en el análisis granulométrico y en el Ensayo de Límites de Atterberg.

Tabla 20 Clasificación SUCS y AASHTO C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural

DESCRIPCIÓN	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
Profundidad (m)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Grava	2.54%	2.50%	2.45%	2.45%	2.48%
Arena	17.61%	17.54%	17.59%	17.58%	17.50%
Finos	79.85%	79.96%	79.96%	79.97%	80.02%
Coficiente de curvatura (Cc)	-	-	-	-	-
Coficiente de uniformidad (Cu)	-	-	-	-	-
Clasificación SUCS	CL - ML Arcilla limosa de baja plasticidad con arena	CL - ML Arcilla limosa de baja plasticidad con arena	CL - ML Arcilla limosa de baja plasticidad con arena	CL - ML Arcilla limosa de baja plasticidad con arena	CL - ML Arcilla limosa de baja plasticidad con arena
IG	3	3	3	3	3
Clasificación AASHTO	A-4 (3) Principalme nte partículas finas limosas	A-4 (3) Principalme nte partículas finas limosas	A-4 (3) Principalme nte partículas finas limosas	A-4 (3) Principalme nte partículas finas limosas	A-4 (3) Principalme nte partículas finas limosas

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 21, se pudo concluir que los suelos de la zona de estudio están dominados materiales finos, es decir arcillas y limos, pero con presencia de arenas.

Proctor Modificado

El propósito de haber realizado el ensayo Proctor Modificado, es poder obtener las relaciones de humedad – densidad de los suelos de cada una de las calicatas extraídas en la zona de estudio. A continuación se muestra el valor de densidad seca y contenido de humedad promedio de cada una de las cinco muestras que se necesitó para hallar la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de los suelos de la calicata C-01. Los valores de las cinco muestras de cada una de las 4 calicatas restantes se encuentran en el Anexo 3 de la presente investigación.

Calicata C-01

Tabla 21 Proctor Modificado para C-01 en estado natural

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05	
Número de Proctor Utilizado	P-1		P-1		P-1		P-1		P-1	
Diámetro del Molde (cm)	15.24		15.24		15.24		15.24		15.24	
Altura del molde (cm)	11.64		11.64		11.64		11.64		11.64	
Volumen del Molde (cm ³)	2123.31		2123.31		2123.31		2123.31		2123.31	
Peso del Molde (g)	6279.00		6279.00		6279.00		6279.00		6279.00	
Peso del Molde + Muestra Compactada (g)	9908.00		10365.00		10570.00		10504.00		10369.00	
Peso de la Muestra Compactada (g)	3629.00		4086.00		4291.00		4225.00		4090.00	
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.71		1.92		2.02		1.99		1.93	
Densidad Seca (g/cm³)	1.61		1.77		1.83		1.77		1.68	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (g)	15.20	18.07	18.48	17.39	20.98	16.75	17.68	18.50	19.78	20.01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (g)	97.75	98.95	89.35	68.40	100.96	70.33	78.89	99.29	70.40	101.87
Peso de Capsula + Muestra Seca (g)	93.14	94.31	83.92	64.38	93.49	65.22	72.15	90.25	64.01	91.38
Peso del Agua (g)	4.61	4.64	5.43	4.02	7.47	5.11	6.74	9.04	6.39	10.49
Peso de la Muestra Seca (g)	77.94	76.24	65.44	46.99	72.51	48.47	54.47	71.75	44.23	71.37
Contenido de Humedad %	5.91%	6.09%	8.30%	8.56%	10.30%	10.54%	12.37%	12.60%	14.45%	14.70%
Contenido de Humedad Promedio	6.00%		8.43%		10.42%		12.49%		14.57%	

Fuente: Elaboración propia

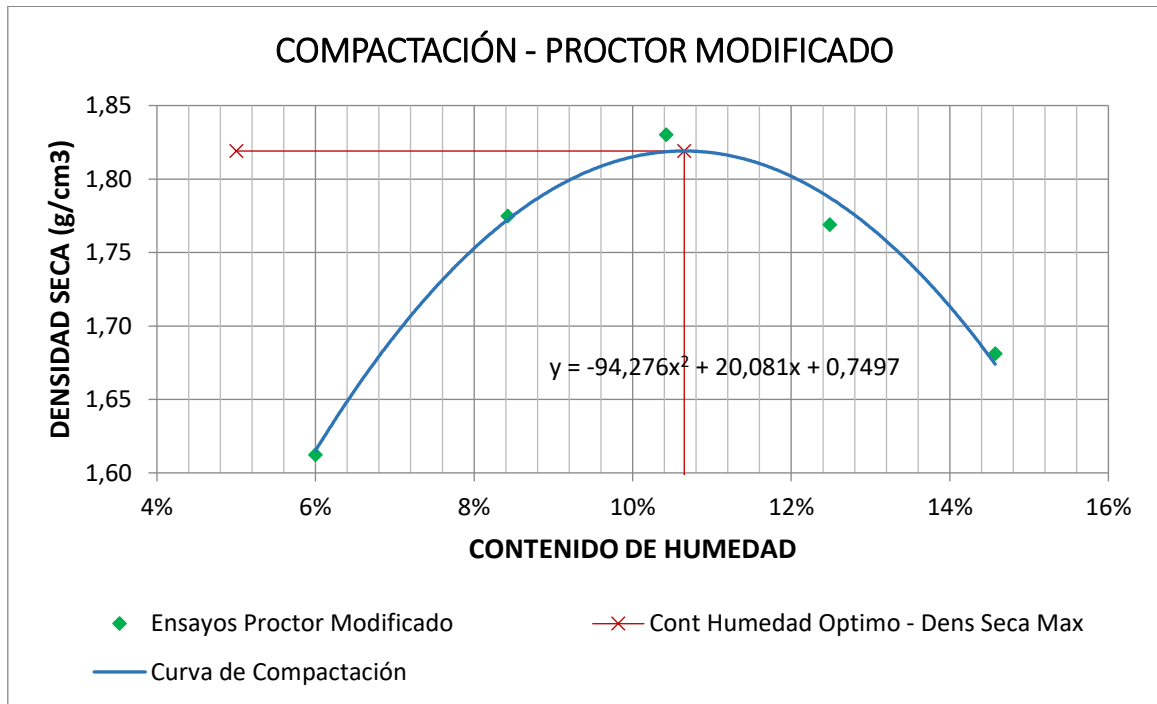


Figura 35 Curva de compactación de C-01 en estado natural

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Los valores de densidad seca y contenido de humedad promedio en cinco muestras, fue necesaria para poder construir la curva de compactación de C-01 en estado natural y así obtener el valor de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad; que fue 1.82 g/cm³ y 10.65%, respectivamente.

Resumen

Tabla 22 Proctor Modificado en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural

DESCRIPCIÓN	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
Óptimo Contenido de Humedad	10.65%	10.75%	10.71%	10.71%	11.04%

Fuente: Elaboración propia

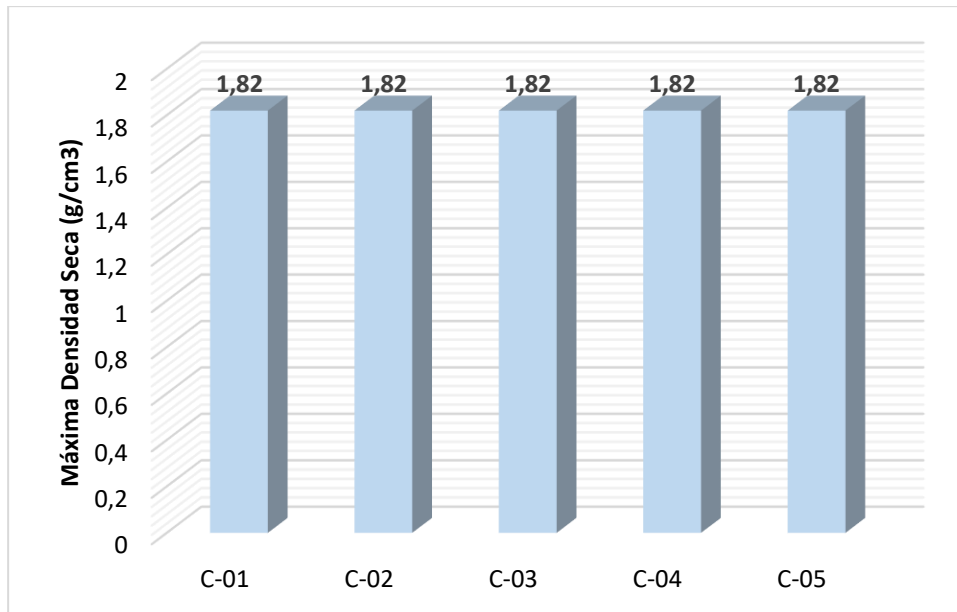


Figura 36 Máxima densidad seca en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

El valor de máxima densidad seca en las calicatas analizadas, fue el mismo para cada una de ellas, el cual fue 1.82 g/cm³.

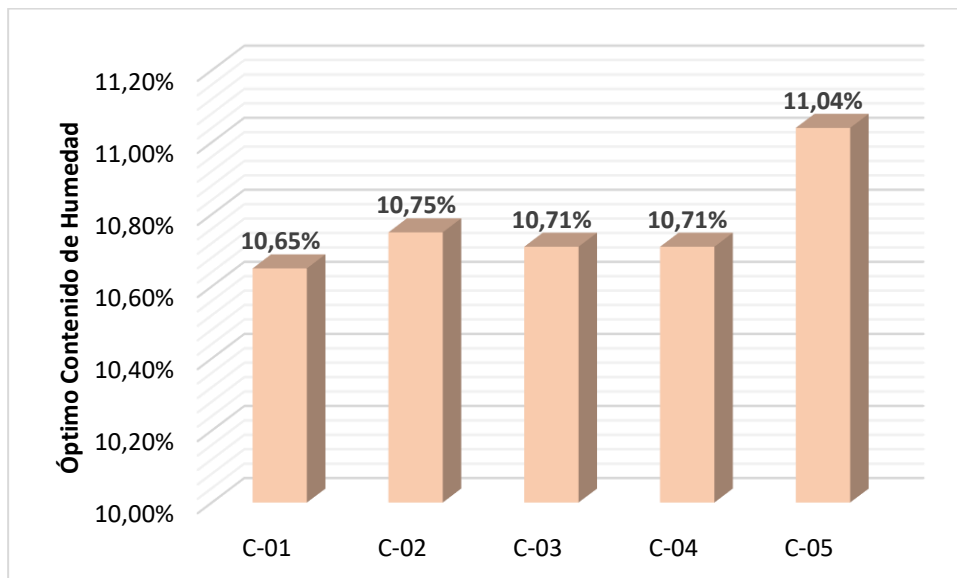


Figura 37 Óptimo contenido de humedad en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Los valores de óptimo contenido de humedad se encuentran ligeramente dispersos, a excepción de C-03 y C-04 cuyo valores son iguales, 10.71%. El menor valor de OCH fue para C-01, el cual fue 10.65%; todo lo contrario al 11.04% obtenido en C-05, que fue el máximo valor en las 5 calicatas ensayadas.

Relación de Soporte de California (CBR)

El propósito de haber realizado el ensayo de CBR, es poder conocer la resistencia de los suelos de cada una de las calicatas exploradas en la zona de estudio; por lo que a continuación se muestra el valor de CBR de cada una de las calicatas.

Tabla 23 CBR al 95% de MDS en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural

DESCRIPCIÓN	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
CBR al 95% MDS	9.03%	9.06%	9.00%	9.05%	9.10%

Fuente: Elaboración propia

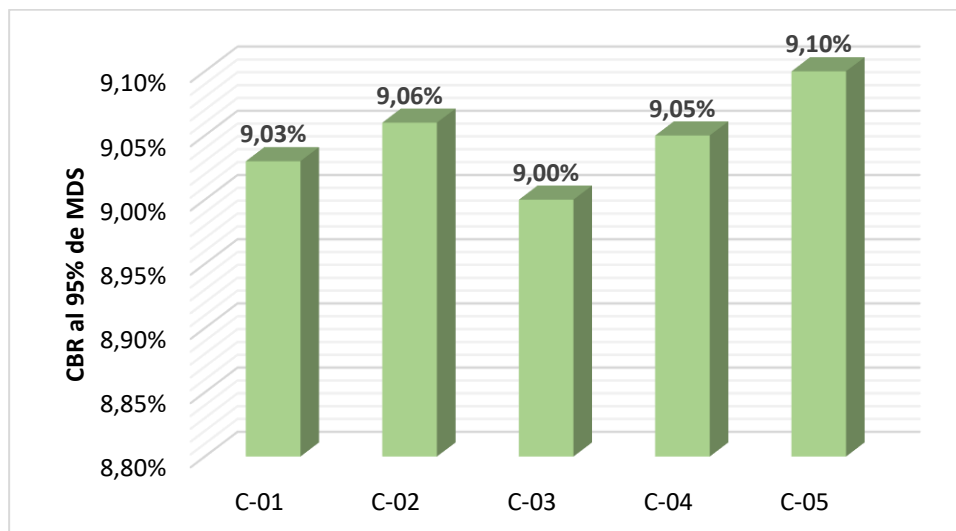


Figura 38 CBR al 95% de MDS en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 en estado natural

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los valores de CBR de 9.03%, 9.06%, 9.00%, 9.05% y 9.10% en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05, respectivamente, son valores muy próximos y todos iguales o mayores a 9.00% lo que implica que además de que la resistencia de los suelos en la zona de estudio es prácticamente homogénea, es catalogada

como una subrasante regular según el Manual de Carreteras: Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Respecto a la hipótesis planteada de los ensayos de laboratorio en la caracterización física muestra una grava arcillosa, en cambio en las mecánicas se obtendrá que el material de la subrasante requiere un mejoramiento del 5% de sus propiedades mecánicas; esta fue rechazada debido a que en cuanto las características físicas la granulometría que dominaba al material se trataba de una arcilla limosa de baja plasticidad con arena; y en cuanto a las propiedades mecánicas, específicamente al CBR se obtuvieron valores cercanos a 9.00% y que es mayor al 6.00% mínimo que exige el Manual de Carreteras: Geología, Geotecnia y Pavimentos, para que dicho material pueda ser usado como subrasante, catalogándose así como subrasante regular.

V. DISCUSIÓN

Objetivo Específico 1: Realizar la caracterización física para el material con la adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras – Moray.

Respecto al índice de plasticidad (IP), CAAMAÑO (2016) en su investigación titulada “Mejoramiento De Un Suelo Blando De Subrasante Mediante La Adición De Cascarilla De Arroz Y Su Efecto En El Módulo Resiliente”, fijó como objetivo, mejorar las propiedades físicas y geomecánicas de un suelo blando de subrasante con ceniza de cascarilla de arroz (CCA), traducido en la optimización de su comportamiento mecánico. El IP del suelo para la muestra patrón fue 11.00%, para la muestra con adición de CCA en 2% se obtuvo un IP de 8.00%, para la muestra con adición de CCA en 4% se obtuvo un IP de 7.00%, para la muestra con adición de CCA en 6% se obtuvo un IP de 6.00%. Estos cambios en el valor de IP conforme se adicionaba CCA, en términos de variaciones porcentuales respecto a la muestra patrón tuvieron los siguientes valores: -27.27%, -36.36%, -45.45%, respectivamente.

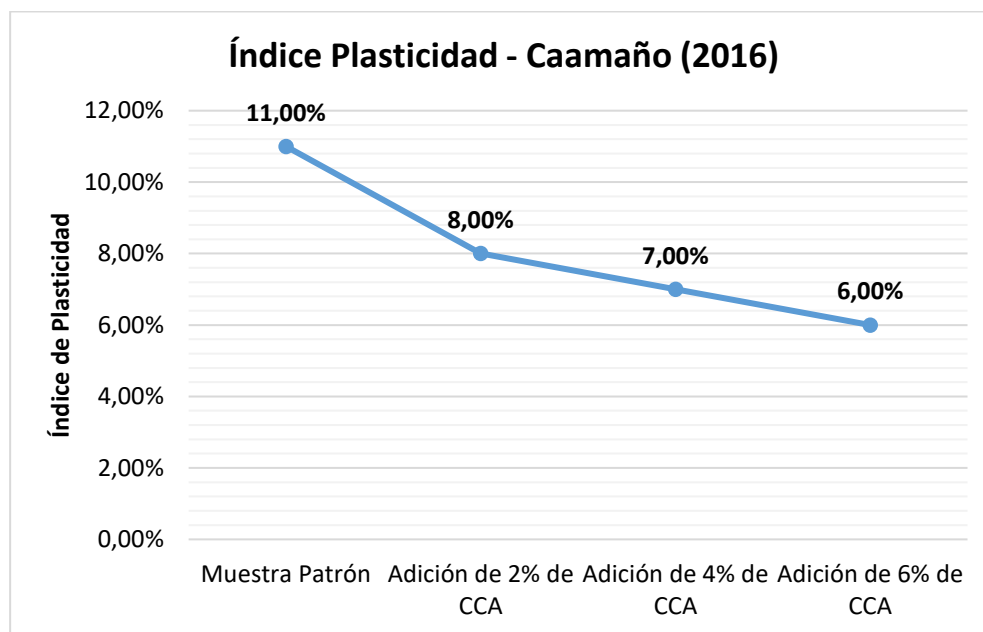


Figura 39 Índice de plasticidad - Caamaño (2016)

Fuente: Elaboración propia

En esta investigación el valor de IP, en la calicata C-01 para la muestra patrón fue 6.00%, mientras que para las adiciones de ceniza de fibra de maíz de 2%, 5%, 10% y 15% se obtuvo el valor de IP de 6.00%, 4.00%, 3.00% y 1.00%, respectivamente; lo que a su vez en términos de variaciones porcentuales respecto al valor de IP de la muestra patrón significó una variación de 0.00%, -33.33%, -50.00% y -83.33%, respectivamente. En la calicata C-03 para la muestra patrón fue 5.00%, mientras que para las adiciones de ceniza de fibra de maíz de 2%, 5%, 10% y 15% se obtuvo el valor de IP de 5.00%, 4.00%, 3.00% y 1.00%, respectivamente; lo que a su vez en términos de variaciones porcentuales respecto al valor de IP de la muestra patrón significó una variación de 0.00%, -20.00%, -40.00% y -80.00%, respectivamente

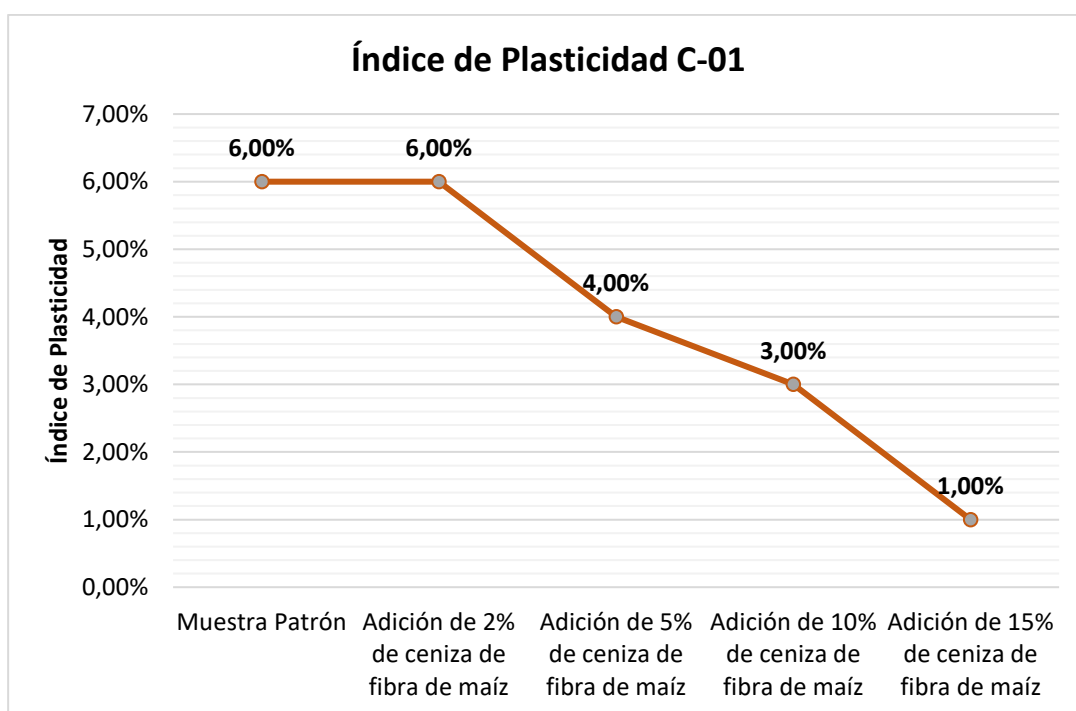


Figura 40 Índice de plasticidad C-01

Fuente: Elaboración propia

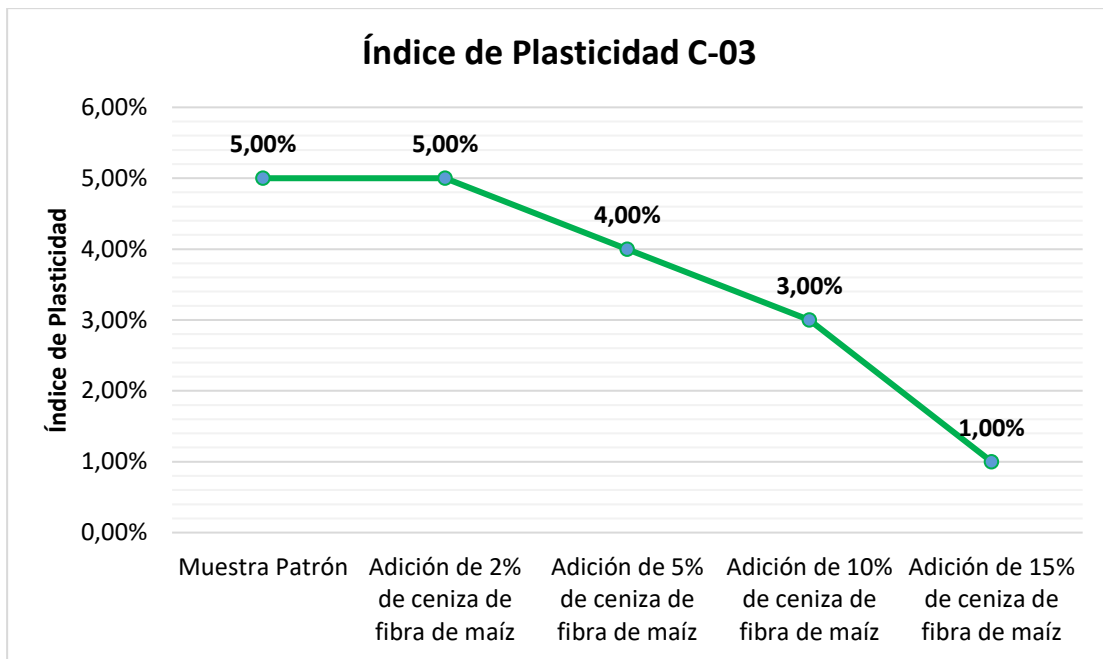


Figura 41 Índice de plasticidad C-03

Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de las variaciones porcentuales del valor de IP – las cuales fueron -27.27%, -36.36%, -45.45% - en la investigación de CAAMAÑO (2016), siguió una clara tendencia a la disminución del valor de IP conforme se incrementaba la dosificación de CCA. De igual manera en la presente investigación el comportamiento del valor de IP tanto para la calicata C-01 como C-03 tuvieron una tendencia a la disminución conforme se incrementaba las dosificaciones de cenizas de fibras de maíz, tal como lo demuestra sus variaciones porcentuales – las cuales fueron 00.00%, -33.33%, -50.00% y -83.33% para C-01, y 0.00%, -20.00%, -40.00% y -80.00% para C-03 - que presentaron variaciones negativas, por lo que las dosificaciones de 5%, 10% y 15% de ceniza de fibra de maíz serían las adecuadas cuando se quiera buscar que el material sea considerado como un material de baja plasticidad para un futuro uso en el emplazamiento de una vía, ya que propiciaron dichos decrementos porcentuales en el valor de IP. Por lo que se puede decir que existe COINCIDENCIA entre los resultados de ambas investigaciones comparadas.

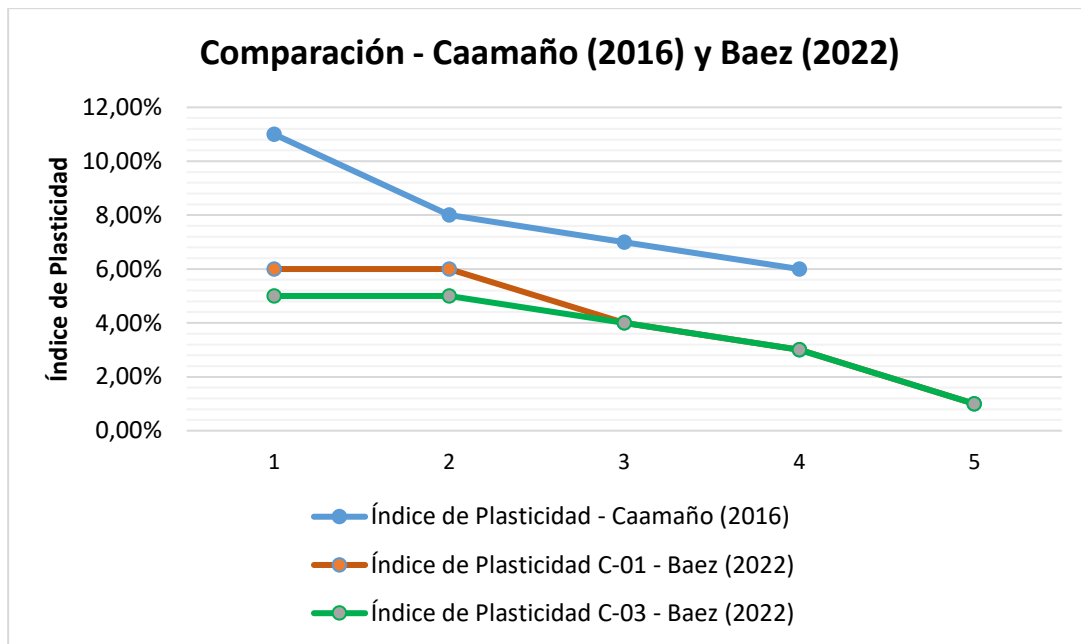


Figura 42 Comparación del índice de plasticidad

Fuente: Elaboración propia

Objetivo Específico 2: Determinar mediante ensayos de laboratorio el incremento de características mecánicas para el material con la adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras – Moray.

Respecto a la Máxima Densidad Seca (MDS), IPINCE (2019), en su investigación titulada “Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, 2019”, fijó como objetivo, explicar cómo la ceniza de bagazo de caña influye en el mejoramiento de la subrasante. En el análisis de su calicata C1 para la muestra patrón obtuvo una MDS de 1.34 g/cm^3 , mientras que para la muestra con adición de ceniza de tusa de maíz en 5%, 10% y 15% obtuvo una MDS de 1.60 g/cm^3 , 1.68 g/cm^3 y 1.70 g/cm^3 , respectivamente; por lo que estos cambios en el valor de MDS conforme se adicionaba dicha ceniza, en términos de variaciones porcentuales respecto a la muestra patrón, fueron 19.40%, 25.37% y 26.87%, respectivamente. En el análisis de su calicata C3 para la muestra patrón obtuvo una MDS de 1.94 g/cm^3 , mientras que para la muestra con adición de ceniza de tusa de maíz en 5%, 10% y 15% obtuvo una MDS de 2.20 g/cm^3 , 2.06 g/cm^3 y 2.09 g/cm^3 , respectivamente;

por lo que estos cambios en el valor de MDS conforme se adicionaba dicha ceniza, en términos de variaciones porcentuales respecto a la muestra patrón, fueron 13.40%, 6.19% y 7.73%, respectivamente.

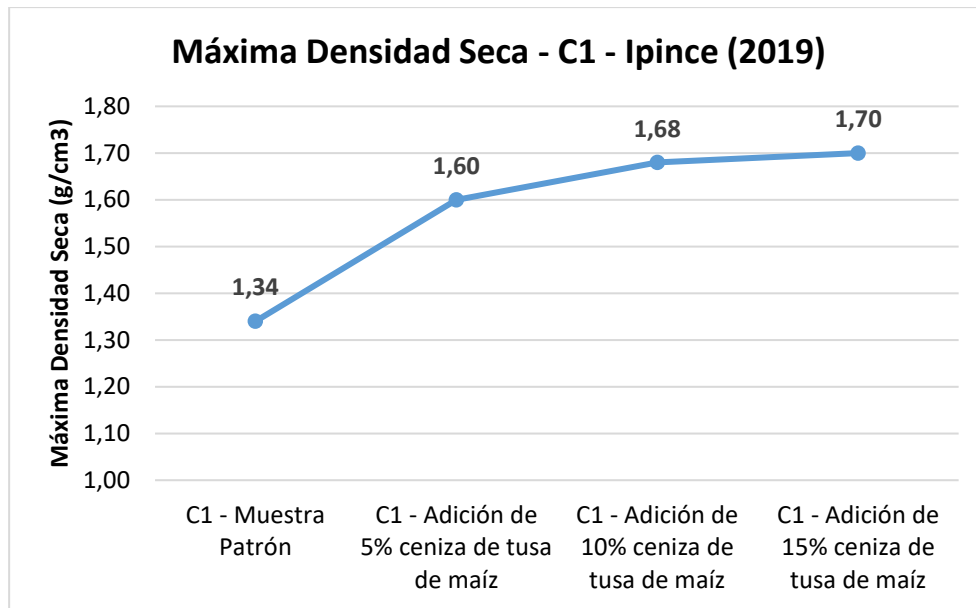


Figura 43 Máxima densidad seca - C1 - Ipince (2019)

Fuente: Elaboración propia

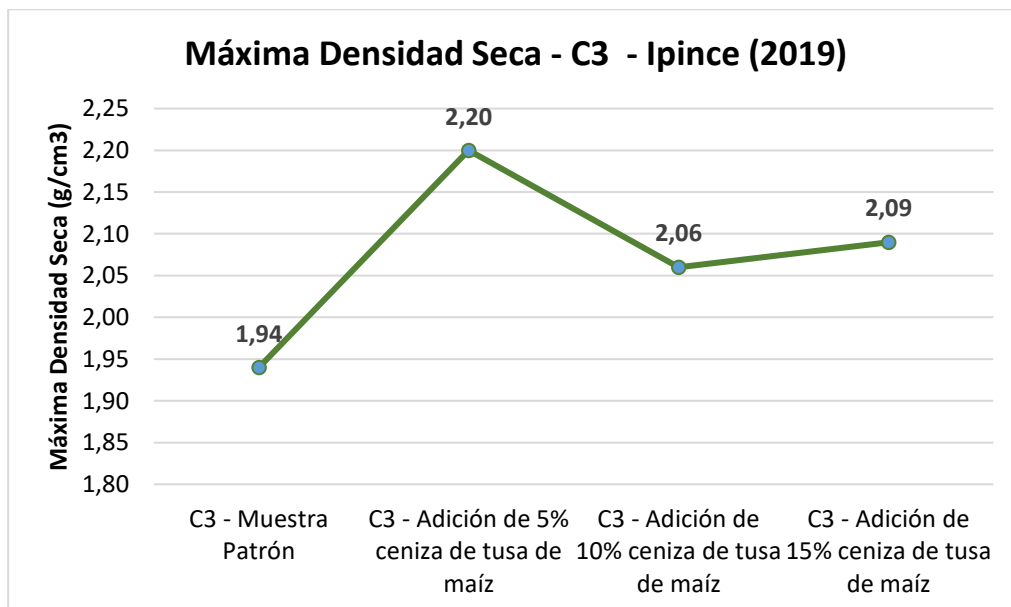


Figura 44 Máxima densidad seca - C3 - Ipince (2019)

Fuente: Elaboración propia

En esta investigación el valor de MDS, en el análisis de la calicata C-01 para la muestra patrón fue 1.82 g/cm³, mientras que para las adiciones de ceniza de fibra

de maíz de 2%, 5%, 10% y 15% se obtuvo el valor de MDS de 2.36 g/cm³, 1.85 g/cm³, 2.05 g/cm³ y 1.70 g/cm³, respectivamente; lo que a su vez en términos de variaciones porcentuales respecto al valor de MDS de la muestra patrón significó una variación de 29.67%, 1.65%, 12.64% y -6.59%, respectivamente. En el análisis de la calicata C-03 para la muestra patrón fue 1.82 g/cm³, mientras que para las adiciones de ceniza de fibra de maíz de 2%, 5%, 10% y 15% se obtuvo el valor de MDS de 1.82 g/cm³, 1.85 g/cm³, 2.03 g/cm³ y 1.69 g/cm³, respectivamente; lo que a su vez en términos de variaciones porcentuales respecto al valor de MDS de la muestra patrón significó una variación de 0.00%, 1.65%, 11.54% y -7.14%, respectivamente.

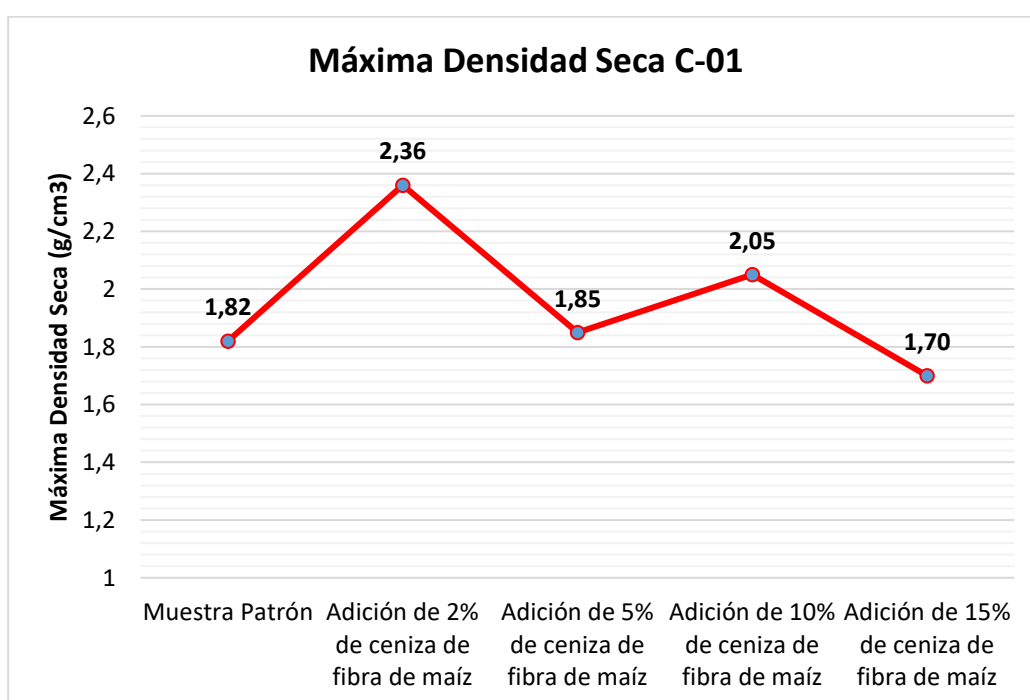


Figura 45 Máxima densidad seca C-01

Fuente: Elaboración propia

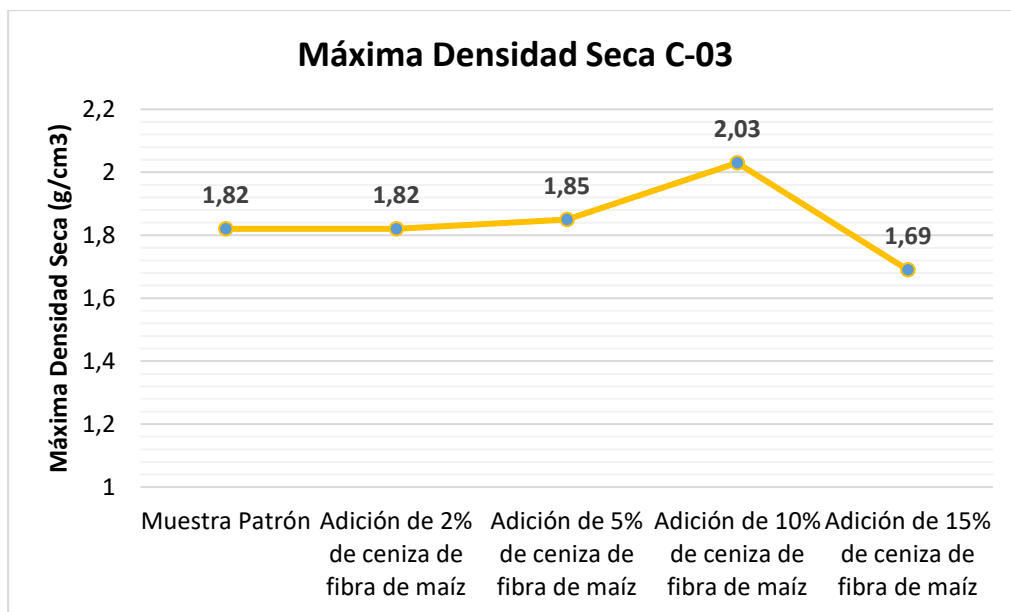


Figura 46 Máxima densidad seca C-03

Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de las variaciones porcentuales del valor de MDS para la calicata C1 – las cuales fueron 19.40%, 25.37% y 26.87% - en la investigación de IPINCE (2019), siguió una clara tendencia al incremento del valor de MDS conforme se incrementaba la dosificación de ceniza de tusa de maíz. En el caso de los valores de MDS para la calicata C3, estos manifestaron un comportamiento un poco irregular, con incrementos y decrementos, conforme se incrementaba las dosificaciones de la ceniza de tusa de maíz, pero siempre manteniendo una tendencia al crecimiento, tal como lo demuestra que sus variaciones porcentuales siempre hayan sido positivas, 13.40%, 6.19% y 7.73%. En la presente investigación el comportamiento del valor de MDS para la calicata C-01 fue algo irregular conforme se incrementaba las dosificaciones de cenizas de fibras de maíz, tal como lo demuestra sus variaciones porcentuales – las cuales fueron 29.67%, 1.65%, 12.64% y -6.59% - que presenta variaciones negativas y positivas; mientras que para la calicata C-03 se tuvo una ligera tendencia al crecimiento tal como lo demuestra sus variaciones porcentuales – las cuales fueron 0.00%, 1.65%, 11.54% y -7.14% - exceptuando la MDS obtenida cuando se adicionó un 15% de ceniza de fibra de maíz debido a que sufrió un decremento (-7.14%); por lo que la dosificación 10% de ceniza de fibra de maíz sería la adecuada cuando se quiera buscar que el material tenga un mayor valor de MDS para un futuro uso en el

emplazamiento de una vía, ya que propició una MDS de 2.05 g/cm³ y 2.03 g/cm³ en C-01 y C-03, respectivamente. Por lo tanto, respecto a la calicata C1 de IPINCE (2019) existe DISCREPANCIA entre los resultados de la calicata C-01 de esta investigación y SIMILITUD con los resultados de la calicata C-03. Respecto a la calicata C3 de IPINCE (2019) existe de igual manera DISCREPANCIA entre los resultados de la calicata C-01 de esta investigación y SIMILITUD con los resultados de la calicata C-03.

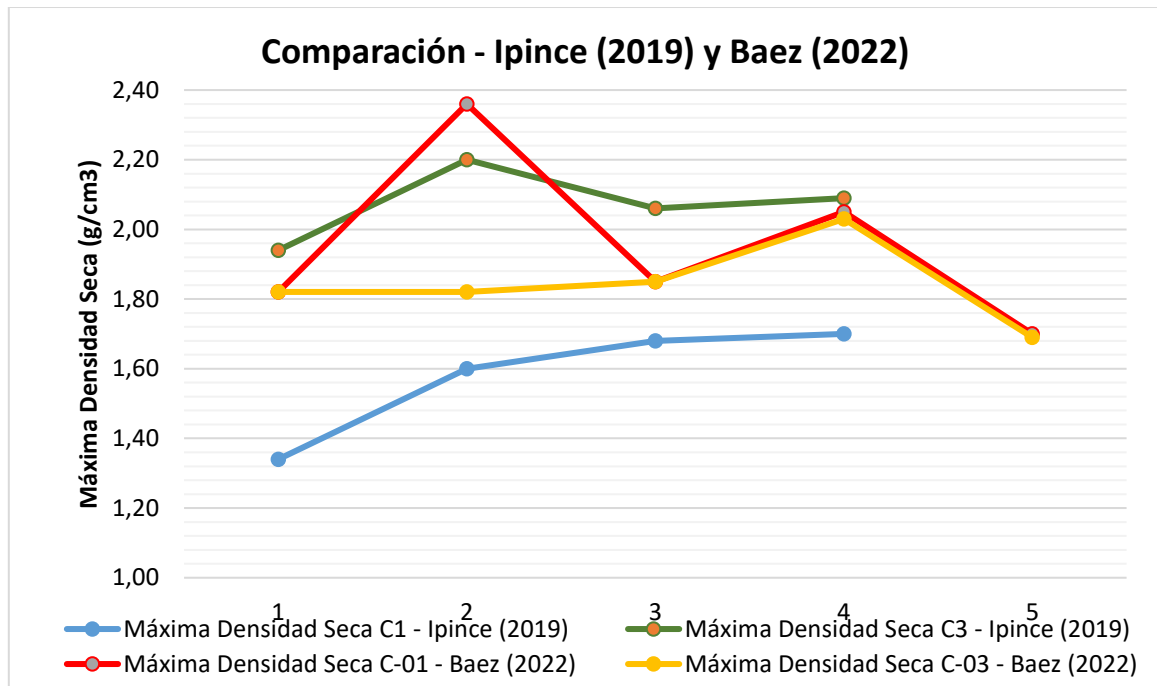


Figura 47 Comparación de la máxima densidad seca

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la Óptimo Contenido de Humedad (OCH), IPINCE (2019), en su investigación titulada “Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, 2019”, fijó como objetivo, explicar cómo la ceniza de bagazo de caña influye en el mejoramiento de la subrasante. En el análisis de su calicata C1 para la muestra patrón obtuvo un OCH de 21.00%, mientras que para la muestra con adición de ceniza de tusa de maíz en 5%, 10% y 15% obtuvo un OCH de 18.40%, 17.30% y 16.80%, respectivamente; por lo que estos cambios en el valor de OCH conforme se adicionaba dicha ceniza, en términos de variaciones porcentuales respecto a la muestra patrón, fueron -12.38%, -17.62% y -20.00%, respectivamente. En el

análisis de su calicata C3 para la muestra patrón obtuvo un OCH de 12.60%, mientras que para la muestra con adición de ceniza de tusa de maíz en 5%, 10% y 15% obtuvo un OCH de 13.80%, 14.10% y 15.70%, respectivamente; por lo que estos cambios en el valor de OCH conforme se adicionaba dicha ceniza, en términos de variaciones porcentuales respecto a la muestra patrón, fueron 9.52%, 11.90% y 24.60%, respectivamente.

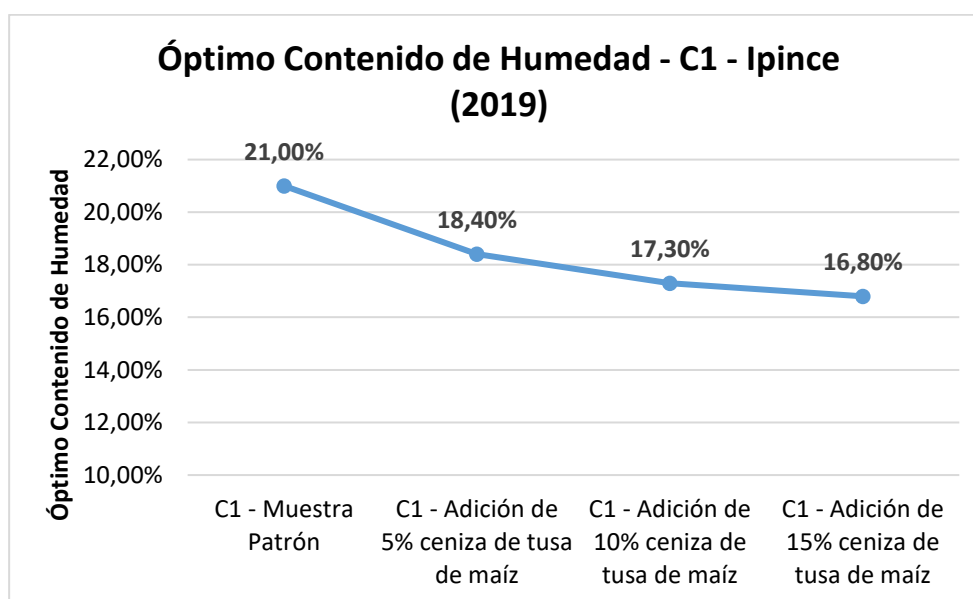


Figura 48 Óptimo contenido de humedad - C1 - Ipince (2019)

Fuente: Elaboración propia

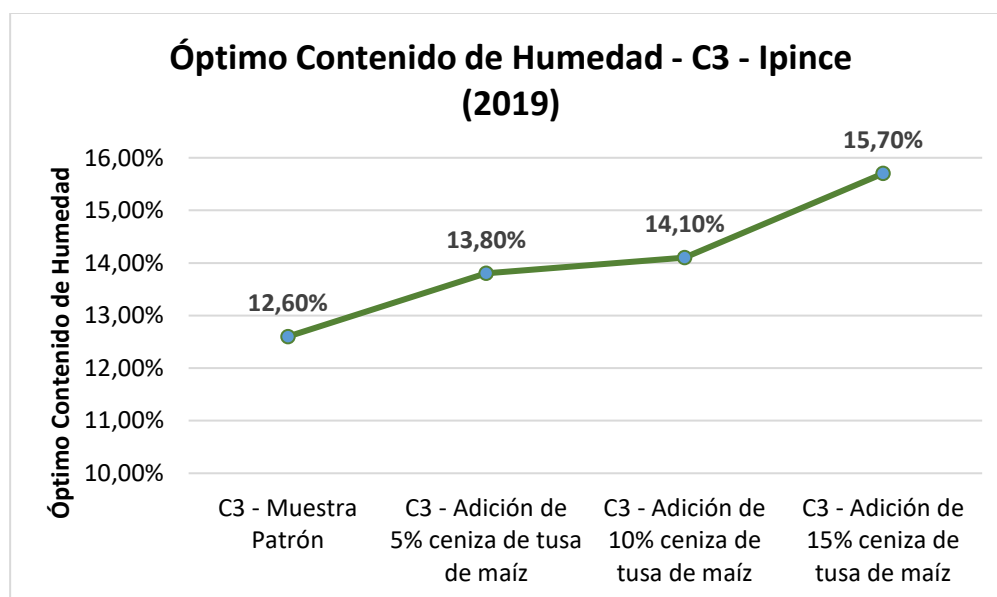


Figura 49 Óptimo contenido de humedad - C3 - Ipince (2019)

Fuente: Elaboración propia

En esta investigación el valor de OCH, en la calicata C-01 para la muestra patrón fue 10.65%, mientras que para las adiciones de ceniza de fibra de maíz de 2%, 5%, 10% y 15% se obtuvo el valor de OCH de 11.78%, 11.46%, 13.82% y 12.62%, respectivamente; lo que a su vez en términos de variaciones porcentuales respecto al valor de OCH de la muestra patrón significó una variación de 10.61%, 7.61%, 29.77% y 18.50%, respectivamente; así en la calicata C-03 el valor de OCH para la muestra patrón fue 10.71% y para las muestras con adiciones de ceniza de fibra de maíz de 2%, 5%, 10% y 15% se obtuvo el valor de OCH de 10.70%, 11.42%, 13.76% y 12.50%, respectivamente

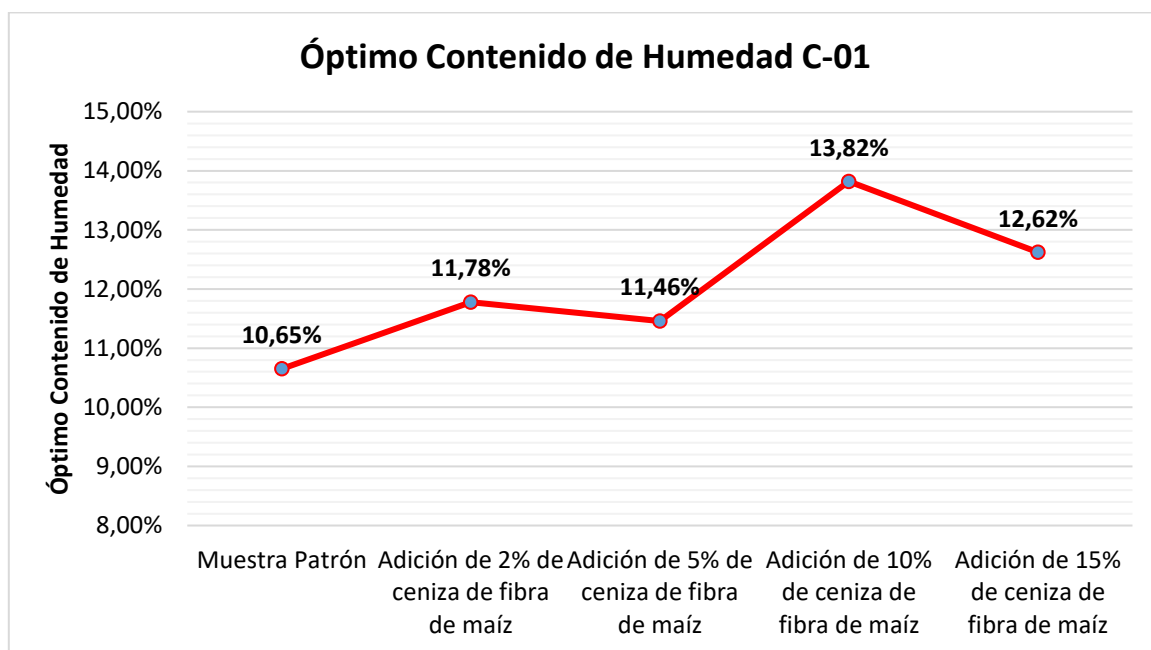


Figura 50 Óptimo contenido de humedad C-01

Fuente: Elaboración propia

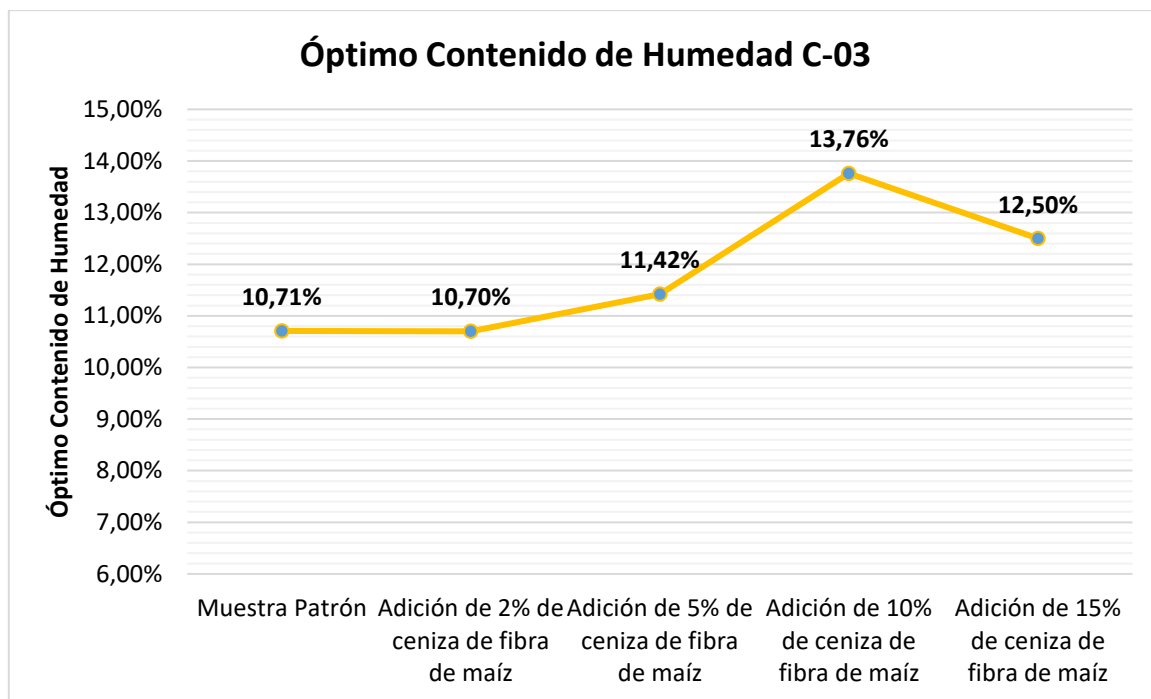


Figura 51 Óptimo contenido de humedad C-03

Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de las variaciones porcentuales del valor de OCH para la calicata C1 – los cuales fueron -12.38%, -17.62% y -20.00% - en la investigación de IPINCE (2019), siguió una clara tendencia al decrecimiento del valor de OCH conforme se incrementaba la dosificación de ceniza de tusa de maíz. En el caso de los valores de OCH para la calicata C3, estos manifestaron todo lo contrario, es decir, un comportamiento con una clara tendencia al crecimiento, conforme se incrementaba las dosificaciones de la ceniza de tusa de maíz, tal como lo demuestra que sus variaciones porcentuales siempre hayan sido positivas, 9.52%, 11.90% y 24.60%. En la presente investigación el comportamiento del valor de OCH para la calicata C-01 fue algo irregular, pero con una tendencia al crecimiento, debido a sus variaciones porcentuales las cuales fueron siempre positivas (10.61%, 7.61%, 29.77% y 18.50%); dicho comportamiento con tendencia al crecimiento también se presentó en la calicata C-03, pero a partir de la adición de ceniza de fibra de maíz de 5%, debido a que cuando se adicionó 2% el valor de OCH disminuyó ligeramente en -0.09%. Por lo tanto, respecto a la calicata C1 de IPINCE (2019) existe DISCREPANCIA entre los resultados tanto de la calicata C-01 como de la calicata C-03 de esta investigación y respecto a la

calicata C3 de IPINCE (2019) existe COINCIDENCIA entre los resultados tanto de la calicata C-01 como de la calicata C-03 de esta investigación.

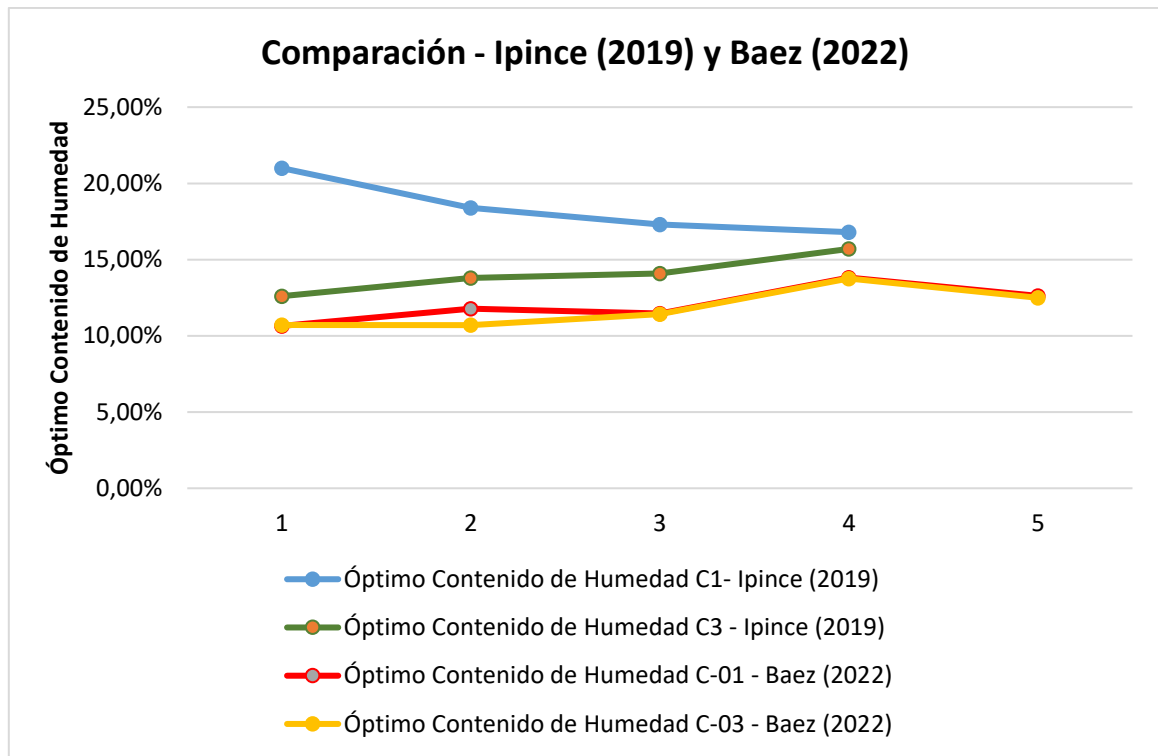


Figura 52 Comparación del óptimo contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la Relación de Soporte de California (CBR), CLAVERIA, TRIANA & VARON (2018), en su investigación titulada “Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante”, fijo como objetivo evaluar el efecto de la ceniza proveniente de la cascarilla de arroz y el bagazo de caña en las propiedades de suelos de origen volcánico, estabilizado con este tipo de ceniza de biomasa. El CBR del suelo para la muestra patrón fue 76.67%, mientras que para la muestra con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) en 5%, 10% y 15% obtuvo un CBR de 62.28%, 83.00% y 99.13%, respectivamente; por lo que estos cambios en el valor de CBR conforme se adicionaba dicha ceniza, en términos de variaciones porcentuales respecto a la muestra patrón, fueron -18.77%, 8.26% y 29.29%, respectivamente. Para la muestra con adición de ceniza de arroz (CCA) en 5%, 10% y 15% obtuvo un CBR de 100.23%, 110.41% y 104.42%, respectivamente; por lo que estos cambios en

el valor de CBR conforme se adicionaba dicha ceniza, en términos de variaciones porcentuales respecto a la muestra patrón, fueron 30.73%, 44.01% y 36.19%, respectivamente.

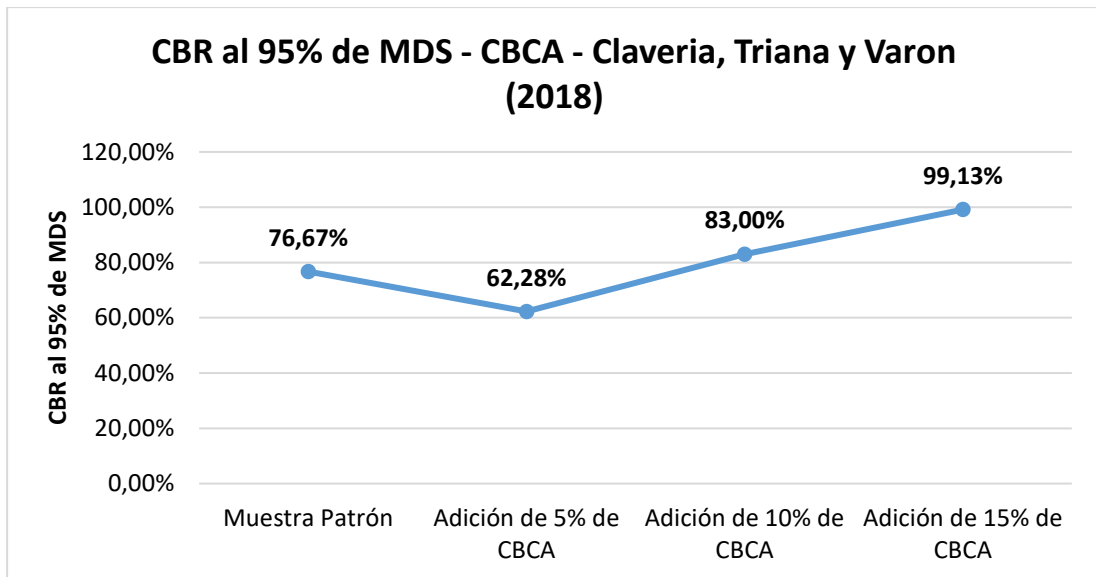


Figura 53 CBR al 95% de MDS – CBCA - Claveria, Triana y Varon (2018)

Fuente: Elaboración propia

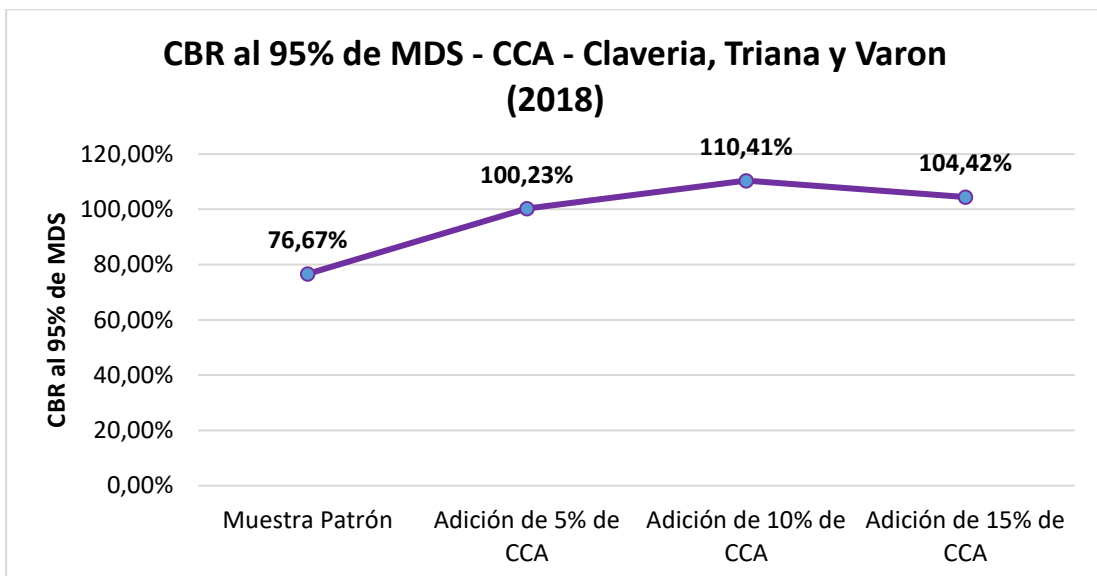


Figura 54 CBR al 95% de MDS – CCA - Claveria, Triana y Varon (2018)

Fuente: Elaboración propia

En esta investigación el valor de CBR, en la calicata C-01 para la muestra patrón fue 9.03%, mientras que para las adiciones de ceniza de fibra de maíz de 2%, 5%,

10% y 15% se obtuvo el valor de CBR de 11.21%, 12.68%, 14.87% y 6.81%, respectivamente; lo que a su vez en términos de variaciones porcentuales respecto al valor de CBR de la muestra patrón significó una variación de 24.14%, 40.42%, 64.67% y -24.58%, respectivamente. En el análisis de la calicata C-03 para la muestra patrón se un obtuvo un valor de CBR de 9.00%, mientras que en las adiciones de ceniza de fibra de maíz de 2%, 5%, 10% y 15% se obtuvo el valor de CBR de 10.98%, 12.50%, 14.85% y 6.79%, respectivamente; lo que a su vez en términos de variaciones porcentuales respecto al valor de CBR de la muestra patrón significó una variación de 22.00%, 38.89%, 65.00% y -24.56%, respectivamente.

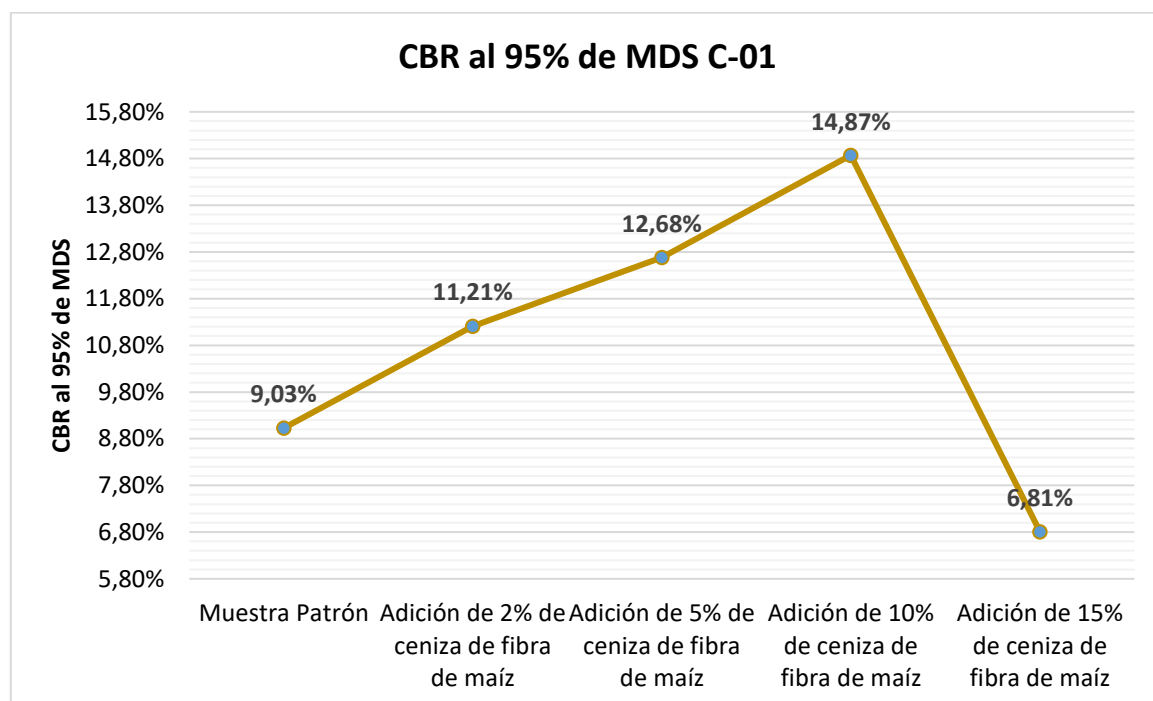


Figura 55 CBR al 95% de MDS C-01

Fuente: Elaboración propia

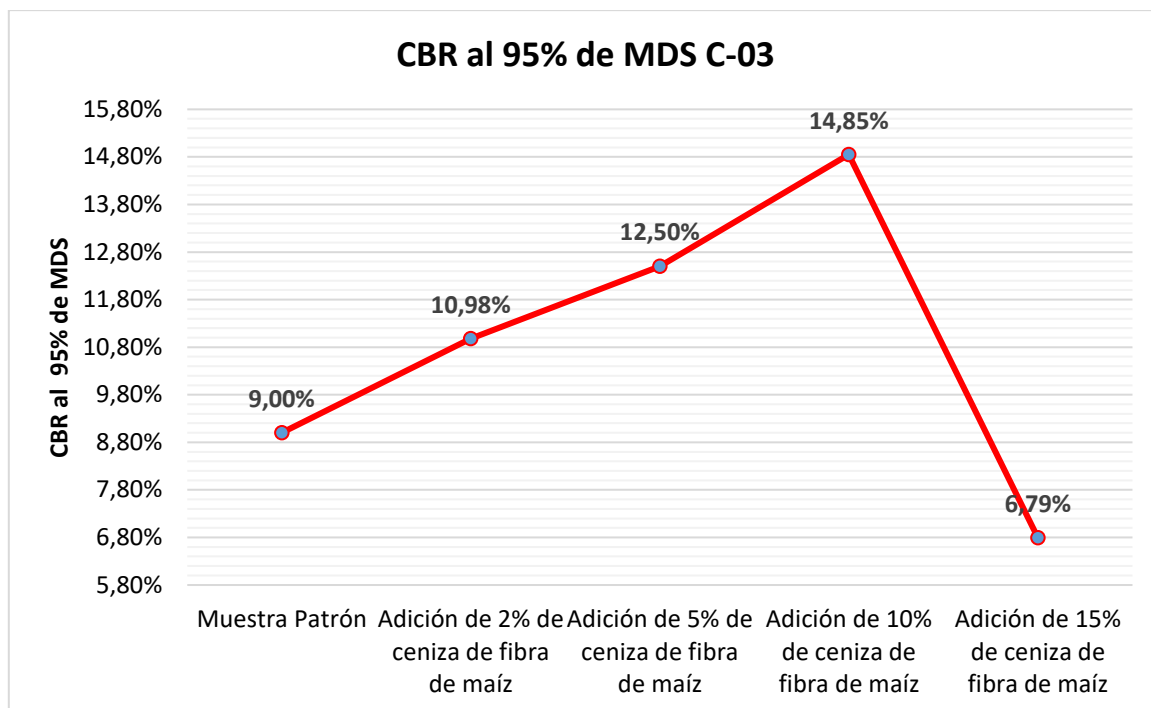


Figura 56 CBR al 95% de MDS C-03

Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de las variaciones porcentuales del valor de CBR para la adición de CBCA – los cuales fueron -18.77%, 8.26% y 29.29% - en la investigación CLAVERIA, TRIANA & VARON (2018), siguió una clara tendencia al crecimiento del valor de CBR conforme se incrementaba la dosificación de CBCA, a excepción del valor del CBR del suelo con 5% de CBCA, que claramente generó un decaimiento en el valor de CBR al obtenerse 62.88%. En el caso de los valores de CBR para la adición de CCA, estos manifestaron un comportamiento con una clara tendencia al crecimiento, conforme se incrementaba las dosificaciones de la CCA, tal como lo demuestra que sus variaciones porcentuales siempre hayan sido positivas, 30.73%, 44.01% y 36.19%. En la presente investigación el comportamiento del valor de CBR tanto para la calicata C-01 como para la calicata C-03, se obtuvo una tendencia al crecimiento a excepción del valor de CBR de 6.81% y 6.79% en C-01 y C-03, respectivamente, que fueron obtenidos cuando se adicionó un 15% de ceniza de fibra de maíz, que significó la obtención de un valor incluso menor que el de la muestra patrón (9.03% y 9.00%), tal como lo demuestra sus variaciones porcentuales – las cuales fueron 24.14%, 40.42%, 64.67% y -24.58%, y 22.00%, 38.89%, 65.00% y -24.56% - que presentaban

variaciones negativas y positivas, siendo todos los valores aceptables ya que mantienen un valor mayor a 6% de CBR, que es el mínimo estipulado en el Manual de Carreteras: Geología, Geotecnia y Pavimentos, pero que sin lugar a dudas es la adición de 10% de ceniza de fibra de maíz la que propició ese mayor incremento de CBR y la que la convierte en la mejor dosificación si se quiere mejorar el CBR de un suelo para su uso en una futura vía. Es por ello que respecto a la adición de CBCA existe una COINCIDENCIA entre los resultados tanto de la calicata C-01 como de la calicata C-03 de esta investigación y respecto a la adición de CCA existe de igual manera COINCIDENCIA entre los resultados tanto de la calicata C-01 como de la calicata C-03 de esta investigación.

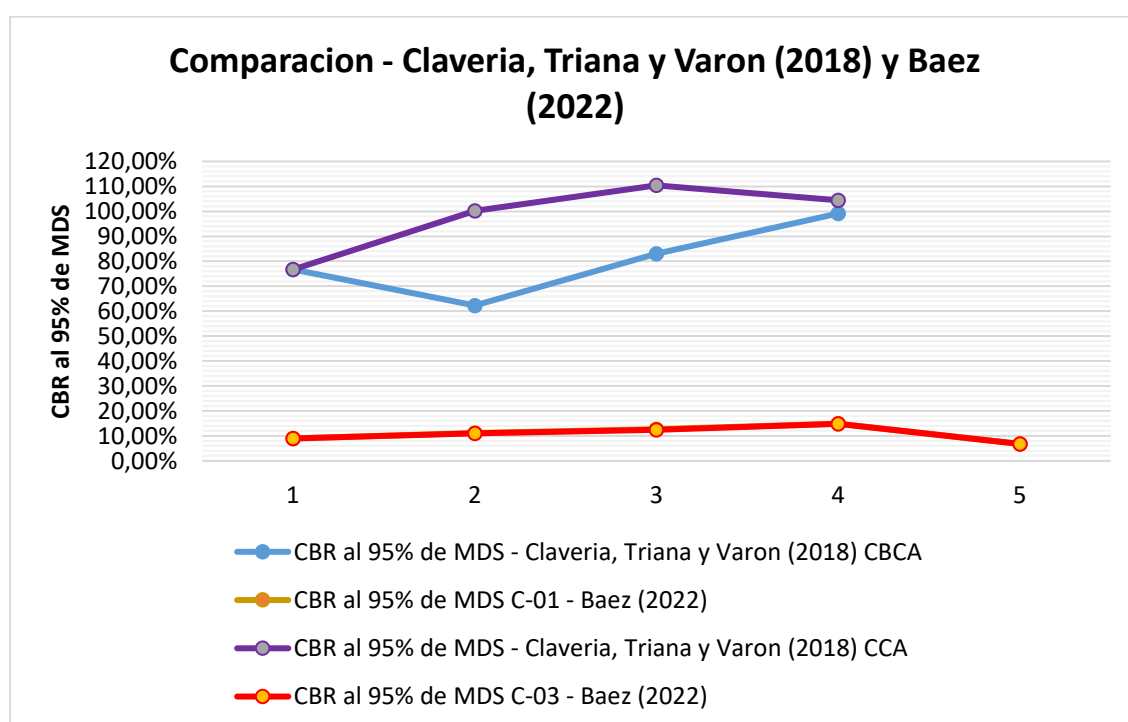


Figura 57 Comparación del CBR al 95% de MDS

Fuente: Elaboración propia

VI. CONCLUSIONES

En la presente investigación se llegó a la conclusión general que las cenizas de fibra de maíz influyen en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la carretera Maras - Moray, la adición de 10% de cenizas de fibra de maíz trabaja mejor a diferencia de incluso la de 15% de adición, por lo que inciden positivamente y mejora las características la subrasante de la carretera, además se presentan las conclusiones respecto a los objetivos planteados.

1. Los resultados de laboratorio ratificaron la factibilidad de las características mecánicas y físicas del material de subrasante en la carretera Maras - Moray, así mismo se concluye que la adición de los porcentajes de 2%, 5%, 10% y 15% de Ceniza de fibra de maíz realzan las características físicas de la subrasante de la carretera Maras-Moray al permitir un decremento del valor de IP con cada una de los porcentajes de adición de ceniza.
2. En la presente investigación se ha logrado efectuar las diferentes adiciones de los porcentajes de 2%, 5%, 10% y 15% con Ceniza de fibra de maíz, de las características mecánicas de la subrasante de la carretera Maras-Moray respecto al Proctor Modificado se ha encontrado que los porcentajes de adición se comportan con una variación importante para la adición de 10% en la calicata C-03, obteniéndose el valor de 2.03 g/cm³; en cuanto al CBR al 95% de MDS un valor que responde a esa variación, un 14.85%, logrando un incremento del 11.54% en el Proctor modificado y un 65.00% en el CBR de la Muestra Patrón.
3. De los resultados de características físicas de las calicatas efectuadas los resultados de laboratorio sobre el Proctor modificado del suelo Natural se cuantificó que todas las 5 calicatas presentaron una densidad seca de 1.82 g/cm³ con una humedad de 10.65% en la calicata C-01; de la granulometría se obtuvo que el suelos de todas las calicatas muestran ser una CL - ML Arcilla limosa de baja plasticidad con arena; de los Limites de Atterberg se encontró un IP de 5.00% en todas las calicatas a excepción de la C-01 que se obtuvo 6.00%. Respecto al CBR se encontró que para la C-03 se encontró que la muestra obtuvo un CBR de 9.00% y para la C-01 un CBR de 9.03%, así mismo se concluye que dichas muestras se usaron para

efectuar las adiciones de los porcentajes de 2%, 5%, 10% y 15% con Ceniza de fibra de maíz.

VII. RECOMENDACIONES

Corroborando los resultados de los incrementos de propiedades debido a la adición de ceniza de maíz en la subrasante de la carretera Maras – Moray, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda efectuar las adiciones en proporción mayor con los cuales se pueda llegar a los límites de agregados finos, según gradación para subrasantes.
2. Se recomienda verificar la adición de agua en el ensayo o la ejecución de las mejoras con aditivos que se diluyan en el agua y tengan propiedades ligantes para verificar también la mejora de adherencia con las partículas de tamaños menores.
3. Se recomienda efectuar la adición de ceniza de fibras de maíz dado que se ha comprobado las mejoras en laboratorio, verificar del mismo modo la operatividad y el tipo de mezclado para obtener características similares a las que se comprobaron en laboratorio.
4. Dado que las mejoras se efectúan para superficies con pendientes suaves, se recomienda verificar el grado de inclinación natural con la adición que puede llegar a efectuar naturalmente o con apoyo de compactación.

REFERENCIAS

- ALFARO, C. (2012). *Metodología de investigación científica aplicado a la ingeniería [Lima-Perú]*.
- ANDRIANI, YULIET, R., & PERMANA, D. (2021). Utilization of Coconut Shell Charcoal to Improve Bearing Capacity of Clay as Subgrade for Road Pavement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.
- APAZA, E., & SALCEDO, J. (2019). *Influencia de la Ceniza de Hoja de Maíz, Cáscara de Cebada y Bagazo de Caña de Azúcar (Materiales Puzolánicos Artificiales), Como Sustitutos Parciales del Cemento en la Resistencia del Concreto Para Diseños: $f'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 280$* . Arequipa. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8803>
- ARIAS, F. G. (2012). *El proyecto de Investigación [Caracas - Venezuela]*.
- ASTM C618. (2019). *Standard Specification for Coal Fly and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. Pensilvania.
- ASTM D4318, 9. (1995). *Standard Test Method for Liquid Limit, and Plasticity Index of Soils*. ASTM International.
- ASTM, D-1557. (1996). *Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort*. ASTM.
- BONILLA RAMÍREZ, J. F., JIMÉNEZ RAMOS, A. F., & PÁRAMO GARCÍA, F. I. (2019). *Estudio Del Comportamiento De Las Condiciones Mecánicas Del Material Granular Tipo Afirmado Con Adición De Cemento Portland Y Ceniza De Bagazo De Caña (CBCA)*. Ibagué, Colombia: Universidad Cooperativa De Colombia. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/16273>
- CAAMAÑO MURILLO, I. A. (2016). *Mejoramiento De Un Suelo Blando De Subrasante Mediante La Adición De Cascarilla De Arroz Y Su Efecto En El Módulo Resiliente*. Bogotá D.C., Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15770>
- CARVAJAL ORTEGÓN, N. A., RINCÓN PLAZAS, D. A., & ZARATE RAMÍREZ, J. G. (2018). *Mejoramiento Del Material De Afirmado De La Cantera La Esmeralda Mediante La Adición De Ceniza De Cascarilla De Arroz Y Material Reciclado De Escombro*. Ibagué, Colombia: Universidad Cooperativa De Colombia. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/13832>
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. (Diciembre de 2011). *Catálogo de Residuos Utilizables en Construcción*. Obtenido de <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/24/diciembre-2011/valorizacion/propiedades-del-residuo/23/las-cenizas-volantes.html>
- CHAPLE, P. M. (2013). Performance of Coir fiber Reinforced Clayey Soil. *The International Journal Of Engineering And Science (IJES)*, 54-64.
- CLAVERIA VÁSQUEZ, P. A., TRIANA MENDOZA, D. F., & VARON OSPINA, Y. A. (2018). *Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico*

estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante. Ibagué: Universidad Cooperativa de Colombia.

- CRESPO VILLALAZ, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5.ª ed. Mexico D.F: Limusa.
- DAS, B. M. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. México, D.F.: Cengage Learning Editores.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2013). *Manual de Carreteras*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- GHOSH, S., BHATTACHARYYA, R., & MONDAL, M. (2016). *Bituminized Jute Paving Fabric (BJPF) for Road Construction – A Potential Innovative Approach*. International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology.
- GUILLÉN VALLE, O. R., & VALDERRAMA MENDOZA, S. (2017/2018). *Guía para elaborar la tesis universitaria*. Lima.
- HASTUTY, I. P., ROESYANTO, & NAPITUPULU, S. M. (2017). Clay Stabilization Using the Ash of Mount Sinabung in Terms of the Value of California Bearing Ratio (CBR). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAPTISTA LUCIO, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México, D. - México: McGraw-Hill.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., & MENDOZA TORRES, C. P. (2018). *Metodología de la investigación* (Primera ed.). México: Mc Graw Hill.
- HOYLE VEGA, P. M., & RODRÍGUEZ LÓPEZ, C. A. (2019). *Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y cenizas de hojas Eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Áncash – 2019*. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo.
- IPINCE CUEVAS, H. A. (2019). *Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, 2019*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- KUMAR YADAV, A., GAURAV, K., KISHOR, R., & SUMAN, S. (2017). *Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads*. Bihar, India: National Institute of Technology Patna. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/314110482>
- LAMBE, T. (1951). *Soil Testing for Engineers*. New Cork: Biblioteca Ingeniería Civil.
- LÓPEZ BARBARÁN, J. (2021). *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de moyobamba – departamento de san martín*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

- MELISSARI, B. (2012). Comportamiento de Cenizas y su Impacto en Sistemas de Combustión de Biomasa. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 69-82. Obtenido de <http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/366>
- MUTJÉ, P., MÉNDEZ, J., VILASECA, F., LÓPEZ, J., FLÁNDEZ, J., BARBERÁ, L., . . . PÉLACH, M. (2008). Residuos de tallo de maíz como refuerzo de polipropileno. *I Simposio Iberoamericano de I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos Ingeniería de Residuos Ingeniería de Residuos*, 23-24.
- NTP 339.128. (2014). *SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico*. Lima.
- ÑAUPAS PAITÁN, H., PALACIOS VILELA, J. J., VALDIVIA DUEÑAS, M. R., & ROMERO DELGADO, H. E. (2018). *Metodología de la investigación*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- ORRALA, F., & GÓMEZ, F. (2015). *Estudio de la resistencia a la compresión del hormigón con adición de puzolana obtenida de la calcinación de residuos del cultivo de maíz producido en la provincia de Santa Elena*. La Libertad. Obtenido de <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2272>
- ORTIZ URIBE, F. G. (2003). *Diccionario de metodología de la Investigación Científica*. Ciudad de México: Limusa.
- PARAMO, J. (2002). *Compactación de Suelos y Materiales Estabilizados*. Ciudad de Rosario.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2018). *SUELOS Y CIMENTACIONES*. Lima: El Peruano.
- ROMERO, M., & SALAZAR, D. (2013). Estudio de la resistencia a compresión en mezclas de concreto, sustituyendo el 10% en peso de cemento por cenizas de las hojas secas de la palma chaguaramo como material puzolánico. *Universidad Central de Venezuela*, 1162.
- SARKER, D., SHAHREAR, O., KUMAR, N., WANG, J., & LYNAM, J. (2021). *Application of Sustainable Lignin Stabilized Expansive Soils in Highway Subgrade*. Ruston. doi:10.1061/9780784483435.033
- SONI, A., & VARSHNEY, D. (2021). Enhancing the California Bearing Ratio (CBR) Value of Clayey-Sand Type of Soil in Mathura Region. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.
- VALERO ALONSO, L. (1978). *Compactación en carreteras y aeropuertos*. Barcelona: Eyrolles.
- VAN DUC, B., KENNEDY CHIBUZOR, O., PHI VAN, D., DINH PHUC, H., NU NGUYEN, T., & WU, W. (2018). *Strength Development of Lateritic Soil Stabilized by Local Nanostructured Ashes*. Hanoi, Vietnam: Hanoi University of Mining and Geology. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/326788535>

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco-2022”

Autor: Br. Baez Zamata, Karen Alexandra

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General ¿Cómo influye la adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Maras – Moray?	Objetivo General Evaluar a influencia de la adición de ceniza de fibra de maíz en las propiedades físico mecánicas para la estabilización de la subrasante en la carretera Maras – Moray	Hipótesis General Se cuantificará un incremento de las propiedades físico mecánicas mediante la adición de ceniza de fibra de maíz constatado en laboratorio	INDEPENDIENTE	Ceniza de fibra de maíz	D1: Dosificación de ceniza de fibra de maíz	I1: 0.00%	Ensayo de Laboratorio
						I2: 2%	
						I3: 5%	
						I4: 10%	
						I5: 15%	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	DEPENDIENTE	Subrasante	D1: Propiedades mecánicas y físicas	I1: Límites de atemberg I2: Granulometría I3: Proctor modificado. I4: CBR	Homo de secado Balanza Tamiz Ablas SUCS, AASHTO Probeta graduada Pisón Manuela Prensa de compresión
¿Cómo influye la adición de ceniza de fibra de maíz en las propiedades físicas para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras – Moray?	Determinar la influencia de la adición de ceniza de fibra de maíz en las propiedades físicas para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras – Moray	Efectuados los ensayos de caracterización física se encontrará la factibilidad del uso de adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras – Moray					
¿Cómo influye la adición de ceniza de fibra de maíz en las propiedades mecánicas para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras – Moray?	Determinar la influencia de la adición de ceniza de fibra de maíz en las propiedades mecánicas para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras – Moray	De los ensayos de laboratorio en la caracterización mecánica se logrará efectuar un incremento del 5% en el porcentaje de adición de 10%					
¿Cómo influye la dosificación de ceniza de fibra de maíz en las propiedades físico mecánicas para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras-Moray ?	Determinar la influencia de la dosificación de ceniza de fibra de maíz en las propiedades físico-mecánicas para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Maras – Moray	De los ensayos de laboratorio en la caracterización física muestra ser una grava arcillosa, en cambio de las mecánicas se obtendrá que el material de la subrasante requiere mejoramiento del 5% de sus propiedades mecánicas					

ANEXO 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: “Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco-2022”

Autor: Br. Baez Zamata, Karen Alexandra

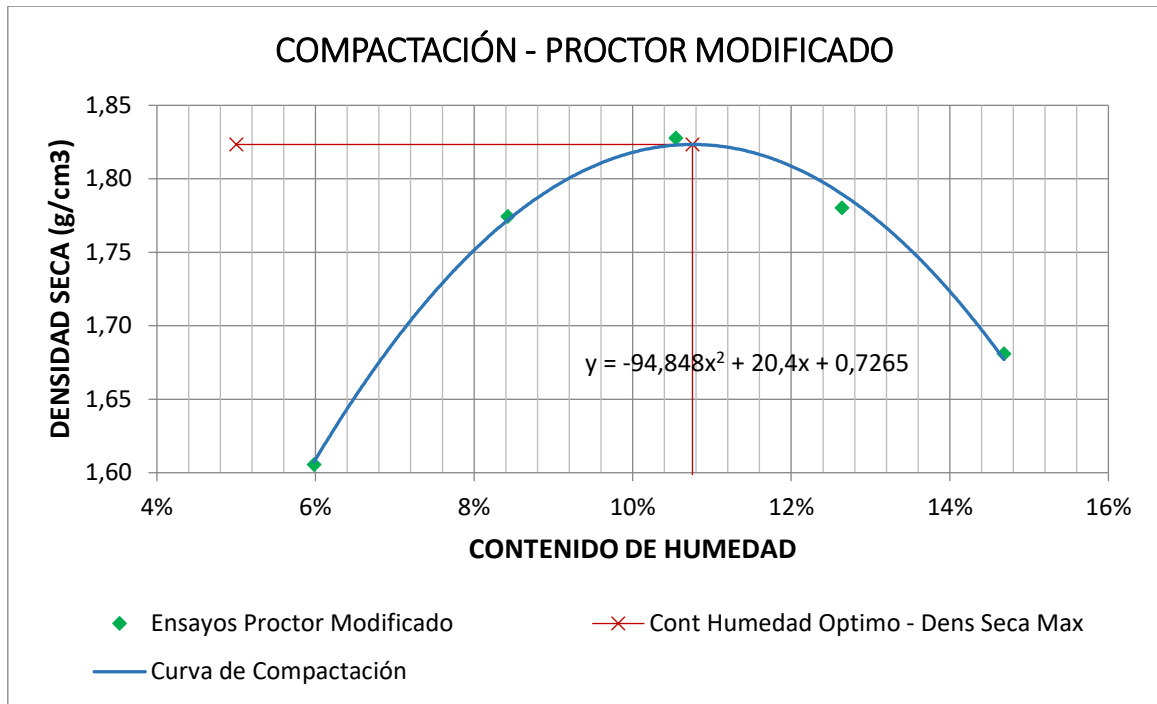
VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
Ceniza de fibra de maíz como aglomerante	Es el resultado de obtención de un proceso de combustión controlada en la cual se calcinan residuos sólidos que se recogen de la obtención de elementos orgánicos o inorgánicos. Marin (2019)	Se ejecutará la adición de ceniza de fibra de maíz para el mejoramiento de las características físico químicas para la subrasante con la adición de dosificaciones.	D1: Dosificación de ceniza de fibra de maíz.	11: 0.0%	De razón	<p>Tipo de Investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel de Investigación: Explicativo.</p> <p>Diseño de Investigación: Experimental: Cuasi – Experimental.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Población: Material de subrasante de 5 km de carretera Maras Moray</p> <p>Muestra: 05 calicatas</p> <p>Muestreo: No Probabilístico - se ensayará en todas las muestras y se eligió por conveniencia.</p> <p>Técnica: Observación directa.</p> <p>Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos</p>
				12: 2%		
				13: 5%		
				14: 10%		
				15: 15%		
Capacidad portante de subrasante	Es un material granular natural en algunas ocasiones procesado con gradación específica según a los trabajos requeridos, el cual soporta directamente cargas y esfuerzos del tránsito. Díaz y Cardozo (2018)	Realizada la ejecución de estudios preliminares de la carretera Maras-Moray, se efectuará la caracterización de los agregados de la cantera a usar, se realizará la evaluación en laboratorio (CBR y Proctor) para determinar propiedades físico mecánicas que posee la subrasante con la mezcla de ceniza de fibra de maíz.	D1: Propiedades mecánicas y físicas	11: Límites de atemberg 12: Granulometria 13: Proctor modificado. 14: CBR	De razón	

ANEXO 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Proctor Modificado

Calicata C-02

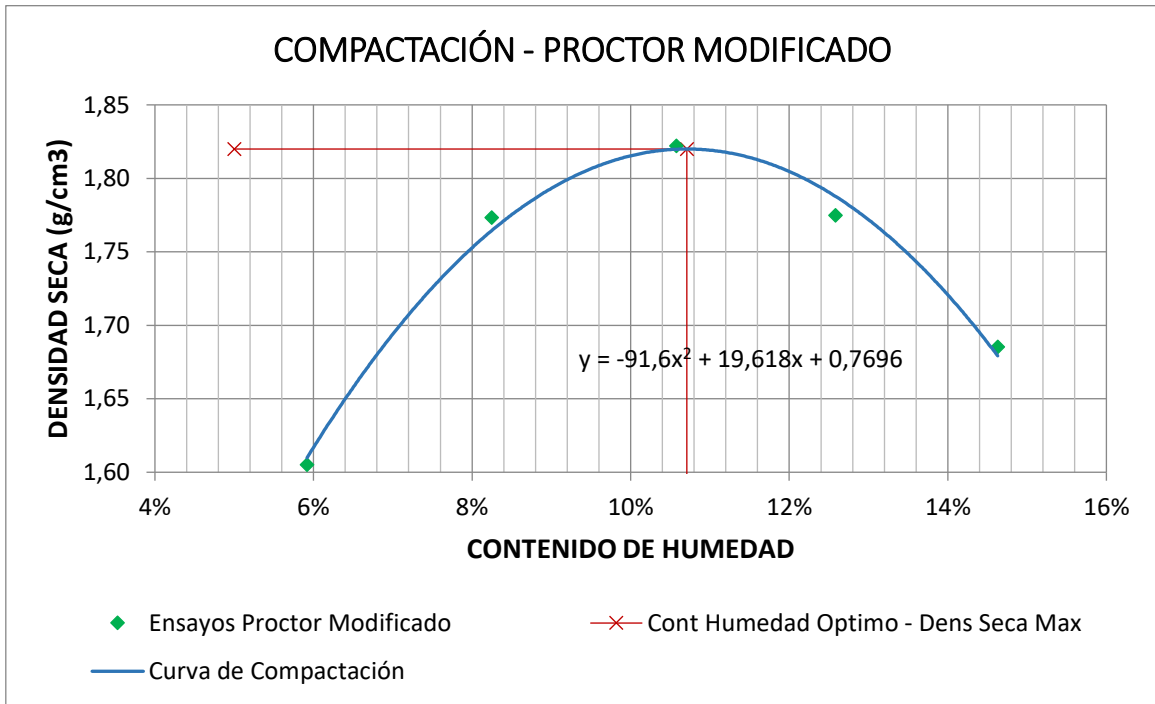
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05	
Número de Proctor Utilizado	P-1		P-1		P-1		P-1		P-1	
Diámetro del Molde (cm)	15.24		15.24		15.24		15.24		15.24	
Altura del molde (cm)	11.64		11.64		11.64		11.64		11.64	
Volumen del Molde (cm ³)	2123.31		2123.31		2123.31		2123.31		2123.31	
Peso del Molde (g)	6279.00		6279.00		6279.00		6279.00		6279.00	
Peso del Molde + Muestra Compactada (g)	9892.00		10364.00		10569.00		10537.00		10372.00	
Peso de la Muestra Compactada (g)	3613.00		4085.00		4290.00		4258.00		4093.00	
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.70		1.92		2.02		2.01		1.93	
Densidad Seca (g/cm³)	1.61		1.77		1.83		1.78		1.68	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (g)	15.20	18.07	18.48	17.39	20.98	16.75	17.68	18.50	19.78	20.01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (g)	97.69	98.98	89.35	68.40	100.96	70.33	78.89	99.29	70.40	101.87
Peso de Capsula + Muestra Seca (g)	93.14	94.31	83.92	64.38	93.33	65.22	72.00	90.25	63.98	91.29
Peso del Agua (g)	4.55	4.67	5.43	4.02	7.63	5.11	6.89	9.04	6.42	10.58
Peso de la Muestra Seca (g)	77.94	76.24	65.44	46.99	72.35	48.47	54.32	71.75	44.20	71.28
Contenido de Humedad %	5.84%	6.13%	8.30%	8.56%	10.55%	10.54%	12.68%	12.60%	14.52%	14.84%
Contenido de Humedad Promedio	5.98%		8.43%		10.54%		12.64%		14.68%	



Calicata C-03

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05	
Número de Proctor Utilizado	P-1		P-1		P-1		P-1		P-1	
Diámetro del Molde (cm)	15.24		15.24		15.24		15.24		15.24	
Altura del molde (cm)	11.64		11.64		11.64		11.64		11.64	
Volumen del Molde (cm ³)	2123.31		2123.31		2123.31		2123.31		2123.31	
Peso del Molde (g)	6279.00		6279.00		6279.00		6279.00		6279.00	
Peso del Molde + Muestra Compactada (g)	9889.00		10355.00		10557.00		10522.00		10381.00	
Peso de la Muestra Compactada (g)	3610.00		4076.00		4278.00		4243.00		4102.00	
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.70		1.92		2.01		2.00		1.93	
Densidad Seca (g/cm³)	1.61		1.77		1.82		1.77		1.69	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (g)	15.20	18.07	18.48	17.39	20.98	16.75	17.68	18.50	19.78	20.01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (g)	97.58	98.99	89.20	68.34	101.01	70.33	78.89	99.49	70.52	101.61
Peso de Capsula + Muestra Seca (g)	93.14	94.31	83.92	64.38	93.33	65.22	72.00	90.50	63.98	91.30

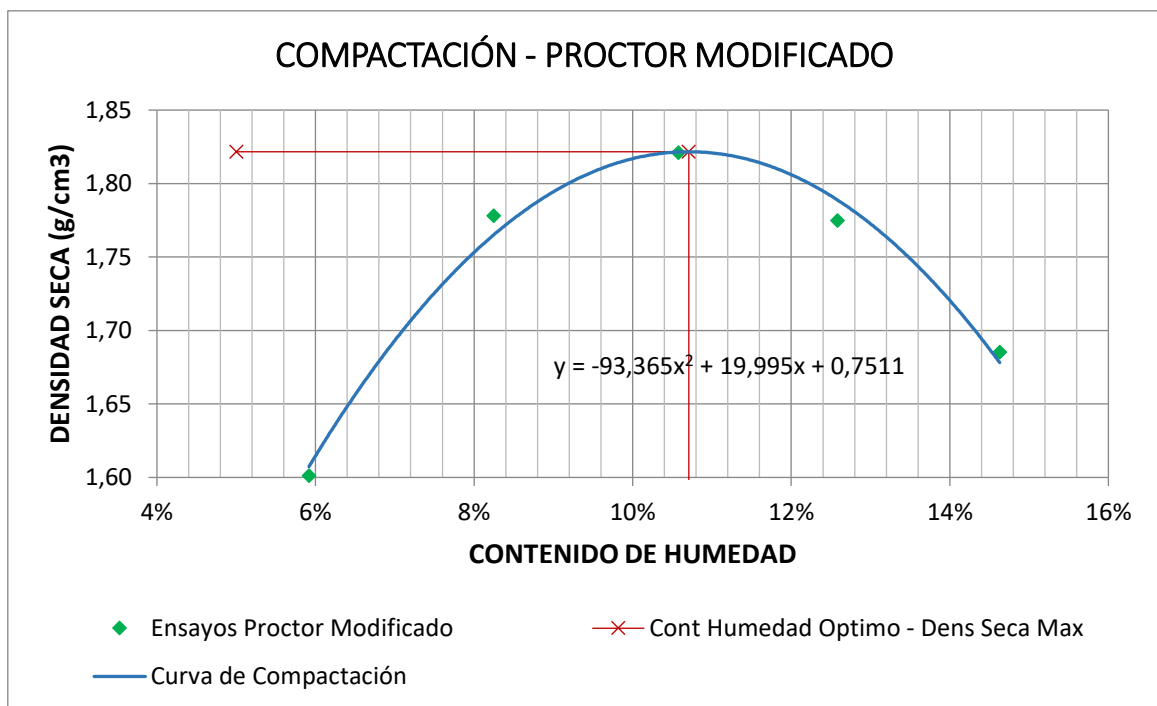
Peso del Agua (g)	4.44	4.6	5.28	3.9	7.68	5.11	6.89	8.99	6.54	10.3
		8		6						1
Peso de la Muestra Seca (g)	77.9	76.	65.4	46.	72.3	48.4	54.3	72.0	44.2	71.2
	4	24	4	99	5	7	2	0	0	9
Contenido de Humedad	5.70	6.1	8.07	8.4	10.6	10.5	12.6	12.4	14.8	14.4
	%	4%	%	3%	2%	4%	8%	9%	0%	6%
Contenido de Humedad Promedio		5.92%		8.25%		10.58%		12.59%		14.63%



Calicata C-04

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05
Número de Proctor Utilizado	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1
Diámetro del Molde (cm)	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64	11.64	11.64
Volumen del Molde (cm ³)	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31	2123.31
Peso del Molde (g)	6282.00	6269.00	6280.00	6279.00	6279.00
Peso del Molde + Muestra Compactada (g)	9883.00	10356.00	10556.00	10522.00	10381.00
Peso de la Muestra Compactada (g)	3601.00	4087.00	4276.00	4243.00	4102.00
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.70	1.92	2.01	2.00	1.93
Densidad Seca (g/cm³)	1.60	1.78	1.82	1.77	1.69

CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (g)	15.20	18.07	18.48	17.39	20.98	16.75	17.68	18.50	19.78	20.01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (g)	97.58	98.99	89.20	68.34	101.01	70.33	78.89	99.49	70.52	101.61
Peso de Capsula + Muestra Seca (g)	93.14	94.31	83.92	64.38	93.33	65.22	72.00	90.50	63.98	91.30
Peso del Agua (g)	4.44	4.68	5.28	3.96	7.68	5.11	6.89	8.99	6.54	10.31
Peso de la Muestra Seca (g)	77.94	76.24	65.44	46.99	72.35	48.47	54.32	72.00	44.20	71.29
Contenido de Humedad %	5.70%	6.14%	8.07%	8.43%	10.62%	10.54%	12.68%	12.49%	14.80%	14.46%
Contenido de Humedad Promedio	5.92%		8.25%		10.58%		12.59%		14.63%	

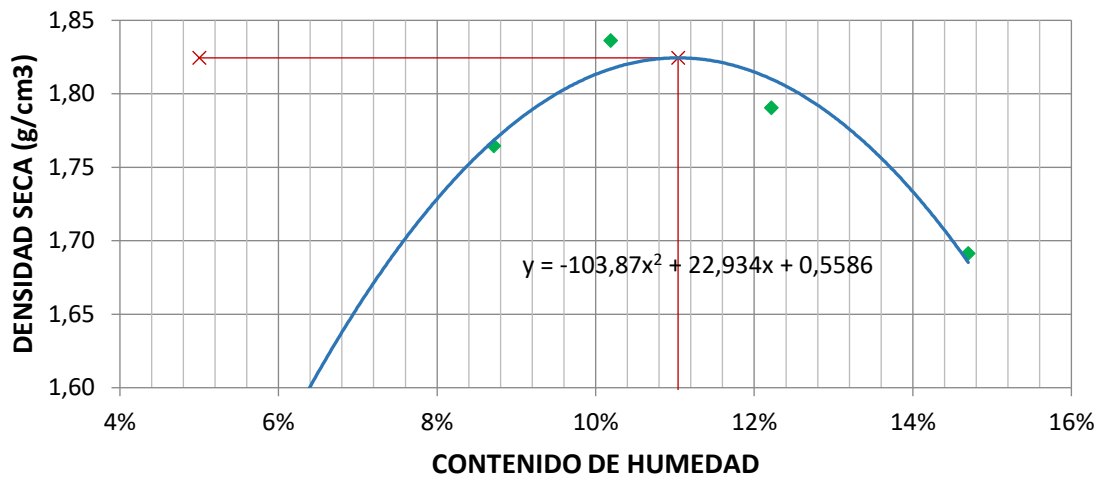


Calicata C-05

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05

Número de Proctor Utilizado	P-1		P-1		P-1		P-1		P-1	
Diámetro del Molde (cm)	15.24		15.24		15.24		15.24		15.24	
Altura del molde (cm)	11.64		11.64		11.64		11.64		11.64	
Volumen del Molde (cm ³)	2123.31		2123.31		2123.31		2123.31		2123.31	
Peso del Molde (g)	6279.00		6279.00		6279.00		6279.00		6279.00	
Peso del Molde + Muestra Compactada (g)	9701.00		10352.00		10575.00		10545.00		10398.00	
Peso de la Muestra Compactada (g)	3422.00		4073.00		4296.00		4266.00		4119.00	
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.61		1.92		2.02		2.01		1.94	
Densidad Seca (g/cm³)	1.52		1.76		1.84		1.79		1.69	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Aabajo	Arriba	Aabajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (g)	15.20	18.07	18.48	17.39	20.98	16.75	17.68	18.50	19.78	20.01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (g)	97.41	98.80	89.21	68.52	100.90	70.21	78.85	99.25	70.40	101.80
Peso de Capsula + Muestra Seca (g)	93.14	94.31	83.82	64.22	93.40	65.34	72.23	90.41	63.98	91.21
Peso del Agua (g)	4.27	4.49	5.39	4.30	7.50	4.87	6.62	8.84	6.42	10.59
Peso de la Muestra Seca (g)	77.94	76.24	65.34	46.83	72.42	48.59	54.55	71.91	44.20	71.20
Contenido de Humedad	5.48%	5.89%	8.25%	9.18%	10.36%	10.02%	12.14%	12.29%	14.52%	14.87%
Contenido de Humedad Promedio	5.68%		8.72%		10.19%		12.21%		14.70%	

COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO



- ◆ Ensayos Proctor Modificado
- x— Cont Humedad Optimo - Dens Seca Max
- Curva de Compactación

ANEXO 4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"

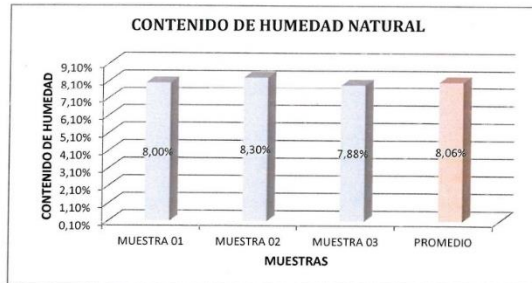
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
 Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
 Muestra: Sub-Rasante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-1
 Profundidad: 1,50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC F 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	15,87	20,96	16,11
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	99,30	71,18	77,05
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,12	67,33	72,60
Peso del Agua (gr)	6,18	3,85	4,45
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,25	46,37	56,49
Contenido de Humedad	8,00%	8,30%	7,88%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 8,06%

Rubén Darío Posca Centeno
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 213.150

Rubén Darío Posca Centeno
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alarcón
 Ing. Civil
 CIP: Nº 150046



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Yusco

Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra

Muestra: Sub-Rasante

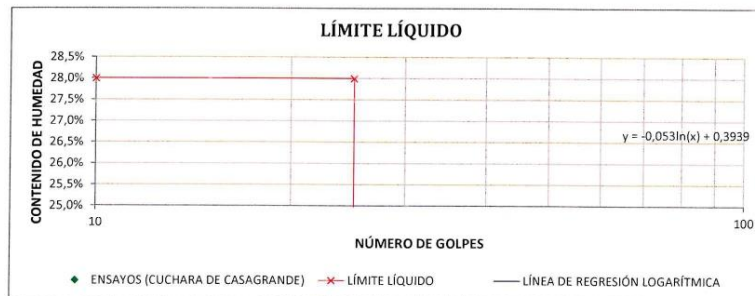
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	7,18	11,18	8,97	9,95
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	23,20	19,59	20,70	21,67
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	20,54	17,94	18,47	19,36
Peso del Agua (gr)	2,66	1,45	2,23	2,31
Peso de la Muestra Seca (gr)	13,36	6,76	9,50	9,41
Contenido de Humedad	19,91%	21,45%	23,47%	24,55%
Número de Golpes	36	29	22	15



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9,92	9,88	8,70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	13,38	13,28	13,66
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12,85	12,76	12,90
Peso del Agua (gr)	0,53	0,52	0,76
Peso de la Muestra Seca (gr)	2,93	2,88	4,20
Contenido de Humedad	18,09%	18,06%	18,10%



LÍMITE LÍQUIDO = 24,00%
LÍMITE PLÁSTICO = 18,00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 6,00%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CORPORACIÓN PROFESIONAL DEL CUSCO
INGENIERO CIVIL
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E. R. I.
Rubén Darío Pease Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Abarca
Ing. Civil
CIP. N° 150946c



ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y MATERIALES, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Mayas - Itzamal, Quiché 2022"

Ubicación: B. Base - Carretera Itzamal - Escuintla

Muestra: Sub-Basante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicada: C-1

Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (USCS)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACION	
De Granulometría	
% de Cienzas =	70,15%
% de Fines =	72,85%
% de Arena =	27,15%
% de Grava =	2,85%
% de Grava =	17,65%
Total =	20,15%
% de Grava =	12,60%
% de Arena =	87,40%
Total =	100,00%
Coficientes	
Cu =	-
Cc =	-
De Límites de Consistencia	
LL =	26,00%
LP =	16,00%
IP =	6,00%
Otros Datos	
Tipo =	Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACION DE SIMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENCAJOS DE LABORATORIO		SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS LIMPIAS			
Menos del 5% para la malla N° 200		GW	Grava bien graduada
Cu < 4.0, L < 0.3, C < 3		GP	Grava mal graduada
GRAVAS CON FINOS			
Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en malla N° 4		GM	Grava arcillosa
Más del 12% pasa la malla N° 200		GC	Grava arenosa
IP < 4 a abajo de la línea "A", en la carta de plasticidad		GC-GM	Grava limosa arcillosa
4 < IP < 7 y arriba de la línea "A", en la carta de plasticidad		GM-GM	Grava limosa arenosa
Cumple los criterios para GW y GM		GW-GC	Grava bien graduada con limo
Entre el 5 y 12% para malla N° 200		GW-GM	Grava mal graduada con limo
Cumple los criterios para GP y GC		GP-GC	Grava mal graduada con arcilla
Cumple los criterios para GP y GC		GP-GM	Grava mal graduada con arcilla
ARENAS LIMPIAS			
Menos del 5% para la malla N° 200		SP	Arena bien graduada
Cu < 6.0, L < 0.3		SM	Arena mal graduada
ARENAS CON FINOS			
El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla N° 4		SC	Arena arcillosa
Más del 12% para la malla N° 200		SW	Arena limosa
IP < 4 a abajo de la línea "A", en la carta de plasticidad		SW-SM	Arena bien graduada con limo
4 < IP < 7 y arriba de la línea "A", en la carta de plasticidad		SW-SM	Arena mal graduada con limo
Cumple los criterios para SW y SM		SW-SM	Arena bien graduada con arcilla
Entre el 5 y 12% para malla N° 200		SW-SM	Arena mal graduada con arcilla
Cumple los criterios para SP y SC		SP-SC	Arena mal graduada con arcilla
Cumple los criterios para SP y SC		SP-SC	Arena mal graduada con arcilla
LIQUIDOS Y ARCILLAS			
Límite Líquido menor que 50		ML	Limo de baja plasticidad
Inorgánicos		CL	Arcilla de baja plasticidad
Orgánicos		OL	Arcilla limosa
Límite Líquido no secado < 0.75		ML	Limo orgánico
Límite Líquido no secado > 0.75		CL	Arcilla orgánica
SUELOS DE PARTICULAS FINAS			
El 50% o más pasa la malla N° 200		MH	Limo de alta plasticidad
Límite Líquido 50 o mayor		CH	Arcilla de alta plasticidad
Inorgánicos		MH	Limo orgánico
Orgánicos		OH	Arcilla orgánica
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			
Principalmente materia orgánica de color oscuro		PT	Turba

CL - ML =	Arcilla limosa de baja plasticidad con arena
-----------	--

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Rodillo de neumáticos, 60 millo de peso de cubra



GEO MECANICAS DE SUELOS S.R.L.
Ruyger Darío Pérez Centeno
GERENTE



Leonel Ag. Civil
CIP. No 15009-RC

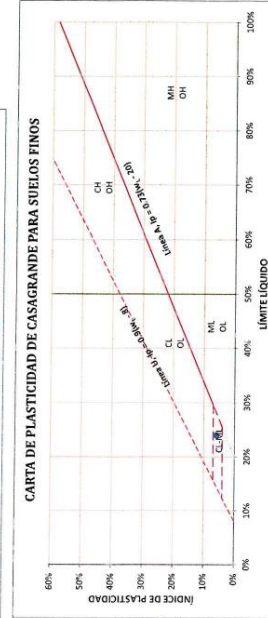
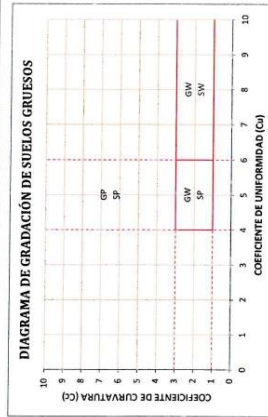
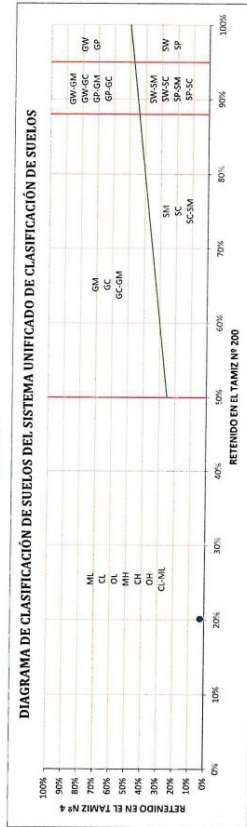


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
 SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con cenizas de fibra de maiz en carretera Miraflores - Negrí, Cusco - 2022"
 Ubicación: Miraflores-Urbambamba-Vusco
 Solicito: Sr. Biez Zanata Karen Alejandra
 Muestra: Sub-Basante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

Coleta: C-1
 Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUS)
 ASTM D-2487



CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERU
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL CUSCO
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ASISTENCIA TÉCNICA
 CIP 233150

Ruiger Darío Pérez Centeno
 GERENTE

Leonel Perche Alturca
 Ing. Civil
 CIP: N° 15309 C/E



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
- ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Marzas - Moray, Cusco-2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alejandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO

AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	De Límites de Consistencia
% que pasa el tamiz Nº 10 = 94,16%	LL = 24,00%
% que pasa el tamiz Nº 40 = 89,87%	LP = 18,00%
% que pasa el tamiz Nº 200 = 79,85%	IP = 6,07%
Otros Datos	
Tipo = Inorgánico	

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa el tamiz Nº 200)							MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)						
	A-1		A-3	A-2		A-2		A-4		A-5		A-6		A-7
GRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6		
SUB - GRUPOS														
% que pasa el tamiz: Nº 10 Nº 40 Nº 200	50 máx. 30 máx. 15 máx.	51 mín. 10 máx.		35 máx.	35 máx.			36 mín.	36 mín.	36 mín.				
Características del material que pasa el tamiz Nº 40														
Límite Líquido	6 máx.	6 máx.	No Plástico	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 10 máx.			41 mín. 11 mín.	
Índice de Plasticidad	0	0	0	0	0	0	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.			16 máx. 20 máx.	
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Gravas, arenas limosas y arcillosas			Suelos limosos		Suelos limosos		Suelos arcillosos			

A-4 (3) = Principalmente partículas finas limosas

OFICINA DE INGENIERÍA DEL PERÚ
CORPORATIVO DEL CUSCO
INGENIERÍA CIVIL
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Ruyán Darío Ponce Centeno
GERENTE

OFICINA DE INGENIERÍA DEL PERÚ
CORPORATIVO DEL CUSCO
INGENIERÍA CIVIL
CIP 150546



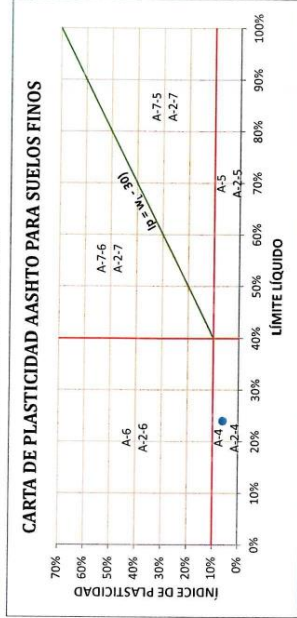
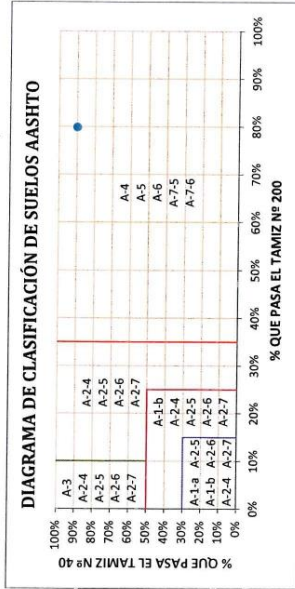
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES; CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
- ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alejandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Liso y Pata de Cabra



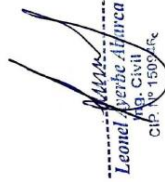
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO

F = 79.85	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz Nº 200
w _L = 24.00	w _L = Límite líquido
Ip = 6.00	Ip = Índice de plasticidad

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

a = F - 35	a = 44.85
b = F - 15	b = 64.85
c = w _L - 40	c = -16.00
d = Ip - 10	d = -4.00

IG = 3





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maraz-Moray-Urubamba-Vusco

Solicita: Dr. Baez Zamata Karen Alexandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

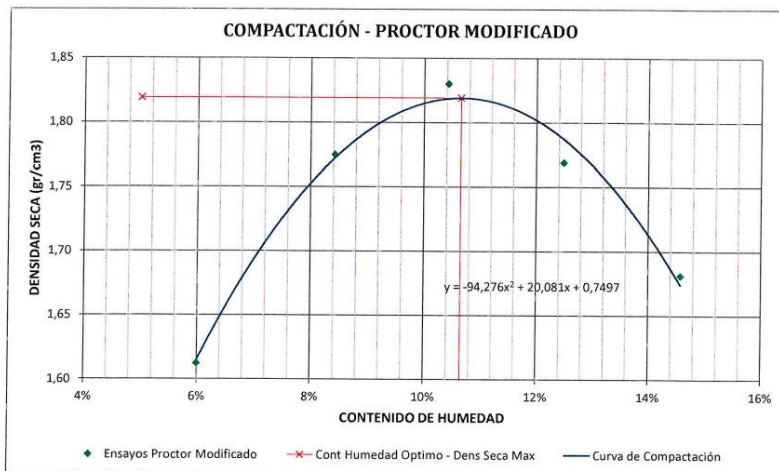
Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

MTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DÁTOS GENERALES	
Número de Capas =	5
Golpes por Capa =	56
Peso del Martillo =	4,54 Kg
Altura de Caída del Martillo =	45,72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05	
Número de Proctor Utilizado	P-1		P-1		P-1		P-1		P-1	
Diámetro del Molde (cm)	15,24		15,24		15,24		15,24		15,24	
Altura del molde (cm)	11,64		11,64		11,64		11,64		11,64	
Volumen del Molde (cm ³)	2123,31		2123,31		2123,31		2123,31		2123,31	
Peso del Molde (gr)	6279,00		6279,00		6279,00		6279,00		6279,00	
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	9908,00		10365,00		10570,00		10504,00		10369,00	
Peso de la Muestra Compactada (gr)	3629,00		4086,00		4291,00		4225,00		4090,00	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1,71		1,92		2,02		1,99		1,93	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,61		1,77		1,83		1,77		1,68	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	15,20	18,07	18,48	17,39	20,98	16,75	17,68	18,50	19,78	20,01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97,75	98,95	89,35	68,40	100,96	70,33	78,89	99,29	70,40	101,87
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,14	94,31	83,92	64,38	93,49	65,22	72,15	90,25	64,01	91,38
Peso del Agua (gr)	4,61	4,64	5,43	4,02	7,47	5,11	6,74	9,04	6,39	10,49
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,94	76,24	65,44	46,99	72,51	48,47	54,47	71,75	44,23	71,37
Contenido de Humedad	5,91%	6,09%	8,30%	8,56%	10,30%	10,54%	12,37%	12,60%	14,45%	14,70%
Contenido de Humedad Promedio	6,00%		8,43%		10,42%		12,49%		14,57%	



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,82 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 10,65%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE CUSCO
Ing. Leonel Gerbe Alvarca
INGENIERO CIVIL
CIP 213190

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E I.R.L.
Ruyán Darío Poaca Centeno
GERENTE

Leonel Gerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. Nº 150946



ESTUDIO DE MEJORA DE SUELOS, CONSULTAS Y MAQUINARIAS, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA
 ESTADÍSTICA, GEOTECNIA, GEOMECÁNICA, SUPERFICIALES Y OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN

Proyecto: Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibra de maíz en carretera Miraflores - Morón, Cusco - 2022

Solicitante: Dirección Regional de Cusco
 Muestra: Sub-Rasante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

Cálculo: C-1
 Profundidad: 1,50 m

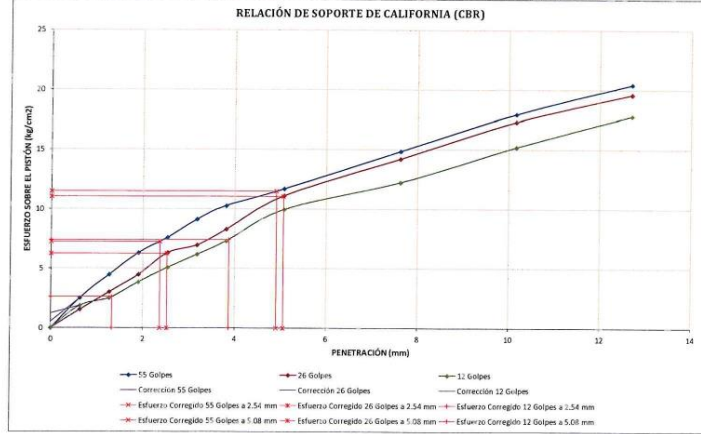
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 (MTC 330 - 2000) Escala en la Norma ASTM D-1585 y AASHTO T-192

DATOS GENERALES		DIMENSIONES DEL BOLDE	
Densidad Seca Mínima = 1,42 cm ³	Peso del Mástilo = 0,54 kg	Diámetro = 15,24 cm	
Contenido Humedad Óptimo = 10,05%	Altura del Casco del Mástilo = 45,72 cm	Altura = 17,75 cm	
Contenido Humedad Natural = 8,06%	Número de Capas = 8	Altura de la Muestra = 13,64 cm	
Área del Pistón = 20,27 cm ²	Altura del Disco Espalador = 8,14 cm	Volumen = 212,85 cm ³	

DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
	Peso del Molde (gr)	2572,00	2622,00	2610,00	2572,00	2622,00	2610,00	2572,00	2622,00
Peso del Molde + Muestra Compactada antes de la inmersión (gr)	11860,00	11788,00	11698,00	11860,00	11788,00	11698,00	11860,00	11788,00	11698,00
Peso del Molde + Muestra Compactada después de la inmersión (gr)	12000,00	11663,80	11892,00	12000,00	11663,80	11892,00	12000,00	11663,80	11892,00
Peso de la Muestra Absorbida (gr)	340,00	142,20	162,00	340,00	142,20	162,00	340,00	142,20	162,00
Peso de la Muestra Compactada antes de la inmersión (gr)	4388,00	4185,80	4028,00	4388,00	4185,80	4028,00	4388,00	4185,80	4028,00
Peso de la Muestra Compactada después de la inmersión (gr)	4425,00	4362,80	4278,00	4425,00	4362,80	4278,00	4425,00	4362,80	4278,00
Peso de la Muestra Seca (gr)	3750,64	3785,50	3894,33	3750,64	3785,50	3894,33	3750,64	3785,50	3894,33
Porcentaje de Absorción	3,10%	4,32%	5,18%	3,10%	4,32%	5,18%	3,10%	4,32%	5,18%
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,83	1,78	1,74	1,83	1,78	1,74	1,83	1,78	1,74
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUÉS DE LA INMERSIÓN									
	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de la Capsula (gr)	21,68	20,60	20,10	20,10	20,60	20,60	20,60	20,10	20,10
Peso de la Capsula + Muestra Humeda (gr)	78,85	56,87	105,78	80,54	78,95	75,65	67,80	72,81	102,28
Peso de la Capsula + Muestra Seca (gr)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Peso del Agua (gr)	6,15	6,00	9,38	7,29	6,95	6,71	6,64	6,26	10,18
Peso de la Muestra Seca (gr)	41,00	58,78	68,90	47,15	45,80	44,18	55,70	40,40	69,81
Contenido de Humedad	15,00%	10,37%	14,03%	15,46%	14,71%	15,19%	15,89%	15,47%	15,67%
Contenido de Humedad Promedio	13,47%	11,74%	14,52%	13,74%	13,24%	13,66%	13,74%	13,74%	14,12%
Porcentaje de Absorción Promedio	4,67%	5,84%	6,44%	4,67%	5,84%	6,44%	4,67%	5,84%	6,44%

DATOS DEL ENSAYO DE EXPANSIÓN		MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido Horas	Dial "0,001" mm	Deform. mm	% de Expansión	Dial "0,001" mm	Deform. mm	% de Expansión	Dial "0,001" mm	% de Expansión
02/02/2022	10:00	0 h. 00 min	0	0,000	0,00%	0	0,000	0,00%	0	0,00%
02/02/2022	10:51	14 h. 31 min	15	0,381	0,33%	21	0,533	0,46%	24	0,60%
04/02/2022	10:30	48 h. 30 min	25	0,815	0,74%	45	1,245	1,07%	60	1,524
06/02/2022	10:36	72 h. 36 min	48	1,233	1,05%	67	1,702	1,46%	80	2,068
06/02/2022	10:00	96 h. 00 min	52	1,323	1,13%	73	1,894	1,59%	108	2,233

DATOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN (CBR)		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Porción (kg/cm ²)	Dial "0,001" mm	Penetración mm	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	CBR %	Dial "0,001" mm	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	CBR %	Dial "0,001" mm	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	CBR %
0	0,000	0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00	
25	0,635	51	2,51			51	1,53			51	1,87		
50	1,270	51	4,49			61	3,01			51	2,52		
75	1,905	115	8,32			81	4,66			73	3,85		
100	2,540	154	7,60	10,01%		118	6,32	8,68%		103	5,08	7,23%	
125	3,175	185	9,13			141	6,86			125	6,17		
150	3,810	206	10,26			168	8,23			148	7,30		
175	4,445	221	11,45	11,01%		205	11,10	10,53%		200	10,77	9,45%	
200	5,080	301	14,85			288	14,22			248	12,24		
400	10,160	364	17,56			351	17,37			308	15,31		
500	12,700	414	20,42			397	19,59			363	18,81		



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 INGENIERO CIVIL
 CIP 213150

GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
 Rubén Darío Ponce Centeno
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
 Ing. Civil
 CIP. N° 150916c



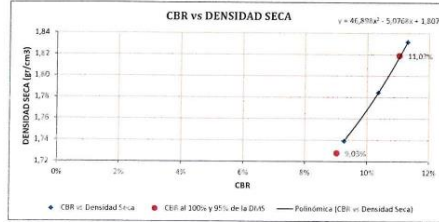
INSTITUCIÓN EDUCATIVA "GEO MECÁNICA DE SUELOS" S.A.S. INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE CALIDAD Y ANÁLISIS TECNOLÓGICO
 ESTABLECIMIENTO TECNOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Título: "Medimiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con senas de fibras de maíz en carretera Ibarra - Moray, Cusco - 2022"
 Unidad de Investigación: Geotecnia y Geomorfología
 Solución: Dr. Raimundo Torres Alvarado
 Asistente: Luis Rosales
 Fecha: FEBRERO 2022

ESPESOR: 0.1
 FRECUENCIA: 2.50 m

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 EN LA E-152 - 2005, EXISTE EN LA Norma ASTM D 1557 Y AASHTO T-193

CATEGORÍAS	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
	Penetr. Conseq	Esfuer. Conseq	CBR	Penetr. Conseq	Esfuer. Conseq	CBR	Penetr. Conseq	Esfuer. Conseq	CBR
Carga Unitaria Patrón	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%
70.31	2.540	2.47	10.62%	2.540	5.93	8.91%	2.540	5.16	7.84%
105.46	5.080	11.00	11.28%	5.080	10.92	10.35%	5.080	9.77	9.26%



RESULTADOS

Número de Golpes	Expansión	Aborción
55	1.13%	4.71%
26	1.55%	5.70%
12	1.92%	6.46%

Número de Golpes	CBR	Densidad Seca
55	11.28%	1.83 gr/cm ³
26	10.35%	1.78 gr/cm ³
12	9.03%	1.74 gr/cm ³

Densidad Seca (gr/cm ³)	CBR
1.83	11.28%
1.78	10.35%

CBR al 100% de la ESM	CBR al 55% de la DSI
11.08%	6.61%

Comprobación de resultados de CBR a 2.54 mm y 5.08 mm
 CBR (2.54 mm) > CBR (5.08 mm)
 10.62% > 11.28% FALSO

OBSERVACIONES: EL CBR DE DISEÑO SERÁ EL CORRIJIDAMENTE A 5.08 mm

CBR: 9.03%

CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERU
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL CUSCO
 INSTITUTO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 CIP 213150

GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.S.
 RUISEN DARIO POSECA CENTENO
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
 Ing. Civil
 CIP. N° 150046



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco

Solicita: Br. Bacz Zamata Karen Alexandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

D2: 2% CFM

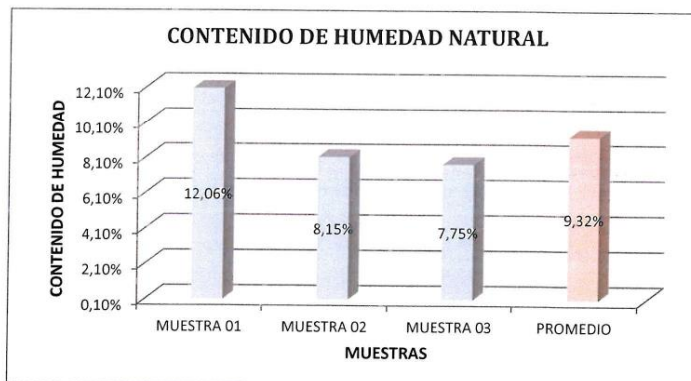
Calicata : C-1

Profundidad: 1,50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	15,87	20,96	16,11
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	102,30	71,10	76,98
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,00	67,32	72,60
Peso del Agua (gr)	9,30	3,78	4,38
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,13	46,36	56,49
Contenido de Humedad	12,06%	8,15%	7,75%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 9,32%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE CUSCO
INGENIERO CIVIL
CIP. 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Rubén Darío Ponce Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. Nº 150946c



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Ebez Zamate Karen Alejandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

I2: 2% CFM
Calicata: C-1
Profundidad: 1,50 m

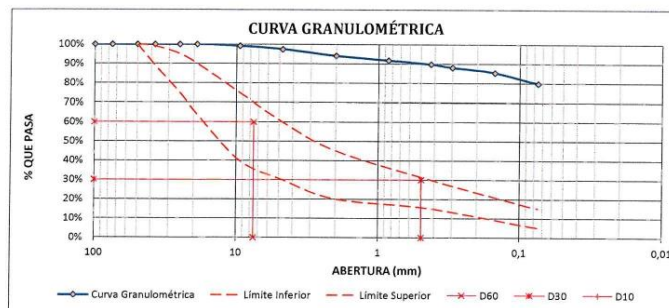
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-58

Antes del Lavado
Peso de la Muestra Seca = 1551,28 gr Peso de la Muestra Seca = 259,10 gr
% de Error en Peso = -25,54%

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0,00	326,3	0,00%	0,00%	100,00%
3"	75	0,00	326,30	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50	0,00	326,30	0,00%	0,00%	100,00%
1 1/2"	37,5	0,00	326,30	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25	0,00	326,30	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19	0,00	326,30	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	11,74	314,56	0,76%	0,76%	99,24%
Nº 4	4,75	27,64	286,92	1,78%	2,54%	97,46%
Nº 10	2	51,85	235,07	3,34%	5,88%	94,12%
Nº 20	0,850	36,52	198,55	2,35%	8,24%	91,76%
Nº 40	0,425	30,30	168,25	1,95%	10,19%	89,81%
Nº 50	0,300	26,92	141,33	1,74%	11,92%	88,08%
Nº 100	0,150	41,67	99,66	2,69%	14,61%	85,39%
Nº 200	0,075	87,10	12,56	5,61%	20,22%	79,78%
Cazuela	-	12,56	-	0,81%	-	-
Lavado	-	1292,18	-	78,97%	99,19%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		326,30		100,00%		

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 2,54%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 17,69%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 79,78%
Total: 100,00%

Fración Gruesa
% de grava = 12,55%
% de arena = 87,45%
Total = 100,00%



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	Tamaño Máximo Nominal = Nº 10
D60 = 7,54 mm	Cu = -
D30 = 0,49 mm	Cc = -
D10 = -	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ingeniero Civil
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Rulver Darío Posca Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. Nº 150946c



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA,
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco - 2022"

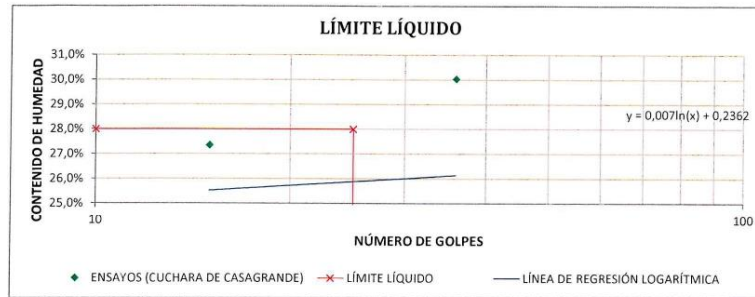
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Baez Zamata Keren Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D2: 2% CFM
Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	7,18	11,18	8,97	9,95
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	24,50	19,35	20,77	21,87
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	20,50	17,90	18,48	19,31
Peso del Agua (gr)	4,00	1,45	2,32	2,56
Peso de la Muestra Seca (gr)	13,32	6,72	9,48	9,36
Contenido de Humedad	30,03%	21,58%	24,47%	27,35%
Número de Golpes	36	29	22	15



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9,92	9,88	8,70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	13,30	13,10	13,66
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12,85	12,76	12,90
Peso del Agua (gr)	0,45	0,34	0,76
Peso de la Muestra Seca (gr)	2,93	2,88	4,20
Contenido de Humedad	15,36%	11,81%	18,10%



LÍMITE LÍQUIDO = 21,00%
LÍMITE PLÁSTICO = 15,00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 5,00%

CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERÚ
COLEGIO DE INGENIEROS DEL CUSCO
Ingeniero M. Sc. *[Firma]*
INGENIERÍA CIVIL
CIP 219150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
[Firma]
Rubén Darío Forca Centeno
GERENTE

[Firma]
Leonel Ayerbe Alarcón
Ing. Civil
CIP. Nº 150947c



ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y MATERIALES CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibra de maíz en carreteras rurales - Roray, Cusco 2022"
 Ubicación: Meru, Mpio. Huancabamba, Cusco
 Solicitante: B. Baez Zamada Karen Alejandra
 Muestra: Sub-Basante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

D2, 2% CFM
 Calicata: C-1
 Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (USCS)

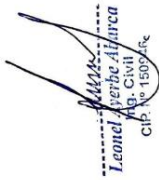
ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACION	
DE GRANOMETRIA	
% de Gravas =	20,22%
% de Arenas =	79,78%
Total =	100,00%
% de Grava =	2,54%
% de Arena =	17,69%
Total =	20,22%
Fracción Gruesa =	79,78%
% de Grava =	12,55%
% de Arena =	87,45%
Total =	100,00%
Coefficientes	
Cu =	0,075
De Límites de Consistencia	
LL =	21,00%
LP =	15,00%
IP =	6,00%
Otros Datos	
Tipo =	Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACION DE SIMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO		SIMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS Menos del 5% para la malla N° 200	Cu < 0,15 Cc < 3	GW	Grava bien graduada
GRAVAS CON FINOS Más del 5% de la fracción en la malla N° 200	IP < 4 o el abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava mal graduada
	4 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
SUELOS DE PARTICULAS GRUEBAS Más del 50% es retenido en la malla N° 200	Cumple los criterios para GW y GM	GC-GM	Grava limosa arcillosa
	Cumple los criterios para GW y GC	GW-GC	Grava bien graduada con limo
	Cumple los criterios para GW y GP	GP-GM	Grava mal graduada con limo
	Cumple los criterios para GP y GC	GC-GP	Grava mal graduada con arcilla
	Cumple los criterios para GP y GC-GM	GP-GM	Grava mal graduada con arcilla
ARENAS Menos del 5% para la malla N° 200	Cu < 6,0 Cc < 3	SP	Arena mal graduada
ARENAS CON FINOS El 50% o más de la fracción gruesa para la malla N° 4	IP < 4 o el abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
	4 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5% y 12% para malla N° 200	Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien graduada con limo
	Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla
	Cumple los criterios para SP y SC	SP-SC	Arena mal graduada con arcilla
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor que 50	IP < 4 o el abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
	4 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
SUELOS DE PARTICULAS FINAS El 50% o más pasa la malla N° 200	Límite Líquido no excede < 0,75	OL	Arcilla limosa
	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
	Límite Líquido 50 o mayor	CH	Arcilla de alta plasticidad
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS Principalmente materia orgánica de color oscuro	Límite Líquido no excede < 0,25	OH	Limo orgánico
		PT	Arcilla orgánica

CL - ML = Arcilla limosa de baja plasticidad con arena

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Escalfo de neumáticos, rodillo de patá (le cabra





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

RETIRADO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y VERIFICACIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibra de maíz en carreteras Moysa - Moray, Cusco - 2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Visco

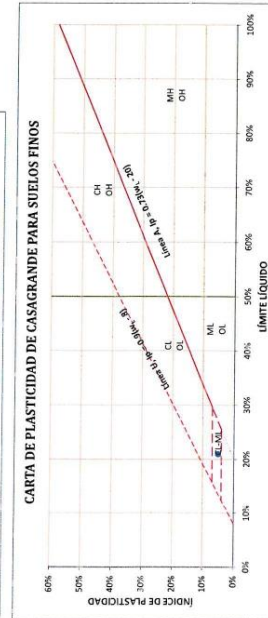
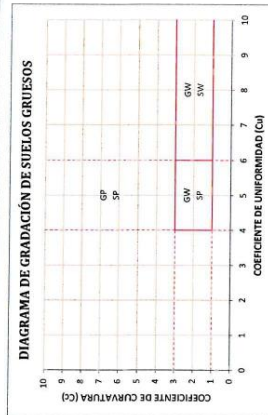
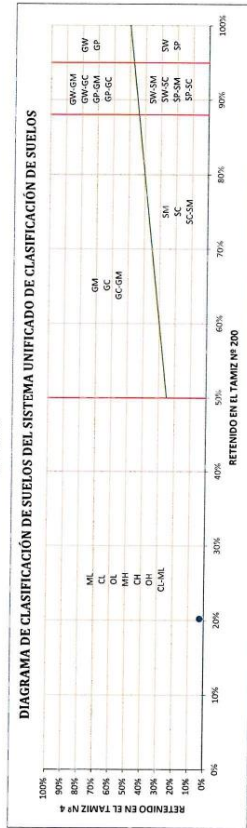
Solicitada: Br. Baez Zamata Karen Alexandra

Muestra: Sub-Basante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

D2 30 GMA
Culmen: C-1
Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUS) - ASTM D-2487



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS
INGENIERO EN GEOTECNIA
CIP: 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Ruyter Darío Fortes Centeno
GERENTE

Leonora Ayerbe Alvarca
ING. CIVIL
CIP: 130076

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco-2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D2: 2% CFM
Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	Otros Datos
% que pasa el tamiz Nº 10 = 94,12%	De Límites de Consistencia
% que pasa el tamiz Nº 40 = 89,81%	LL = 21,00%
% que pasa el tamiz Nº 200 = 79,78%	LP = 15,00%
	IP = 5,02%

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa el tamiz Nº 200)							MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)			
	A-1		A-3	A-2		A-4		A-5	A-6	A-7	
GRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7
SUB - GRUPOS											A-7-5 A-7-6
% que pasa el tamiz: Nº 10 Nº 40 Nº 200	50 máx. 30 máx. 15 máx.		51 mín. 10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz Nº 40			No Plástico					40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 10 máx.	41 mín. 11 mín.
Límite Líquido	6 máx.							4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.
Índice de Plasticidad	0							4 máx.	4 máx.	4 máx.	20 máx.
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Gravas, arenas limosas y arcillosas			Suelos limosos		Suelos arcillosos		

A-4 (3) = Principalmente partículas finas limosas

INSTITUTO NACIONAL DE INGENIERÍA
INPE
CALLE DE INGENIEROS DEL PERÚ
CORREO ELECTRÓNICO: INPE@INPE.GOV.PE
TELÉFONO: 011 4760000
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.R.L.
RUIYER DARIO FORCA CONTIÑO
GERENTE

LEONEL AYERBE ALFARCA
ING. CIVIL
CIP Nº 150976



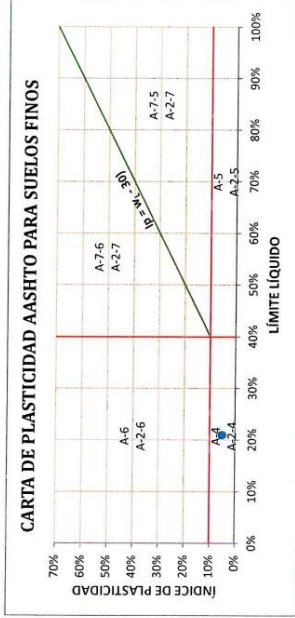
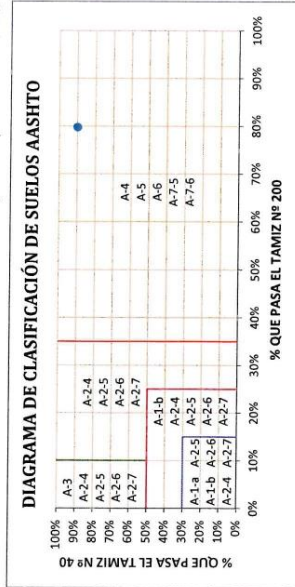
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D2: 2% CFM
Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Liso y Pata de Cabra



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO

F = 79,78	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz Nº 200
w _l = 21,00	w _l = Límite líquido
Ip = 5,00	Ip = Índice de plasticidad

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

a = F - 35	a = 44,78
b = F - 15	b = 64,78
c = w _l - 40	c = -19,00
d = Ip - 10	d = -5,00

$IG = 3$





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco

Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

D2: 2% C/M

Calicata : C-1

Profundidad: 1,50 m

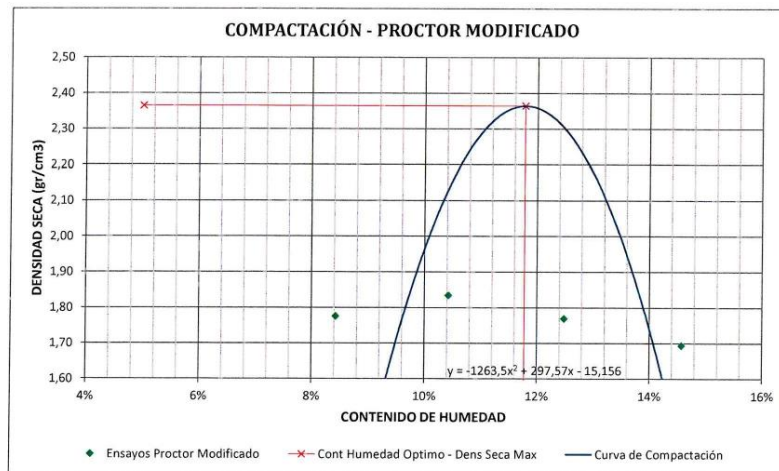
RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

MTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DATOS GENERALES	
Número de Capas =	5
Golpes por Capa =	56
Peso del Martillo =	4,54 Kg
Altura de Caída del Martillo=	45,72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05
Número de Proctor Utilizado	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1
Diámetro del Molde (cm)	15,24	15,24	15,24	15,24	15,24
Altura del molde (cm)	11,64	11,64	11,64	11,64	11,64
Volumen del Molde (cm ³)	2123,31	2123,31	2123,31	2123,31	2123,31
Peso del Molde (gr)	6279,00	6279,00	6279,00	6279,00	6279,00
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	1025,00	10368,00	10579,00	10505,00	10400,00
Peso de la Muestra Compactada (gr)	-5254,00	4089,00	4300,00	4276,00	4121,00
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	-2,47	1,93	2,03	1,99	1,94
Densidad Seca (gr/cm ³)	-2,34	1,78	1,83	1,77	1,69

CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	15,20	18,07	18,48	17,39	20,98	16,75	17,68	18,50	19,78	20,01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97,77	98,95	89,35	68,40	100,96	70,33	78,89	99,29	70,40	101,87
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,33	94,31	83,92	64,38	93,49	65,22	72,15	90,25	64,01	91,38
Peso del Agua (gr)	4,44	4,64	5,43	4,02	7,47	5,11	6,74	9,04	6,39	10,49
Peso de la Muestra Seca (gr)	78,13	76,24	65,44	46,99	72,51	48,47	54,47	71,75	44,23	71,37
Contenido de Humedad	5,68%	6,09%	8,30%	8,56%	10,30%	10,54%	12,37%	12,60%	14,45%	14,70%
Contenido de Humedad Promedio	5,88%		8,43%		10,42%		12,49%		14,57%	



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,36 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 11,78%

UNIVERSIDAD DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO REGULADOR U.I.P.
INGENIERO CIVIL
CIP 233150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Rubén Darío Ponce Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. Nº 150946



ESTADÍSTICA DE SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S. - INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA
ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con cenizas de foras de maíz en carretera Marín - Tarma, Cusco - 2022"

Elaborado: Ing. Dario Poace Centeno

Revisado: Dr. Erick Domínguez Alvarado

Instituto: Solsoluz

Fecha: FEBRERO DEL 2022

Ed. 1.º CFM

Edición: 1.º

Profundidad: 1.50m

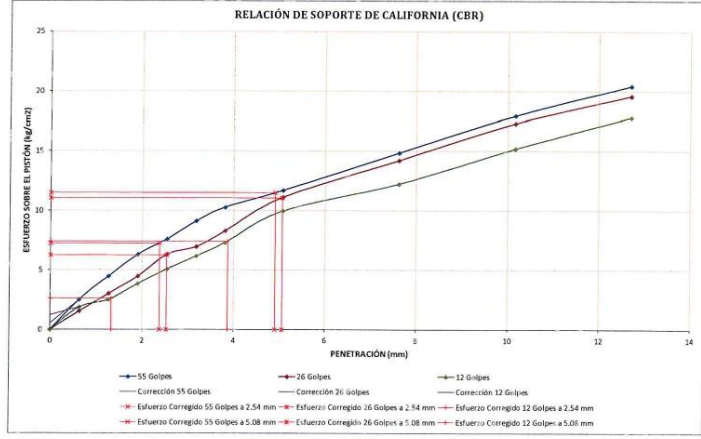
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
MTC E-153 - 2001, Base sobre Norma ASTM D 1557 y AASHTO T 193

DATOS GENERALES		DIMENSIONES DEL MOLDE	
Densidad Seca Máxima = 2,36 cm ³	Peso del Martillo = 7,54 kg	Diámetro = 15,24 cm	
Contenido Humedad Óptimo = 13,74%	Albura de la Caja del Martillo = 45,72 cm	Altura = 17,78 cm	
Contenido Humedad Natural = 8,23%	Número de Golpes = 5	Altura de la Muestra = 11,14 cm	
Área del Pistón = 20,7 cm ²	Altura del Disco Equivalente = 0,14 cm	Volumen = 1123,83 cm ³	

DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
	Peso del Molde + Muestra Compaction antes de la inmersión (gr)	Peso del Molde + Muestra Compaction después de la inmersión (gr)	Peso del Agua Absorbida (gr)	Peso del Molde + Muestra Compaction antes de la inmersión (gr)	Peso del Molde + Muestra Compaction después de la inmersión (gr)	Peso del Agua Absorbida (gr)	Peso del Molde + Muestra Compaction antes de la inmersión (gr)	Peso del Molde + Muestra Compaction después de la inmersión (gr)	Peso del Agua Absorbida (gr)
Peso del Molde + Muestra Compaction antes de la inmersión (gr)	11872,00	11786,50	13490,50	11872,00	11786,50	13490,50	11872,00	11786,50	13490,50
Peso del Molde + Muestra Compaction después de la inmersión (gr)	12000,00	11913,40	13618,45	12000,00	11913,40	13618,45	12000,00	11913,40	13618,45
Peso del Agua Absorbida (gr)	127,00	137,10	145,95	127,00	137,10	145,95	127,00	137,10	145,95
Peso de la Muestra Compaction antes de la inmersión (gr)	4900,00	4822,20	4958,00	4900,00	4822,20	4958,00	4900,00	4822,20	4958,00
Peso de la Muestra Compaction después de la inmersión (gr)	4429,50	4361,40	4477,55	4429,50	4361,40	4477,55	4429,50	4361,40	4477,55
Peso de la Muestra Seca (gr)	3911,67	3786,02	3856,12	3911,67	3786,02	3856,12	3911,67	3786,02	3856,12
Porcentaje de Absorción	3,25%	4,42%	5,15%	3,25%	4,42%	5,15%	3,25%	4,42%	5,15%
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,84	1,78	1,78	1,84	1,78	1,78	1,84	1,78	1,78
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSION									
	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de la Caja (gr)	37,68	39,60	40,30	37,68	39,60	40,30	37,68	39,60	40,30
Peso de la Caja + Muestra Humeda (gr)	76,11	76,15	106,76	76,11	76,15	106,76	76,11	76,15	106,76
Peso de la Caja + Muestra Seca (gr)	72,18	72,70	94,00	72,18	72,70	94,00	72,18	72,70	94,00
Peso del Agua (gr)	4,93	3,45	12,76	4,93	3,45	12,76	4,93	3,45	12,76
Peso de la Muestra Seca (gr)	46,05	50,25	69,00	46,05	50,25	69,00	46,05	50,25	69,00
Contenido de Humedad	11,00%	13,76%	13,80%	11,00%	13,76%	13,80%	11,00%	13,76%	13,80%
Contenido de Humedad Promedio	12,23%			15,13%			15,76%		
Porcentaje de Absorción	3,91%			5,21%			6,44%		
Porcentaje de Absorción Promedio	3,58%			5,22%			5,79%		

DATOS DEL ENSAYO DE EXPANSION		MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06			
Fecha	Hora	Horas	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de
06/02/2022	10:00	0 h 00 min	0	0,000	0,0%	0	0,000	0,0%	0	0,000	0,0%
07/02/2022	10:30	24 h 31 min	15	0,381	0,38%	21	0,538	0,46%	35	0,610	0,57%
08/02/2022	10:30	48 h 30 min	31	0,880	0,70%	48	1,245	1,07%	60	1,524	1,31%
09/02/2022	10:30	72 h 30 min	48	1,228	1,05%	67	1,702	1,40%	81	2,082	1,75%
10/02/2022	10:00	96 h 00 min	52	1,321	1,13%	72	1,554	1,59%	88	2,285	1,92%

DATOS DEL ENSAYO DE PENETRACION (CBR)		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03				
Carga Unitaria	Dial	Penetración	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR
0	0,000	0	0	0	0,00	0,00%	0	0	0,00	0,00%	0	0	0,00	0,00%
25	0,635	5,1	1,7	91	3,61	1,57%	91	3,61	1,57%	1,57%	91	3,61	1,57%	
50	1,270	9,1	4,49	172	6,92	3,15%	172	6,92	3,15%	3,15%	172	6,92	3,15%	
75	1,905	13,6	6,72	253	10,15	4,42%	253	10,15	4,42%	4,42%	253	10,15	4,42%	
100	2,540	18,1	8,95	334	13,60	5,88%	334	13,60	5,88%	5,88%	334	13,60	5,88%	
125	3,175	22,6	11,18	415	16,65	7,35%	415	16,65	7,35%	7,35%	415	16,65	7,35%	
150	3,810	27,1	13,41	496	19,70	8,71%	496	19,70	8,71%	8,71%	496	19,70	8,71%	
200	5,080	36,6	18,56	677	27,08	11,60%	677	27,08	11,60%	11,60%	677	27,08	11,60%	
300	7,620	54,9	27,84	1011	40,44	17,60%	1011	40,44	17,60%	17,60%	1011	40,44	17,60%	
400	10,160	73,2	37,07	1346	53,84	23,50%	1346	53,84	23,50%	23,50%	1346	53,84	23,50%	
500	12,700	91,5	46,30	1681	67,24	29,40%	1681	67,24	29,40%	29,40%	1681	67,24	29,40%	



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO REGULADOR
INGENIERO CIVIL
INGENIERO ESPECIAL
CIP 213150

GMS
GEO MECANICA DE SUELOS E.I.R.L.
Ruben Dario Poace Centeno
GERENTE

Leonel Gerber Alvarca
Ing. Civil
CIP. Nº 150946



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"

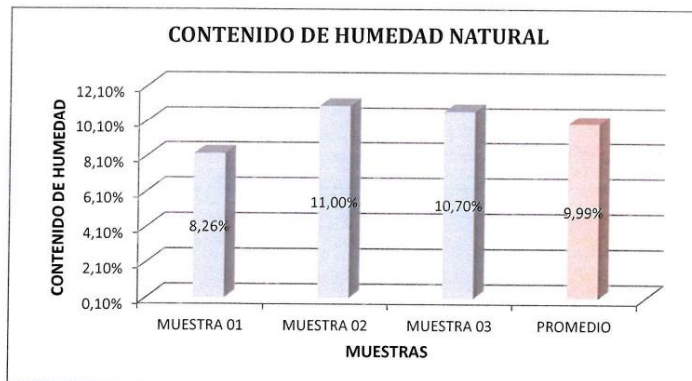
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Bacz Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D3: 5% CFM
Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	15,87	20,96	16,11
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	99,50	71,42	77,98
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,12	66,42	72,00
Peso del Agua (gr)	6,38	5,00	5,98
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,25	45,46	55,89
Contenido de Humedad	8,26%	11,00%	10,70%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 9,99%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CUSCO
Ing. *[Signature]*
INGENIERO CIVIL
CIP 213150

GMS
GEO MECANICA DE SUELOS S.A.S.
[Signature]
Ruber Darío Ponce Centeno
GERENTE

[Signature]
Leonel Ayerbe Alarca
Ing. Civil
CIP. N° 150946



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamate Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022
D.S. Nº: CFM
Calicata: C-1
Profundidad: 1,50 m

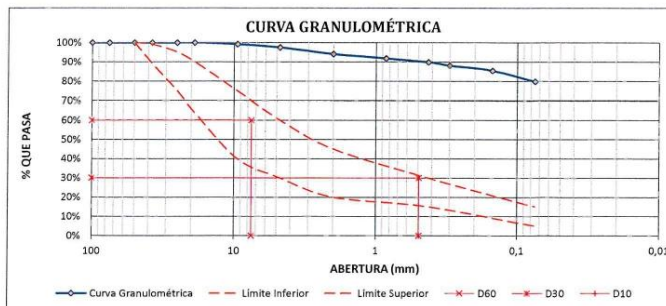
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del Lavado
Peso de la Muestra Seca = 1551,28 gr
Peso de la Muestra Seca = 259,10 gr
% de Error en Peso = -31,06%

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0,00	339,6	0,00%	0,00%	100,00%
3"	75	0,00	339,58	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50	0,00	339,58	0,00%	0,00%	100,00%
1 1/2"	37,5	0,00	339,58	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25	0,00	339,58	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19	0,00	339,58	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	11,72	327,86	0,76%	0,76%	99,24%
Nº 4	4,75	27,61	300,25	1,78%	2,54%	97,46%
Nº 10	2	51,25	249,00	3,30%	5,84%	94,16%
Nº 20	0,850	36,15	212,85	2,33%	8,17%	91,83%
Nº 40	0,425	30,38	182,47	1,96%	10,13%	89,87%
Nº 50	0,300	26,93	155,54	1,74%	11,86%	88,14%
Nº 100	0,150	41,62	113,92	2,68%	14,55%	85,45%
Nº 200	0,075	86,90	27,02	5,60%	20,15%	79,85%
Cazuela	-	27,02	-	1,74%	-	-
Lavado	-	1292,18	-	78,11%	98,26%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		339,58		100,00%		

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 2,54%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 17,61%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 79,85%
Total: 100,00%

Fración Gruesa
% de grava = 12,58%
% de arena = 87,42%
Total = 100,00%



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	Tamaño Máximo Nominal = Nº 10
D60 = 7,54 mm	Cu = -
D30 = 0,49 mm	Cc = -
D10 = -	



GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Rubén Darío Posca Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alarcón
Ing. Civil
CIP Nº 150046



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA,
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco - 2022"

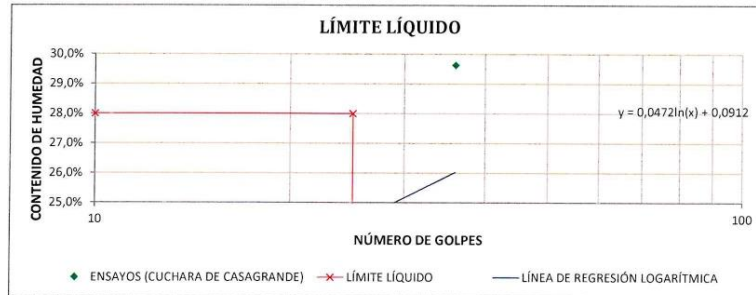
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Musco
Solicita: Br. Baez Zamata Keren Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D3: 5% CFM
Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	7,18	11,18	8,97	9,95
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	23,28	19,39	20,52	21,64
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	19,60	17,94	18,47	19,38
Peso del Agua (gr)	3,68	1,45	2,05	2,26
Peso de la Muestra Seca (gr)	12,42	6,76	9,50	9,43
Contenido de Humedad	29,63%	21,45%	21,58%	23,97%
Número de Golpes	36	29	22	15



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9,92	9,88	8,70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	13,29	13,27	13,67
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12,85	12,75	12,91
Peso del Agua (gr)	0,44	0,52	0,76
Peso de la Muestra Seca (gr)	2,93	2,87	4,21
Contenido de Humedad	15,02%	18,12%	18,05%



LÍMITE LÍQUIDO = 21,00%
LÍMITE PLÁSTICO = 17,00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 4,00%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO PROFESIONAL
Ingeniero Civil
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Ruyar Darío Ponce Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. N° 150916c



Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibra de maíz en carretera Niwas - Noray, Cusco 2022"
 Ubicación: Mará Niwas, Uchis, distrito de Niwas
 Muestra: Sub-Basante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA,
 SUPERVISIÓN Y REGISTRO DE OBRAS CIVILES

D3: 5% CH
 Calicera: C-1
 Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUS)
 ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACION	
De Granulometría	
% de Cienzas =	20,15%
% de Arena =	79,85%
Total =	100,00%
% de Grava =	2,54%
% de Arena =	17,61%
Total =	20,15%
Fracción Gruesa	
% de Grava =	12,56%
% de Arena =	87,44%
Total =	100,00%
Coefficientes	
Coef. =	
De Límites de Consistencia	
LL =	21,00%
LP =	17,00%
IP =	4,00%
Otros Datos	
Tipo = Inorgánico	

CRITERIOS PARA LA ASIGNACION DE SIMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO		SIMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS LIMPIAS Circ. 4 a 1, Cc > 3			
Menos del 5% pasa la malla N° 200		GV	Grava bien graduada
Más del 5% de la fracción en la malla N° 4		GM	Grava mal graduada
GRAVAS CON FINOS Circ. 4 a 1, Cc > 3			
Más del 12% de la fracción en la malla N° 200		GC	Grava arcillosa
Más del 50% de la fracción en la malla N° 4		GC-GM	Grava limosa arcillosa
SUELOS DE PARTICULAS FINAS			
SUELOS DE GRUESES Más del 50% es retenido en la malla N° 200			
GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N° 200			
Completar los criterios para GW y GM		GW-GC	Grava bien graduada con limo
Completar los criterios para GP y GC-GM		GP-GC	Grava mal graduada con limo
ARENAS LIMPIAS Circ. 6 a 1, Cc > 3			
Menos del 5% pasa la malla N° 200		SP	Areña bien graduada
Más del 12% de la fracción gruesa para la malla N° 4		SM	Areña limosa
Más del 50% de la fracción gruesa para la malla N° 4		SC	Areña arcillosa
ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% para malla N° 200			
Completar los criterios para SW y SC		SW-SM	Areña bien graduada con limo
Completar los criterios para SW y SC		SW-SC	Areña mal graduada con limo
Completar los criterios para SW y SC		SP-SM	Areña bien graduada con arcilla
Completar los criterios para SW y SC		SP-SC	Areña mal graduada con arcilla
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor que 50			
Inorgánicos		ML	Limo de baja plasticidad
Orgánicos		OL	Limo orgánico
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido 50 o mayor			
Inorgánicos		MH	Limo de alta plasticidad
Orgánicos		OH	Limos orgánicos
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS Principalmente materia orgánica de color oscuro			
		PT	Turba

CL-ML = Arcilla limosa de baja plasticidad con arena

El Equipo Ideal de Compactación que recomendamos la ASTM para este tipo de suelo es: Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cebra



GMS
 GEO MECANICA DE SUELOS S.A.S.
 Rubén Darío Porco Centeno
 GERENTE

Leonel Berbe Altamira
 Ag. Civil
 CIP. N° 15009 Ar.c



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

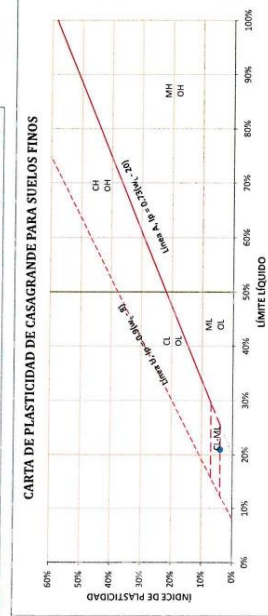
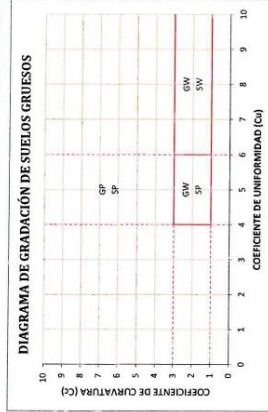
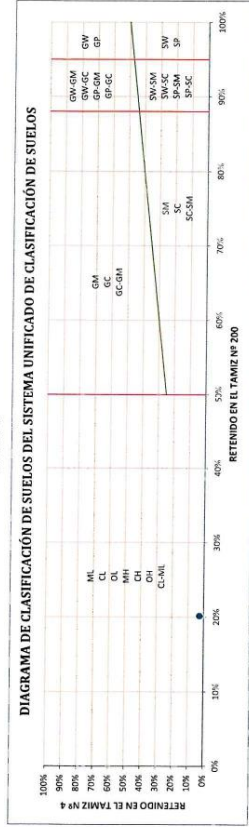
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y VERIFICACIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carreteras Marías - Norchí, Cuzco - 2022"
 Ubicación: Marías-Moray/Unibamba-Vusco
 Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alejandra
 Muestra: Sub-Basante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

DISEÑO: GFM
 Calicata: C.1
 Profundidad: 1,70 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (USCS)

ASTM D-2487



GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS BAR L
 Ruyán Darío Porca Centeno
 GERENTE

[Firma]
 Leonel Berbe Alanca
 Ing. Civil
 CIP N° 15094 Fc



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitada: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D3: 5% CFM
Calicata: C-1
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	Otros Datos
% que pasa el tamiz Nº 10 = 94,16%	De Límites de Consistencia LL = 21,00%
% que pasa el tamiz Nº 40 = 89,87%	LP = 17,00%
% que pasa el tamiz Nº 200 = 79,85%	IP = 4,00%

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa el tamiz Nº 200)							MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)				
	A-1		A-3	A-2		A-4		A-5	A-6	A-7		
GRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6
SUB - GRUPOS												
% que pasa el tamiz: Nº 10	50 máx.											
Nº 40	30 máx.	51 mín.										
Nº 200	15 máx.	10 máx.		35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz Nº 40												
Límite Líquido	6 máx.	No Plástico		40 máx.	41 míf.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	41 mín.
Índice de Plasticidad	0			10 máx.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de Grupo	0	0		0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.	20 máx.
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Gravas, arenas limosas y arcillosas			Suelos limosos		Suelos arcillosos			

A-4 (3) = Principalmente partículas finas limosas

COMITÉ DE INGENIERÍA DEL PERU
COMITÉ DE INGENIERÍA CIVIL
ING. FRANCISCO ALFARO
CIP 213350/01

GMS
GEO MECANICA DE SUELOS PERU
Ruyter Darío Porco Cerbano
GERENTE

Leonel Sergio Alvarca
ING. CIVIL
CIP Nº 16094/As



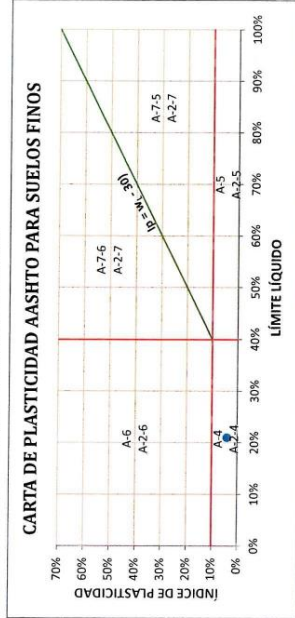
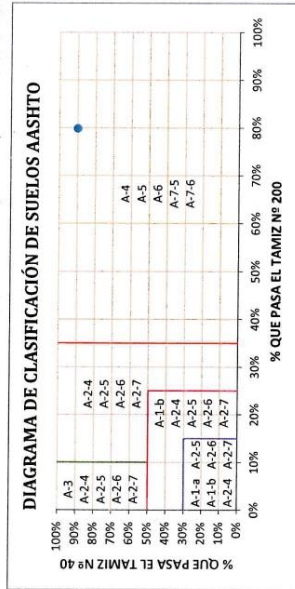
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

DS: 5% CFM
Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Liso y Pata de Cabra



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO

F = 79.85	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz Nº 200
w _L = 21,00	w _L = Límite líquido
Ip = 4,00	Ip = Índice de plasticidad

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

a = F - 35	a = 44.85	a = 40.00
b = F - 15	b = 64.85	b = 40.00
c = w _L - 40	c = -15.00	c = 0.00
d = Ip - 10	d = -6.00	d = 0.00

IG = 3





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA,
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"

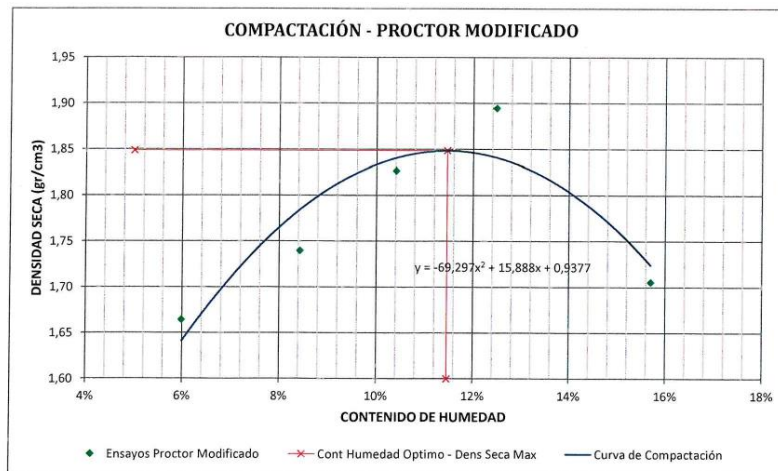
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vucce
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alejandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DE 2022

D3: 5% CIM
Calicata: C-1
Profundidad: 1,50 m

RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)
MTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DATOS GENERALES	
Número de Capas =	5
Golpes por Cepa =	56
Peso del Martillo =	4,54 Kg
Altura de Caída del Martillo =	45,72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05					
Número de Proctor Utilizado	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1					
Diámetro del Molde (cm)	15,24	15,24	15,24	15,24	15,24					
Altura del molde (cm)	11,64	11,64	11,64	11,64	11,64					
Volumen del Molde (cm ³)	2123,31	2123,31	2123,31	2123,31	2123,31					
Peso del Molde (gr)	6279,00	6279,00	6279,00	6279,00	6279,00					
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	10025,00	10285,00	10562,00	10804,77	10469,12					
Peso de la Muestra Compactada (gr)	3746,00	4006,00	4283,00	4525,77	4190,12					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1,76	1,89	2,02	2,13	1,97					
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,66	1,74	1,83	1,89	1,71					
CONTENIDO DE HUMEDAD		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso de Capsula (gr)	15,20	18,07	18,48	17,39	20,98	16,75	17,68	18,50	19,78	20,01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97,74	95,95	89,36	68,40	100,95	70,33	78,89	99,29	70,40	101,87
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,13	94,32	83,92	64,38	93,49	65,22	72,15	90,25	64,01	90,00
Peso del Agua (gr)	4,61	4,63	5,44	4,02	7,46	5,11	6,74	9,04	6,39	11,87
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,93	76,25	65,44	46,99	72,51	48,47	54,47	71,75	44,23	69,99
Contenido de Humedad	5,92%	6,07%	8,31%	8,56%	10,29%	10,54%	12,37%	12,60%	14,45%	16,96%
Contenido de Humedad Promedio	5,99%		8,43%		10,42%		12,49%		15,70%	



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,85 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 11,46%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CORREO ELECTRÓNICO: INTCUSCO@GMAIL.COM
INGENIERO CIVIL
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Ruven Darío Poace Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. Nº 150956



LABORATORIO DE SUELOS, GEOTECNIA Y MATERIALES - DIVISION DE CALIDAD Y CONTROL TECNICO
ESTADONUMERO 1505, CALLE LOS RIOS, TUPAC KATIPAC, LIMA, PERU

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con cenizas de fibras de maíz en carretera Maray - Ilmoré, Cusco - 2022"

Ubicación: Distrito de Maray, Cusco, Perú

Diseño: Ing. Evaristo Zamora Karamba

Alfombrado: Solsol

Fecha: FEBRERO DEL 2022

Dib. N.º: CH1

Calidad: C-1

Escala: 1:100

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
NTC 1152 - 2010, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-99

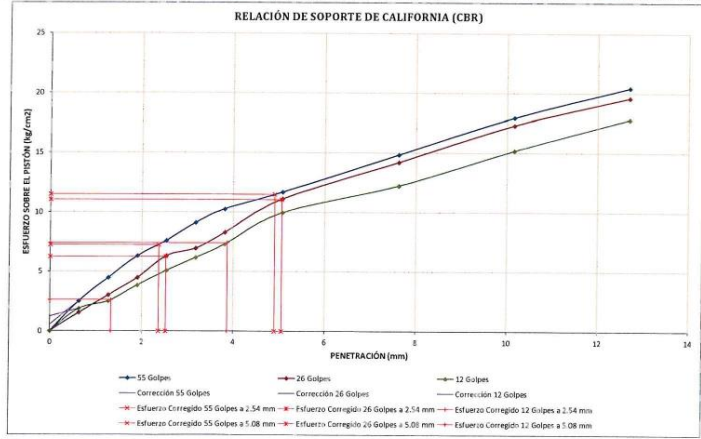
DATOS GENERALES		DIMENSIONES DEL MOLDE	
Densidad Seca Máxima = 1.85 cm ³	Peso del Martillo = 4.54 kg	Diámetro = 15.24 cm	
Contenido Humedad Óptimo = 11.46%	Altura de Caída del Martillo = 65.72 cm	Altura = 17.76 cm	
Contenido Humedad Natural = 5.35%	Número de Golpes = 5	Altura de la Muestra = 11.44 cm	
Área del Pistón = 20.7 cm ²	Altura del Disco Esférico = 6.14 cm	Volumen = 123.61 cm ³	

DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN		MUESTRA 04		MUESTRA 05		MUESTRA 06	
Peso del Molde (gr)		1172.00		1172.00		1172.00	
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)		1189.00		1178.00		1185.00	
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)		1202.40		1193.50		1188.50	
Peso del Agua Absorbida (gr)		162.00		175.10		183.50	
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)		428.00		418.00		408.00	
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)		485.00		493.50		492.50	
Peso de la Muestra Seca (gr)		388.50		378.50		385.00	
Porcentaje de Absorción		4.17%		4.63%		5.15%	
Densidad Seca (gr/cm ³)		1.83		1.78		1.74	

CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSION		Arriba		Medio		Abajo	
Peso de Capas (gr)		20.60	20.60	20.10	20.30	20.40	20.40
Peso de Capas + Muestra Humeda (gr)		76.63	66.67	105.75	80.54	76.85	67.59
Peso de Capas + Muestra Seca (gr)		70.00	68.88	66.00	72.35	72.10	70.68
Peso del Agua (gr)		6.63	-2.12	39.75	8.19	4.70	-3.09
Peso de la Muestra Seca (gr)		44.32	58.25	69.80	43.15	45.00	48.18
Contenido de Humedad		15.46%	13.71%	14.01%	11.4%	14.74%	15.18%
Contenido de Humedad Promedio		14.41%		15.11%		15.80%	
Porcentaje de Absorción		14.7%		14.7%		15.1%	
Porcentaje de Absorción Promedio		4.29%		4.88%		5.09%	

DATOS DEL ENSAYO DE EXPANSION		MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
Fecha	Hora	Horas	Expansión	% de	Expansión	% de	Expansión	% de		
16/02/2022	10:00	0 h 00 min	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%		
17/02/2022	10:23	24 h 33 min	15	0.83%	21	0.83%	20	0.65%		
18/02/2022	10:30	48 h 30 min	15	0.83%	15	0.57%	60	1.81%		
19/02/2022	10:30	72 h 30 min	48	1.15%	67	1.58%	88	2.68%		
10/02/2022	10:30	96 h 30 min	55	1.38%	75	1.94%	105	3.28%		

DATOS DEL ENSAYO DE PENETRACION (CBR)		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria	Penetración	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Fuerza	Esfuerzo	CBR	Fuerza	Esfuerzo	CBR
0	0.000	0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00	
25	0.815	11	0.52		11	0.48		11	0.48		11	0.48	
50	1.270	11	0.49		11	0.51		11	0.51		11	0.51	
75	1.810	11	0.49		11	0.49		11	0.49		11	0.49	
100	2.540	154	7.60	10.91%	124	6.22	8.08%	109	5.08	7.23%	125	6.17	
125	3.175	185	9.18		141	6.96		125	6.17		146	7.50	
150	3.810	202	10.26		168	8.49		146	7.50		162	9.97	9.45%
175	4.445	217	11.89	11.01%	215	11.10	10.51%	202	9.97		248	12.26	
200	5.080	201	10.45		183	14.11		248	12.26		308	15.21	
225	5.715	164	17.06		151	17.32		308	15.21		364	17.81	
250	6.350	114	20.43		137	19.50		364	17.81				



GMS
GEO MECANICA DE SUELOS S.R.L.
Rubén Darío Porco Centeno
GERENTE

Leonel Berbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. N.º 150916c



EMPRESA DE INGENIERIA Y CONSULTORIA EN GEOTECNIA, S.A.S. ESPECIALIZADA EN SERVICIOS DE INGENIERIA Y CONSULTORIA EN GEOTECNIA, S.A.S. ESPECIALIZADA EN SERVICIOS DE INGENIERIA Y CONSULTORIA EN GEOTECNIA, S.A.S.

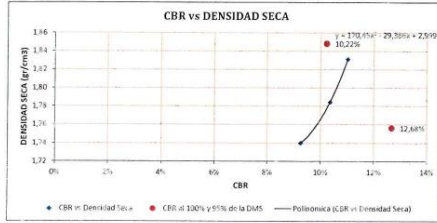
Proyecto: "Mejoramiento de propósitos físico - mecánicos de la subrasante con cenizas de maíz en carretera Maná - Nariño, Cuenca 2022"

INGENIERO: RUBEN DARIO PEACE CENTENO
 Subito: Dr. Enzo Carrasco Naranjo Alvarado
 Muestra: Sub-Rasante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

D: 50. CTR
 Calada: 0.3
 Profundidad: 1.50m

RELACIONES DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 MTC E 152 - 2000: Establece la Norma ASTM D 1582 y AASHTO T 193

CONDICIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR
Carga Unitaria Patrón	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%
10.51	2.540	7.47	10.42%	2.610	5.08	8.53%	2.510	5.16	7.34%
105.46	5.610	11.00	11.28%	5.030	10.97	10.85%	5.010	9.77	9.26%



RESULTADOS

Número de Golpes	Expansión	Absorción
55	3.13%	4.71%
26	3.56%	5.70%
12	3.02%	6.48%

Número de Golpes	CBR	Densidad seca
55	11.02%	1.83 gr/cm ³
26	10.35%	1.78 gr/cm ³
12	9.28%	1.74 gr/cm ³

Densidad Seca Relativa (gr/cm ³)	CBR
85% de la ES (gr/cm ³)	3.2%
85% de la ES (gr/cm ³)	3.7%

CBR al 100% de la DMS	CBR al 95% de la DMS
10.27%	12.68%

Comparación de resultados de CBR a 2.54 mm y 5.08 mm
 CBR (2.54 mm) > CBR (5.08 mm)
 10.61% > 11.28% FALSO

OBSERVACIONES: EL CBR DE DISEÑO SERÁ EL CORRESPONDIENTE A 5.08 mm

CBR: 12.68%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ingeniero D. Ruben Dario Peace Centeno
 INGENIERO CIVIL
 CIP 213 150

GMS
 GEO MECANICA DE SUELOS E.I.R.L.
 Ruben Dario Peace Centeno
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
 Ing. Civil
 CIP. N° 150546



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
 -ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"

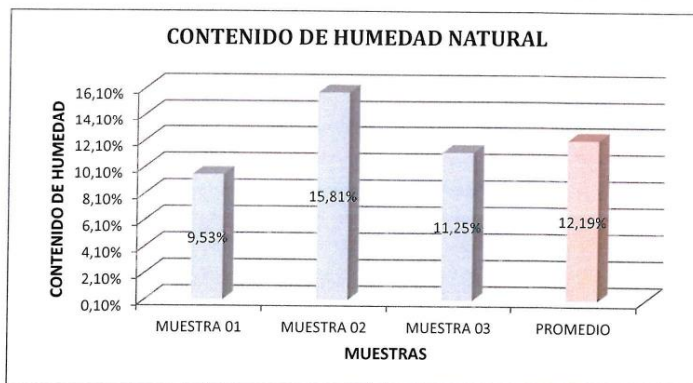
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
 Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
 Muestra: Sub-Rasante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

D4: 10% CFM
 Calicata : C-1
 Profundidad: 1,50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 308 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	15,87	20,96	16,11
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	102,10	72,10	78,42
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	94,60	65,12	72,12
Peso del Agua (gr)	7,50	6,98	6,30
Peso de la Muestra Seca (gr)	78,73	44,16	56,01
Contenido de Humedad	9,53%	15,81%	11,25%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 12,19%

CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERU
 Colegio de Ingenieros del Perú
 Ingeniero Civil
 CIP 213150

GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
 Rubén Darío Pezeta Centeno
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
 Ing. Civil
 CIP. Nº 150246



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Sr. Baez Zamata Karen Alejandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022
D#: 10% CTM
Calicata: C-1
Profundidad: 1,50 m

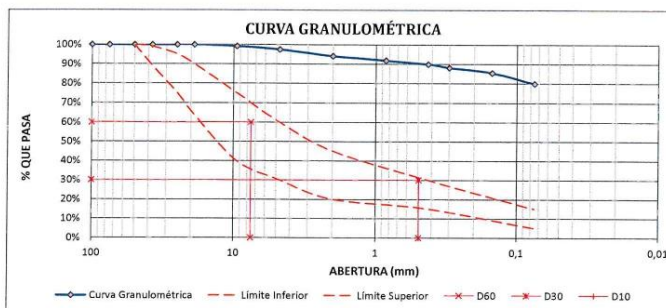
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del Lavado
Peso de la Muestra Seca = 1551,28 gr Peso de la Muestra Seca = 259,10 gr
% de Error en Peso = -36,11%

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0,00	352,7	0,00%	0,00%	100,00%
3"	75	0,00	352,67	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50	0,00	352,67	0,00%	0,00%	100,00%
1 1/2"	37,5	0,00	352,67	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25	0,00	352,67	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19	0,00	352,67	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	11,70	340,97	0,75%	0,75%	99,25%
Nº 4	4,75	27,62	313,35	1,78%	2,53%	97,47%
Nº 10	2	51,24	262,11	3,30%	5,84%	94,16%
Nº 20	0,850	36,11	226,00	2,33%	8,17%	91,83%
Nº 40	0,425	30,37	195,63	1,96%	10,12%	89,88%
Nº 50	0,300	26,89	168,74	1,73%	11,86%	88,14%
Nº 100	0,150	41,66	127,08	2,69%	14,54%	85,46%
Nº 200	0,075	86,87	40,21	5,60%	20,14%	79,86%
Cazuela	-	40,21	-	2,59%	-	-
Lavado	-	1292,18	-	77,27%	97,41%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		352,67		100,00%		

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 2,53%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 17,61%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 79,86%
Total: 100,00%

Fración Gruesa
% de grava = 12,58%
% de arena = 87,42%
Total = 100,00%



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	Tamaño Máximo Nominal = Nº 10
D60 = 7,54 mm	Cu = -
D30 = 0,49 mm	Cc = -
D10 = -	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DE INGENIEROS ESPECIALIZADOS
INGENIERIA CIVIL
CIP 243 150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Ruiyén Dario Ponce Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. Nº 150924



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA,
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"

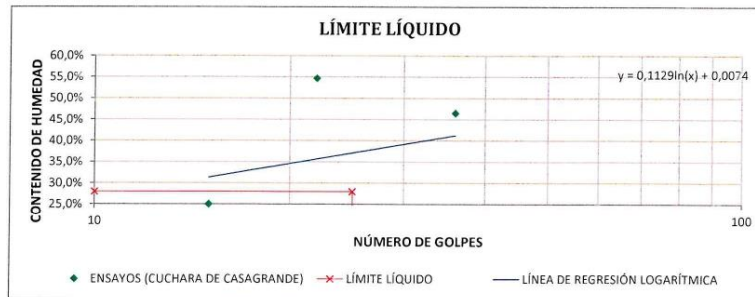
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Dr. Baez Zamata Keren Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D4: 10% CFM
Calicata: C-1
Profundidad: 1,50 m

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	7,18	11,18	8,97	9,95
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	24,20	19,33	20,71	21,67
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	18,80	17,93	16,56	19,32
Peso del Agua (gr)	5,40	1,40	4,15	2,35
Peso de la Muestra Seca (gr)	11,62	6,75	7,59	9,37
Contenido de Humedad	46,47%	20,74%	54,68%	25,08%
Número de Golpes	36	29	22	15



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9,92	9,88	8,70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	12,99	13,01	13,51
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12,03	12,88	13,90
Peso del Agua (gr)	0,96	0,13	-0,39
Peso de la Muestra Seca (gr)	2,11	3,00	5,20
Contenido de Humedad	45,50%	4,33%	-7,50%



LÍMITE LÍQUIDO = 17,00%
LÍMITE PLÁSTICO = 14,00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 3,00%

Ruyán Darío Pezaca Centeno
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 213150

GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
 Ruyán Darío Pezaca Centeno
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alarca
 Ing. Civil
 CIP. N° 150946



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con cenizas de fibra de maíz en carretera Marías - Miraflores, Cusco-2022"

Ubicación: Marías, Cusco, Perú
 Solicita: B. Baez
 Muestra: Sub-base

Fecha: FEBRERO DEL 2022

D4: 10% CFM
 Calicata: C-1
 Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUSLES)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	
% de Gravas > 75 µm	20,14%
% de Fines < 75 µm	79,86%
% de Gravas > 4,75 mm	12,61%
% de Gravas > 2,0 mm	12,61%
% de Arena < 0,075 mm	12,61%
Total	20,14%
Fracción Gruesa	
% de Grava > 12,5 mm	12,61%
% de Arena < 0,075 mm	87,42%
Total	100,00%
Coeficientes	
Cu =	-
Cc =	-
De Límites de Consistencia	
U =	17,00%
IP =	14,00%
IP =	3,00%
Otros Datos	
Tipo = Inorgánico	

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO		SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS LIMPIAS		GW	Grava bien graduada
Menos del 5% pasa la malla N° 200		GP	Grava mal graduada
GRAVAS		GM	Grava limosa
Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4		GC	Grava arcillosa
GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS		GM-GM	Grava limosa arcillosa
Entre el 5 y 12% pasa malla N° 200		GW-GC	Grava bien graduada con limo
ARENAS LIMPIAS		SP	Grava mal graduada con arcilla
Menos del 5% pasa la malla N° 200		SM	Arena mal graduada
ARENAS		SC	Arena limosa
El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla N° 4		SW	Arena arcillosa
ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS		SW-SC	Arena bien graduada con limo
Entre el 5 y 12% pasa malla N° 200		SP-SC	Arena mal graduada con limo
SUELOS DE PARTICULAS FINAS		ML	Limo de baja plasticidad
Límite Líquido menor que 50		CL	Arilla de baja plasticidad
Inorgánicos		OL	Arilla limosa
Orgánicos		OH	Arilla orgánica
LIMOS Y ARCILLAS		MH	Limo de alta plasticidad
Límite Líquido mayor que 50		CH	Arilla de alta plasticidad
Inorgánicos		OH	Limo orgánico
Orgánicos		PT	Turba

ML = Limo de baja plasticidad con arena

El Equipo local de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Prodllo de neumáticos; rodillo de paño de cobre



GMS
GEO MECANICA DE SUELOS PARL
Rulguer Darío Torres Centeno
 GERENTE

Leonel Berbe Alarca
 Ag. Civil
 CIP N° 15094Rc



ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y DISEÑO DE OBRAS CIVILES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibra de maíz en carretera Mayas - Miraflores, Cusco, 2022"

Ubicación: Br. Baez Zárate, Uribamba-Vusco

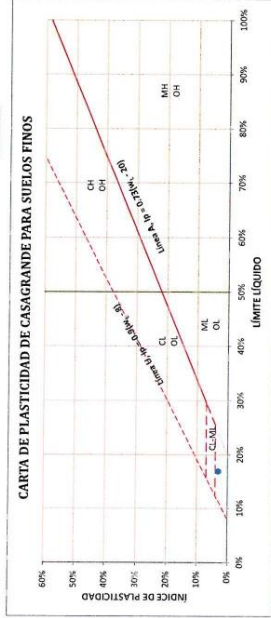
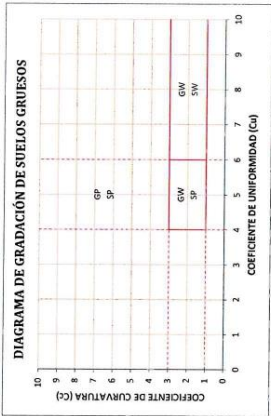
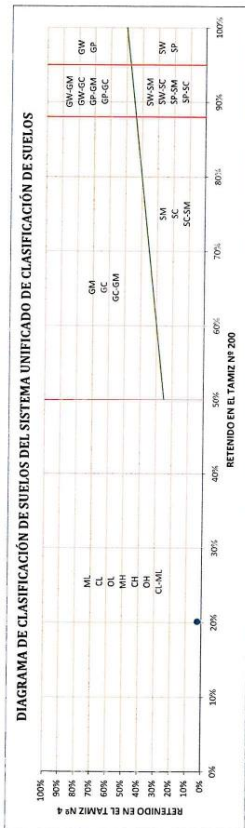
Solicitante: Br. Baez Zárate Karen Alexandra

Ingeniero: Sub-Ingeniero

Fecha: FEBRERO DEL 2022

Dia: 10/02/2022
Calicata: C-1
Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM D-2487)



GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Ruiyar Darío Toranzo Centeno
GERENTE

Leonel Herbe Alarca
Leonel Herbe Alarca
Ag. Civil
CIP No. 15009/RFC



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Yusco

Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

D4: 10% CFM
Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	De Límites de Consistencia
% que pasa el tamiz Nº 10 = 94,16%	LL = 17,00%
% que pasa el tamiz Nº 40 = 89,88%	LP = 14,00%
% que pasa el tamiz Nº 200 = 79,86%	IP = 3,00%
Otros Datos Tipo = Inorgánico	

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa el tamiz Nº 200)							MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)				
	A-1		A-3	A-2		A-2		A-4	A-5	A-6	A-7	
GRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6
SUB - GRUPOS												
% que pasa el tamiz: Nº 10 Nº 40 Nº 200	50 máx. 30 máx. 15 máx.	51 mín. 10 máx.		35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz Nº 40												
Límite Líquido	6 máx.	6 máx.	No Plástico	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	41 mín. 11 mín.
Índice de Plasticidad	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Gravas, arenas limosas y arcillosas			Suelos limosos		Suelos arcillosos			

A-4 [1] = Principalmente partículas finas limosas

OFICINA DE INGENIERÍA EN
CONCRETO Y MATERIALES
GMS
INGENIERÍA EN
CONCRETO Y MATERIALES
CIP 21.1.1.10

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.S.
Ruyar Darío Torca Centeno
GERENTE

Leonel Berbe Alarcón
Ing. Civil
CIP. Nº 15094 R.C.



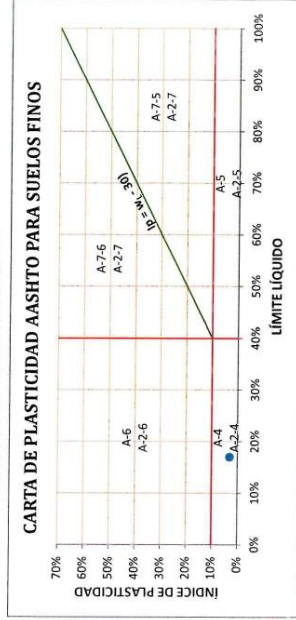
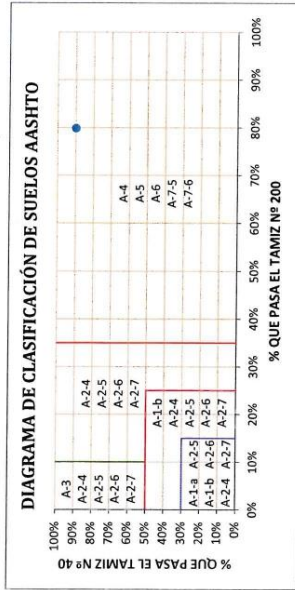
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitada: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D4: 10% CFM
Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Liso y Pata de Cabra



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO

F = 79,86	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz Nº 200
w _L = 17,00	w _L = Límite líquido
Ip = 3,00	Ip = Índice de plasticidad

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

a = F - 35	a = 44,86	a = 40,00
b = F - 15	b = 64,86	b = 40,00
c = w _L - 40	c = -23,00	c = 0,00
d = Ip - 10	d = -7,00	d = 0,00

IG = 1



GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.S.
Rulgar Darío Torres Centiano
GERENTE

Leonel Berthe Alvarca
Ingeniero Civil
CIP. N° 15004/c



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco

Solicita: Br. Baez Zamata Keren Alexandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

D4: 10% CFM

Calicata : C-1

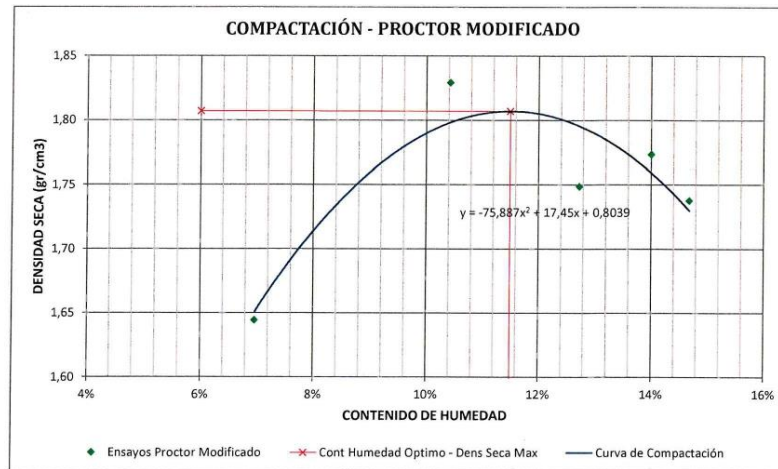
Profundidad: 1,50 m

RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

MTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-160

DATOS GENERALES	
Número de Capas =	5
Golpes por Capa =	56
Peso del Martillo =	4,54 Kg
Altura de Caída del Martillo =	45,72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05						
Número de Proctor Utilizado	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1						
Diámetro del Molde (cm)	15,24	15,24	15,24	15,24	15,24						
Altura del molde (cm)	11,64	11,64	11,64	11,64	11,64						
Volumen del Molde (cm ³)	2123,31	2123,31	2123,31	2123,31	2123,31						
Peso del Molde (gr)	6279,00	6279,00	6279,00	6279,00	6279,00						
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	10014,00	10572,00	10568,00	10511,00	10465,00						
Peso de la Muestra Compactada (gr)	3735,00	4293,00	4289,00	4232,00	4186,00						
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1,76	2,02	2,02	1,99	1,97						
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,64	1,77	1,83	1,74	1,75						
CONTENIDO DE HUMEDAD		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	15,20	18,07	18,48	17,39	20,98	16,75	17,68	18,50	19,78	20,01	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	99,23	98,93	89,35	68,40	100,96	70,33	78,89	99,29	70,40	99,24	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,10	94,31	83,92	60,00	93,49	65,22	70,10	90,25	64,01	91,98	
Peso del Agua (gr)	6,13	4,62	5,43	8,40	7,47	5,11	8,79	9,04	6,39	7,86	
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,90	76,24	65,44	42,61	72,51	48,47	52,42	71,75	44,23	71,37	
Contenido de Humedad	7,87%	6,06%	8,30%	19,71%	10,30%	10,54%	16,77%	12,60%	14,45%	11,01%	
Contenido de Humedad Promedio	6,96%		14,01%		10,42%		14,68%		12,73%		



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,05 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 13,82%

Leonel Ayerbe Alarca
 Ing. Civil
 CIP. N° 15094-PC

GEO MECÁNICA DE SUELOS E. R. L.
 Ruyán Darío Poanca Centeno
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alarca
 Ing. Civil
 CIP. N° 15094-PC



LA OFICINA GENERAL DE SERVICIOS CORPORATIVOS Y OPERATIVOS, APOYO DE LOGÍSTICA Y ASISTENCIA TÉCNICA,
 ENTORNO DEL TALLER DE LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

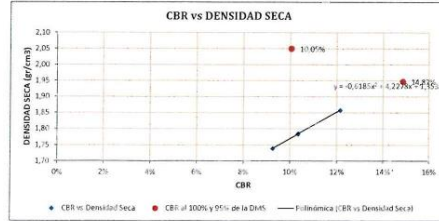
Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con cenizas de forraje de maíz en concreto fibroso - Hicory, Quez - 2022"

VENDEDOR: GMS S.A.S. (Código de Comercio 3000000000000000)
 Solicita: Br. Erika Zumbado RIVERA-Alvarado
 Muestra: Sub-base
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

Objetivo: CBR
 Estado: 1-1
 Fiel: 100%

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 NTC 8.152 - 2008, Basado en la Norma ASTM D 1557 - AASHTO T-213

CORRECCIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.
Carga Unitaria Patrón	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%
70.81	2.540	7.87	10.62%	2.540	5.88	8.61%	2.540	5.16	7.34%
105.46	5.080	11.00	11.28%	5.080	10.90	10.35%	5.080	9.77	9.26%



RESULTADOS

Número de Golpes	Expansión	Absorción
55	1.13%	0.71%
26	1.59%	5.70%
32	1.02%	6.40%

Número de Golpes	CBR	Densidad Seca
55	10.15%	1.85 gr/cm ³
26	10.35%	1.78 gr/cm ³
32	9.26%	1.74 gr/cm ³

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	2.09
65% de la DSA (gr/cm ³)	1.88

CBR al 100% de la DSA	10.02%
CBR al 95% de la DSA	14.67%

Comparación de resultados de CBR a 2.54 mm y 5.08 mm

CBR (2.54 mm) > CBR (5.08 mm)

10.62% > 11.28% FALIDO

OBSERVACIONES: EL CBR DE DICHO SERÁ EL CORRESPONDIENTE A 5.08 mm

CBR: 10.87%





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba- Cusco

Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

D5: 15% CFM

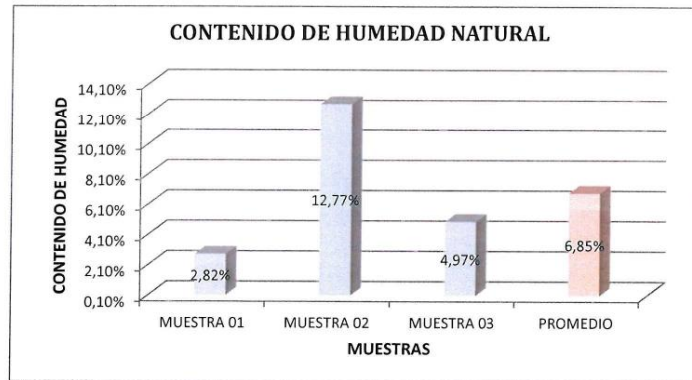
Calicata : C-1

Profundidad: 1,50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC F 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	15,87	20,96	16,11
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	95,30	73,25	75,41
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,12	67,33	72,60
Peso del Agua (gr)	2,18	5,92	2,81
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,25	46,37	56,49
Contenido de Humedad	2,82%	12,77%	4,97%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 6,85%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
COLEGIO DEPARTAMENTAL CUSCO
[Signature]
INGENIERO CIVIL
CIP 213150

GMS
GEO MECANICA DE SUELOS E.A.R.L.
[Signature]
Ruiven Dario Flores Centeno
GERENTE

[Signature]
Leonel Ayerbe Alarca
Ing. Civil
CIP. N° 150546c



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES-

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Cusco
Solicitante: Br. Baez Zameta Keren Alejandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022
D5: 15% CFM
Calicata: C-1
Profundidad: 1,50 m

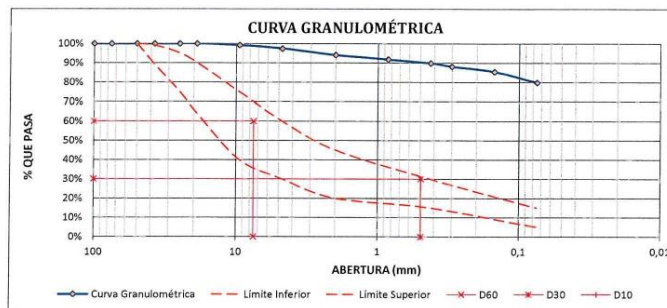
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del Lavado
Peso de la Muestra Seca = 1551,28 gr. Peso de la Muestra Seca = 259,10 gr.
% de Error en Peso = -34,55%

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0,00	348,6	0,00%	0,00%	100,00%
3"	75	0,00	348,61	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50	0,00	348,61	0,00%	0,00%	100,00%
1½"	37,5	0,00	348,61	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25	0,00	348,61	0,00%	0,00%	100,00%
¾"	19	0,00	348,61	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	11,69	336,92	0,75%	0,75%	99,25%
Nº 4	4,75	27,66	309,26	1,78%	2,54%	97,46%
Nº 10	2	51,21	258,05	3,30%	5,84%	94,16%
Nº 20	0,850	36,14	221,91	2,33%	8,17%	91,83%
Nº 40	0,425	30,37	191,54	1,96%	10,13%	89,87%
Nº 50	0,300	26,93	164,61	1,74%	11,86%	88,14%
Nº 100	0,150	41,66	122,95	2,69%	14,55%	85,45%
Nº 200	0,075	86,85	36,10	5,60%	20,15%	79,85%
Cazuela	-	36,10	-	2,33%	-	-
Lavado	-	1292,18	-	77,53%	97,67%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		348,61		100,00%		

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 2,54%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 17,61%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 79,85%
Total: 100,00%

Fración Gruesa
% de grava = 12,59%
% de arena = 87,41%
Total = 100,00%



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	Tamaño Máximo Nominal = Nº 10
D60 = 7,54 mm	Cu = -
D30 = 0,49 mm	Cc = -
D10 = -	



GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Ruben Dario Peace Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. Nº 1509466



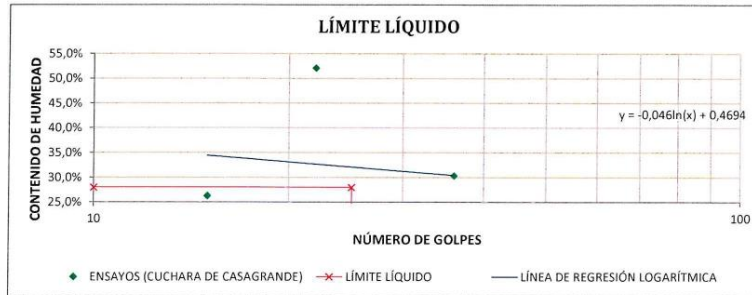
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA,
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Cusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022
DS: 15% CFM
Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	7,18	11,18	8,97	9,95
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	22,15	19,21	19,98	21,67
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	18,65	17,86	16,21	19,23
Peso del Agua (gr)	3,48	1,35	3,77	2,44
Peso de la Muestra Seca (gr)	11,47	6,68	7,24	9,28
Contenido de Humedad	30,34%	20,21%	52,07%	26,29%
Número de Golpes	36	29	22	15



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9,92	9,88	8,70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	14,20	13,28	12,50
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12,85	12,41	13,00
Peso del Agua (gr)	1,35	0,87	-0,50
Peso de la Muestra Seca (gr)	2,93	2,53	4,30
Contenido de Humedad	46,08%	34,39%	-11,63%



LÍMITE LÍQUIDO = 24,00%
LÍMITE PLÁSTICO = 23,00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 1,00%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO REGIONAL CUSCO
ING. RUBÉN DARÍO PONCE CENTENO
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Rubén Darío Ponce Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alarca
Ing. Civil
CIP. N° 150946



ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES: CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
 Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de filtras de malta en carretera Marías - Nica, Cusco-2022"
 Ubicación: Marías, Cusco
 Solicita: B. Baez Zurata Juan Alejandro
 Nuestra: Sub-Rasante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

D5: 15% CHH
 Calicata: C-1
 Profundidad: 1.50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (USCS)

ASTM D-2427

DATOS PARA CLASIFICACIÓN DE GRANULOMETRÍA	
% de Gravas > 20,135%	
% de arenas = 79,865%	
Total = 100,000%	
% de Grava = 12,640%	
% de Arena = 17,615%	
Total = 20,155%	
Fración Gruesa	
% de Grava = 12,59%	
% de Arena = 87,41%	
Total = 100,00%	
Coficientes	
Cu = 0,075	
Cu = 0,425	
De Límites de Consistencia	
LL = 20,00%	
LP = 23,00%	
IP = 1,00%	
Otros Datos	
Tipo = Inorgánico	

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO		SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS LIMPIAS			
Menos del 5% pasa la malla N° 200	Cu < 4.75, Cc < 3	GW	Grava bien graduada
GRAVAS CON FINOS			
Más del 50% de la fracción gruesa retenida en la malla N° 4	IP < 4.4 abajo de la línea "A", en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
	IP > 7 y arriba de la línea "A", en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
	4.5 < IP < 7 y arriba de la línea "A", en la carta de plasticidad	GC - GM	Grava limosa arcillosa
GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS			
Entre el 5 y 12% pasa malla N° 200	Cumple los criterios para GW, GM	GW - GM	Grava bien graduada con limo
	Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW - GC	Grava bien graduada con arcilla
ARENAS LIMPIAS			
Menos del 5% pasa la malla N° 200	Cu < 0.075, Cc < 3	SW	Grava mal graduada con limo
	Cu < 0.075, Cc < 3	SP	Grava mal graduada con arcilla
	Cu < 6.0, Cc < 3	SM	Arena mal graduada
ARENAS CON FINOS			
El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	IP < 4.4 abajo de la línea "A", en la carta de plasticidad	SC	Arena limosa
	IP > 7 y arriba de la línea "A", en la carta de plasticidad	SC - SM	Arena limosa arcillosa
	4.5 < IP < 7 y arriba de la línea "A", en la carta de plasticidad	SC - SM	Arena bien graduada con limo
ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS			
Entre el 5 y 12% pasa malla N° 200	Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW - SC	Arena bien graduada con arcilla
	Cumple los criterios para SP y SCL	SP - SC	Arena mal graduada con arcilla
LIMOS Y ARCILLAS			
Límite Líquido menor que 50	IP < 4.4 y arriba de la línea "A", en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
	4.5 < IP < 7 y arriba de la línea "A", en la carta de plasticidad	CL	Limo de alta plasticidad
	4.5 < IP < 7 y arriba de la línea "A", en la carta de plasticidad	CI, CH	Arcilla de baja plasticidad
	Límite Líquido no secado < 0.75	OL	Arcilla limosa
	Límite Líquido no secado > 0.75	OH	Arcilla orgánica
LIMOS Y ARCILLAS			
Límite Líquido 50 o mayor	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
	Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
	Límite Líquido secado el hierro < 0.75	OH	Limo orgánico
	Límite Líquido no secado > 0.75	PT	Arcilla orgánica
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			
Principalmente, materia orgánica de color oscuro			
		PT	Turba

MI = Limo de baja plasticidad con arena

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Rodillo de neumáticos, rodillo de paño de calza





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con ceras de fibra de maíz en carreteras 1-laras - Moray, Cusco-2022"

Ubicación: Miras-Moray-Urbamba-Cusco

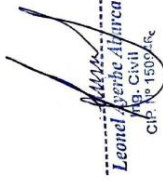
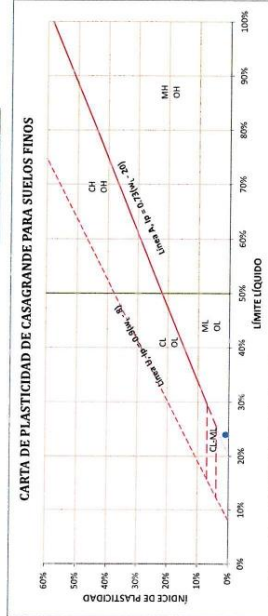
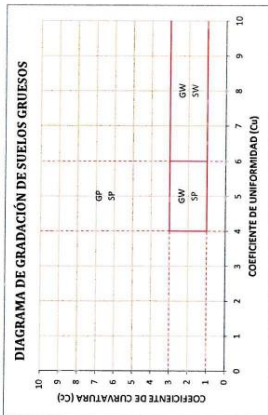
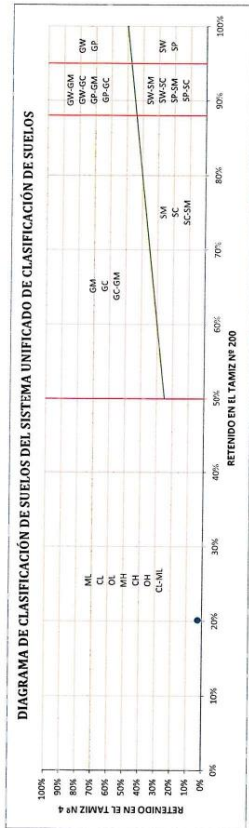
Solicitante: Bz. Baez Zamata Karen Alejandra

Muestra: Sub-basante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

OS-159/CFM
Calicata - C.1
Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUS) - ASTM D-2487





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
- ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Cusco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D5: 15% CFM
Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	Otros Datos
% que pasa el tamiz Nº 10 = 94,16%	De Límites de Consistencia
% que pasa el tamiz Nº 40 = 89,87%	LL = 24,00%
% que pasa el tamiz Nº 200 = 79,85%	IP = 23,00%
	IP = 1,00%
	Tipo = Inorgánico

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa el tamiz Nº 200)							MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)							
	A-1		A-3	A-2		A-2		A-4		A-5		A-6		A-7	
GRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6	A-7-6	A-7-6	
SUB - GRUPOS															
% que pasa el tamiz: Nº 10 Nº 40 Nº 200	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 25 máx.	51 mín. 10 máx.	35 máx. 35 máx.	35 máx. 35 máx.	35 máx. 35 máx.	35 máx. 35 máx.	36 mín. 36 mín.	36 mín. 36 mín.	36 mín. 36 mín.	36 mín. 36 mín.	36 mín. 36 mín.	36 mín. 36 mín.	36 mín. 36 mín.	
Características del material que pasa el tamiz Nº 40															
Límite Líquido	6 máx.	6 máx.	No Plástico	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 10 máx.	41 mín. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	
Índice de Plasticidad	0	0	0	0	0	0	0	8 máx.	12 máx.	16 máx.	16 máx.	16 máx.	16 máx.	20 máx.	
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Gravas, arenas limosas y arcillosas			Suelos limosos							Suelos arcillosos	

A-4 (4) = Principalmente partículas finas limosas

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PERÚ
INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PERÚ
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
RUIPER DARIO TORRES CORTIÑO
GERENTE

Leonel Gerhe Alarcón
Ing. Civil
CIP Nº 15097-Rc



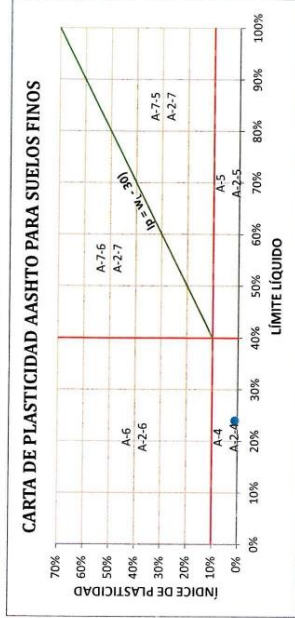
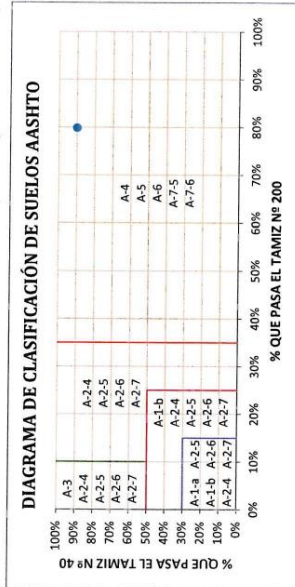
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Cusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

DS: 15% CFM
Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Liso y Pata de Cabra



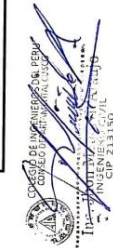
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO

F = 75,85	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz Nº 200
w _L = 24,00	w _L = Límite líquido
Ip = 1,00	Ip = Índice de plasticidad

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

a = F - 35	a = 44,85	=>	a = 40,00
b = F - 15	b = 64,85	=>	b = 40,00
c = w _L - 40	c = -16,00	=>	c = 0,00
d = Ip - 10	d = -9,00	=>	d = 0,00

IG = 4





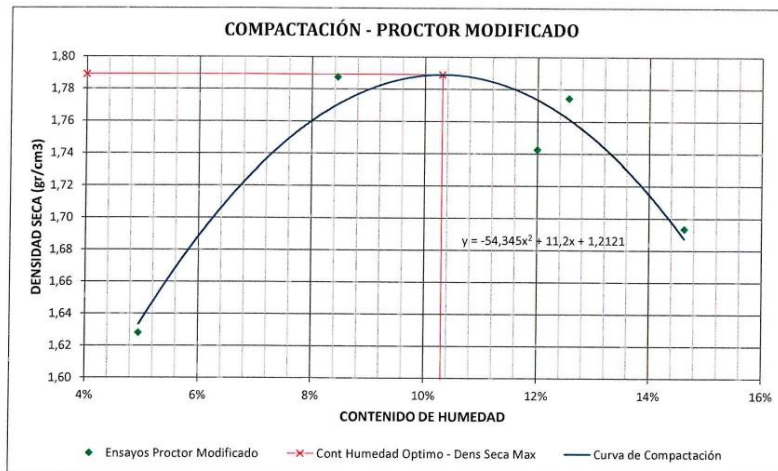
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Cusco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Resente
Fecha: FEBRERO DEL 2022
DS: 15% CFM
Calicata : C-1
Profundidad: 1,50 m

RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)
MTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DATOS GENERALES	
Número de Capas =	5
Golpes por Capa =	56
Peso del Martillo =	4,54 Kg
Altura de Caída del Martillo =	45,72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05	
Número de Proctor Utilizado	P-1		P-1		P-1		P-1		P-1	
Diámetro del Molde (cm)	15,24		15,24		15,24		15,24		15,24	
Altura del molde (cm)	11,64		11,64		11,64		11,64		11,64	
Volumen del Molde (cm ³)	2123,31		2123,31		2123,31		2123,31		2123,31	
Peso del Molde (gr)	6279,00		6279,00		6279,00		6279,00		6279,00	
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	9907,00		10395,00		10423,00		10520,00		10401,00	
Peso de la Muestra Compactada (gr)	3628,00		4116,00		4144,00		4241,00		4122,00	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1,71		1,94		1,95		2,00		1,94	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,63		1,79		1,74		1,77		1,69	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	15,20	18,07	18,48	17,39	20,98	16,75	17,68	18,50	19,78	20,01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97,49	98,93	89,30	68,40	100,96	70,33	78,89	99,29	70,40	101,87
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	90,00	98,00	80,00	64,38	93,49	65,22	72,15	90,25	68,00	86,00
Peso del Agua (gr)	7,49	0,93	9,30	4,02	7,47	5,11	6,74	9,04	2,40	15,87
Peso de la Muestra Seca (gr)	74,80	79,93	61,52	46,99	72,51	48,47	54,47	71,75	48,22	65,99
Contenido de Humedad	10,01%	1,16%	15,12%	8,56%	10,30%	10,54%	12,37%	12,60%	4,98%	24,05%
Contenido de Humedad Promedio	4,95%		8,45%		12,00%		12,56%		14,63%	



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,70 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 12,62%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL (C.D.P.)
INGENIERO CIVIL
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Rubén Darío Ponce Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alarcón
Ing. Civil
CIP. N° 150046c



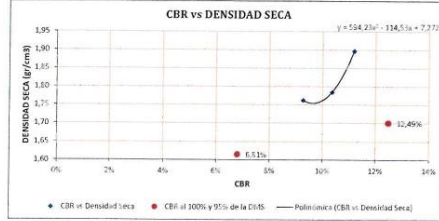
Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Marías - Moray, Cusco-2022"

Ubicación: Moray (Cusco) - GMS S.A.C.
 Ejecutor: Dr. Eber Zamora Riquelme-Alexandria
 Espesura: 5.00 cm
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

US: 300: CBR
 CARTEL: 103
 Profundidad: 1.50 m

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 FITE C 152 - 2000, Base de la Norma ASTM E-1185 y AASHTO T-193

CORRECCIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.
Carga Unitaria Patrón	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%
70.31	2.540	7.47	10.62%	2.540	5.88	8.01%	2.540	5.11	7.34%
105.46	5.009	11.90	11.28%	5.080	10.92	10.85%	5.000	6.77	6.26%



RESULTADOS

Número de Golpes	Expansión	Absorción
55	1.18%	4.73%
26	1.59%	1.06%
12	1.92%	6.46%

Número de Golpes	CBR	Densidad Seca
55	11.17%	1.93 gr/cm ³
26	10.85%	1.78 gr/cm ³
12	8.26%	1.76 gr/cm ³

Densidad Seca (Módulo) (gr/cm ³)	CBR
1.70	10.62%
1.62	11.28%

CBR al 100% de la DSA	CBR al 95% de la DSA
12.49%	6.31%

Comprobación de resultados de CBR a 2.54 mm y 5.08 mm
 CBR (2.54 mm) > CBR (5.08 mm)
 10.62% > 11.28% FALSO

CONSIDERACIONES: EL CBR DE DISEÑO SERÁ EL COEFICIENTE * 5.08 mm

CBR: 6.31%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 COLEGIO DEPARTAMENTAL CUSCO
 INGENIERO CIVIL
 CIP 213150

GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
 Ruyen Darío Ponce Centeno
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alarcón
 Ing. Civil
 CIP N° 150946c



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco

Solicita: Dr. Baez Zamata Karen Alexandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

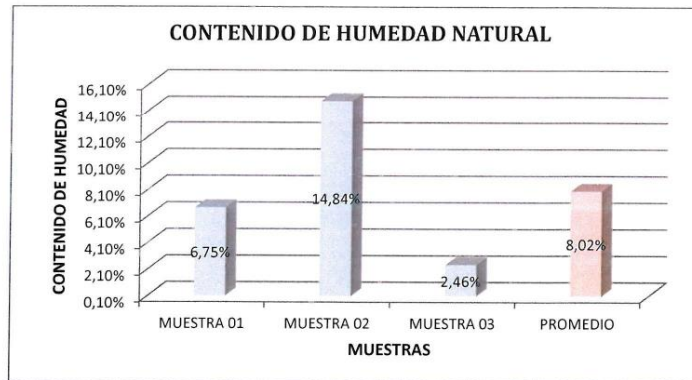
Calicata : C-2

Profundidad: 1,50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	15,87	20,96	16,11
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97,26	73,13	75,99
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	92,11	66,39	74,55
Peso del Agua (gr)	5,15	6,74	1,44
Peso de la Muestra Seca (gr)	76,24	45,43	58,44
Contenido de Humedad	6,75%	14,84%	2,46%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 8,02%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO REGIONAL CUSCO
[Signature]
INGENIERO CIVIL
CIP 213150

GMS
GEO MECANICA DE SUELOS S.R.L.
[Signature]
Ruben Dario Ponce Centeno
GERENTE

[Signature]
Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. Nº 150946c



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Er. Pooz Zameta Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022
Calicata: C-2
Profundidad: 1,50 m

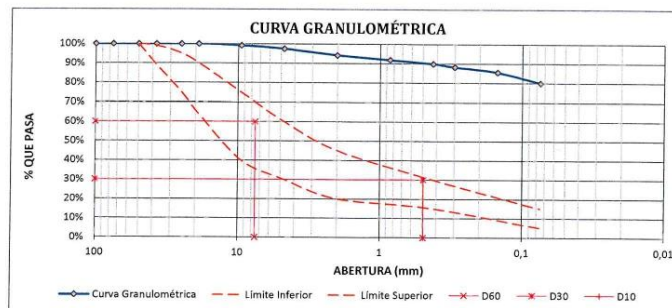
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del Lavado
Peso de la Muestra Seca = 1553,28 gr
Peso de la Muestra Seca = 259,10 gr
% de Error en Peso = -24,49%

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0,00	322,6	0,00%	0,00%	100,00%
3"	75	0,00	322,56	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50	0,00	322,56	0,00%	0,00%	100,00%
1 1/2"	37,5	0,00	322,56	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25	0,00	322,56	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19	0,00	322,56	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	11,64	310,92	0,75%	0,75%	99,25%
Nº 4	4,75	27,10	283,82	1,75%	2,50%	97,50%
Nº 10	2	51,25	232,57	3,30%	5,80%	94,20%
Nº 20	0,850	36,15	196,42	2,33%	8,13%	91,87%
Nº 40	0,425	30,38	166,04	1,96%	10,09%	89,91%
Nº 50	0,300	25,93	140,11	1,67%	11,76%	88,24%
Nº 100	0,150	41,66	98,45	2,69%	14,45%	85,55%
Nº 200	0,075	86,80	11,65	5,60%	20,04%	79,96%
Cazuela	-	11,65	-	0,75%	-	-
Lavado	-	1292,18	-	79,21%	99,25%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		322,56		100,00%		

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 2,50%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 17,54%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 79,96%
Total: 100,00%

Fración Gruesa
% de grava = 12,46%
% de arena = 87,54%
Total = 100,00%



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	Tamaño Máximo Nominal = Nº 10
D60 = 7,54 mm	Cu = -
D30 = 0,49 mm	Cc = -
D10 = -	



GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Rubén Darío Ponce Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. Nº 150926



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco - 2022"

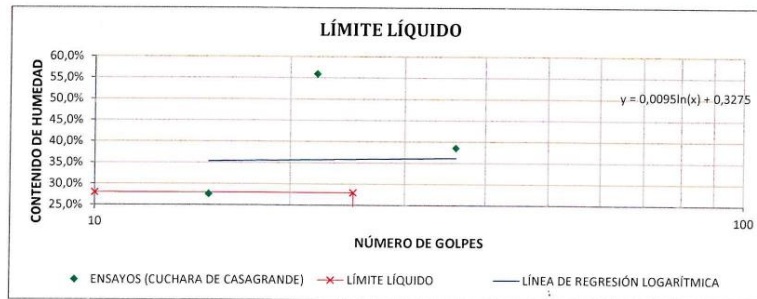
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Yusco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata: C-2
Profundidad: 1,50 m

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	7,18	11,18	8,97	9,95
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	23,20	19,30	20,68	21,63
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	18,74	17,89	16,48	19,10
Peso del Agua (gr)	4,46	1,41	4,20	2,53
Peso de la Muestra Seca (gr)	11,56	6,71	7,51	9,15
Contenido de Humedad	38,58%	21,01%	55,93%	27,65%
Número de Golpes	36	29	22	15



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9,82	9,88	8,70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	13,28	13,38	13,66
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12,74	12,80	12,90
Peso del Agua (gr)	0,54	0,58	0,76
Peso de la Muestra Seca (gr)	2,92	2,92	4,20
Contenido de Humedad	18,49%	19,86%	18,10%



LÍMITE LÍQUIDO = 24,00%
LÍMITE PLÁSTICO = 19,00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 5,00%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO REGIONAL CUSCO
INGENIERO CIVIL
CIP. 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A. S.R.L.
Ruyter Darío Porco Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alarca
Ing. Civil
CIP. Nº 150946



ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA,
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con cenizas de fibra de maíz en carretera Maracaibo - Iragua, Chiers-2022"

Ubicación: Maracaibo, Venezuela

Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alejandra

Muestra: Sub-Basante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata: C-2
Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (USCS)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
DE GRANULOMETRÍA	
% de Gravas = 20,00%	
% de Arenas = 79,00%	
Total = 100,00%	
% de Grava = 2,50%	
% de Arena = 17,54%	
Total = 20,04%	
FRACCIÓN FINESA	
% de Grava = 12,46%	
% de Arena = 67,54%	
Total = 100,00%	
COEFICIENTES	
Cu = 6,41	
Cc = 1,1	
DE LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LL = 24,00%	
LP = 19,00%	
IP = 5,00%	
OTROS DATOS	
Tipo = Inorgánico	

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO	SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS LIMPIAS Menos del 5% para la malla Nº 200 Cu < 4,1 > Cc < 3	GW	Grava bien graduada
GRAVAS CON FINOS Más del 50% de la fracción gruesa retenida en la malla Nº 4 IP < 4 o abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad 4.2 (IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad)	GM	Grava mal graduada
GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% para malla Nº 200 Cumple los criterios para GW y GC - GM	GC - GM	Grava arcillosa
ARENAS LIMPIAS Menos del 5% para la malla Nº 200 Cu < 6,41 > Cc < 3	SW	Arena limosa arcillosa
ARENAS CON FINOS El 50% o más de la fracción gruesa para la malla Nº 4 IP < 4 o abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad 4.5 (IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad)	SM	Arena limosa
ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% para malla Nº 200 Cumple los criterios para SW y SM	SW - SM	Arena limosa arcillosa
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor que 50 Inorgánicas	ML	Arena bien graduada con limo
SUELOS DE FINOS El 50% o más para la malla Nº 200 Límite Líquido 50 o mayor	CL	Arena mal graduada con limo
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido 50 o mayor Orgánicas	OL	Limo de baja plasticidad
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS Principalmente materia orgánica de color oscuro	OH	Arcilla limosa
	PT	Arcilla orgánica
		Turba

CL - ML = Arcilla limosa de baja plasticidad con arena

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Rullo de neumáticos, rodillo de paño de cable

COLEGIO DE INGENIEROS DEL VENEZUELA
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
CIP 213.150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.A.R.L.
Ruyser Darío Foraca Centeno
GERENTE

Leonel Verbe Altamira
Ingeniero Civil
CIP No 1509 Arc

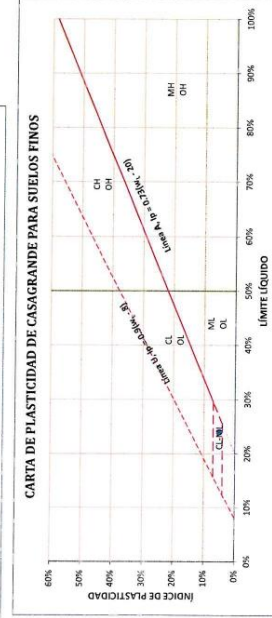
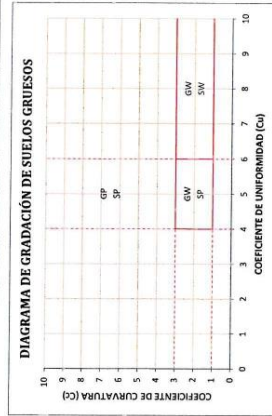
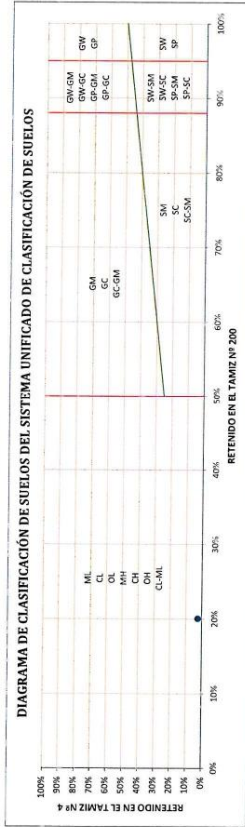


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
 LABORATORIO DE SUELOS, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibra de maíz en carreteras I-Ibras - Moray, Cusco, 2022"
 Ubicación: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
 Muestra: Sub-basante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata: C-2
 Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUS) - ACTA N° 7187



COLEGIO UNIVERSITARIO PERU
 CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN
 INGENIERÍA DE CIVIL
 INGENIERÍA DE CIVIL
 INGENIERÍA DE CIVIL

GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
 Rulver Darío Porcayo Cerbano
 GERENTE

Leonel Ayerbe Altamira
 Ing. Civil
 CIP: N° 15094-R



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES-

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Lirubamba-Yusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-2
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	Otros Datos
% que pasa el tamiz Nº 10 = 94,20%	De Límites de Consistencia LL = 24,00%
% que pasa el tamiz Nº 40 = 89,91%	LP = 19,00%
% que pasa el tamiz Nº 200 = 79,96%	IP = 5,00%

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa el tamiz Nº 200)						MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)			
	A-1	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7
SUB - GRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7
% que pasa el tamiz: Nº 10 Nº 40 Nº 200	50 máx. 30 máx. 15 máx.	25 máx.	51 mín. 10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz Nº 40										
Límite Líquido	40 máx.									
Índice de Plasticidad	No Plástico									
Índice de Grupo	0									
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena			Gravas, arenas limosas y arcillosas			Suelos limosos			
							Suelos arcillosos			

A-4 [3] = Principalmente partículas finas limosas

COMITÉ DE INGENIERÍA CIVIL
CIVIL
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
CIP 213.150 /L

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
RUIYER DARIO PEÑAS BENTANO
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP Nº 1509/Ar



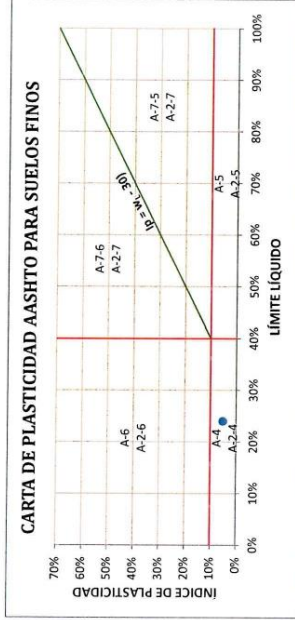
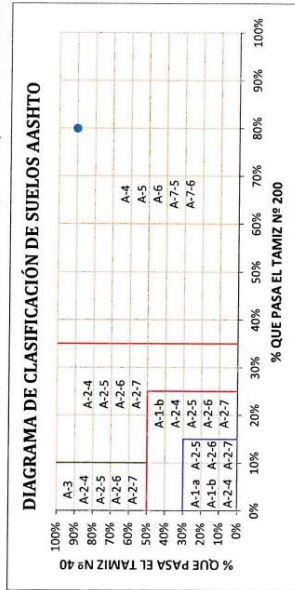
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Yusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-2
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Liso y Pata de Cabra



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO

F = 79,96	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz Nº 200
W _L = 24,00	W _L = Límite líquido
IP = 5,00	IP = Índice de plasticidad

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

a = F - 35	a = 44,96	==>
b = F - 15	b = 64,96	==>
c = W _L - 40	c = -16,00	==>
d = IP - 10	d = -5,00	==>

IG = 3

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.R.L.
Rojay Darío Posca Centeno
SEÑENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. CIVIL
CIP. N° 150947c

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
INSTITUTO NACIONAL DE INGENIERÍA
CIP 213150



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco - 2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Yusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

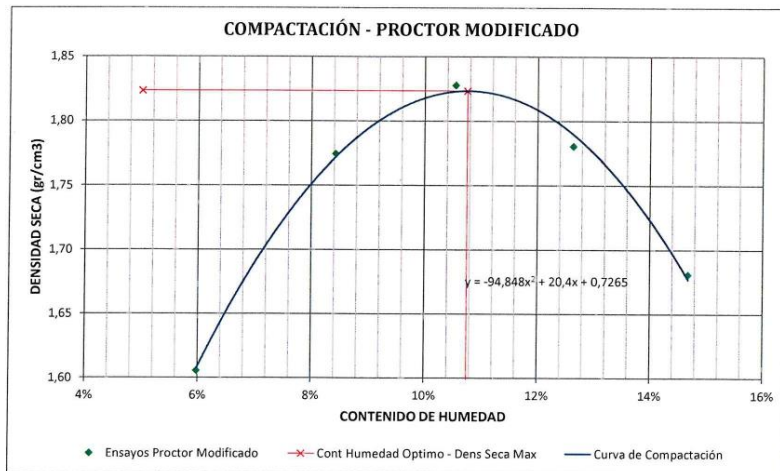
Calicata : C-2
Profundidad: 1,50 m

RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

MTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-190

DATOS GENERALES	
Número de Capas =	5
Golpes por Capa =	56
Peso del Martillo =	4,54 Kg
Altura de Caída del Martillo =	45,72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05		
Número de Proctor Utilizado	P-1		P-1		P-1		P-1		P-1		
Diámetro del Molde (cm)	15,24		15,24		15,24		15,24		15,24		
Altura del molde (cm)	11,64		11,64		11,64		11,64		11,64		
Volumen del Molde (cm ³)	2123,31		2123,31		2123,31		2123,31		2123,31		
Peso del Molde (gr)	6279,00		6279,00		6279,00		6279,00		6279,00		
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	9892,00		10364,00		10569,00		10537,00		10372,00		
Peso de la Muestra Compactada (gr)	3613,00		4085,00		4290,00		4258,00		4093,00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1,70		1,92		2,02		2,01		1,93		
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,61		1,77		1,83		1,78		1,68		
CONTENIDO DE HUMEDAD		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	15,20	18,07	18,48	17,39	20,98	16,75	17,68	18,50	19,78	20,01	20,01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97,69	98,98	89,35	68,40	100,96	70,33	78,89	99,29	70,40	101,87	101,87
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,14	94,31	85,92	64,38	93,33	65,22	72,00	90,25	63,98	91,29	91,29
Peso del Agua (gr)	4,55	4,67	5,43	4,02	7,63	5,11	6,89	9,04	6,42	10,58	10,58
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,94	76,24	65,44	46,99	72,35	48,47	54,32	71,75	44,20	71,28	71,28
Contenido de Humedad	5,84%	6,13%	8,30%	8,56%	10,55%	10,54%	12,68%	12,60%	14,52%	14,84%	14,84%
Contenido de Humedad Promedio	5,98%		8,43%		10,54%		12,64%		14,68%		



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,82 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 10,75%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO REGIONAL DE INGENIEROS DEL CUSCO
INGENIERO CIVIL
CIP 213 150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Ruben Dario Ponce Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. N° 150946c



LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN GEOTECNIA Y MECÁNICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
 LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN GEOTECNIA Y MECÁNICA DE SUELOS Y FUNDACIONES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con fibras de fibra de maíz en carretera Maricón - Moquegua - 2022"

Ubicación: Carretera Maricón - Moquegua
 Sección: Er. Eraso Zamatahaca - Alameda
 Muestra: Sub-Pavimento
 Fecha: 18/05/2022

Calicata: C2
 Profundidad: 1.50 m

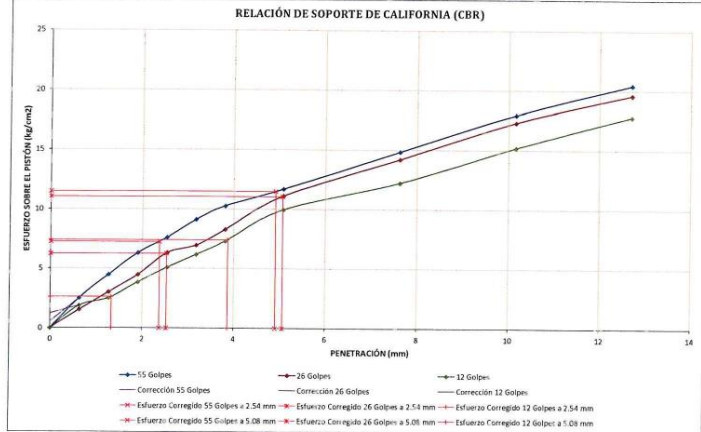
RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 NTC E 182 - 2000, Ensayo en la Norma ASTM D 1553 y AASHTO T-223

DATOS GENERALES		DIMENSIONES DEL MOLDE	
Densidad Seca Máxima = 1.82 cm ³	Peso del Muestrillo = 4.54 kg	Diámetro = 15.24 cm	
Contenido Humedad Óptimo = 10.75%	Altura de Casita del Muestrillo = 45.72 cm	Altura = 17.76 cm	
Contenido Humedad Natural = 6.02%	Número de Capas = 5	Altura de la Muestra = 11.64 cm	
Área del Frasco = 20.7 cm ²	Altura del Disco Espaciador = 6.34 cm	Volumen = 2123.85 cm ³	

DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
	Peso del Molde (gr)	7577.00			7670.00			7610.00	
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)	11558.00			11520.00			11559.00		
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)	12000.00			11950.00			11970.00		
Peso del Agua Absorbida (gr)	143.00			180.00			160.00		
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)	4287.00			4177.80			4076.00		
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)	4427.00			4358.80			4236.00		
Peso de la Muestra Seca (gr)	3890.64			3736.45			3636.56		
Porcentaje de Absorción	3.62%			4.31%			5.15%		
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.83			1.78			1.74		
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN									
Peso de Capsula (gr)	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula + Muestra Humeda (gr)	31.65	36.87	109.70	26.40	18.80	24.15	30.20	30.20	31.00
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	29.70	35.85	96.00	23.70	17.00	22.65	29.85	29.85	30.30
Peso del Agua (gr)	6.15	6.02	13.70	2.70	1.80	1.50	0.35	0.35	0.70
Peso de la Muestra Seca (gr)	45.00	55.38	65.90	47.15	45.80	44.18	50.70	50.88	68.64
Contenido de Humedad	13.64%	13.77%	14.01%	15.40%	14.73%	15.19%	15.67%	15.67%	12.47%
Contenido de Humedad Promedio	13.61%			15.31%			15.30%		
Porcentaje de Absorción	5.75%			7.20%			7.28%		
Porcentaje de Absorción Promedio	4.71%			6.01%			6.47%		

DATOS DEL ENSAYO DE EXPANSIÓN	Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
				Dial	Deform.	% de Expans.	Dial	Deform.	% de Expans.	Dial	Deform.	% de Expans.
				"0.001"	mm		"0.001"	mm		"0.001"	mm	
06/05/2022	10:30		0 h 00 min	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
07/05/2022	10:31		24 h 33 min	12	0.460	0.35%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
08/05/2022	10:30		48 h 30 min	36	0.690	0.68%	48	1.945	1.07%	60	1.700	1.26%
09/05/2022	10:30		72 h 30 min	48	1.210	1.05%	65	1.651	1.42%	80	2.083	1.78%
10/05/2022	10:30		96 h 00 min	50	1.270	1.09%	74	1.801	1.61%	80	2.104	1.83%

DATOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN (CBR)	Carga Unitaria	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
		Dial	Penetración	CBR	Dial	Penetración	CBR	Dial	Penetración	CBR
Patrón (kg/cm ²)	0	0.001"	mm	%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
35	0.005	51	2.52	0.35%	51	2.52	0.35%	51	2.52	0.35%
50	1.170	51	4.45	0.35%	61	3.01	0.35%	51	2.52	0.35%
70.33	1.901	115	7.32	10.81%	51	4.48	0.35%	74	3.65	0.35%
100	3.240	104	7.60	10.81%	129	6.32	8.60%	109	5.06	7.23%
125	3.975	185	9.12	14.6%	144	6.66	9.14%	125	6.17	8.54%
150	3.810	208	10.26	11.09%	148	7.19	9.94%	148	7.80	10.81%
165.46	5.040	237	11.69	11.09%	235	11.10	10.53%	200	9.87	9.45%
200	7.680	201	11.85	11.09%	288	14.71	17.00%	248	12.24	14.24%
400	10.160	364	17.86	17.86%	341	17.32	17.32%	308	15.80	15.80%
500	12.700	424	20.43	20.43%	397	19.59	19.59%	361	17.81	17.81%



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONVENIO 1000
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 213.150

GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
 Ruyen Dario Ponce Centeno
 GERENTE

Leonel Gerbe Alarcos
 Ing. Civil
 CIP. N° 150926c



CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CENTRO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con cenizas de fibras de maíz en carretera Miraflores - Moray, Conico-2022"

Ubicación: Miraflores, Conico, Tarma
 Soporte: Dr. Edgar Zamata Páez Akayauri
 Muestra: S.S. Tabaco
 Fecha: 08/10/2022

Código: C2
 Profundidad: 1.50 m

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 (MTC E 121 - 2000, Ensayo en la Norma ASTM D-1883 y a 45°C T-153)

CORRECCIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
	Penetr kg/cm ²	Esfuer Correg mm	CBR Correg %	Penetr Correg mm	Esfuer Correg kg/cm ²	CBR Correg %	Penetr Correg mm	Esfuer Correg kg/cm ²	CBR Correg %
71.51	2.540	7.28	10.51%	2.540	5.92	8.49%	2.540	5.10	7.25%
105.46	5.080	11.70	11.08%	5.080	10.13	10.33%	5.080	9.60	9.10%



RESULTADOS

Número de Golpes	Expansión	Absorción
15	1.20%	4.73%
25	1.63%	5.70%
32	1.83%	6.46%

Número de Golpes	CBR	Densidad Seca
15	11.08%	1.82 gr/cm ³
25	10.33%	1.79 gr/cm ³
32	9.10%	1.74 gr/cm ³

Densidad Seca (Máxima (gr/cm ³))	1.82
95% de la DSM (gr/cm ³)	1.72

CBR al 100% de la DSM	6.27%
CBR al 95% de la DSM	9.06%

Con precisión de resultados de CBR a 2.54 mm y 5.08 mm
 CBR (2.54 mm) - CBR (5.08 mm)
 10.51% > 11.08% FALSO

OBSERVACIONES: EL CBR DE DISEÑO SEFA EL CORRESPONDIENTE A 5.08 mm

CBR: 9.06%

CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 ING. RONALD MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 213.150

GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
 RUYEN DARIO POZCO CENTENO
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alarcas
 Ing. Civil
 CIP. Nº 1509416



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray Urubamba-Visco

Solicita: Br. Bacz Zamata Karen Alexandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

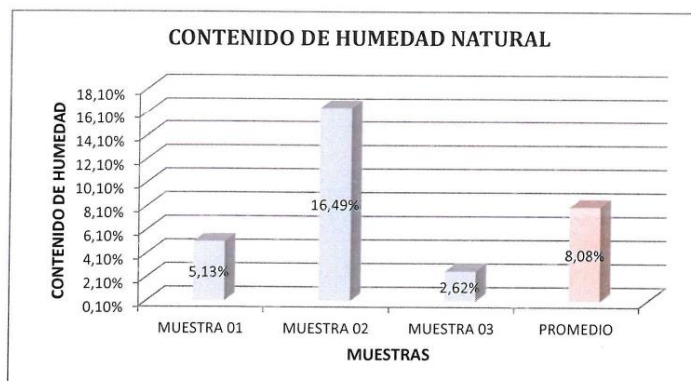
Calicata : C-3

Profundidad: 1,50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	15,87	20,96	16,11
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	96,98	74,01	75,99
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,02	66,50	74,46
Peso del Agua (gr)	3,96	7,51	1,53
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,15	45,54	58,35
Contenido de Humedad	5,13%	16,49%	2,62%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 8,08%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ingeniero Leonel Ayerbe Alarcá
CIP 150946

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Ruben Dario Posca Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alarcá
Ing. Civil
CIP. N° 150946



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Er. Baza Zameta Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022
Calicata: C-3
Profundidad: 1,50 m

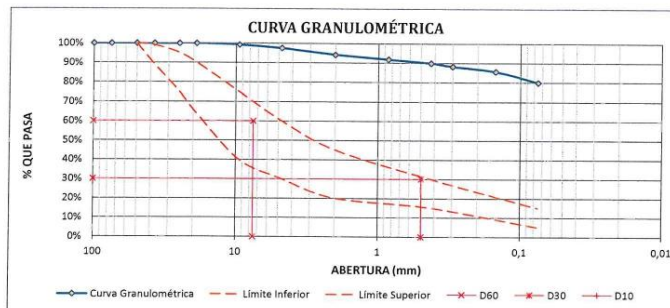
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del Lavado
Peso de la Muestra Seca = 1551,28 gr
Peso de la Muestra Seca = 259,10 gr
% de Error en Peso = -24,44%

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0,00	322,4	0,00%	0,00%	100,00%
3"	75	0,00	322,42	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50	0,00	322,42	0,00%	0,00%	100,00%
1½"	37,5	0,00	322,42	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25	0,00	322,42	0,00%	0,00%	100,00%
¾"	19	0,00	322,42	0,00%	0,00%	100,00%
⅜"	9,5	10,98	311,44	0,71%	0,71%	99,29%
Nº 4	4,75	27,10	284,34	1,75%	2,45%	97,55%
Nº 10	2	52,10	232,24	3,36%	5,81%	94,19%
Nº 20	0,850	36,15	196,09	2,33%	8,14%	91,86%
Nº 40	0,425	30,28	165,81	1,95%	10,10%	89,90%
Nº 50	0,300	25,93	139,88	1,67%	11,77%	88,23%
Nº 100	0,150	41,54	98,34	2,68%	14,44%	85,56%
Nº 200	0,075	86,80	11,54	5,60%	20,04%	79,96%
Cazuela	-	11,54	-	0,74%	-	-
Lavado	-	1292,18	-	79,22%	99,26%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		322,42		100,00%		

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 2,45%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 17,59%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 79,96%
Total = 100,00%

Fracción Gruesa
% de grava = 12,25%
% de arena = 87,75%
Total = 100,00%



Tamaño Máximo Absoluto = ¾"	Tamaño Máximo Nominal = Nº 10
D60 = 7,54 mm D30 = 0,49 mm D10 = -	Cu = - Cc = -



Leonel Ayerbe Aibarca
Ing. Civil
CIP. Nº 1509496



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA,
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco - 2022"

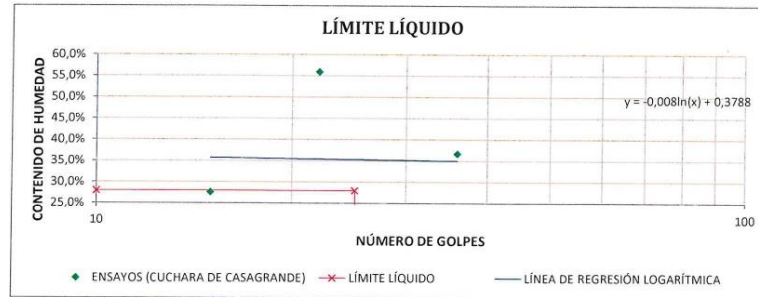
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Resante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	7,18	11,18	8,97	8,95
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	22,98	19,30	20,68	21,62
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	18,74	17,89	16,48	19,10
Peso del Agua (gr)	4,24	1,41	4,20	2,53
Peso de la Muestra Seca (gr)	11,56	6,71	7,51	9,15
Contenido de Humedad	36,68%	21,01%	55,93%	27,65%
Número de Golpes	36	29	22	15



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9,82	9,88	8,70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	13,11	13,47	13,54
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12,58	12,80	12,89
Peso del Agua (gr)	0,53	0,67	0,65
Peso de la Muestra Seca (gr)	2,76	2,92	4,19
Contenido de Humedad	19,20%	22,95%	15,51%



LÍMITE LÍQUIDO = 24,00%
LÍMITE PLÁSTICO = 19,00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 5,00%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ingeniero Civil
INGENIERO CIVIL
CIP 243130

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.S.
Rubén Darío Pezaca Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alarcón
Ing. Civil
CIP. Nº 150946



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CENTRO DE CALIDAD Y INVESTIGACIÓN TÉCNICA

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Huarco - Moray, Cusco-2022"
 Ubicación: Huancayo, Dpto. Huancayo
 Solicita: Sr. Benigno Rodríguez Alarcón
 Muestra: Sub-Basante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata: C-3
 Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (USCS)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	
% de Gruesos =	20.04%
% de Medios =	79.96%
% de Fines =	2.45%
% de Gravas =	2.45%
% de Arenas =	17.59%
Total =	20.04%
Fración Gruesa	
% de Grava =	12.23%
% de Arena =	87.77%
Total =	100.00%
Coeficientes	
CU =	-
De Límites de Consistencia	
LL =	24.00%
LP =	19.00%
IP =	5.00%
Otros Datos	
Tipo =	Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO		SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS LIMPIAS			
Menos del 5% pasa la malla Nº 200		GW	Grava bien graduada
Cu < 4.0 y LC < 3		GP	Grava mal graduada
GRAVAS CON FINOS			
Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla Nº 4		GM	Grava arcillosa
IP < 4.0 abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad		GC	Grava limosa arcillosa
4 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad		GW - GM	Grava bien graduada con limo
Cumple los criterios para GW y SC o para GP y GC - GM		GW - GC	Grava bien graduada con arcilla
Entre el 5% y 12% pasa malla Nº 200		GP - GM	Grava mal graduada con limo
Cumple los criterios para GP y GM		GP - GC	Grava mal graduada con arcilla
ARENAS LIMPIAS			
Menos del 5% pasa la malla Nº 200		SW	Arena bien graduada
Cu < 6.0 y LC < 3		SP	Arena mal graduada
ARENAS CON FINOS			
El 50% o más de la fracción gruesa para la malla Nº 4		SM	Arena arcillosa
IP < 4.0 abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad		SC	Arena limosa arcillosa
4 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad		SW - SM	Arena bien graduada con limo
Cumple los criterios para SW y SC o para SM y SC - SM		SW - SC	Arena bien graduada con arcilla
Entre el 5% y 12% pasa malla Nº 200		SP - SM	Arena mal graduada con limo
Cumple los criterios para SP y SC o para SP y GC - SM		SP - SC	Arena mal graduada con arcilla
LIMOS Y ARCILLAS			
Límite Líquido menor que 50		ML	Limo de baja plasticidad
Inorgánicos		CL	Arcilla de baja plasticidad
Límite Líquido no secado < 0.75		CL - ML	Arcilla limosa
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS			
El 50% o más pasa la malla Nº 200		OL	Limo orgánico
Límite Líquido mayor que 50		OH	Limo orgánico
Inorgánicos		OM	Arcilla orgánica
Límite Líquido 50 o mayor		CH	Arcilla de alta plasticidad
Orgánicos		OH	Limo orgánico
Límite Líquido no secado < 0.75		OH	Arcilla orgánica
Principalmente materia orgánica de otro origen		PT	Turba

CL - ML = Arcilla limosa de baja plasticidad con arena

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Rodillo de neumáticos, rodillo de pásas de cinta

COMITÉ DE INGENIERÍA DEL PERÚ
 CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS CIVILES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
 RUYER DARIO PEREZ CORTIÑO
 GERENTE

Leonel Aybu Alarcón
 INGENIERO CIVIL
 CIP No. 15005 Arc



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES.

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Miras - Moray, Cusco 2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco

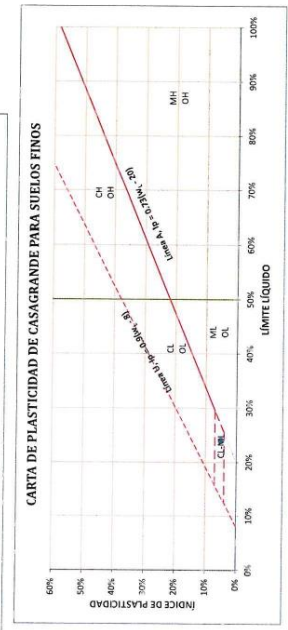
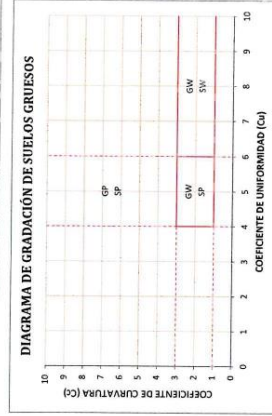
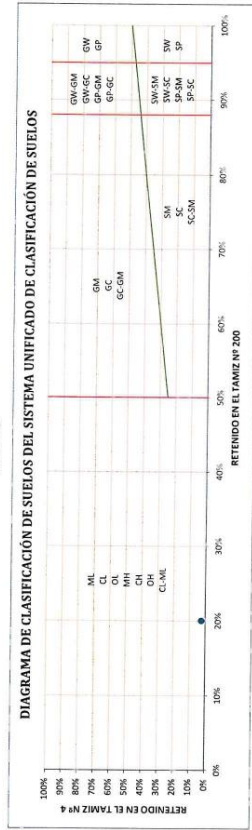
Solicitada: Br. Baez Zamata Karen Alejandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

Clientes: C-3
Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUICS)
ASTM D-2487



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO PROFESIONAL DEL CUSCO
ING. RUIYÁN DARIO POSECA CORTADO
CIP 213310 / IIL

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
RUIYÁN DARIO POSECA CORTADO
GERENTE

Leonel Verbe Alarcón
AB. CIVIL
CIP. Nº 1509476



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Miras – Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alejandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	De Límites de Consistencia
% que pasa el tamiz Nº 10 = 94,19%	LL = 24,00%
% que pasa el tamiz Nº 40 = 89,90%	IP = 19,00%
% que pasa el tamiz Nº 200 = 79,96%	IP = 5,00%
Otros Datos	
Tipo = Inorgánico	

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa el tamiz Nº 200)					MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)							
	A-1	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7
SUB - GRUPOS													
% que pasa el tamiz: Nº 10 Nº 40 Nº 200	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 30 máx. 15 máx.	51 mín. 10 máx.		35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz Nº 40													
Límite Líquido	6 máx.	6 máx.	No Plástico		40 máx.	41 mín.	40 máx.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de Plasticidad	0	0	0		10 máx.	10 máx.	11 mín.	10 máx.	11 mín.	10 máx.	11 mín.	10 máx.	11 mín.
Índice de Grupo	0	0	0		0	0	4 máx.	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena			Arena fina	Gravas, arenas limosas y arcillosas					Suelos limosos y arcillosos			

A-4 (3) = Principalmente partículas finas limosas

CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERU
CORPORACIÓN NACIONAL DE INGENIEROS
INGENIERO EN GEOTECNIA Y MECÁNICA DE SUELOS
CIP 233150 / IL

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS Y F.L.
Ruyán Darío Pezeta Centeno
GERENTE

Leonel Berbe Alvarca
ING. CIVIL
CIP Nº 15009 / Ec



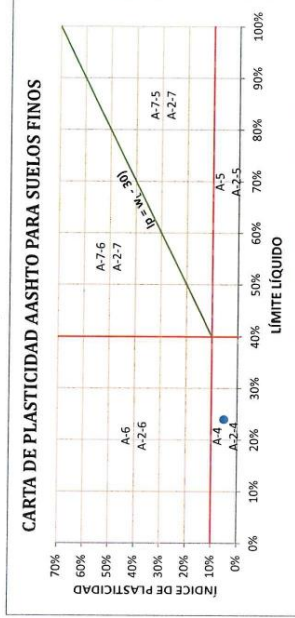
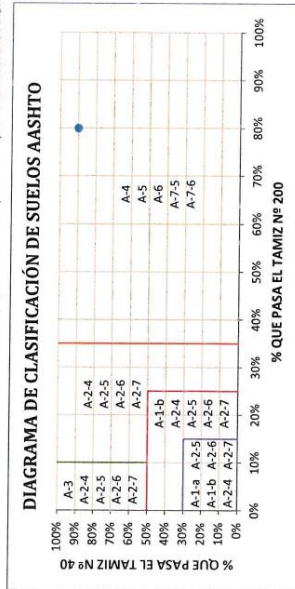
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Miras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Uso y Pata de Cabra



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO

F = 79,96	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el Tamiz Nº 200
W _L = 24,00	W _L = Límite líquido
Ip = 5,00	Ip = Índice de plasticidad

$IG = 0,2a + 0,005ac + 0,01bd$

a = F - 35	a = 44,96	=>	a = 40,00
b = F - 15	b = 64,96	=>	b = 40,00
c = W _L - 40	c = -16,00	=>	c = 0,00
d = Ip - 10	d = -5,00	=>	d = 0,00

IG = 3

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO INGENIERIA CIVIL
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 15097/L
GPM 213.150

GMS
GEO MECANICA DE SUELOS S.R.L.
Rubén Darío Ponce Benito
GERENTE

Leonel Berbe Alvarca
Ing. Civil
CIP Nº 15097/LC



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA,
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco - 2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urb. Santa Rosa
Solicita: Br. Ebez Zameta Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

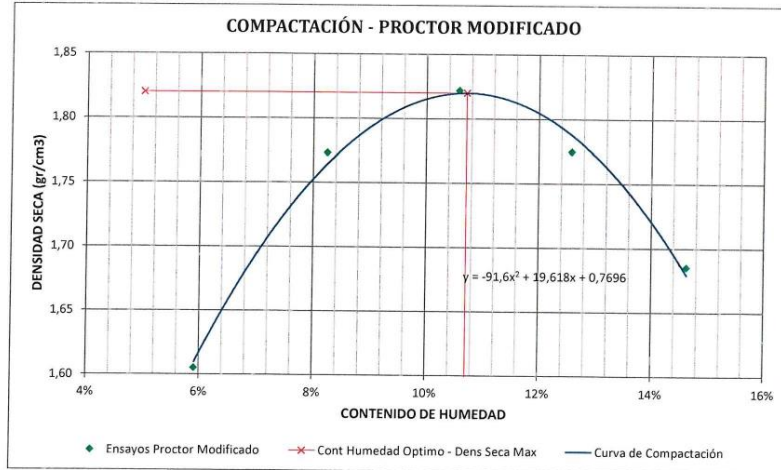
Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

MTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DATOS GENERALES	
Número de Capas =	5
Golpes por Capa =	56
Peso del Martillo =	4,54 Kg
Altura de Caída del Martillo =	45,72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05	
Número de Proctor Utilizado	P-1		P-1		P-1		P-1		P-1	
Diámetro del Molde (cm)	15,24		15,24		15,24		15,24		15,24	
Altura del molde (cm)	11,64		11,64		11,64		11,64		11,64	
Volumen del Molde (cm ³)	2123,31		2123,31		2123,31		2123,31		2123,31	
Peso del Molde (gr)	6279,00		6279,00		6279,00		6279,00		6279,00	
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	9889,00		10355,00		10557,00		10522,00		10381,00	
Peso de la Muestra Compactada (gr)	3610,00		4076,00		4278,00		4243,00		4102,00	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1,70		1,92		2,01		2,00		1,93	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,61		1,77		1,82		1,77		1,69	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba	
Peso de Capsula (gr)	15,20	18,07	18,48	17,39	20,98	16,75	17,68	18,50	19,78	20,01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97,58	98,99	89,20	68,34	101,01	70,33	78,89	99,49	70,52	101,61
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,14	94,31	83,92	64,38	93,33	65,22	72,00	90,50	63,98	91,30
Peso del Agua (gr)	4,44	4,68	5,28	3,96	7,68	5,11	6,89	8,99	6,54	10,31
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,94	76,24	65,44	46,99	72,35	48,47	54,32	72,00	44,20	71,29
Contenido de Humedad	5,70%	6,14%	8,07%	8,43%	10,62%	10,54%	12,68%	12,49%	14,80%	14,46%
Contenido de Humedad Promedio	5,92%		8,25%		10,58%		12,59%		14,63%	



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,82 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 10,71%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
COLEGIO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ingeniero Civil
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E. R. L.
Rubén Darío Ponce Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. Nº 150946



ASOCIACIÓN GMS DE INGENIEROS DE SUELOS Y FUNDACIONES, COLEGIO DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DEL PERÚ
 ESTADÍSTICA, INVESTIGACIÓN Y CONSULTORÍA EN INGENIERÍA E INGENIERÍA DE SUELOS Y FUNDACIONES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con cenizas de fibras de maíz en carretera Mares - Moray, Cusco-2022"

Ubicación: Moray, Provincia de Moray
 Delineo: Br. Eraz Dombit Ibarra Alvarado
 Muestra: Sub. F2a (a)
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

Código: C-3
 Profundidad: 3.50 m

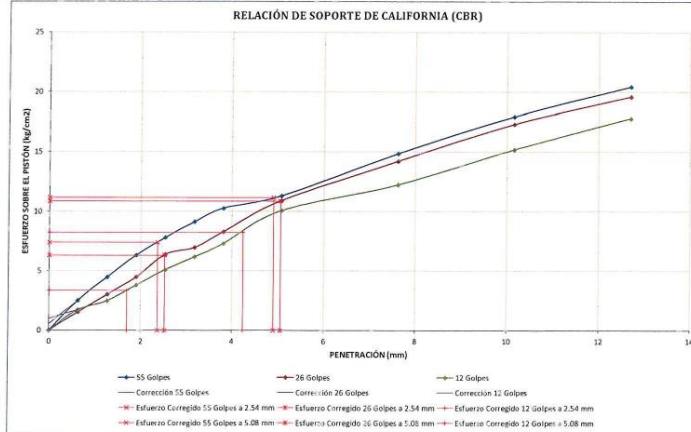
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 AITC E-112 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1553 y AASHTO T-193

DATOS GENERALES		DIMENSIONES DEL MOLDE	
Densidad Seca (Arriba) = 1.82 cm ³	Peso del Martillo = 4.54 kg	Diámetro = 15.24 cm	
Contenido Humoral Capilar = 10.71%	altura de Caja del Martillo = 45.72 cm	Altura = 17.78 cm	
Contenido Humoral Natural = 2.08%	Numero de Cajas = 5	altura de la Muestra = 11.61 cm	
Area del Piston = 20.27 cm ²	altura del Disco Espracione = 6.14 cm	Volumen = 2120.35 cm ³	

DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
	Peso del Molde (gr)	757.200		767.000		767.000		767.000	
Peso del Molde + Muestra Comprimida antes de la inmersión (gr)	1184.400		1177.100		1165.000		1165.000		
Peso del Molde + Muestra Comprimada después de la inmersión (gr)	1214.000		1193.100		1183.100		1183.100		
Peso del agua Absorbida (gr)	270.00		187.90		188.00		188.00		
Peso de la Muestra Comprimada antes de la inmersión (gr)	427.200		410.10		402.000		402.000		
Peso de la Muestra Comprimada después de la inmersión (gr)	454.200		430.10		424.000		424.000		
Peso de la Muestra Seca (gr)	396.61		390.73		392.00		392.00		
Porcentaje de Absorción	6.7%		4.4%		4.6%		4.6%		
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.88		1.79		1.79		1.79		
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA PIMERION									
	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Caja (gr)	27.45	30.67	26.10	26.30	26.97	26.96	26.14	30.63	27.30
Peso de Caja + Muestra Humeda (gr)	66.40	68.71	106.00	69.31	73.80	76.04	82.78	77.91	104.02
Peso de Caja + Muestra Seca (gr)	78.70	68.67	68.00	73.25	72.00	70.64	76.50	72.50	102.30
Peso de Agua (gr)	5.74	6.07	10.00	6.87	6.60	6.71	6.37	6.36	10.68
Peso de la Muestra Seca (gr)	45.07	55.75	62.90	47.15	45.50	44.18	41.25	40.63	63.64
Contenido de Humedad	12.75%	13.85%	14.33%	14.57%	14.50%	15.19%	17.60%	15.67%	17.00%
Contenido de Humedad Promedio	13.65%			14.91%			16.70%		
Porcentaje de Absorción	5.56%			6.63%			6.68%		
Porcentaje de Absorción Promedio	6.16%			5.79%			6.91%		

DATOS DEL ENSAYO DE EXPANSION			MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido Horas	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de
			"0.001"	mm	Expans.	"0.001"	mm	Expans.	"0.001"	mm	Expans.
10/02/2022	10:00	0 h 07 min	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%
10/02/2022	10:37	24 h 31 min	18	0.180	0.35%	10	0.500	0.48%	27	0.440	0.59%
10/02/2022	10:30	32 h 30 min	37	0.940	0.81%	49	1.245	1.70%	41	1.540	1.33%
10/02/2022	10:30	72 h 30 min	46	1.160	1.00%	67	1.400	1.70%	70	1.860	1.70%
10/02/2022	10:00	96 h 00 min	50	1.270	1.09%	74	1.880	1.61%	67	2.134	1.83%

DATOS DEL ENSAYO DE PENETRACION (CBR)				MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial	Penetracion	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR
	"0.001"	mm		kg	kg/cm ²	%		kg	kg/cm ²	%		kg	kg/cm ²	%	
0	0.000	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
25	0.055	51	2.52	33	1.53	35	1.75	50	2.49	2.60	2.80	35	1.75	1.85	2.00
50	1.170	81	4.45	61	3.01	63	3.01	80	3.60	3.75	4.00	70	3.50	3.65	3.90
75	1.905	118	6.32	81	4.45	83	4.45	100	5.00	5.25	5.60	90	4.50	4.75	5.10
100	2.540	156	7.80	110	6.84	110	6.84	130	7.50	7.80	8.40	120	6.75	7.05	7.50
125	3.175	185	9.13	142	6.96	148	6.96	160	7.50	7.80	8.40	150	7.50	7.80	8.40
150	3.810	208	10.16	168	8.82	168	8.82	190	9.00	9.30	9.90	180	9.00	9.30	9.90
175	4.445	225	11.20	211	10.90	211	10.90	230	11.25	11.55	12.30	220	11.25	11.55	12.30
200	5.080	225	11.20	225	11.25	225	11.25	250	12.00	12.30	13.00	240	12.00	12.30	13.00
250	7.620	270	14.85	280	14.21	280	14.21	300	15.00	15.30	16.00	290	15.00	15.30	16.00
300	10.160	344	19.96	344	19.96	344	19.96	360	20.25	20.55	21.60	350	20.25	20.55	21.60
500	12.700	414	26.43	414	26.43	414	26.43	430	27.00	27.30	28.80	420	27.00	27.30	28.80



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 INGENIERO CIVIL
 CIP 213150

GMS
 GEO MECANICA DE SUELOS S.R.L.
 Ruben Dario Poza Centeno
 GERENTE

Leonel Perbe Atarca
 Ing. Civil
 CIP. N° 150946



ESTUDIO DE MEJORA DE CARRETERAS EN CONCRETO Y BENTONITAS, PAVIMENTOS DE PAVIMENTOS Y ASFALTO EN EL PERÚ.
 PROYECTO DE MEJORA DE CARRETERAS EN CONCRETO Y BENTONITAS EN EL PERÚ.

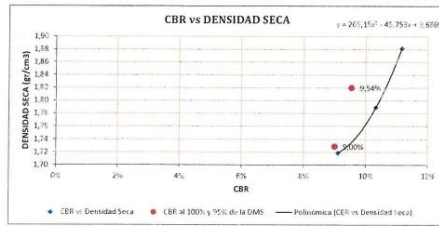
Objetivo: Mejoramiento de propiedades físicas - mecánicas de la subrasante con curvas de fôrres de maíz en carretera Utrera - Moque, Cusco 2022

Ubicación: Mejoramiento de Carreteras Utrera - Moque
 Cliente: En. Eusebio Zamora y otros Asociados
 Proyecto: Sub-Rasante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

Caliente: CSE
 Profesional: 1,50 m

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 MTC E 212 - 2005, Ensayo en la Norma ASTM D 1553 - ASPH/0 T-199

CONDICIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR
Carga Unitaria Patrón	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%
70.01	2.540	7.81	10.51%	2.510	5.97	8.45%	2.540	5.10	7.25%
105.45	3.080	11.70	11.09%	3.080	10.89	10.33%	3.080	9.00	9.10%



RESULTADOS

Número de Golpes	Expansión	Absorción
55	1.06%	0.27%
24	1.61%	5.62%
12	1.83%	6.43%

Número de Golpes	CBR	Densidad Seca
55	11.15%	1.88 gr/cm ³
24	10.33%	1.72 gr/cm ³
12	9.10%	1.72 gr/cm ³

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	2.13
95% de la DMS (gr/cm ³)	1.77

CBR al 100% de la DMS	5.54
CBR al 95% de la DMS	6.00%

Comprobación de resultados de CBR a 2.54 mm y 5.00 mm
 CBR (2.54 mm) > CBR (5.00 mm)
 10.51% > 11.09% FALSO

OBSERVACIONES: EL CBR DE DISEÑO SERÁ EL CORRESPONDIENTE A 5.00 mm

CBR: 9.00%





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco

Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

D2: 2% CFM

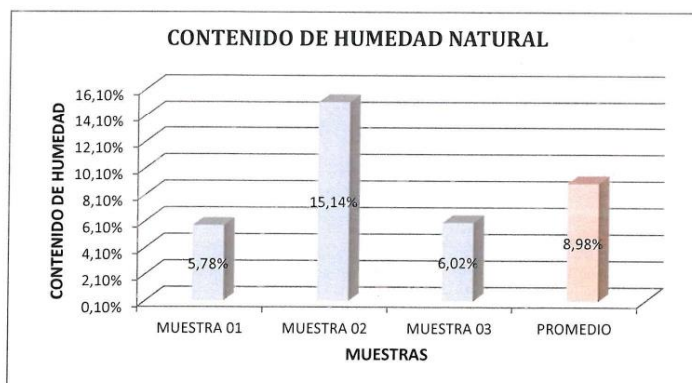
Calicata : C-3

Profundidad: 1,50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	15,87	20,96	16,11
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	98,54	76,85	77,97
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	94,02	69,50	74,46
Peso del Agua (gr)	4,52	7,35	3,51
Peso de la Muestra Seca (gr)	78,15	48,54	58,35
Contenido de Humedad	5,78%	15,14%	6,02%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 8,98%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
INGENIERO CIVIL
CIP 219150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS P.R.L
Ruiyán Darío Ponce Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. CIVIL
CIP. Nº 150946



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de naila en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022
D2: 25; C1E4
Caliceta: C-3
Profundidad: 1,50 m

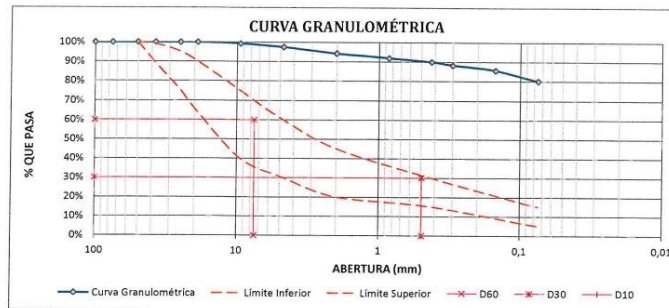
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-68

Antes del Lavado
Peso de la Muestra Seca = 1551,28 gr
Peso de la Muestra Seca = 259,10 gr
% de Error en Peso = -26,29%

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0,00	327,2	0,00%	0,00%	100,00%
3"	75	0,00	327,23	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50	0,00	327,23	0,00%	0,00%	100,00%
1½"	37,5	0,00	327,23	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25	0,00	327,23	0,00%	0,00%	100,00%
¾"	19	0,00	327,23	0,00%	0,00%	100,00%
⅜"	9,5	10,70	316,53	0,69%	0,69%	99,31%
Nº 4	4,75	27,52	289,01	1,77%	2,46%	97,54%
Nº 10	2	50,18	238,83	3,23%	5,70%	94,30%
Nº 20	0,850	36,74	202,09	2,37%	8,07%	91,93%
Nº 40	0,425	30,28	171,81	1,95%	10,02%	89,98%
Nº 50	0,300	25,93	145,88	1,67%	11,69%	88,31%
Nº 100	0,150	41,54	104,34	2,68%	14,37%	85,63%
Nº 200	0,075	86,80	17,54	5,60%	19,96%	80,04%
Cazuela	-	17,54	-	1,13%	-	-
Lavado	-	1292,18	-	78,91%	98,87%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		327,23		100,00%		

Fracciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 2,46%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 17,50%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 80,04%
Total = 100,00%

Fracción Gruesa
% de grava = 12,34%
% de arena = 87,66%
Total = 100,00%



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	Tamaño Máximo Nominal = Nº 10
D60 = 7,54 mm	Cu = -
D30 = 0,49 mm	Cc = -
D10 = -	



Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. Nº 150746



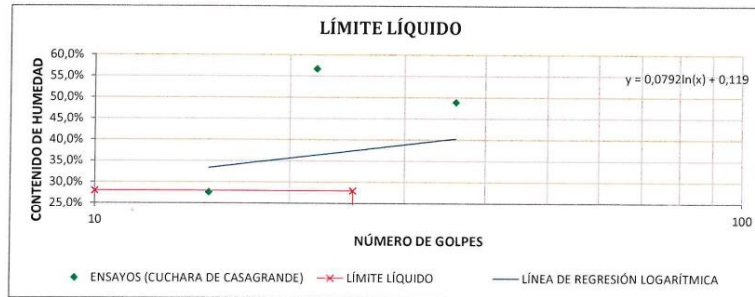
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022
D2: 2% CFM
Calicata: C-3
Profundidad: 1,50 m

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	7,18	11,18	8,97	9,95
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	22,90	18,90	20,74	21,63
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	17,74	17,87	16,48	19,10
Peso del Agua (gr)	5,16	1,03	4,26	2,53
Peso de la Muestra Seca (gr)	10,56	6,69	7,51	9,15
Contenido de Humedad	48,86%	15,40%	56,72%	27,65%
Número de Golpes	36	29	22	15



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9,82	9,88	8,70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	13,10	13,47	13,54
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12,58	12,80	12,87
Peso del Agua (gr)	0,52	0,67	0,67
Peso de la Muestra Seca (gr)	2,76	2,92	4,17
Contenido de Humedad	18,84%	22,95%	16,07%



LÍMITE LÍQUIDO = 24,00%
LÍMITE PLÁSTICO = 19,00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 5,00%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL
Cusco
Ingeniero Civil
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Ruiver Darío Porco Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. N° 150942



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carreteras Karas – Iteyay, Cuzco -2022*

Ubicación: Mariscal Nieto, Moquegua

Solicitante: Br. Ben Zamora Karen Alejandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

DZ-2% CH4

Calletera : C-3

Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUICS)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	
% de Gruesos =	33,95%
% de Medios =	50,15%
% de Fines =	15,90%
% de Arenas =	2,46%
% de Arcillas =	17,50%
Total =	19,96%
Fración Gruesa	
% de Grava =	12,24%
% de Arena =	87,76%
Total =	100,00%
Coeficientes	
Cu =	-
Cc =	-
De Límites de Consistencia	
Ll =	24,00%
Ip =	10,00%
Ip =	5,00%
Otros Datos	
Tipo =	Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO	SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla Nº 200 Cu < 4 y L < 6 C < 3	GW	Grava bien graduada
GRAVAS CON FINOS Más del 50% de la fracción gruesa retenida en la malla Nº 4 IP < 4,0 abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad 4 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GP	Grava mal graduada
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Más del 50% es retenido en la malla Nº 200 Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200 Cumple los criterios para GW y GP Cumple los criterios para SW y SC o para SM y SC - SM	GC - GCI GV - GVI GM - GMI GP - GPI GW - GWC GV - GVC GM - GMC GP - GPI GW - GWC GV - GVC GM - GMC	Grava arcillosa Grava limosa arcillosa Grava bien graduada con limo Grava mal graduada con limo Grava bien graduada con arcilla Grava mal graduada con arcilla Arenas limpias Arenas con finos Arenas limpias arcillosas Arenas limosas arcillosas
ARENAS El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4 Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200 Cumple los criterios para SW y SM Cumple los criterios para SP y SC - SP	SW - SWC SM - SMC SP - SPC	Arena bien graduada con limo Arena mal graduada con limo Limo de baja plasticidad Arcilla de baja plasticidad
ARENAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla Nº 200 Cu < 4 y L < 6 C < 3	SP	Arcilla limosa
ARENAS CON FINOS El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4 Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200 Cumple los criterios para SW y SM Cumple los criterios para SP y SC - SP	SC - SMC SM - SMC SP - SPC	Arcilla limosa arcillosa Limo de alta plasticidad Arcilla de alta plasticidad
LIMOS Y ARCILLAS FINAS El 50% o más pasa la malla Nº 200 Límite Líquido menor que 50 Tipo = Inorgánico	CL - MLC OL - MLC	Arcilla orgánica Arcilla orgánica
LIMOS Y ARCILLAS MAYOR Límite Líquido 50 o mayor Tipo = Orgánico	CH - MHC OH - MHC	Limo de alta plasticidad Limo orgánico Arcilla orgánica
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS Principalmente materia orgánica de color oscuro	PT	Turba

CL - ML = Arcilla limosa de baja plasticidad con arena

El equipo ideal de Comparación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Bolido de neumáticos, recillo de paño de calera

CONSEJO DE INGENIERÍA DEL PERÚ
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES
INGENIERO EN CIVIL
CIP N° 150076

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.R.L.
Ruyán Darío Torice Centeno
INGENIERO

Leonel Gerbe Alvarca
ING. CIVIL
CIP N° 150076

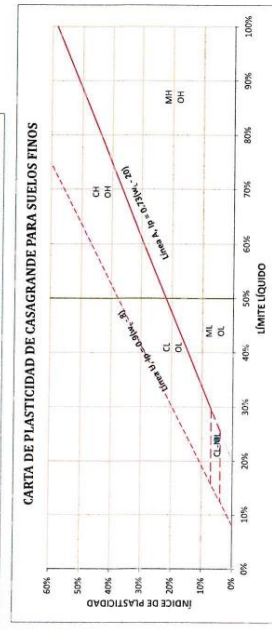
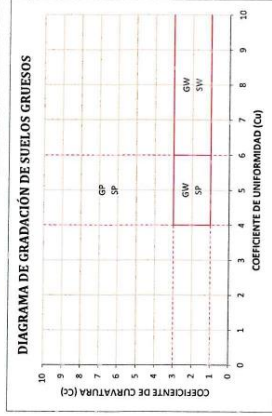
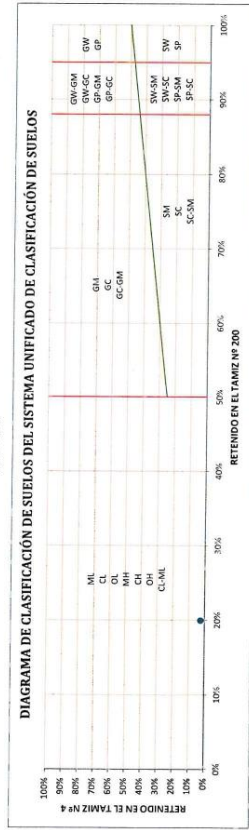


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibra de maíz en carretera Maray - Moray, Cusco-2022"
Ubicación: Maray-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitada: Br. Ruez Zamata Karen Alejandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D2-73, CF14
Caliente, C-3
Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (USCS)
ASTM D-2487



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD
INGENIERO CIVIL
CIP 233150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Rubén Darío Poroca Cerbano
GERENTE

Leonel Argente Alujica
INGENIERO CIVIL
CIP N° 150944



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco - 2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D2: 2% CFM
Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	De Límites de Consistencia
% que pasa el tamiz Nº 10 = 94,30%	LL = 24,00%
% que pasa el tamiz Nº 40 = 89,98%	IP = 19,00%
% que pasa el tamiz Nº 200 = 80,04%	IP = 5,00%

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos, pasa el tamiz Nº 200)						MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)							
	A-1		A-3	A-2		A-4		A-5		A-6				
GRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7	A-7-5	A-7-6
% que pasa el tamiz: Nº 10 Nº 40 Nº 200	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 25 máx.	51 mín. 10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz Nº 40	No Plástico		40 máx.		41 mín.		40 máx.		40 máx.		40 máx.		40 máx.	
Límite Líquido	6 máx.		10 máx.		10 máx.		11 mín.		11 mín.		11 mín.		11 mín.	
Índice de Plasticidad	0		0		0		4 máx.		8 máx.		12 máx.		16 máx.	
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina		Gravas, arenas limosas y arcillosas		Suelos limosos		Suelos limosos		Suelos arcillosos		Suelos arcillosos	

A-4 (3) = Principalmente partículas finas limosas


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 INGENIERÍA CIVIL
 CIP 213150


 GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
 Rubén Carrasco Torres Ceballos
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
 Ing. Civil
 CIP N° 109946



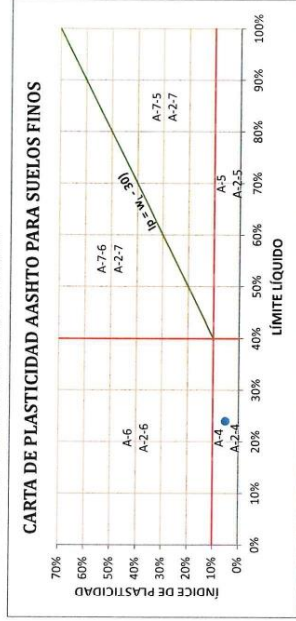
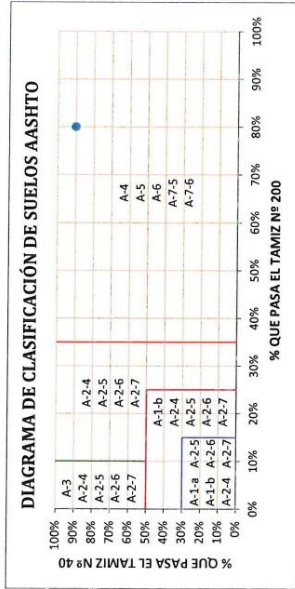
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y BIENCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Dz: 2% CFM
Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN AASHTO
AASHTO M-145

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Liso y Pata de Cabra



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO

F = 80,04	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz Nº 200
w _L = 24,00	w _L = Límite líquido
Ip = 5,00	Ip = Índice de plasticidad

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

a = F - 35	a = 45,04	=>
b = F - 15	b = 65,04	=>
c = w _L - 40	c = -16,00	=>
d = Ip - 10	d = -5,00	=>

IG = 3

GMS
GEO MECANICA DE SUELOS S.R.L.
RUIJEN DARIO PASCAL CANTILLO
GERENTE

GMS
INGENIERIA CIVIL
LEONEL TORRES ALVARO
CIP N° 1507-AK



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

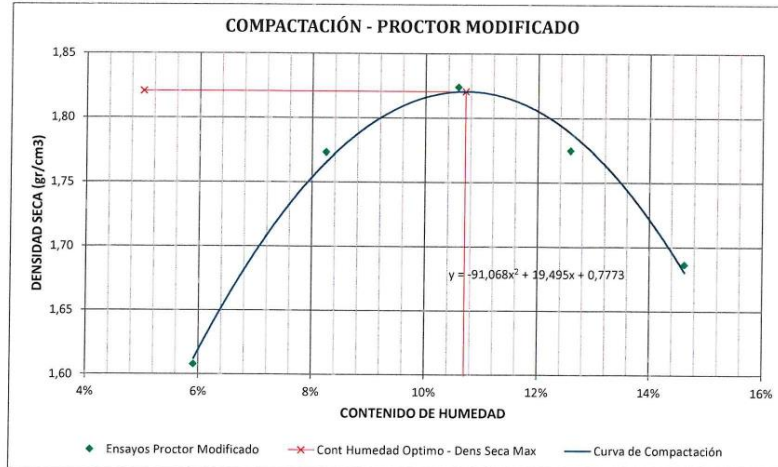
D2: 2% CFM
Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

MTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DATOS GENERALES	
Número de Capas =	5
Golpes por Capa =	56
Peso del Martillo =	4,54 Kg
Altura de Caída del Martillo =	45,72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05	
Número de Proctor Utilizado	P-1		P-1		P-1		P-1		P-1	
Diámetro del Molde (cm)	15,24		15,24		15,24		15,24		15,24	
Altura del molde (cm)	11,64		11,64		11,64		11,64		11,64	
Volumen del Molde (cm ³)	2123,31		2123,31		2123,31		2123,31		2123,31	
Peso del Molde (gr)	6271,00		6277,00		6274,00		6279,00		6276,00	
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	9887,00		10353,00		10557,00		10522,00		10381,00	
Peso de la Muestra Compactada (gr)	3616,00		4076,00		4283,00		4243,00		4105,00	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1,70		1,92		2,02		2,00		1,93	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,61		1,77		1,82		1,77		1,69	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	15,20	18,07	18,48	17,39	20,98	16,75	17,68	18,50	19,78	20,01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97,58	98,99	89,20	68,34	101,01	70,33	78,89	99,49	70,52	101,61
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,14	94,31	83,92	64,38	93,33	65,22	72,00	90,50	63,98	93,30
Peso del Agua (gr)	4,44	4,68	5,28	3,96	7,68	5,11	6,89	8,99	6,54	10,31
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,94	76,24	65,44	46,99	72,35	48,47	54,32	72,00	44,20	71,29
Contenido de Humedad	5,70%	6,14%	8,07%	8,43%	10,62%	10,54%	12,68%	12,49%	14,80%	14,46%
Contenido de Humedad Promedio	5,92%		8,25%		10,58%		12,59%		14,63%	



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,82 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 10,70%

CRECIMIENTO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DIRECTIVO NACIONAL
INGENIERO CIVIL
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Ruiyan Dario Porca Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Aturca
Ing. Civil
CIP N° 150947c



INSTITUTO PERUANO DE CALIFICACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD S.A. (INPEC) - INSTITUTO PERUANO DE CALIFICACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD S.A. (INPEC) - INSTITUTO PERUANO DE CALIFICACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD S.A. (INPEC)

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con cenizas de lavas de molle en carretera Miraflores - Moyay, Cusco - 2022"

Ubicación: Espangay - Huancabamba - Viente
 Distrito: Sr. Eneq - Distrito Acahuasi
 Municipio: Sr. Buzaco
 Fecha: 07/07/2022

Diciembre
 Caliente: 15.24
 Evaporación: 1.56 mm

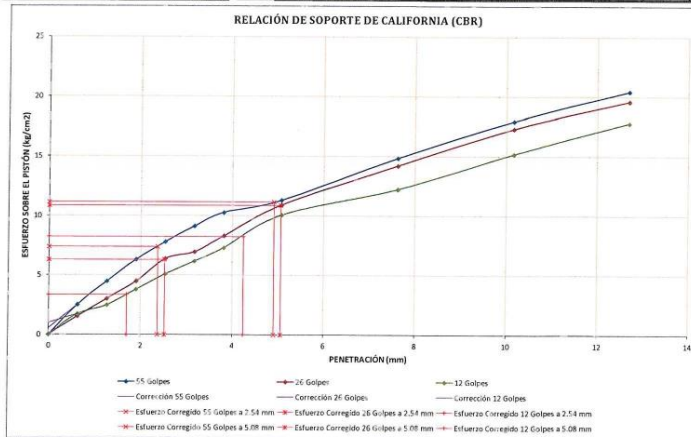
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 NTC E 210 - 2000, Estado en la Norma ASTM D-1533 y AASHTO T-193

DATOS GENERALES		DIMENSIONES DEL MUESTRAL	
Densidad Seca Máxima = 1,82 cm ³	Peso del Muestral = 4,54 Kg	Diámetro = 15,24 cm	
Contenido Humido Óptimo = 10,70%	Altura de Caku del Muestral = 45,72 cm	Altura = 17,78 cm	
Contenido Humido Natural = 6,88%	Número de Capas = 5	Altura de la Muestra = 11,64 cm	
Área del Filtro = 10,27 cm ²	Altura del Caku Españador = 6,14 cm	Volumen = 2123,65 cm ³	

DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
	Peso del Muestral (gr)	7572,00		7673,00		7673,00		7673,00	
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)	11845,00		11774,00		11677,95		11677,95		
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)	36,00		150,30		130,95		130,95		
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)	4573,00		4173,20		4073,25		4073,25		
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)	4539,00		4362,10		4264,20		4264,20		
Peso de la Muestra Seca (gr)	3938,95		3728,28		3622,11		3622,11		
Porcentaje de Absorción	6,70%		4,97%		5,17%		5,17%		
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,87		1,80		1,74		1,74		
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN									
	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capsula (gr)	20,48	30,45	20,70	20,30	21,30	20,80	20,15	30,48	20,70
Peso de Capsula + Muestra Humeda (gr)	757,76	80,81	104,00	80,32	77,46	79,14	87,34	77,93	108,00
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	70,72	88,70	88,00	73,05	77,74	75,60	78,10	72,60	81,34
Peso del Agua (gr)	6,52	3,13	16,00	6,87	5,66	6,73	8,64	5,73	10,88
Peso de la Muestra Seca (gr)	48,54	87,08	95,90	47,11	48,44	44,18	49,85	43,25	63,04
Contenido de Humedad	14,66%	14,15%	14,33%	14,57%	12,58%	15,17%	16,30%	13,81%	17,62%
Contenido de Humedad Promedio	14,38%			14,57%			15,89%		
Porcentaje de Absorción	5,34%			5,09%			6,67%		
Porcentaje de Absorción Promedio	6,04%			4,89%			5,80%		

DATOS DEL ENSAYO DE EXPANSIÓN		MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06			
Fecha	Hora	Tempo Transcurrido Horas	Dial "0,001" mm	Deform mm	% de Expansión	Dial "0,001" mm	Deform mm	% de Expansión	Dial "0,001" mm	Deform mm	% de Expansión
10/07/2022	10:00	0 h 10 min	0	0,000	0,0%	0	0,000	0,0%	0	0,000	0,0%
11/07/2022	10:31	24 h 31 min	11	0,468	0,35%	10	0,508	0,44%	10	0,648	0,47%
12/07/2022	10:50	48 h 30 min	17	0,940	0,61%	16	1,245	1,07%	11	1,549	1,33%
13/07/2022	10:30	72 h 30 min	46	3,148	1,00%	12	1,800	1,37%	11	1,681	1,70%
14/07/2022	10:00	96 h 00 min	30	1,270	1,09%	7	1,580	1,61%	8	2,134	1,83%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03				
	Dial "0,001" mm	Penetración mm	Dial mm	Fuerza kg	Esther. kg/cm ²	CBR %	Dial mm	Fuerza kg	Esther. kg/cm ²	CBR %	Dial mm	Fuerza kg	Esther. kg/cm ²
0	0,750	0	0,00	0,00	0,0%	0	0,00	0,00	0,0%	0	0,00	0,00	0,0%
25	0,425	51	3,52	6,35	1,0%	31	3,58	6,60	1,7%	35	3,78	6,97	1,7%
50	1,270	91	4,42	8,09	1,0%	61	3,00	5,60	1,0%	50	3,47	6,47	1,7%
75	1,905	116	6,32	11,69	1,0%	81	4,11	7,60	1,0%	71	5,80	10,80	1,8%
100	2,540	158	7,20	11,09	1,0%	110	6,34	9,00	1,0%	100	5,08	7,33	1,0%
125	3,175	185	1,18	2,18	0,3%	141	8,00	14,80	1,6%	125	6,17	11,37	1,3%
150	3,810	208	16,70	30,70	3,3%	168	8,29	15,40	1,7%	148	7,20	13,20	1,5%
175	4,445	219	11,80	10,71	1,0%	221	10,50	19,30	2,1%	200	10,60	19,50	2,1%
200	5,080	282	14,52	26,52	2,9%	288	14,21	26,40	2,9%	248	12,74	23,24	2,5%
225	5,715	364	17,68	32,68	3,6%	351	17,82	32,80	3,6%	308	15,20	28,20	3,0%
250	6,350	414	20,43	37,43	4,1%	387	19,98	36,80	4,1%	361	17,82	32,80	3,6%



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO REGIONAL DE INGENIEROS DEL PERU - CUREP
 Inge. DARIO FORCIBO CORDOBA
 INGENIERO CIVIL
 CIP 253150

GMS
 GEO MECANICA DE SUELOS S.R.L.
 RUIVEN DARIO FORCIBO CORDOBA
 GERENTE

Leonel Gerbe Alvarca
 Ing. Civil
 CIP Nº 159976



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco

Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

D3: 5% CFM

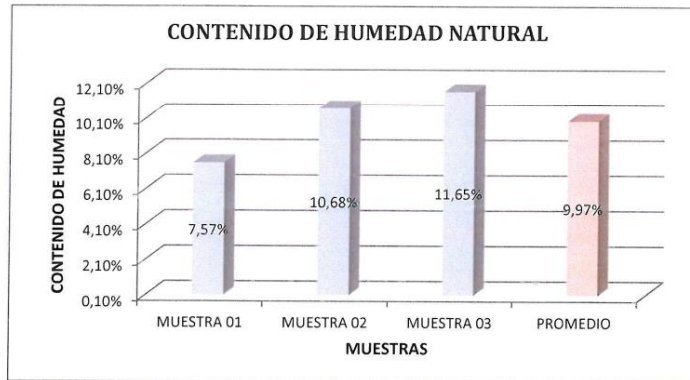
Calicata : C:3

Profundidad: 1,50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC F 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	15,87	20,96	16,11
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	98,54	76,90	78,97
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	92,72	71,50	72,41
Peso del Agua (gr)	5,82	5,40	6,56
Peso de la Muestra Seca (gr)	76,85	50,54	56,30
Contenido de Humedad	7,57%	10,68%	11,65%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 9,97%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
[Signature]
ING. CIVIL
CIP 213150

GMS
GEO MECANICA DE SUELOS S.A.S.
[Signature]
Rubén Darío Ponce Centeno
GERENTE

[Signature]
Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. N° 15094Rc



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Er. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

DS: 5% CFM
Calicata: C-3
Profundidad: 1,50 m

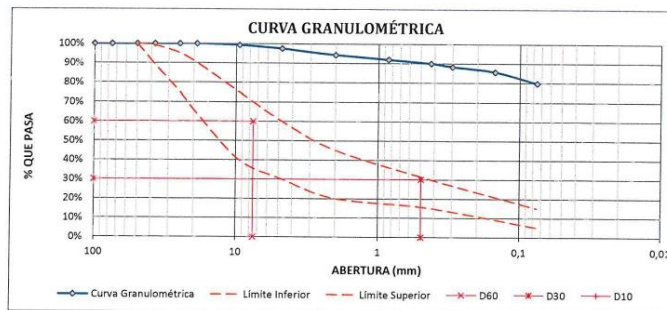
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del Lavado
Peso de la Muestra Seca = 1551,28 gr Peso de la Muestra Seca = 259,10 gr
% de Error en Peso = -30,73%

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0,00	338,7	0,00%	0,00%	100,00%
3"	75	0,00	338,73	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50	0,00	338,73	0,00%	0,00%	100,00%
1½"	37,5	0,00	338,73	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25	0,00	338,73	0,00%	0,00%	100,00%
¾"	19	0,00	338,73	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	10,60	328,13	0,68%	0,68%	99,32%
Nº 4	4,75	27,60	300,53	1,78%	2,46%	97,54%
Nº 10	2	50,10	250,43	3,23%	5,69%	94,31%
Nº 20	0,850	36,74	213,69	2,37%	8,06%	91,94%
Nº 40	0,425	30,27	183,42	1,95%	10,01%	89,99%
Nº 50	0,300	25,93	157,49	1,67%	11,68%	88,32%
Nº 100	0,150	41,54	115,95	2,68%	14,36%	85,64%
Nº 200	0,075	90,50	25,45	5,83%	20,19%	79,81%
Cazuela	-	25,45	-	1,64%	-	-
Lavado	-	1292,18	-	78,16%	98,36%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		338,73		100,00%		

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 2,46%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 17,73%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 79,81%
Total: 100,00%

Fracción Gruesa
% de grava = 12,19%
% de arena = 87,81%
Total = 100,00%



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	Tamaño Máximo Nominal = Nº 10
D60 = 7,54 mm	Cu = -
D30 = 0,49 mm	Cc = -
D10 = -	



GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Rubén Darío Posca Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alarcón
Ing. Civil
CIP. Nº 15004-FC



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"

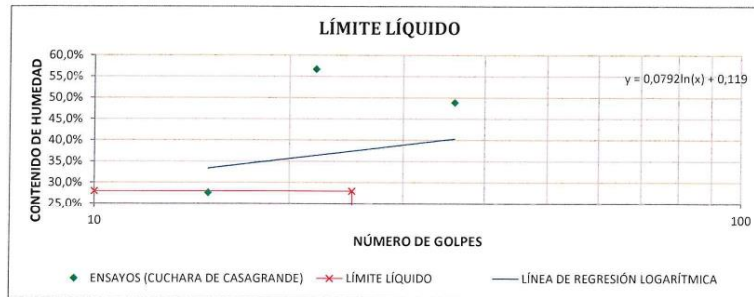
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Beez Zameta Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D3: 5% CFM
Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	7,18	11,18	8,97	9,95
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	22,90	18,90	20,74	21,63
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	17,74	17,87	16,48	19,10
Peso del Agua (gr)	5,16	1,03	4,26	2,53
Peso de la Muestra Seca (gr)	10,56	6,69	7,51	9,15
Contenido de Humedad	48,86%	15,40%	56,72%	27,65%
Número de Golpes	36	29	22	15



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9,82	9,88	8,70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	12,98	13,45	13,43
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12,60	12,70	13,00
Peso del Agua (gr)	0,38	0,75	0,43
Peso de la Muestra Seca (gr)	2,78	2,82	4,30
Contenido de Humedad	13,67%	26,60%	10,00%



LÍMITE LÍQUIDO = 21,00%
LÍMITE PLÁSTICO = 17,00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 4,00%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO REGIONAL CUSCO
Ingeniero Civil
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Rulven Darío Ponce Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alarcón
Ing. Civil
CIP. N° 15004



ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de mar en carretera Marak - Moray, Curico - 2022"

Ubicación: Marak Moray Curico

Solicitante: Br. Boris Zamata Karen Alejandra

Muestra: Sub-Basante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

D3: 5% CHA
Culicota: C-3
Profundidad: 150 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (USCS)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	
% de Grava = 20.13%	
% de Arena = 79.87%	
Total = 100.00%	
% de Grava = 2.46%	
% de Arena = 17.73%	
Total = 20.13%	
Fracción Gruesa	
% de Grava = 12.18%	
% de Arena = 87.82%	
Total = 100.00%	
Coeficientes	
Cu = -	
Cc = -	
De Límites de Consistencia	
LL = 21.00%	
LP = 17.00%	
IP = 4.00%	
Otros Datos	
Tipo = Inorgánico	

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SIMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO	SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS LIMPIAS Finos del 5% para la malla N° 200 Cu < 4.0; L < 6.0; Cc < 3	GW	Grava bien graduada
GRAVAS CON FINOS Más del 5% de la fracción gruesa o retenida en la malla N° 4 IP < 4.0 abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad 4 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM GC	Grava mal graduada Grava arcillosa
GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% para malla N° 200 Cumple los criterios para GW y GM Cumple los criterios para GP y GC	GW-GM GP-GC	Grava bien graduada con limo Grava mal graduada con arcilla
ARENAS LIMPIAS Menos del 5% para la malla N° 200 Cu < 6.0; L < 6.0; Cc < 3	SW SM	Areña mal graduada Areña limosa
ARENAS CON FINOS El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla N° 4 IP > 4.0 abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad 4 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC SM	Areña arcillosa Areña limosa arcillosa
ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% para malla N° 200 Cumple los criterios para SW y SM Cumple los criterios para SP y SC	SW-SM SP-SC	Areña bien graduada con limo Areña mal graduada con limo
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor que 50 Inorgánicos	ML CL	Limo de baja plasticidad Arcilla de baja plasticidad
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido mayor que 50 Orgánicos	OL	Arcilla orgánica
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS Principalmente materia orgánica de color oscuro	OH Pt	Limo orgánico Turba

CL - ML = Arcilla limosa de baja plasticidad con arena

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Rodillo de neumáticos, retillo de patá de fibra





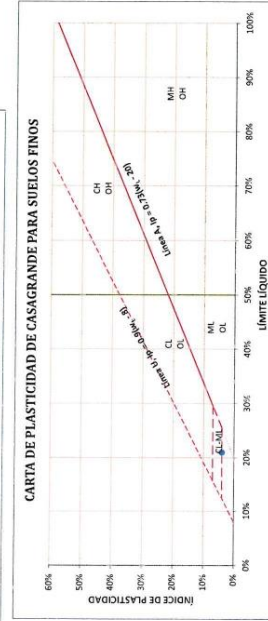
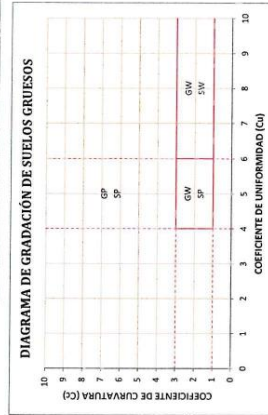
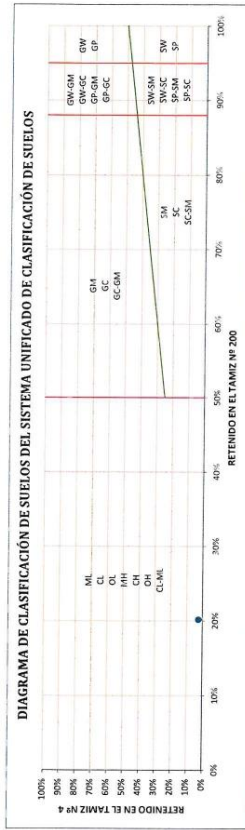
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con cenizas de fibras de maíz en carrizera Miras - Moray, Cusco 2022"

Ubicación: Miras-Moray-Urubamba/Vusco
Solicitada: Br. Baez Zamata Karen Alejandra
Muestra: Sub-Basante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D3: 5/3/CM
Caricada: C3
Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUS) ATTI D 2487



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE INGENIEROS CIVILES
IN-SENIEN-CIVIL
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.S.
Ruyter Darío Pérez Cordero
GERENTE

Leonel Aguirre Alvarca
Ing. Civil
CIP N° 15094Rc

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico- mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"
 Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
 Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
 Muestra: Sub-Flasante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

D3: 5% CFM
 Calicata : C-3
 Profundidad: 1.50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
 AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN		
De Granulometría	De Límites de Consistencia	Otros Datos
% que pasa el tamiz Nº 10 = 94.31%	LL = 21.00%	Tipo = Inorgánico
% que pasa el tamiz Nº 40 = 89.89%	IP = 17.00%	
% que pasa el tamiz Nº 200 = 79.81%	IP = 4.00%	

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa el tamiz Nº 200)						MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (máx del 35% pasa el tamiz Nº 200)				
	GRUPOS	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-7.5	A-7.6	
SUB-GRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7.5	A-7.6
% que pasa el tamiz: Nº 10	50 máx.										
Nº 40	30 máx.										
Nº 200	15 máx.		35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz Nº 40											
Límite Líquido	6 máx.		40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	41 mín.
Índice de Plasticidad	0		10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	11 mín.
Índice de Grupo	0		0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.	20 máx.
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina			Gravas, arenas limosas y arcillosas		Suelos limosos		Suelos arcillosos	

A-4 (3) = Principalmente partículas finas limosas



GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.S.
 RUIYAN GARCÍA PARRA
 GERENTE



Leonel Berbe Alvarca
 Ing. Civil
 CIP Nº 15009/8c



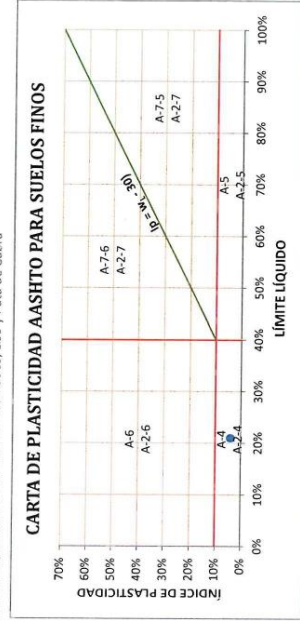
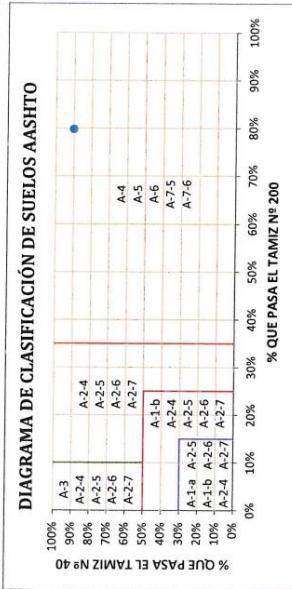
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D3: 5% CFM
Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Liso y Pata de Cabra



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO

F = 79.81	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz Nº 200
w _L = 21.00	w _L = Límite líquido
Ip = 4.00	Ip = Índice de plasticidad

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

a = F - 35	a = 44.81	=>	a = 40.00
b = F - 15	b = 64.81	=>	b = 40.00
c = w _L - 40	c = -19.00	=>	c = 0.00
d = Ip - 10	d = -6.00	=>	d = 0.00

IG = 3

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Rubén Darío Torres Centeno
GERENTE

GMS
COMISIÓN DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO REGISTRADO DEL CUSCO
ING. LEONEL HERPÉ ALFARCA
CIP 213150/IL

ING. LEONEL HERPÉ ALFARCA
CIP 213150/IL



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Meray-Urubamba-Vucso
Solicita: Br. Baez Zamate Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEI 2022

D3: 5% CIM
Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

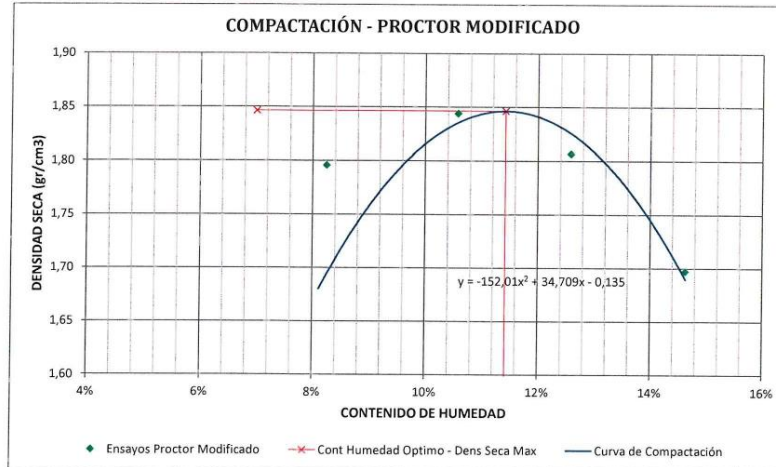
RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

NTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DATOS GENERALES	
Número de Capas =	5
Golpes por Capa =	56
Peso del Martillo =	4,54 Kg
Altura de Caída del Martillo=	45,72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05
Número de Proctor Utilizado	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1
Diámetro del Molde (cm)	15,24	15,24	15,24	15,24	15,24
Altura del molde (cm)	11,64	11,64	11,64	11,64	11,64
Volumen del Molde (cm ³)	2123,31	2123,31	2123,31	2123,31	2123,31
Peso del Molde (gr)	6271,00	6271,00	6271,00	6271,00	6271,00
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	9900,00	10399,00	10601,00	10590,00	10402,00
Peso de la Muestra Compactada (gr)	3629,00	4128,00	4330,00	4319,00	4131,00
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1,71	1,94	2,04	2,03	1,95
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,58	1,80	1,84	1,81	1,70

CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo	
Peso de Capsula (gr)	15,20	18,07	18,48	17,39	20,98	16,75	17,68	18,50	19,78	20,01		
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	101,00	98,99	89,70	68,34	101,01	70,33	78,89	95,48	70,52	101,61		
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,14	94,31	83,92	64,38	93,33	65,22	72,00	90,50	63,98	91,30		
Peso del Agua (gr)	7,86	4,68	5,28	3,96	7,68	5,11	6,89	8,99	6,54	10,31		
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,94	76,24	65,44	46,99	72,35	48,47	54,32	72,00	44,20	71,29		
Contenido de Humedad	10,08%	6,14%	8,07%	8,43%	10,62%	10,54%	12,68%	12,49%	14,80%	14,46%		
Contenido de Humedad Promedio	8,11%		8,25%		10,58%		12,59%		14,63%			



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,85 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 11,42%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
ING. DARIO PECE CANTERO
INGENIERO CIVIL
CIP. 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
RUIPER DARIO PECE CANTERO
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. N° 150946



LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y MATERIALES, GEOTECNIA Y SISTEMAS DE CONSTRUCCIONES
 INGENIERÍA DE INGENIERÍA DE INGENIERÍA Y SISTEMAS DE CONSTRUCCIONES

Proyecto: "Mejoramiento de proporción de mezcla - mecánicas de la subrasante con curvas de fibras de coco en carretera Huaraz - Moray, Cusco - 2022"

Muestreo: Muestra No. 04
 Solicitante: Sr. Eusebio Zamora Kawan
 Ingestora: S.A. Privada
 Fecha: FEBRERO 2022

ES: S-03
 Estado: C-3
 Profundidad: 1,0 m

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 NITCE 112 - 2005, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-193

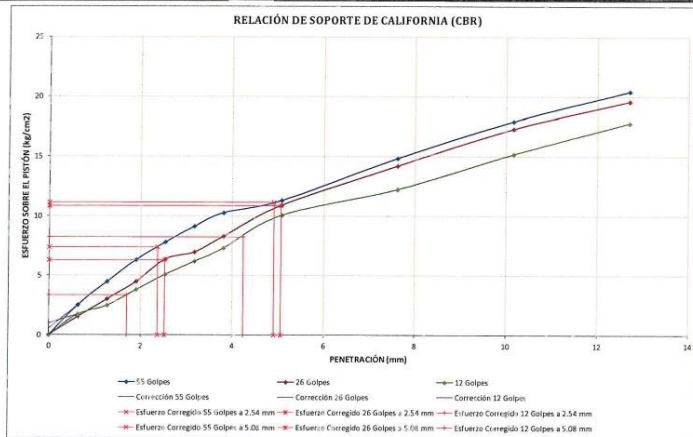
DATOS GENERALES		DIMENSIONES DEL MUESTRO	
Densidad Seca (gr/cm ³) = 1,85 cm ³	Peso del Muestro = 4,54 Kg	Diámetro = 15,24 cm	
Contenido Humedad Óptimo = 11,42%	Altura de la Caja del Muestro = 45,72 cm	Altura = 12,70 cm	
Contenido Humedad Natural = 8,87%	Número de Capas = 5	Altura de la Muestra = 11,64 cm	
Área del Muestro = 20,27 cm ²	Altura del Disco Ensayado = 6,34 cm	Volumen = 212,85 cm ³	

DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
	Peso del Muestro (gr)	757,00	760,00	760,00	760,00	760,00	760,00	760,00	760,00
Peso del Muestro + Muestra Compactada antes de la inmersión (gr)	1187,00	1177,00	1187,00	1177,00	1187,00	1177,00	1187,00	1177,00	
Peso del Muestro + Muestra Compactada después de la inmersión (gr)	1213,00	1196,00	1213,00	1196,00	1213,00	1196,00	1213,00	1196,00	
Peso del Agua Absorbida (gr)	246,00	187,00	246,00	187,00	246,00	187,00	246,00	187,00	
Peso de la Muestra Compactada antes de la inmersión (gr)	4308,00	417,20	4308,00	417,20	4308,00	417,20	4308,00	417,20	
Peso de la Muestra Compactada después de la inmersión (gr)	4545,20	436,90	4545,20	436,90	4545,20	436,90	4545,20	436,90	
Peso de la Muestra Seca (gr)	393,72	402,70	393,72	402,70	393,72	402,70	393,72	402,70	
Porcentaje de Absorción	6,03%	4,50%	6,03%	4,50%	6,03%	4,50%	6,03%	4,50%	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,88	1,80	1,88	1,80	1,88	1,80	1,88	1,80	

CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSION	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capas + Muestra Humeda (gr)	75,00	80,00	100,00	75,00	80,00	100,00	75,00	80,00	100,00
Peso de Capas + Muestra Seca (gr)	72,00	80,00	80,00	72,00	80,00	80,00	72,00	80,00	80,00
Peso del Agua (gr)	3,00	0,00	20,00	3,00	0,00	20,00	3,00	0,00	20,00
Peso de la Muestra Seca (gr)	48,54	57,60	69,00	47,35	48,64	48,64	48,64	48,64	48,64
Contenido de Humedad	17,00%	14,13%	16,83%	16,20%	12,23%	12,23%	15,32%	11,83%	17,66%
Porcentaje de Absorción	5,81%	4,62%	5,81%	4,62%	5,81%	4,62%	5,81%	4,62%	5,81%
Porcentaje de Absorción Promedio	4,83%			4,47%			4,47%		

DATOS DEL ENSAYO DE EXPANSION	Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido Horas	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
				Dial	Deform	% de Expansión	Dial	Deform	% de Expansión	Dial	Deform	% de Expansión
				"0,001"	mm		"0,001"	mm		"0,001"	mm	
22/02/2022	10:00	0 h 00 min	0	0,000	0,00%	0	0,000	0,00%	0	0,000	0,00%	
23/02/2022	10:00	24 h 30 min	16	0,406	6,38%	20	0,500	6,49%	0	0,000	0,00%	
24/02/2022	10:30	48 h 30 min	27	0,641	10,1%	49	1,245	16,3%	91	2,549	32,23%	
25/02/2022	10:30	72 h 30 min	26	1,168	16,0%	67	1,600	20,3%	81	2,549	32,23%	
26/02/2022	10:00	96 h 00 min	50	1,270	16,0%	74	1,650	20,3%	88	2,549	32,23%	

DATOS DEL ENSAYO DE PENETRACION (CBR)	Carga Unitaria (kg/cm ²)	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03					
		Dial "0,001"	Penetración mm	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	CBR %	Dial "0,001"	Penetración mm	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	CBR %	Dial "0,001"	Penetración mm	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²
0	0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00%	0	0,00	0	0,00	0,00%
25	0,635	53	2,52	53	1,53	23	1,53	55	3,15	25	1,53	55	3,15	25	1,53
50	1,270	92	4,49	61	3,01	50	3,01	92	4,49	50	3,01	92	4,49	50	3,01
75	1,905	116	6,31	91	4,45	91	4,45	97	3,81	97	3,81	97	3,81	97	3,81
100	2,540	138	7,80	138	7,80	110%	129	6,30	100%	101	5,05	112%	5,17	112%	5,17
125	3,175	185	9,13	148	6,30	148	6,30	148	6,30	148	6,30	148	6,30	148	6,30
150	3,810	208	10,35	168	6,30	168	6,30	168	6,30	168	6,30	168	6,30	168	6,30
200	5,080	270	13,80	221	10,80	20,3%	221	10,80	20,3%	201	10,66	20,6%	10,66	20,6%	10,66
300	7,620	350	14,85	308	14,11	308	14,11	308	14,11	308	14,11	308	14,11	308	14,11
400	10,160	408	17,56	353	17,56	353	17,56	353	17,56	353	17,56	353	17,56	353	17,56
500	12,700	414	19,43	387	19,59	387	19,59	387	19,59	387	19,59	387	19,59	387	19,59



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DE INGENIEROS DEL CUSCO
 INGENIERO CIVIL
 INGENIERO CIVIL
 CIP 213150

GMS
 GEO MECANICA DE SUELOS S.A.S.
 RUYER DARIO PORCA CENTENO
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
 Ing. Civil
 CIP. No 150546



EMPRESA PERUANA DE INGENIERIA Y CONSULTORIA EN GEOTECNIA, GEODINAMICA Y ASISTENCIA TECNICA
 S.R.L. (CALLE 1547 N° 1000, SAN JOSE DE LOS RIOS, LIMA, PERU)

Título: "Medicamento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con ranizo de fibra de maíz en concreto Maray - Moray, Cusco - 2022"

Ubicación: Moray, Moray, Perú
 Solicitante: Dr. Eusebio Zúñiga Alvarado
 Muestreo: Juan Pizarro
 Fecha: FEBRERO 2022

DB: E-1-CFM
 Categoría: C-3
 Puntuación: 1.85 m

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 ITC E.132 - 2007, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-193

CORRECCIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg
Carga Unif. de Petron kg/cm ²	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%
70.5k	2,580	7,87	10,51%	2,540	6,97	9,49%	2,540	5,10	7,25%
105.0k	5,650	11,70	11,69%	5,080	10,50	10,33%	5,080	9,80	9,10%



RESULTADOS

Número de Golpes	Expansión	Absorción
55	1.99%	4.26%
26	3.21%	5.65%
12	2.53%	6.43%

Número de Golpes	CBR	Densidad Seca
55	12.10%	1.88 gr/cm ³
26	10.33%	1.80 gr/cm ³
12	9.10%	1.71 gr/cm ³

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	1.83
95% de la DMS (gr/cm ³)	1.72

CBR al 100% de la DMS	10.51%
CBR al 15% de la DMS	9.10%

Comparación de resultados de CBR a 2.54 mm y 5.00 mm: 0.54
 CBR (2.54 mm) : CBR (5.00 mm)
 10.51% > 11.01% FALTO

OBSERVACIONES: EL CBR DE DISEÑO SERÁ EL CORRESPONDIENTE A 5.00 mm
CBR: 12.50%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL N° 15009
 ING. JUAN M. PIZARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP 213150

GMS
 GEO MECANICA DE SUELOS S.R.L.
 RUYEN DARIO PONCE CENTENO
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alturca
 Ing. Civil
 CIP. N° 150946



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco

Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

D4: 10% CFM

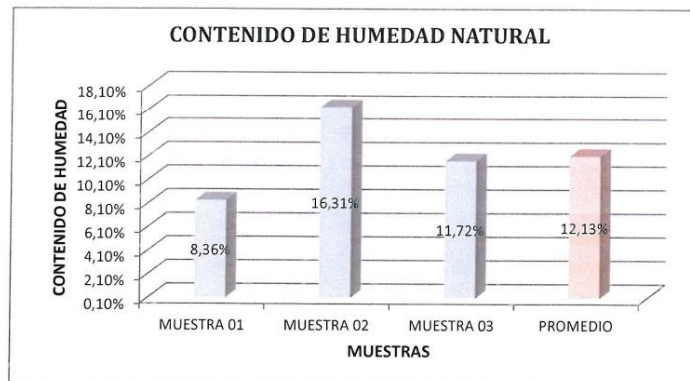
Calicata : C-3

Profundidad: 1,50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	15,87	20,96	16,11
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	99,12	78,00	79,33
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	92,70	70,00	72,70
Peso del Agua (gr)	6,42	8,00	6,63
Peso de la Muestra Seca (gr)	76,83	49,04	56,59
Contenido de Humedad	8,36%	16,31%	11,72%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 12,13%

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Rúben Darío Perce Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. N° 150946



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Keren Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D4: 10% CIM
Calicata: C-3
Profundidad: 1,50 m

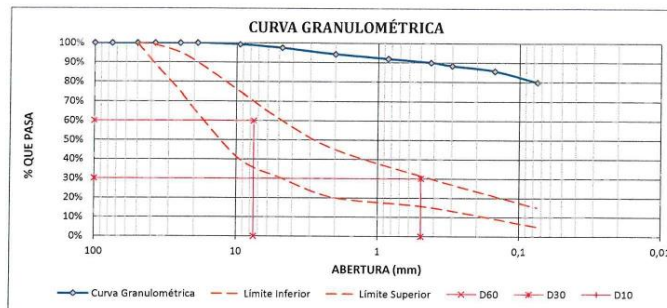
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del Lavado
Peso de la Muestra Seca = 1553,28 gr
Peso de la Muestra Seca = 259,10 gr
% de Error en Peso = -32,79%

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0,00	344,1	0,00%	0,00%	100,00%
3"	75	0,00	344,06	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50	0,00	344,06	0,00%	0,00%	100,00%
1½"	37,5	0,00	344,06	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25	0,00	344,06	0,00%	0,00%	100,00%
¾"	19	0,00	344,06	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	10,63	333,43	0,69%	0,69%	99,31%
Nº 4	4,75	27,45	305,98	1,77%	2,45%	97,55%
Nº 10	2	50,11	255,87	3,23%	5,68%	94,32%
Nº 20	0,850	36,74	219,13	2,37%	8,05%	91,95%
Nº 40	0,425	30,27	188,86	1,95%	10,00%	90,00%
Nº 50	0,300	25,21	163,65	1,63%	11,63%	88,37%
Nº 100	0,150	41,90	121,75	2,70%	14,33%	85,67%
Nº 200	0,075	90,55	31,20	5,84%	20,17%	79,83%
Cazuela	-	31,20	-	2,01%	-	-
Lavado	-	1292,18	-	77,82%	97,99%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		344,06		100,00%		

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 2,45%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 17,17%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 79,83%
Total: 100,00%

Fración Gruesa
% de grava = 12,17%
% de arena = 87,83%
Total = 100,00%



Tamaño Máximo Absoluto = ¾"	Tamaño Máximo Nominal = Nº 10
D60 = 7,54 mm D30 = 0,49 mm D10 = -	Cu = - Cc = -





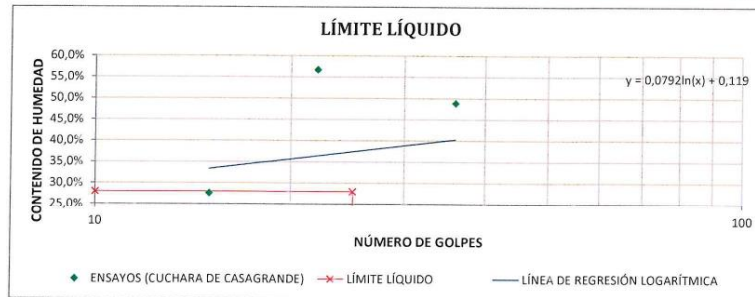
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
- ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Resante
Fecha: FEBRERO DEL 2022
D4: 10% CFM
Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	7,18	11,18	8,97	9,95
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	22,90	18,90	20,74	21,63
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	17,74	17,87	16,48	19,10
Peso del Agua (gr)	5,16	1,03	4,26	2,53
Peso de la Muestra Seca (gr)	10,56	6,69	7,51	9,15
Contenido de Humedad	48,86%	15,40%	56,72%	27,65%
Número de Golpes	36	29	22	15



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9,82	9,88	8,70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	13,00	13,00	13,52
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12,00	12,90	13,90
Peso del Agua (gr)	1,00	0,10	-0,38
Peso de la Muestra Seca (gr)	2,18	3,02	5,20
Contenido de Humedad	45,87%	3,31%	-7,31%



LÍMITE LÍQUIDO = 17,00%
LÍMITE PLÁSTICO = 14,00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 3,00%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL Cusco
INGENIERO CIVIL
CIP. 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.A.R.L.
Ruyar Darío Ponce Centano
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. Nº 15094-FC



ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA

Proyecto: Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Haras - Moray, Cusco - 2022

Ubicación: Moray, Cusco

Solicitante: Br. Banz Zamada Kuri en Alameda

Muestra: Sub-Basante

Fecha: FEBREDO DEL 2022

D-4: 10% CFM
Calicota: C-7
Profundidad: 150 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM)

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	
% de Grava = 20.17%	
% de Fina = 79.83%	
% de Arena = 2.45%	
% de Arcilla = 17.71%	
Total = 20.17%	
Fracción Guisasa	
% de Grava = 12.17%	
% de Arena = 87.83%	
Total = 100.00%	
Coeficientes	
$C_u = 2.3$	
$C_c = 0.7$	
De Límites de Consistencia	
LL = 17.00%	
LP = 14.00%	
IP = 3.00%	
Otros Datos	
Título = Inorgánico	

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SIMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO		SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS LIMPIAS			
Menos del 5% pasa la malla Nº 200	$C_u \leq 4.75$ y $C_c \leq 3$	GW	Grava bien graduada
GRAVAS CON FINOS		GP	Grava mal graduada
Más del 50% de la fracción gruesa pasa la malla Nº 200	IP < 4.6 abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
Entre el 5% y 12% de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4	4 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS	Cumple los criterios para GW y GM	GC - GM	Grava limosa arcillosa
Entre el 5% y 12% de la fracción gruesa pasa la malla Nº 200	Cumple los criterios para GP y GM	GP - GM	Grava bien graduada con limo
ARENAS LIMPIAS	Cumple los criterios para GW y GC - GM	GM - GC	Grava mal graduada con limo
Menos del 5% pasa la malla Nº 200	$C_u \leq 6.1$ y $C_c \leq 3$	SM	Grava mal graduada con arcilla
ARENAS	$C_u > 6.1$ y $C_c > 3$	SP	Arena mal graduada
ARENAS CON FINOS	IP < 4.6 abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4	4 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC - SM	Arena limosa arcillosa
ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS	Cumple los criterios para SM y SP	SM - SP	Arena bien graduada con limo
Entre el 5% y 12% de la fracción gruesa pasa la malla Nº 200	Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW - SC	Arena mal graduada con limo
LIMOS Y ARCILLAS FINAS	Cumple los criterios para SP y SC - SM	SP - SC	Arena bien graduada con arcilla
El 50% o más pasa la malla Nº 200	IP < 4.6 abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
Entre el 5% y 12% de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4	4 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
LIMOS Y ARCILLAS INORGANICOS	Límite Líquido secado al horno < 0.75	CL - ML	Arcilla limosa
Límite Líquido menor que 50	Límite Líquido no secado < 0.75	OL	Arcilla orgánica
LIMOS Y ARCILLAS INORGANICOS	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
Límite Líquido 50 o mayor	Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	Límite Líquido no secado > 0.75	OH	Limo orgánico
Principalmente materia orgánica de color oscuro		PT	Arcilla orgánica
			Turba

ML = Limo de baja plasticidad con arena

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Rodillo de neumáticos, rodillo de paño de cable



GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.S.
Rulver Darío Porcia Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alarcón
Ing. CIVIL
CIP. N° 150946

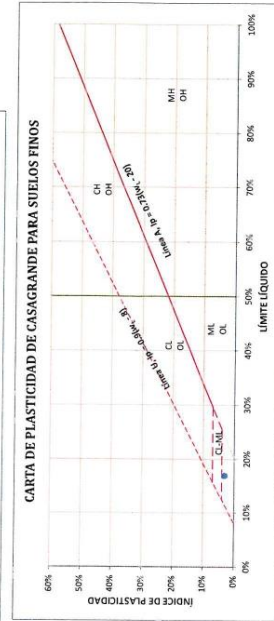
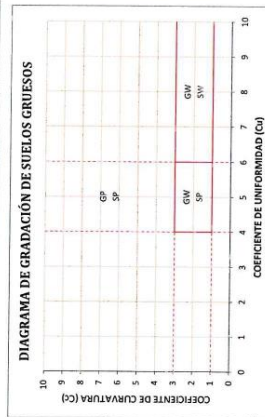
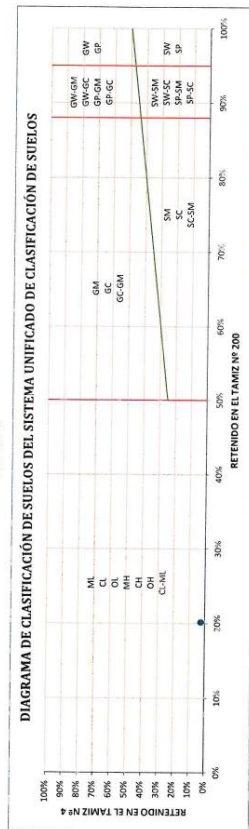


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con canchales de fibras de maíz en carreteras Marías - Iloca", Cusco -2022"
Ubicación: Marías-Moray-Uriumbamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez, Zemaia Karen Alejandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

DM, 100% GMS
Calibrada: C-3
Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUS) ASTM D-2487



GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.S.
Ruijén Darío Torres Centeno
GERENTE

Leonel Berbe Arce
Ing. Civil
CIP: 151094



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA,
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Miras - Moray, Cusco - 2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D4: 10% CFM
Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN		
De Granulometría	De Límites de Consistencia	Otros Datos
% que pasa el tamiz Nº 10 = 94,32%	LL = 17,00%	Tipo = Inorgánico
% que pasa el tamiz Nº 40 = 90,00%	LP = 14,00%	
% que pasa el tamiz Nº 200 = 79,83%	IP = 3,00%	

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa el tamiz Nº 200)							MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)					
	A-1	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7	A-7-5	A-7-6
SUB - GRUPOS													
% que pasa el tamiz: Nº 10 Nº 40 Nº 200		50 máx. 30 máx. 15 máx.											
Características del material que pasa el tamiz Nº 40													
Límite Líquido													
Índice de Plasticidad		6 máx.											
Índice de Grupo		0											
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena			Arena fina				Suelos limosos y arcillosos				Suelos arcillosos	

A-4 (1) = Principalmente partículas finas limosas

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
INGENIERÍA CIVIL
CIP 213130

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Ruyán Darío Torca Centeno
GERENTE

Leonel Aguirre Alarcón
ING. Civil
CIP Nº 15097-PC



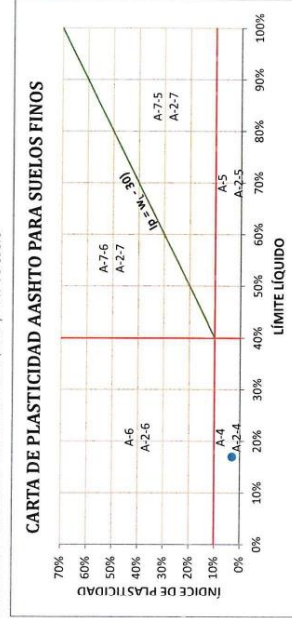
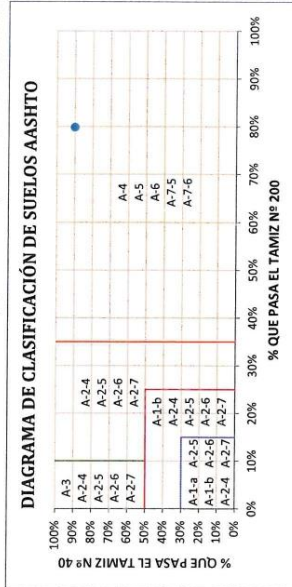
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D4: 10% CFM
Calicata : C-3
Profundidad: 1.50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Liso y Pata de Cabra



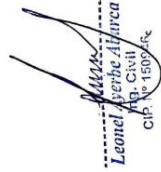
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO

F = 79,83	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz Nº 200
w _L = 17,00	w _L = Límite líquido
Ip = 3,00	Ip = Índice de plasticidad

$$IG = 0,2a + 0,005ac + 0,01bd$$

a = F - 35	a = 44,83	=>	a = 40,00
b = F - 15	b = 64,83	=>	b = 40,00
c = w _L - 40	c = -23,00	=>	c = 0,00
d = Ip - 10	d = -7,00	=>	d = 0,00

IG = 1





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERIA, CONSULTORIA, SUPERVISION Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

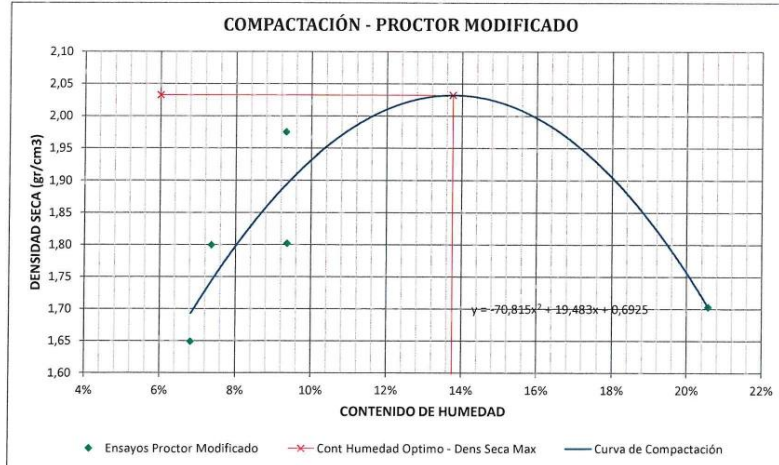
Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Viçco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alejandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022
D4: 10% CIM
Calicata: C-3
Profundidad: 1,50 m

RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

ITC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DATOS GENERALES	
Número de Capas =	5
Golpes por Capa =	56
Peso del Martillo =	4,54 Kg
Altura de Caída del Martillo =	45,72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05			
Número de Proctor Utilizado	P-1		P-1		P-1		P-1		P-1			
Diámetro del Molde (cm)	15,24		15,24		15,24		15,24		15,24			
Altura del molde (cm)	11,64		11,64		11,64		11,64		11,64			
Volumen del Molde (cm ³)	2123,31		2123,31		2123,31		2123,31		2123,31			
Peso del Molde (gr)	6271,00		6271,00		6271,00		6271,00		6271,00			
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	10012,00		10374,00		10856,00		10632,00		10456,00			
Peso de la Muestra Compactada (gr)	3741,00		4103,00		4585,00		4361,00		4185,00			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1,76		1,93		2,16		2,05		1,97			
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,65		1,80		1,98		1,70		1,80			
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo	
Peso de Capsula (gr)	15,20	18,07	18,48	17,39	20,98	16,75	17,68	18,50	19,78	20,01		
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	99,00	98,99	89,20	68,34	101,01	70,33	78,89	111,00	70,52	99,00		
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,14	94,31	85,00	64,38	95,00	65,22	72,00	90,50	63,98	96,00		
Peso del Agua (gr)	5,86	4,68	4,20	3,96	6,01	5,11	6,89	20,50	6,54	3,00		
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,94	76,24	66,52	46,99	74,02	48,47	54,32	72,00	44,20	75,99		
Contenido de Humedad	7,52%	6,14%	6,31%	8,43%	8,12%	10,54%	12,68%	28,47%	14,80%	3,95%		
Contenido de Humedad Promedio	6,83%		7,37%		9,33%		20,58%		9,37%			



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,03 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 13,76%



GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Ruyén Darío Pozo Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. N° 15094Rc



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S. CALLE 15 N° 1509 ARCA, BOGOTÁ D.C. COLOMBIA. TELÉFONO: 310 2500000. FAX: 310 2500001. WWW.GMSLABORATORIO.COM

Proyecto: Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Morat - Morat, Cusco - 2022

Equipo: Oscar Mosquera (Gerente)
 Técnico: Sr. Eusebio Zamora Karen Alejandra
 Muestra: Sub-Rasante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

Eq. 100-CEM
 Caliente - C-3
 Prefundación - 1.50m

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 (NTE E-112 - 2009, Estado en la Norma ASTM D-1883 y ASTM C-138)

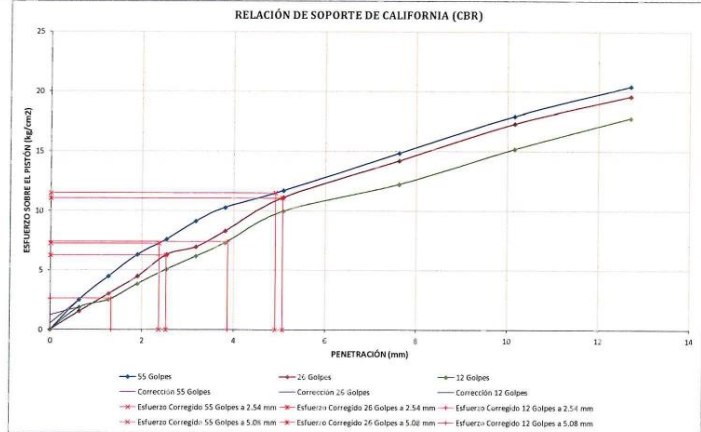
DATOS GENERALES		DIMENSIONES DEL MOLDE	
Densidad Seca (Maxima) = 1,82 cm ³	Peso del Martillo = 4,54 kg	Diámetro = 15,24 cm	
Contenido Humedad Optimo = 10,65%	Altura de Caída del Martillo = 45,72 cm	Altura = 17,28 cm	
Contenido Humedad Natural = 8,00%	Número de Cajas = 5	Altura de la Muestra = 11,68 cm	Volumen = 2123,85 cm ³
Área del Patrón = 20,27 cm ²	Altura del Disco Espaciador = 6,14 cm		

DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
	Peso del Molde (gr)	777,00	767,00	761,00					
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)	1160,00	1172,80	1162,00						
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)	1200,00	1195,80	1182,00						
Peso del agua Absorbida (gr)	140,00	128,80	121,00						
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)	428,60	417,10	405,00						
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)	462,00	454,30	447,00						
Peso de la Muestra Seca (gr)	389,70	379,64	370,64						
Porcentaje de Absorción	3,00%	4,62%	5,24%						
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,83	1,78	1,74						

CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSION	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de la Cajuela (gr)	72,44	80,60	76,10	76,10	76,20	76,30	79,15	80,80	81,70
Peso de la Cajuela + Muestra Humeda (gr)	79,85	89,67	100,75	89,54	79,65	79,68	87,89	77,91	100,10
Peso de la Cajuela + Muestra Seca (gr)	72,70	81,85	86,00	79,21	77,00	72,98	77,87	71,55	87,11
Peso del agua (gr)	6,15	8,02	9,75	7,75	6,75	6,71	8,04	6,36	10,10
Peso de la Muestra Seca (gr)	45,02	58,25	65,50	47,15	45,61	40,18	50,75	40,40	73,51
Contenido de Humedad (%)	13,62%	13,72%	14,91%	16,46%	14,79%	17,18%	15,86%	15,49%	16,67%
Contenido de Humedad Promedio	14,11%			15,32%			15,80%		
Porcentaje de Absorción Promedio	4,67%			5,84%			6,44%		

DATOS DEL ENSAYO DE EXPANSION			MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido Horas	Dial	Deform	% de Expans.	Dial	Deform	% de Expans.	Dial	Deform	% de Expans.
			0,001	mm	%	*0,001*	mm	%	*0,001*	mm	%
02/02/2022	7:00	0 h. 00 min.	0	0,000	0,00%	0	0,000	0,00%	0	0,000	0,00%
02/02/2022	08:32	24 h. 32 min.	15	0,381	0,38%	21	0,519	0,48%	38	0,969	0,53%
04/02/2022	10:30	48 h. 30 min.	35	0,885	0,76%	49	1,245	1,02%	60	1,524	1,31%
05/02/2022	10:50	72 h. 50 min.	42	1,051	1,05%	67	1,702	1,46%	85	2,168	1,70%
07/02/2022	10:00	96 h. 00 min.	57	1,311	1,13%	73	1,854	1,59%	95	2,385	1,92%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
	Dial *0,001*	Penetración mm	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	Dial *0,001*	Penetración mm	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	Dial *0,001*	Penetración mm	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²
0	0,000	0	0,00		0	0,00		0	0,00			
25	0,105	15	2,52		20	1,88		31	3,61			
50	1,270	91	4,49		61	3,01		51	2,92			
75	1,605	110	6,82		61	4,49		77	3,85			
100	2,340	154	7,00	10,81%	152	6,32	8,95%	103	5,08	7,21%		
125	3,115	185	9,18		148	6,86		125	6,17			
150	3,810	208	10,26		148	8,19		145	7,80			
175	4,545	237	11,69	11,09%	125	11,10	10,73%	120	9,97	9,45%		
200	5,000	251	14,85		120	10,21		148	12,21			
225	5,310	264	11,86		151	17,32		108	15,20			
250	12,910	418	20,42		157	19,50		161	17,63			



CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERU
 COPIE DE INGENIEROS
 Inge. Dario Zamora Zamora
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 219.150

GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.S.
 Ruyán Dario Poace Centeno
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alarcá
 Ing. Civil
 CIP. Nº 1509 ARCA



LABORATORIO DE SUELOS, GEOTECNIA Y MATERIALES, LOGÍSTICA, PERFORACIÓN Y ANÁLISIS DE SUELOS
 INGENIERÍA DE SUELOS, GEOTECNIA Y MATERIALES, LOGÍSTICA Y PERFORACIÓN

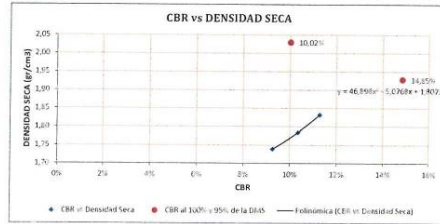
Título: "Programa de preparación físico-mecánica de la subrasante con cizas de fibras de maíz en carretera Maras - Florio, Cusco - 2022"

Ubicación: Alrededor del punto de control
 Dirección: E. Eusebio Karmayocoma
 Número: 50-822476
 Fecha: 18/11/2022

Dm: 100,0 CM
 Espesor: 2,2
 Profundidad: 1,50 m

RELACION DE SOPORTE DE CALLETONIA (CBR)
 (MTC 3.112 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-193)

CORRECCIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg
kg/cm ²			%			%			%
79,21	2,540	7,17	10,63%	2,540	5,08	8,31%	2,540	5,16	7,88%
105,46	5,790	11,50	11,28%	5,020	10,92	10,85%	5,080	9,77	9,46%



RESULTADOS

Número de Golpes	Expansión	Abstracción
55	1,18%	0,71%
26	1,56%	5,79%
11	1,02%	6,46%

Número de Golpes	CBR	Densidad Seca
55	11,23%	1,87 gr/cm ³
26	10,85%	1,78 gr/cm ³
11	9,26%	1,74 gr/cm ³

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	2,75
95% de la DMS (gr/cm ³)	1,83

CBR al 200% de la TSS (%)	14,85%
CBR al 95% de la DCM	11,28%

Comprobación de resultados fu CBR a 2,54 mm y 5,05 mm
 CBR (2,54 mm) = CBR (5,05 mm)
 10,62% > 11,28% FALSO

OBSERVACIONES: EL CBR DE DISEÑO SERÁ EL CORRESPONDIENTE A 5,05 mm

CBR: 14,85%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES
 Inge. Dario Ponce Centeno
 INGENIERO CIVIL
 CIP 213.150

GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
 Ruyán Darío Ponce Centeno
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
 Ing. Civil
 CIP. Nº 150946

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco

Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

D5: 15% CFM

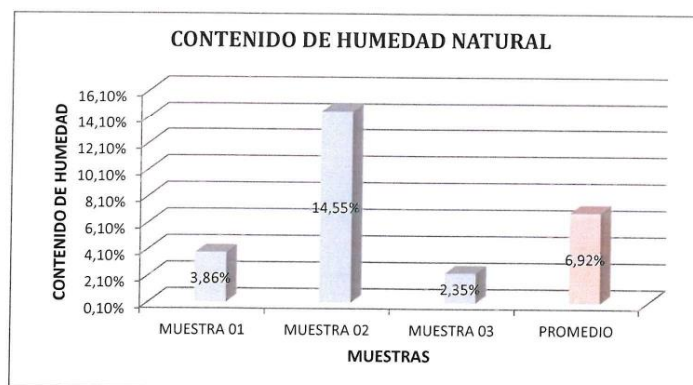
Calicata : C-3

Profundidad: 1,50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D 2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	15,87	20,96	16,11
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	95,98	73,01	75,83
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,00	66,40	74,46
Peso del Agua (gr)	2,98	6,61	1,37
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,13	45,44	58,35
Contenido de Humedad	3,86%	14,55%	2,35%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 6,92%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONFEJO INGENIEROS DEL CUSCO
 Ins. Leonel Ayerbe Alarcá
 INGENIERO CIVIL
 CIP 233150

GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
 Ruyter Darío Ponce Centeno
 GERENTE

Ins. Leonel Ayerbe Alarcá
 Ing. Civil
 CIP N° 150546



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Sr. Baez Zamata Keren Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022
D5: 15% CIM
Calicata: C-3
Profundidad: 1,50 m

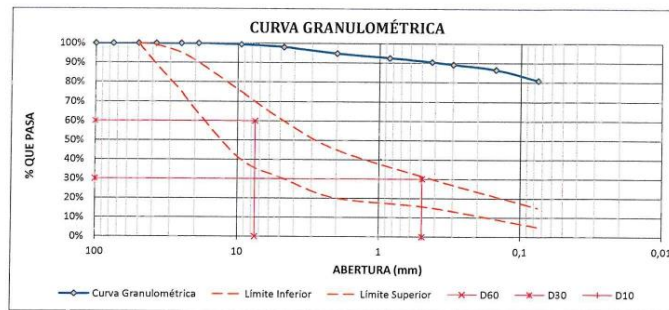
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del Lavado
Peso de la Muestra Seca = 1553,28 gr Peso de la Muestra Seca = 259,10 gr
% de Error en Peso = -26,98%

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0,00	329,0	0,00%	0,00%	100,00%
3"	75	0,00	329,00	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50	0,00	329,00	0,00%	0,00%	100,00%
1½"	37,5	0,00	329,00	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25	0,00	329,00	0,00%	0,00%	100,00%
¾"	19	0,00	329,00	0,00%	0,00%	100,00%
⅜"	9,5	9,52	319,48	0,61%	0,61%	99,39%
Nº 4	4,75	20,56	298,92	1,33%	1,94%	98,06%
Nº 10	2	50,23	248,69	3,24%	5,18%	94,82%
Nº 20	0,850	36,15	212,54	2,33%	7,51%	92,49%
Nº 40	0,425	31,00	181,54	2,00%	9,51%	90,49%
Nº 50	0,300	20,00	161,54	1,29%	10,79%	89,21%
Nº 100	0,150	41,54	120,00	2,68%	13,47%	86,53%
Nº 200	0,075	86,90	33,20	5,60%	19,07%	80,93%
Cazuela	-	33,20	-	2,14%	-	-
Lavado	-	1292,18	-	78,79%	97,86%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		329,00		100,00%		

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 1,94%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 17,13%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 80,93%
Total: 100,00%

Fración Gruesa
% de grava = 10,17%
% de arena = 89,83%
Total = 100,00%



Tamaño Máximo Absoluto = ¾"	Tamaño Máximo Nominal = Nº 10
D60 = 7,54 mm D30 = 0,49 mm D10 = -	Cu = - Cc = -



Leonel Ayerbe Alarcón
Ingeniero Civil
CIP Nº 150946



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"

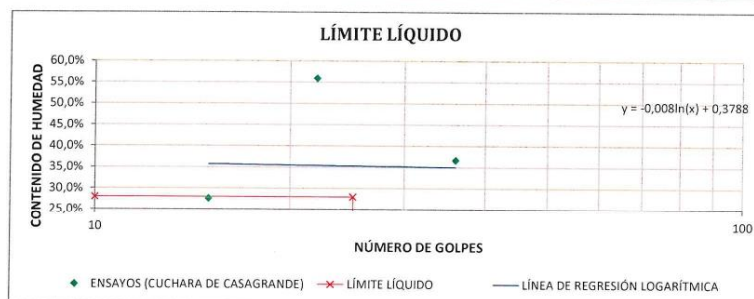
Ubicación: Maras-Moray Urubamba Yurco
Solicita: Br. Baez Zameta Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

DS: 15% CFM
Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-85

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	7,18	11,18	8,97	9,95
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	22,96	19,30	20,68	23,63
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	18,74	17,89	16,48	19,10
Peso del Agua (gr)	4,24	1,41	4,20	2,53
Peso de la Muestra Seca (gr)	11,56	6,71	7,51	9,15
Contenido de Humedad	36,68%	21,01%	55,93%	27,65%
Número de Golpes	36	29	22	15



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9,82	9,88	8,70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	14,35	13,10	12,30
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12,47	12,80	12,87
Peso del Agua (gr)	1,88	0,30	-0,57
Peso de la Muestra Seca (gr)	2,65	2,92	4,17
Contenido de Humedad	70,94%	10,27%	-13,67%



LÍMITE LÍQUIDO = 24,00%
LÍMITE PLÁSTICO = 23,00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 1,00%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ingeniero Civil
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS P.R.L.
Ruyán Darío Ponca Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alarcón
Ingeniero Civil
CIP. Nº 150746



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROLES DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cementos de fibras de maíz en carretera Marías - Moray, Cuzco - 2022

Ubicación: Moray, Cuzco, Perú

Solicitante: Sr. Boris Zamora

Maestra: Sra. Raquel

Fecha: FEBRERO DEL 2022

D5: 15% CFM
Calicata: C-3
Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUICS)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	
% de Gruesos =	19,07%
% de Medios =	29,53%
% de Fines =	51,40%
% de Arena =	1,94%
% de Grava =	17,13%
Total =	19,07%
Fración Guiso	
% de Grava =	10,17%
% de Arena =	89,83%
Total =	100,00%
Coefficientes	
Cu =	-
Cc =	-
De Límites de Consistencia	
LL =	24,00%
LP =	23,00%
IP =	1,00%
Otros Datos	
Tipo =	Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO		SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS LIMPÍAS			
Menos del 5% pasa la malla Nº 200	Cu < 4.0 & Cc > 3	GW	Grava bien graduada
Entre el 5% y 12% pasa la malla Nº 200	Cu < 4.0 & Cc > 3	GP	Grava mal graduada
GRAVAS CON FINOS			
Más del 50% de la fracción gruesa pasa la malla Nº 200	IP < 4.0 abajo de la línea "A", en la carta de plasticidad	GI-1	Grava arcillosa
Entre el 12% y 50% de la fracción gruesa pasa la malla Nº 200	IP > 4.0 y arriba de la línea "A", en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
GRAVAS LIMPÍAS Y CON FINOS			
Entre el 5% y 12% pasa la malla Nº 200	Cumple los criterios para GW y GI-1	GW-GI	Grava bien graduada con limo
ARENAS LIMPÍAS			
Menos del 5% pasa la malla Nº 200	Cu < 6.0 & Cc > 3	GM	Grava mal graduada con limo
Entre el 5% y 12% pasa la malla Nº 200	Cu < 6.0 & Cc > 3	GP	Grava mal graduada con limo
ARENAS CON FINOS			
El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4	IP < 4.0 abajo de la línea "A", en la carta de plasticidad	SM	Grava mal graduada con arcilla
Entre el 12% y 50% de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4	IP > 4.0 y arriba de la línea "A", en la carta de plasticidad	SC	Grava mal graduada con arcilla
ARENAS LIMPÍAS Y CON FINOS			
Entre el 5% y 12% pasa la malla Nº 200	Cumple los criterios para SM y SI	SM-SI	Grava bien graduada con limo
ARENAS CON FINOS			
Entre el 12% y 50% de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4	Cumple los criterios para SM y SC	SM-SC	Grava bien graduada con arcilla
LIMOS Y ARCILLAS			
Limite Líquido menor que 50	IP < 4.0 y arriba de la línea "A", en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
Limite Líquido mayor que 50	IP > 4.0 y arriba de la línea "A", en la carta de plasticidad	CL	Limo de alta plasticidad
SUELOS DE FINOS			
El 50% o más pasa la malla Nº 200	Limite Líquido no secado < 0.75	OL	Arilla orgánica
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			
Principalmente materia orgánica de color oscuro			
Arilla orgánica			
Limo orgánico			
Arcilla orgánica			
Torba			

ML = Limo de baja plasticidad con arena

El Equipo Ideal de Compactación que recomendó la ASTM para este tipo de suelo es: Rutómetro y rodillo de rueda de goma



GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Rafael Darío Torres Centeno
Ingeniero

Leonel Berbe Alarcón
Ingeniero Civil
CIP No 150974



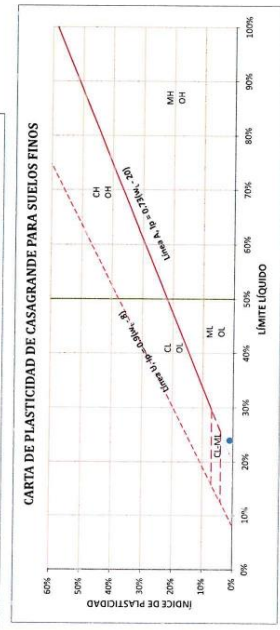
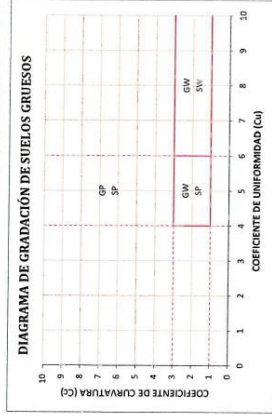
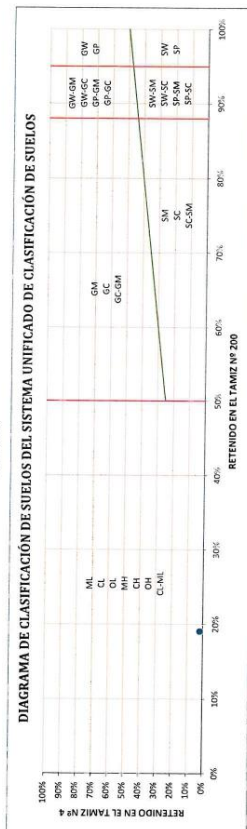
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y DIRECCIÓN DE OBRAS CIVILES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico- mecánicas de la subrasante con cenizas de maiz en carretera Maray - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maray-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitada: Br. Ruez,Zemata Karen Alejandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

D₅: 15% G_M
Caliente: C-3
Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (USCS)

ASTM D-2487



COMITÉ DE INGENIEROS DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
INGENIERO CIVIL
CIP 213 150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.S.
Ruyán Darío Ponce Centeno
GERENTE

GMS
Leonel Ayerbe Alvarca
ING. Civil
CIP N° 15094-Rc



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitada: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

DS: 15% CFM
Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	De Límites de Consistencia
% que pasa el tamiz Nº 10 = 94,82%	LL = 24,00%
% que pasa el tamiz Nº 40 = 90,49%	LP = 23,00%
% que pasa el tamiz Nº 200 = 80,93%	IP = 1,00%
Otros Datos	
Tipo = Inorgánico	

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa el tamiz Nº 200)							MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)						
	A-1		A-3	A-2		A-4	A-5	A-6	A-7					
GRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7	A-7-5	A-7-6
% que pasa el tamiz: Nº 10 Nº 40 Nº 200	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 25 máx.	51 mín. 10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.		
Características del material que pasa el tamiz Nº 40			No Plástico	40 máx.	41 mín.	40 máx.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	40 máx.	41 mín.	41 mín.
Límite Líquido			10 máx.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	11 mín.
Índice de Plasticidad	0		0	0	0	4 máx.	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	16 máx.	20 máx.	20 máx.
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Gravas, arenas limosas y arcillosas			Suelos limosos				Suelos arcillosos			

A-4 (4) = Principalmente partículas finas limosas

Leonel Aguirre Alvarca
Ing. Civil
CIP Nº 15097 Ec

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.S.
Ruijón Darío Pareda Quintana
GERENTE

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CANTON DE INGENIEROS CIVILES
INGENIERO CIVIL Nº 231150



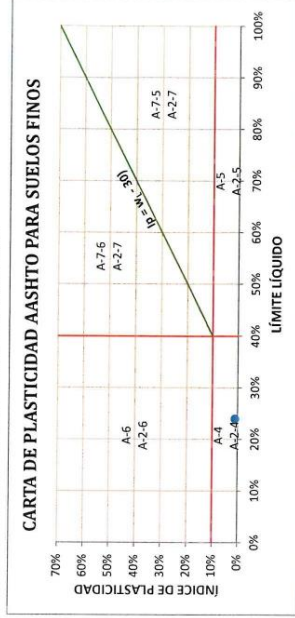
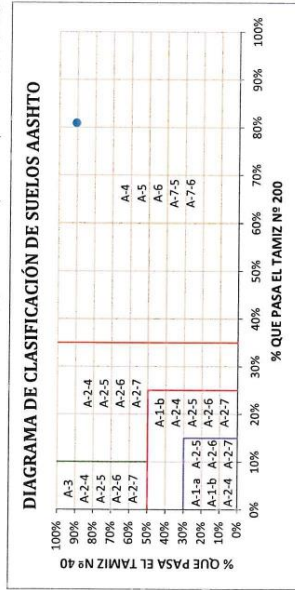
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Yusco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

DS: 15% CFM
Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Lico y Pata de Cabra



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO

F = 80,93	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz Nº 200
w _L = 24,00	w _L = Límite líquido
Ip = 1,00	Ip = Índice de plasticidad

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

a = F - 35	a = 45,93	a = 40,00
b = F - 15	b = 65,93	b = 40,00
c = w _L - 40	c = -16,00	c = 0,00
d = Ip - 10	d = -9,00	d = 0,00

IG = 4





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

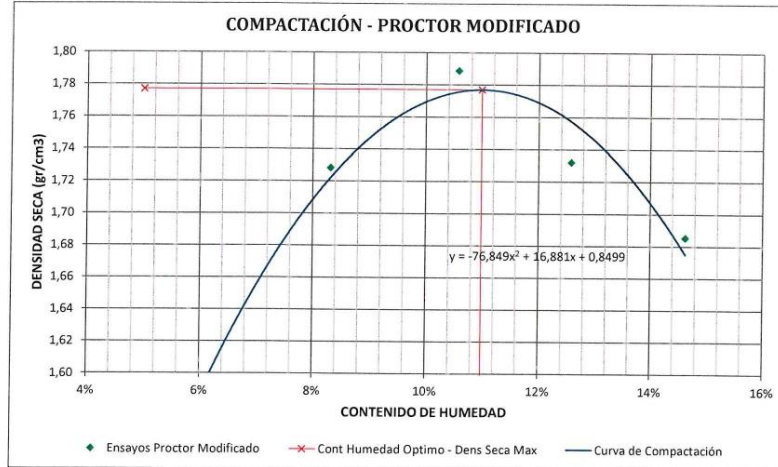
Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco - 2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Er. BEEZ Zamata Karen Alejandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022
D5: 15% CFM
Calicata : C-3
Profundidad: 1,50 m

RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

MTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DATOS GENERALES	
Número de Capas =	5
Golpes por Capa =	56
Peso del Martillo =	4,54 Kg
Altura de Caída del Martillo =	45,72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05	
Número de Proctor Utilizado	P-1		P-1		P-1		P-1		P-1	
Diámetro del Molde (cm)	15,24		15,24		15,24		15,24		15,24	
Altura del molde (cm)	11,64		11,64		11,64		11,64		11,64	
Volumen del Molde (cm ³)	2123,31		2123,31		2123,31		2123,31		2123,31	
Peso del Molde (gr)	6279,00		6279,00		6200,00		6279,00		6279,00	
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	9800,00		10254,00		10400,00		10420,00		10381,00	
Peso de la Muestra Compactada (gr)	3521,00		3975,00		4200,00		4141,00		4102,00	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1,66		1,87		1,98		1,95		1,93	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,57		1,73		1,79		1,73		1,69	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	15,20	18,07	18,48	17,39	20,98	16,75	17,68	18,50	19,78	20,01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97,50	98,91	89,29	68,34	101,01	70,33	78,89	99,46	70,52	101,61
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,14	94,31	83,92	64,38	93,33	65,22	72,00	90,50	63,98	91,30
Peso del Agua (gr)	4,36	4,60	5,37	3,96	7,68	5,11	6,89	8,99	6,54	10,31
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,94	76,24	65,44	46,99	72,35	48,47	54,32	72,00	44,20	71,29
Contenido de Humedad	5,59%	6,03%	8,21%	8,43%	10,62%	10,54%	12,68%	12,49%	14,80%	14,46%
Contenido de Humedad Promedio	5,81%		8,32%		10,58%		12,59%		14,63%	



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,69 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 12,50%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DIRECTORIAL CUSCO
ING. DARIO POZOS CENTENO
INGENIERO ESPECIAL
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
RUBEN DARIO POZOS CENTENO
GERENTE

ING. LEONEL GERBE ALTARCA
ING. CIVIL
CIP. N° 150546



EMPRESA PERUANA DE SERVICIOS Y CONSULTORÍA TÉCNICA
 INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y MONITOREO DE OBRAS

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con cenizas de fibras de maíz en carretera I-1000 - Moray, Cusco - 2022"

Ubicación: Moray, Cusco, Perú

Diseño: Ing. Ezequiel Karen Alvarado

Muestra: SCL 1000

Fecha: FEBRERO 2022

Dia: 15/02/2022

Calle: C-3

Profundidad: 1.50 m

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

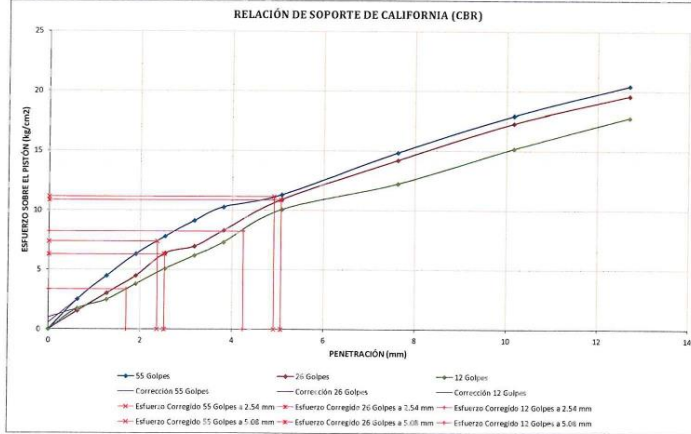
(NTC E 101 - 2000, Ensayo en la Norma ASTM D 1583 a 25°C ± 0.1 °C)

DATOS GENERALES		DIMENSIONES DEL MOLDE	
Densidad Seca (Espuma) = 1,05 cm ³	Peso del Martillo = 4,54 kg	Diámetro = 15,24 cm	
Contenido Humedad Óptimo = 12,50%	Altura de Caída del Martillo = 45,72 cm	Altura = 17,78 cm	
Contenido Humedad Natural = 6,92%	Número de Capas = 5	Altura de la Muestra = 11,64 cm	
Área del Pistón = 20,72 cm ²	Altura del Disco Espaciador = 6,34 cm	Volumen = 2123,85 cm ³	

DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
	Peso de Muestra (gr)	7572,00	7421,00	7610,00	7610,00	7421,00	7572,00	7610,00	7421,00
Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)	11845,00	11845,00	11845,00	11845,00	11845,00	11845,00	11845,00	11845,00	
Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)	11455,00	11455,00	11455,00	11455,00	11455,00	11455,00	11455,00	11455,00	
Peso del Agua Absorbida (gr)	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	
Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr)	4733,00	4733,00	4733,00	4733,00	4733,00	4733,00	4733,00	4733,00	
Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr)	4973,00	4973,00	4973,00	4973,00	4973,00	4973,00	4973,00	4973,00	
Peso de la Muestra Seca (gr)	4911,51	4911,51	4911,51	4911,51	4911,51	4911,51	4911,51	4911,51	
Porcentaje de Absorción	7,41%	7,41%	7,41%	7,41%	7,41%	7,41%	7,41%	7,41%	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUÉS DE LA INMERSIÓN									
Peso de Capas (gr)	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso de Capas + Muestra Humeda (gr)	78,45	80,65	78,10	78,36	78,09	78,09	78,09	78,09	78,09
Peso de Capas + Muestra Seca (gr)	77,70	78,81	76,00	77,05	77,04	77,58	77,55	77,55	77,55
Peso del Agua (gr)	5,75	8,07	10,74	6,87	6,06	6,71	6,64	6,56	10,00
Peso de la Muestra Seca (gr)	45,61	45,22	45,90	47,18	48,44	44,28	49,95	41,69	48,78
Contenido de Humedad	12,77%	15,45%	15,80%	14,57%	13,00%	15,16%	17,50%	15,97%	15,20%
Contenido de Humedad Promedio	14,00%			14,27%			16,15%		
Porcentaje de Absorción Promedio	7,58%			7,35%			8,23%		
Porcentaje de Absorción Promedio	7,28%			6,18%			7,18%		

DATOS DEL ENSAYO DE EXPANSIÓN		MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06			
Fecha	Hora	Tempo Transcurrido Horas	Dial	Deform mm	% de Expansión	Dial	Deform mm	% de Expansión	Dial	Deform mm	% de Expansión
02/02/2022	16:00	0 h 00 min	0	0,00	0,00%	0	0,00	0,00%	0	0,00	0,00%
04/02/2022	19:31	24 h 31 min	11	0,40	0,95%	10	0,58	0,44%	15	0,69	0,44%
04/02/2022	20:30	48 h 30 min	17	0,40	0,81%	19	1,24	1,07%	11	1,54	1,33%
05/02/2022	10:30	72 h 30 min	46	1,16	1,00%	13	1,60	1,37%	18	1,83	1,70%
06/02/2022	16:00	96 h 00 min	50	1,20	1,09%	14	1,88	1,61%	14	2,14	1,83%

DATOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN (CBR)	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
	Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial	Penetración mm	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	CBR %
0	0,000	0	0,00		0	0,00		0	0,00			
25	0,635	51	2,52		51	1,51		45	0,99			
50	1,270	81	4,49		81	2,01		50	2,47			
75	1,905	122	6,32		122	4,43		11	1,80			
100	2,540	138	7,89	11,00%	138	6,36	5,00%	105	5,68	7,28%		
125	3,175	185	9,18		185	6,54		123	6,17			
150	3,810	208	10,25		168	8,29		148	7,30			
200	5,080	229	11,90	10,11%	223	10,90	10,14%	204	10,06	5,54%		
300	7,620	354	14,85		288	14,21		248	12,24			
400	10,160	384	15,96		351	17,32		305	15,20			
500	12,700	414	20,45		387	19,59		363	17,83			



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO REGIONAL (C.R.)
 Cusco
 Inge. Dario Porca Centeno
 INGENIERO CIVIL
 CIP 213150

GMS
 GEO MECANICA DE SUELOS S.R.L.
 Ruyen Dario Porca Centeno
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarado
 Ing. Civil
 CIP. Nº 150766



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"

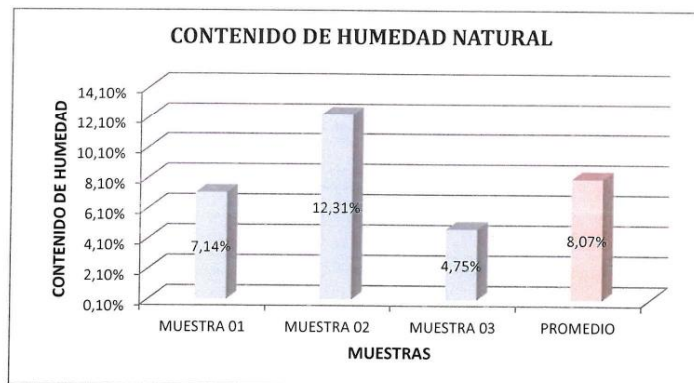
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-4
Profundidad: 1,50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	15,87	20,96	16,11
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97,99	73,79	77,80
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	92,52	68,00	75,00
Peso del Agua (gr)	5,47	5,79	2,80
Peso de la Muestra Seca (gr)	76,65	47,04	58,89
Contenido de Humedad	7,14%	12,31%	4,75%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 8,07%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DIRECTIVO CENTRAL
INGENIERO CIVIL
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.S.
Ruben Dario Poace Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. N° 150946c



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco-2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Keren Alejandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022
Calicata: C-4
Profundidad: 1,50 m

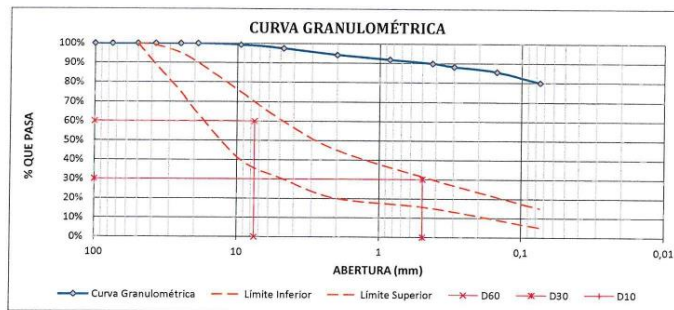
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2020, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-68

Antes del Lavado
Peso de la Muestra Seca = 1551,28 gr
Peso de la Muestra Seca = 259,10 gr
% de Error en Peso = -24,37%

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0,00	322,3	0,00%	0,00%	100,00%
3"	75	0,00	322,25	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50	0,00	322,25	0,00%	0,00%	100,00%
1½"	37,5	0,00	322,25	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25	0,00	322,25	0,00%	0,00%	100,00%
¾"	19	0,00	322,25	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	10,82	311,43	0,70%	0,70%	99,30%
Nº 4	4,75	27,11	284,32	1,75%	2,45%	97,55%
Nº 10	2	52,07	232,25	3,36%	5,60%	94,20%
Nº 20	0,850	36,13	196,12	2,33%	8,13%	91,87%
Nº 40	0,425	30,29	165,83	1,95%	10,08%	89,92%
Nº 50	0,300	25,94	139,89	1,67%	11,76%	88,24%
Nº 100	0,150	41,53	98,36	2,66%	14,43%	85,57%
Nº 200	0,075	86,81	11,55	5,60%	20,03%	79,97%
Cazuela	-	11,55	-	0,74%	-	-
Lavado	-	1292,18	-	79,23%	99,26%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		322,25		100,00%		

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 2,45%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 17,58%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 79,97%
Total: 100,00%

Fracción Gruesa
% de grava = 12,21%
% de arena = 87,79%
Total = 100,00%



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	Tamaño Máximo Nominal = Nº 10
D60 = 7,54 mm	Cu = -
D30 = 0,49 mm	Cc = -
D10 = -	



GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Ruyben Darío Ponce Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Atarca
Ing. Civil
CIP. Nº 150946



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES-

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"

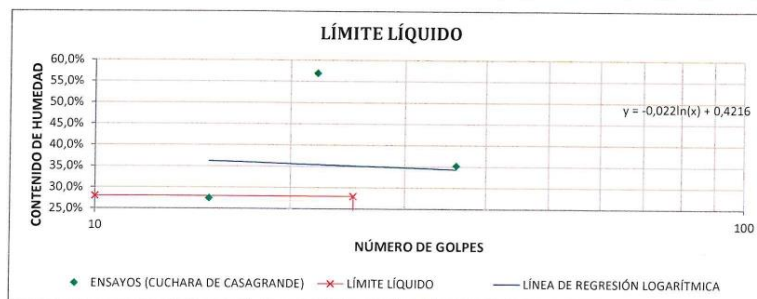
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vieco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBREIRO DEL 2022

Calicata : C-4
Profundidad: 1,50 m

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	7,18	11,18	8,97	9,95
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	22,87	19,29	20,68	21,63
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	18,78	17,88	16,43	19,11
Peso del Agua (gr)	4,09	1,41	4,25	2,52
Peso de la Muestra Seca (gr)	11,60	6,70	7,46	9,16
Contenido de Humedad	35,26%	21,04%	56,97%	27,51%
Número de Golpes	36	29	22	15



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9,82	9,88	8,70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	13,09	13,53	13,60
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12,61	12,80	12,95
Peso del Agua (gr)	0,48	0,73	0,65
Peso de la Muestra Seca (gr)	2,79	2,92	4,25
Contenido de Humedad	17,20%	25,00%	15,29%



LÍMITE LÍQUIDO = 24,00%
LÍMITE PLÁSTICO = 19,00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 5,00%

CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERU
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES
INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Ruben Dario Posca Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Atarca
Ing. Civil
CIP. N° 150046c



ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con cenizas de fibras de maíz en carretera Maara - Miray, Cuzco-2022"
 Ubicación: Maara-Miray-Uros-Uros
 Muestra: Sub-Ranante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata - C-4
 Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (USCS)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	
% de Gravas = 20,03%	
% de Arenas = 79,97%	
Total = 100,00%	
% de Grava < 2,48mm	
% de Grava = 2,48%	
% de Arena = 17,58%	
Total = 20,03%	
Fracción Gruesa	
% de Grava = 12,21%	
% de Arena = 87,79%	
Total = 100,00%	
Coeficientes	
Cu = -	
Cc = -	
De Límites de Consistencia	
LL = 24,00%	
LP = 19,00%	
IP = 5,00%	
Otros Datos	
Tipo = Inorgánico	

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO		SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS LIMPIAS			
Menos del 5% para la malla Nº 200	Cu < 4.1 - Cc < 3	GW	Grava bien graduada
	Cu < 4.1 - Cc > 3	GP	Grava mal graduada
GRAVAS CON FINOS			
Más del 50% de la fracción gruesa pasa la malla Nº 200	IP < 4.0 abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava arcillosa
Más del 12% para la malla Nº 200	4 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
Entre el 5 y 12% para malla Nº 200	Cumple los criterios para GW y GM	GC - GM	Grava limosa arcillosa
Entre el 5 y 12% para malla Nº 200	Cumple los criterios para GW y GC o para GM y GM	GM - GC	Grava bien graduada con limo
Entre el 5 y 12% para malla Nº 200	Cumple los criterios para GP y GM	GP - GM	Grava mal graduada con limo
ARENAS LIMPIAS			
Menos del 5% para la malla Nº 200	Cu < 6.1 - Cc < 3	SW	Arena bien graduada
	Cu < 6.1 - Cc > 3	SP	Arena mal graduada
ARENAS CON FINOS			
El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla Nº 200	IP < 4.0 abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
Más del 12% para la malla Nº 200	4 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
Entre el 5 y 12% para malla Nº 200	Cumple los criterios para SW y SM	SC - SM	Arena bien graduada con limo
Entre el 5 y 12% para malla Nº 200	Cumple los criterios para SW y SC o para SM y SM	SM - SC	Arena mal graduada con arcilla
Entre el 5 y 12% para malla Nº 200	Cumple los criterios para SP y SM	SP - SM	Arena mal graduada con limo
LIMOS Y ARCILLAS			
Inorgánicos	IP < 4.0 abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
	4 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
	IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CI - MI	Arcilla limosa
Orgánicos	Limite Líquido no superior a 0,75	OL	Limo orgánico
	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MI	Arcilla orgánica
Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Limo de alta plasticidad
Orgánicos	Limite Líquido superior a 0,75	OH	Arcilla de alta plasticidad
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			
Principalmente materia orgánica de color oscuro		PT	Turba

Ci - ML = Arcilla limosa de baja plasticidad con arena

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Perfilado normalizado, rodillo de parte de caña

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 COMITÉ NACIONAL DE SUELOS
 CIP 213.150 (IL)

GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
 RUBÉN DARÍO FERRER CEBALDO
 GERENTE

Leonel Perche Alturca
 Ingeniero Civil
 CIP Nº 15054/Rc

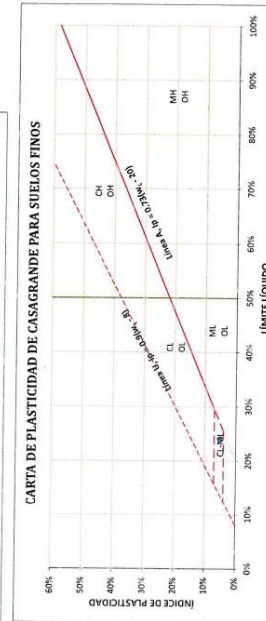
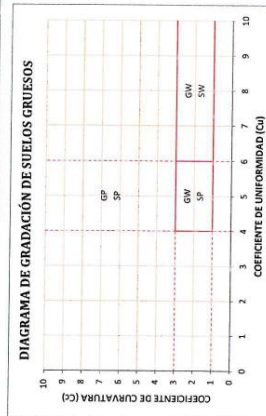
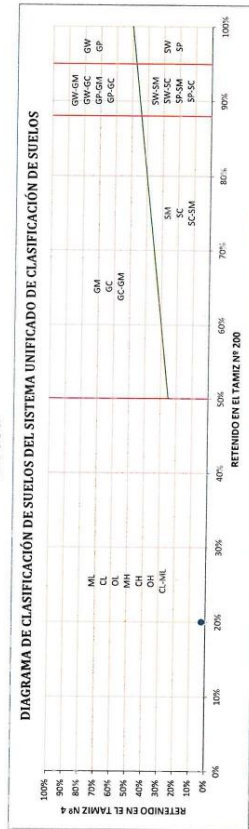


ESTUDIO DE INGENIERIA, CONSULTORIA, SUPERVISIÓN Y MATERIALES CONTROL DE CALIDAD Y SUSTENTACIÓN TÉCNICA.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES CONTROL DE CALIDAD Y SUSTENTACIÓN TÉCNICA.

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con cenizas de fibras de maíz en carreteras rurales - Miraflores, Cusco-2022"
Ubicación: Miraflores-Urbamba-Vicoso
Solicitante: Br. Baz Zamata Karen Alexandra
Ingeniero: Sub-Resistente
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calcetas: C-4
Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUS) - ASTM D-2487



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE INGENIEROS DEL CUSCO
INGENIERO CIVIL
CIP 21150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
RUISEN DANCOS
INGENIERO CIVIL
GERENTE

Leonel Perche Alvarca
ING. CIVIL
CIP N° 150946



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
 -ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"
 Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
 Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
 Muestra: Sub-Rasante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-4
 Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
 AASHTC M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	Otros Datos
% que pasa el tamiz Nº 10 = 94,20%	De Límites de Consistencia
% que pasa el tamiz Nº 40 = 89,92%	LL = 24,00%
% que pasa el tamiz Nº 200 = 79,97%	IP = 19,00%
	IP = 5,00%
	Tipo = Inorgánico

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa el tamiz Nº 200)							MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)							
	A-1	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7	A-7-5	A-7-6			
GRUPOS															
SUB - GRUPOS															
% que pasa el tamiz: Nº 10 Nº 40 Nº 200	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 25 máx.	51 mín. 10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.			
Características del material que pasa el tamiz Nº 40															
Límite Líquido	6 máx.	6 máx.	No Plástico	40 máx.	41 mín.	40 máx.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	40 máx.	41 mín.	41 mín.			
Índice de Plasticidad	0	0	0	10 máx.	10 máx.	11 mín.	10 máx.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.			
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	16 máx.	20 máx.	20 máx.			
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena			Arena fina			Gravas, arenas limosas y arcillosas					Suelos limosos		Suelos arcillosos	

A-4 (3) = Principalmente partículas finas limosas

LOGO DE INGENIERÍA DEL PERÚ
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
 RUIYAN DARIO POZOS CENTENO
 GERENTE
 CIP 2133150

GEO MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
 RUIYAN DARIO POZOS CENTENO
 GERENTE
 CIP 2133150

Leonel Verbeke Alvarca
 CIP No 1600476



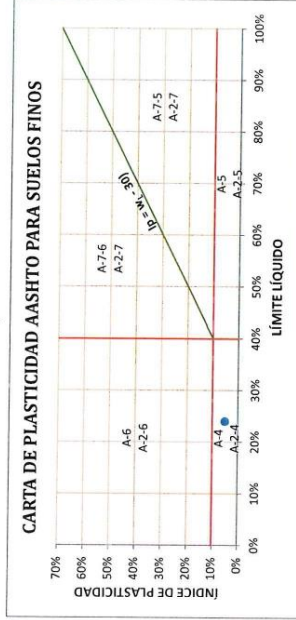
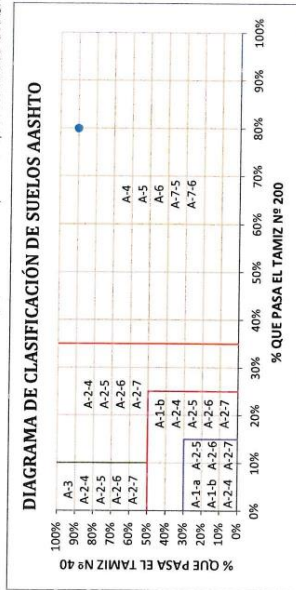
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco - 2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-4
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Liso y Paleta de Cabra



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO

F = 79,97	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz Nº 200
W _L = 24,00	W _L = Límite líquido
Ip = 5,00	Ip = Índice de plasticidad

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

a = F - 35	a = 44,97	=>
b = F - 15	b = 64,97	=>
c = W _L - 40	c = -16,00	=>
d = Ip - 10	d = -5,00	=>

IG = 3

GMS
GEO MECANICA DE SUELOS S.A.S.
RUIYER DARIO PORCE CENTENO
GERENTE

INSTITUTO NACIONAL DE VIAL VALENTIN
CIP: 213.150.011

Leonel Berbe Alarcón
Ingeniero Civil
CIP: Nº 15095 Afe



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata: C-4
Profundidad: 1,50 m

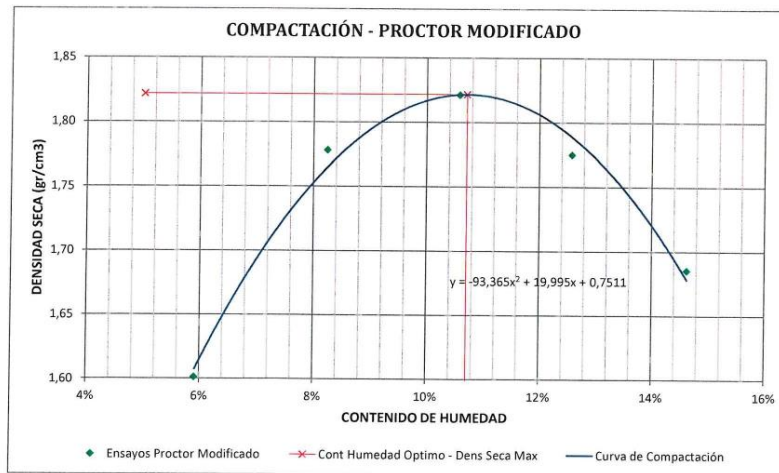
RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

MTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DATOS GENERALES	
Número de Capas =	5
Golpes por Capa =	56
Peso del Martillo =	4,54 Kg
Altura de Caída del Martillo =	45,72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05
Número de Proctor Utilizado	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1
Diámetro del Molde (cm)	15,24	15,24	15,24	15,24	15,24
Altura del molde (cm)	11,64	11,64	11,64	11,64	11,64
Volumen del Molde (cm ³)	2123,31	2123,31	2123,31	2123,31	2123,31
Peso del Molde (gr)	6282,00	6269,00	6280,00	6279,00	6279,00
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	9883,00	10356,00	10556,00	10522,00	10361,00
Peso de la Muestra Compactada (gr)	3601,00	4087,00	4276,00	4243,00	4102,00
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1,70	1,92	2,01	2,00	1,93
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,60	1,78	1,82	1,77	1,69

CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo	
Peso de Capsula (gr)	15,20	18,07	18,48	17,39	20,98	16,75	17,68	18,50	19,78	20,01		
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97,58	98,99	89,20	68,34	101,01	70,33	78,69	99,49	70,52	101,61		
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,14	94,31	83,92	64,38	93,33	65,22	72,00	90,50	63,98	91,30		
Peso del Agua (gr)	4,44	4,68	5,28	3,96	7,68	5,11	6,89	8,99	6,54	10,31		
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,94	76,24	65,44	46,99	72,35	48,47	54,32	72,00	44,20	71,29		
Contenido de Humedad	5,70%	6,14%	8,07%	8,43%	10,62%	10,54%	12,68%	12,49%	14,80%	14,46%		
Contenido de Humedad Promedio	5,92%		8,25%		10,58%		12,59%		14,63%			



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,82 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 10,71%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 213150

GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A.S.
 Rubén Darío Pesca Centeno
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alarca
 Ing. Civil
 CIP. Nº 150946



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALIFORNIA
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALIFORNIA, S.C. DE CALIFORNIA, S.C. DE CALIFORNIA, S.C.

Proyecto: "Medicamiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con campos de fibras de maíz en carretera Ibarra - Moray, Cuzco-2022"

Ubicación: Moray, Cuzco, Perú
 Sitio: Br. Elías Zúñiga Ríos, Avenida
 Muestra: S05-15200
 Fecha: 15/02/2022

Calota: C-4
 Frecuencia: 150 Hz

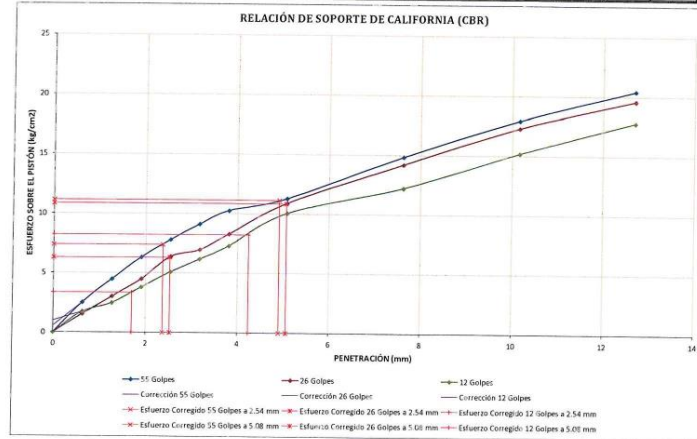
SELECCIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 MTCE 212 - 2000, basado en el Norma ASTM D-1586 y AASHTO T-193

DATOS GENERALES		DIMENSIONES DEL MOLDE	
Densidad Seca Máxima = 1,82 cm ³	Peso Hoja Muestra = 4,54 kg	Diámetro = 15,24 cm	
Contenido Humedad (O _h) = 10,73%	Altura de Carola del Martillo = 45,72 cm	Altura = 17,78 cm	
Contenido Humedad Natural = 8,07%	Número de Capas = 5	Altura de la Muestra = 11,54 cm	
Área del Pistón = 20,27 cm ²	Altura del Disco Esfuerzo = 6,14 cm	Volumen = 223,85 cm ³	

DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo	Arriba	Medio	Abajo
Peso del Topete (gr)	1183,00	1183,00	1183,00	760,00	760,00	760,00	760,00	760,00	760,00
Peso del Bucle + Muestra Compuesta, antes de la Inmersión (gr)	2160,00	2160,00	2160,00	1189,00	1189,00	1189,00	1189,00	1189,00	1189,00
Peso del Bucle + Muestra Compuesta, después de la Inmersión (gr)	2160,00	2160,00	2160,00	1189,00	1189,00	1189,00	1189,00	1189,00	1189,00
Peso del Agua Absorbida (gr)	245,00	245,00	245,00	192,83	192,83	192,83	192,83	192,83	192,83
Peso de la Muestra Compuesta, antes de la Inmersión (gr)	4188,00	4188,00	4188,00	4188,20	4188,20	4188,20	4188,20	4188,20	4188,20
Peso de la Muestra Compuesta, después de la Inmersión (gr)	4188,00	4188,00	4188,00	4188,20	4188,20	4188,20	4188,20	4188,20	4188,20
Peso de la Muestra Seca (gr)	3961,00	3961,00	3961,00	3960,21	3960,21	3960,21	3960,21	3960,21	3960,21
Porcentaje de Absorción	6,13%	6,13%	6,13%	5,07%	5,07%	5,07%	5,11%	5,11%	5,11%
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,87	1,87	1,87	1,79	1,79	1,79	1,71	1,71	1,71
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUÉS DE LA INMERSIÓN									
Peso de Capota (gr)	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40
Peso de Capota + Muestra Humeda (gr)	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40
Peso de Capota + Muestra Seca (gr)	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40	70,40
Peso de Agua (gr)	5,12	5,12	5,12	6,60	6,60	6,60	6,77	6,77	6,77
Peso de la Muestra Seca (gr)	44,66	44,66	44,66	44,66	44,66	44,66	44,66	44,66	44,66
Contenido de Humedad	11,81%	11,81%	11,81%	14,95%	14,95%	14,95%	15,24%	15,24%	15,24%
Contenido de Humedad Promedio	14,31%	14,31%	14,31%	14,76%	14,76%	14,76%	16,96%	16,96%	16,96%
Porcentaje de Absorción	6,55%	6,55%	6,55%	6,61%	6,61%	6,61%	8,51%	8,51%	8,51%
Porcentaje de Absorción Promedio	6,19%	6,19%	6,19%	5,88%	5,88%	5,88%	7,01%	7,01%	7,01%

DATOS DEL ENSAYO DE EXPANSIÓN	Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido Horas	MUESTRA 04			MUESTRA 05			MUESTRA 06		
				Dial	Deform	% de Expansión	Dial	Deform	% de Expansión	Dial	Deform	% de Expansión
				"0,001"	mm		"0,001"	mm		"0,001"	mm	
	14/02/2022	10:00	3 h 00 min	0	0,000	0,00%	0	0,000	0,00%	0	0,00%	
	15/02/2022	10:30	24 h 30 min	16	0,408	0,95%	20	0,508	0,44%	27	0,888	
	16/02/2022	10:30	48 h 30 min	37	0,910	0,81%	47	1,245	1,07%	61	1,549	
	17/02/2022	10:30	72 h 30 min	46	1,168	1,00%	63	1,600	1,87%	74	1,681	
	18/02/2022	10:30	96 h 30 min	50	1,270	1,08%	74	1,850	1,61%	81	2,181	

DATOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN (CBR)	Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03				
		Dial	Penetración	Fuerza	Esfuer.	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	
	"0,001"	mm	kg	kg/cm ²	%	kg	kg/cm ²	%	kg	kg/cm ²	%	kg	kg/cm ²	%
	0	0,000	0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00	
	25	0,635	51	2,52		51	2,52		51	2,52		51	2,52	
	50	1,270	91	4,43		91	4,43		91	4,43		91	4,43	
	75	1,905	110	6,32		91	4,43		77	3,50		77	3,50	
	100	2,540	118	7,80	11,08%	129	6,30	8,14%	101	4,98	12,91%	125	6,17	
	125	3,175	185	9,11		149	6,86		140	7,20		140	7,20	
	150	3,810	208	10,26		168	8,22		160	8,10		160	8,10	
	200	5,080	239	11,80	10,71%	221	10,95	10,84%	204	10,00	9,24%	204	10,00	
	300	7,620	301	14,85		298	14,23		248	12,24		248	12,24	
	400	10,160	364	17,86		353	17,32		308	15,20		308	15,20	
	500	12,700	414	20,43		397	19,58		381	17,81		381	17,81	



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Inge. Dario Forca Centeno
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 213130

GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS P.A.R.L.
 Ruben Dario Forca Centeno
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
 Ing. Civil
 CIP. N° 150916c



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA S.R.L. CARRERA 14 N° 1000, SAN JOSÉ DE LOS RIOS, CANTÓN DE LOS RIOS, PROVINCIA DE LOS RIOS, ECUADOR
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA S.R.L. CARRERA 14 N° 1000, SAN JOSÉ DE LOS RIOS, CANTÓN DE LOS RIOS, PROVINCIA DE LOS RIOS, ECUADOR

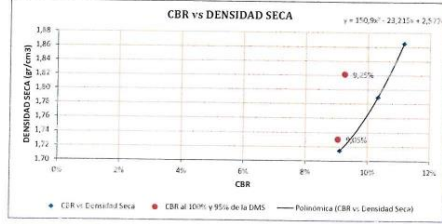
Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Mariposa - Morona, Cuenca, 2022"

Ubicación: Alameda San José, Cuenca, Ecuador
 Sitio: Br. San José, Morona Alajalpa
 Muestra: San José
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calidad: D-4
 Profundidad: 150mm

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 Método E 22 - 2000. Basado en la Norma ASTM D-1585 y AASHTO T-228

CORRECCIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
	Penetración	Esfuerzo	CBR	Penetración	Esfuerzo	CBR	Penetración	Esfuerzo	CBR
Carga Unitaria Frotón	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%
70.31	2.540	7.33	10.51%	2.540	9.87	8.49%	2.540	5.10	7.25%
105.45	5.080	11.70	11.09%	5.080	10.89	10.83%	5.080	9.40	9.10%



RESULTADOS

Número de Golpes	Expansión	Absorción
15	3.00%	4.49%
25	3.81%	5.38%
32	4.02%	6.54%

Número de Golpes	CBR	Densidad Seca
55	11.35%	1.87 kg/cm ³
25	10.84%	1.75 kg/cm ³
32	9.10%	1.71 kg/cm ³

Densidad Seca Máxima (kg/cm ³)	1.97
95% de la DMS (kg/cm ³)	1.72

CBR al 100% de la DMS	9.05%
CBR al 95% de la DMS	9.10%

Comparación de resultados de CBR a 2.54 mm y 5.08 mm
 CBR (2.54 mm) = CBR (5.08 mm)
 10.51% = 11.09% = 11.65%

DESERVICIONES: EL CBR DE DISEÑO SERÁ EL CORRESPONDIENTE A 5.08 mm

CBR: 9.05%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 ING. DARIO MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 213150

GMS
 GEO MECANICA DE SUELOS S.R.L.
 RUBEN DARIO FORCA CENTENO
 GERENTE

Leonel Ayerbe Abarca
 Ing. Civil
 CIP. N° 150546

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco

Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alexandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

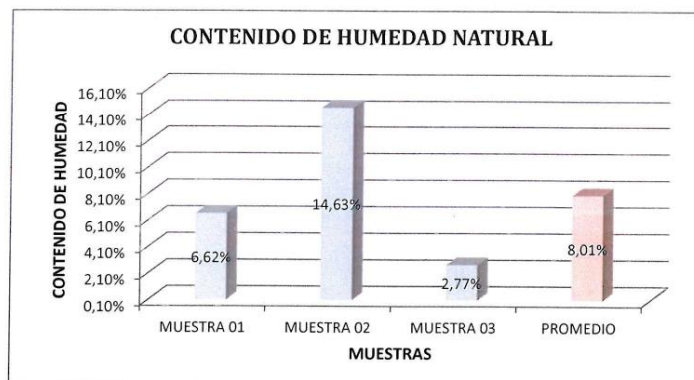
Calicata : C-5

Profundidad: 1,50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	15,87	20,96	16,11
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97,20	73,05	76,12
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	92,15	66,40	74,50
Peso del Agua (gr)	5,05	6,65	1,62
Peso de la Muestra Seca (gr)	76,28	45,44	58,39
Contenido de Humedad	6,62%	14,63%	2,77%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 8,01%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 INGENIERO CIVIL
 CIP 213150

GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
 Ruiven Dario Flores Centeno
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
 Ing. Civil
 CIP. N° 150946c



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Baez Zematá Karen Alejandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022
Calibrato: C-5
Profundidad: 1,50 m

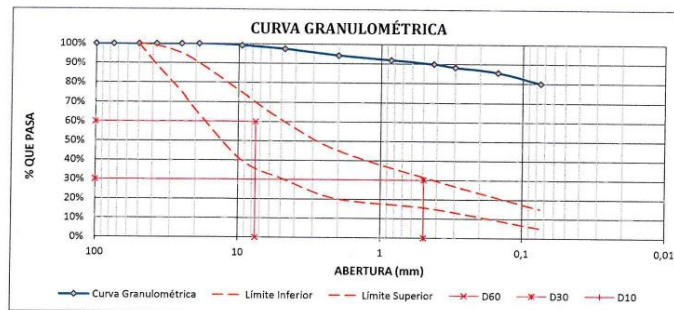
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del Lavado
Peso de la Muestra Seca = 1551,28 gr Peso de la Muestra Seca = 259,10 gr
% de Error en Peso = -24,17%

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0,00	321,7	0,00%	0,00%	100,00%
3"	75	0,00	321,72	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50	0,00	321,72	0,00%	0,00%	100,00%
1 1/2"	37,5	0,00	321,72	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25	0,00	321,72	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19	0,00	321,72	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	11,55	310,17	0,74%	0,74%	99,26%
Nº 4	4,75	26,56	283,19	1,74%	2,48%	97,52%
Nº 10	2	51,00	232,19	3,29%	5,77%	94,23%
Nº 20	0,850	36,17	196,02	2,33%	8,10%	91,90%
Nº 40	0,425	30,40	165,62	1,96%	10,06%	89,94%
Nº 50	0,300	26,31	139,31	1,70%	11,76%	88,24%
Nº 100	0,150	41,17	98,14	2,65%	14,41%	85,59%
Nº 200	0,075	86,42	11,72	5,57%	19,98%	80,02%
Cazuela	-	11,72	-	0,76%	-	-
Lavado	-	1292,18	-	79,26%	99,24%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		321,72	-	100,00%	-	-

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 2,48%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 17,50%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 80,02%
Total = 100,00%

Fracción Gruesa
% de grava = 12,43%
% de arena = 87,57%
Total = 100,00%



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	Tamaño Máximo Nominal = Nº 10
D60 = 7,54 mm	Cu = -
D30 = 0,49 mm	Cc = -
D10 = -	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE LIMA
INGENIERO CIVIL
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Ruyán Darío Pease Centeno
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP Nº 150946



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"

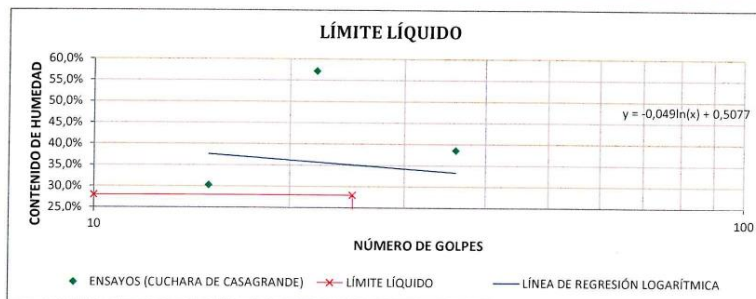
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-5
Profundidad: 1,50 m

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	7,18	11,16	8,97	9,95
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	25,17	19,25	20,68	22,03
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	18,72	18,20	16,42	19,22
Peso del Agua (gr)	4,45	1,05	4,26	2,81
Peso de la Muestra Seca (gr)	11,54	7,02	7,45	9,27
Contenido de Humedad	38,56%	14,96%	57,18%	30,31%
Número de Golpes	36	29	22	15



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9,82	9,88	8,70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	13,25	13,21	13,71
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12,72	12,79	12,78
Peso del Agua (gr)	0,53	0,42	0,93
Peso de la Muestra Seca (gr)	2,90	2,91	4,08
Contenido de Humedad	18,28%	14,43%	22,79%



LÍMITE LÍQUIDO = 24,00%
LÍMITE PLÁSTICO = 19,00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 5,00%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
INGENIERO CIVIL
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS S.A. S.R.L.
RUBEN DARIO PONCA CENTENO
GERENTE

Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. N° 1509766



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIAS CONTIGUAS Y ASISTENCIA TÉCNICA.

Proyecto: Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de filtras de maiz en carretera Marías - Miravay, Cusco - 2022

Ubicación: Marías, Cusco, Perú

Solicitante: Br. Bani Zamora Karen Alejandra

Muestra: Sub-Rasante

Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata: C-5

Profundidad: 1,50 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (USCS)

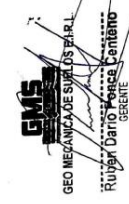
ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	
% de Gravas = 19,98%	
% de Finos = 80,02%	
% de Arenas = 24,98%	
% de Arcillas = 17,50%	
Total = 19,98%	
Fracción gruesa	
% de Grava = 12,43%	
% de Arena = 87,57%	
Total = 100,00%	
Coeficientes	
CU = -	
De Límites de Compactación	
IP = 21,00%	
LP = 19,00%	
IP = 5,00%	
Otros Datos	
Tipo = Inorgánico	

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO		SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS LIMPIAS			
Menos del 5% para la malla N° 200	CU < 4.0 y LC < 3	GV	Grava bien graduada
	CU < 4.0 y LC > 3	GP	Grava mal graduada
GRAVAS CON FINOS			
Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4	IP < 4.6 abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GI-1	Grava arcillosa
	4.6 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GI-2	Grava arcillosa
	IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS			
Entre el 5 y 12% para malla N° 200	Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM	Grava bien graduada con limo
	Cumple los criterios para GW y GC o para GP y GC	GW-GC	Grava bien graduada con limo
	Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM	Grava mal graduada con limo
	Cumple los criterios para GP y GC	GP-GC	Grava mal graduada con limo
ARENAS LIMPIAS			
Menos del 5% para la malla N° 200	CU < 6.0 y LC < 3	SM	Arena bien graduada
	CU < 6.0 y LC > 3	SP	Arena mal graduada
ARENAS CON FINOS			
El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	IP < 4.6 abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SI	Arena arcillosa
	4.6 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SI-1	Arena arcillosa
	IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS			
Entre el 5 y 12% para malla N° 200	Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien graduada con limo
	Cumple los criterios para SW y SC o para SM y SC	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla
	Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal graduada con limo
	Cumple los criterios para SP y SC	SP-SC	Arena mal graduada con arcilla
LIMOS Y ARCILLAS			
Limite Líquido menor que 50	IP < 4.6 abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	MI	Limo de baja plasticidad
	4.6 < IP < 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	MI-1	Limo de baja plasticidad
	IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CI	Arcilla de baja plasticidad
SUELOS DE PARTICULAS FINAS			
El 50% o más pasa la malla N° 200	Limite Líquido no secado < 0.75	OL	Limo orgánico
	Limite Líquido no secado > 0.75	OH	Arcilla orgánica
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			
	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	UM	Limo de alta plasticidad
	Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	UH	Arcilla de alta plasticidad
	Limite Líquido no secado > 75	OH	Limo orgánico
	Limite Líquido no secado > 75	UH	Arcilla orgánica
	Principalmente materia orgánica de color oscuro	PT	Turba

CL - ML = Arcilla limosa de baja plasticidad con arena

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: "baldillo de neumáticos, relleno de pasta de calta"



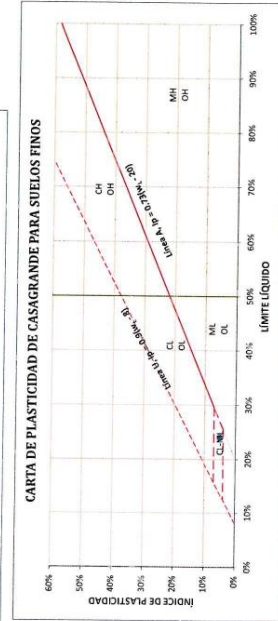
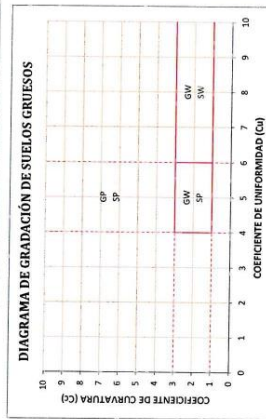
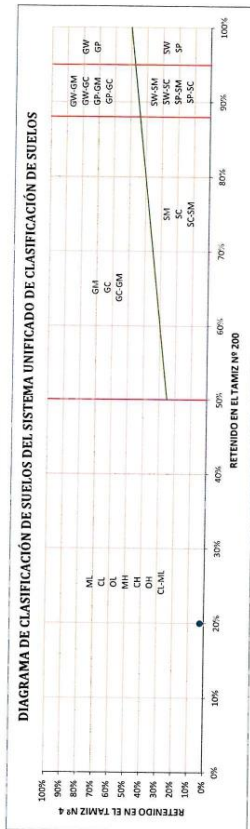


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA,
 SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subbase con cenizas de fibras de maíz en carretera Moray - Moray, Cusco - 2022"
 Ubicación: Moray-Moray-Urubamba/Vusco
 Solicita: Br. Baez Zamata Karen Alejandra
 Muestra: Sub-Basante
 Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata: C-5
 Profundidad: 1,30 m

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AUSI)
 ASTM D-2487



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DE CUSCO
 ING. CIVIL
 CIP 233150

GMS
 GEO MECÁNICA DE SUELOS PARL
 Ruger Darío Flores Centeno
 GERENTE

Leonel Ayerbe Alanca
 Ing. Civil
 CIP N° 150946



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitada: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-5
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN		
De Granulometría	De Límites de Consistencia	Otros Datos
% que pasa el tamiz Nº 10 = 94,23%	LL = 24,00%	Tipo = inorgánico
% que pasa el tamiz Nº 40 = 89,94%	LP = 19,00%	
% que pasa el tamiz Nº 200 = 80,02%	IP = 5,00%	

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa el tamiz Nº 200)							MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)							
	A-1		A-3	A-2		A-2		A-4	A-5	A-6	A-7	A-4		A-5	A-6
GRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7	A-4	A-5	A-6	A-7
SUB - GRUPOS															
% que pasa el tamiz: Nº 10 Nº 40 Nº 200	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 25 máx.	51 mín. 10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz Nº 40															
Límite Líquido			No Plástico	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.
Índice de Plasticidad	6 máx. 0	6 máx. 0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Gravas, arenas limosas y arcillosas			Suelos limosos y arcillosos								

A-4 (3) = Principalmente partículas finas limosas

UNIVERSIDAD DE INGENIERÍA DEL PERÚ
CORPORACIÓN EDUCATIVA PERUANA S.A.
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA CIVIL
CIP 233150
[Firma]
GERENTE

GMS
GEO MECANICAE SUELOS S.R.L.
RIVERA DANTO, FRANCESCO
GERENTE

[Firma]
Leonel Berbe Alarco
Ing. Civil
CIP Nº 15094Rc



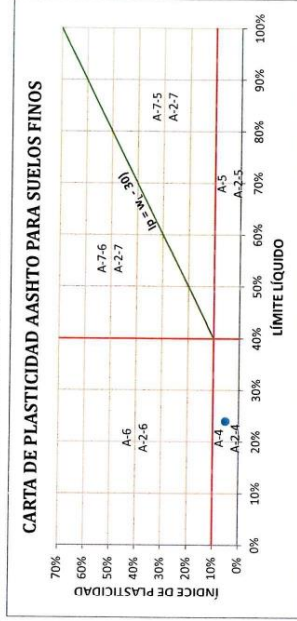
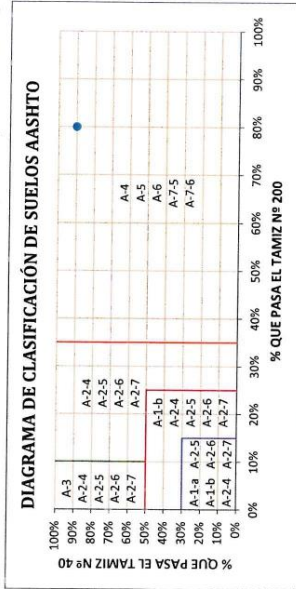
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"
Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicitante: Br. Baez Zamata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

Calicata : C-5
Profundidad: 1,50 m

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
AASHTO M-145

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Liso y Pata de Cabra



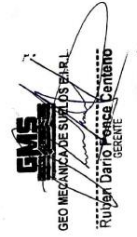
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO

F = 80,02	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz Nº 200
W _L = 24,00	W _L = Límite líquido
IP = 5,00	IP = Índice de plasticidad

$IG = 0,2a + 0,005ac + 0,01bd$

a = F - 35	a = 45,02
b = F - 15	b = 65,02
c = W _L - 40	c = -16,00
d = IP - 10	d = -5,00

IG = 3





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Proyecto: "Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras - Moray, Cusco -2022"

Ubicación: Maras-Moray-Urubamba-Vusco
Solicita: Br. Baez Zemata Karen Alexandra
Muestra: Sub-Rasante
Fecha: FEBRERO DEL 2022

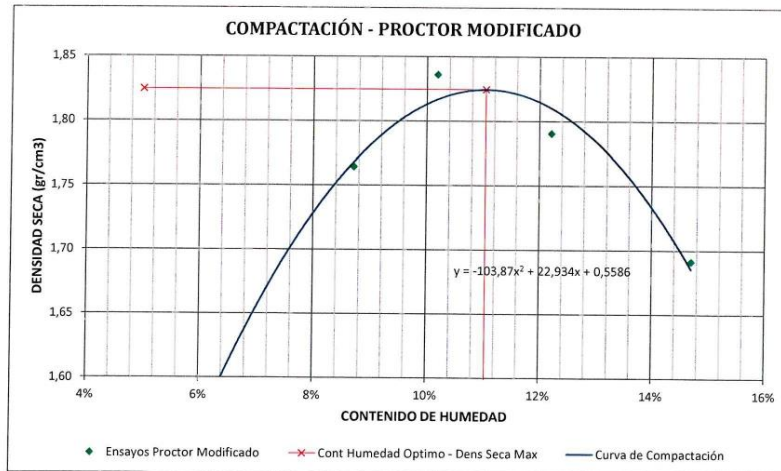
Calicata : C-5
Profundidad: 1,50 m

RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

IMTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-190

DATOS GENERALES	
Número de Capas =	5
Golpes por Capa =	56
Peso del Martillo =	4,54 Kg
Altura de Caída del Martillo =	45,72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05	
Número de Proctor Utilizado	P-1		P-1		P-1		P-1		P-1	
Diámetro del Molde (cm)	15,24		15,24		15,24		15,24		15,24	
Altura del molde (cm)	11,64		11,64		11,64		11,64		11,64	
Volumen del Molde (cm ³)	2123,31		2123,31		2123,31		2123,31		2123,31	
Peso del Molde (gr)	6279,00		6279,00		6279,00		6279,00		6279,00	
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	9701,00		10352,00		10575,00		10545,00		10398,00	
Peso de la Muestra Compactada (gr)	3422,00		4073,00		4296,00		4266,00		4119,00	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1,61		1,92		2,02		2,01		1,94	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,52		1,76		1,84		1,79		1,69	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba	
Peso de Capsula (gr)	15,20	18,07	18,48	17,39	20,98	16,75	17,68	18,50	19,78	20,01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97,41	98,80	89,21	68,52	100,90	70,21	78,85	99,25	70,40	101,80
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	93,14	94,31	83,82	64,22	93,40	65,34	72,23	90,41	63,98	91,21
Peso del Agua (gr)	4,27	4,49	5,39	4,30	7,50	4,87	6,62	8,84	6,42	10,59
Peso de la Muestra Seca (gr)	77,94	76,24	65,34	46,83	72,42	48,59	54,55	71,91	44,20	71,20
Contenido de Humedad	5,48%	5,89%	8,25%	9,18%	10,36%	10,02%	12,14%	12,29%	14,52%	14,87%
Contenido de Humedad Promedio	5,68%		8,72%		10,19%		12,21%		14,70%	



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,82 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 11,04%

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL (C.D.)
Ica - PUNTA BLANCA
INGENIERO: [Firma]
CIP 213150

GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
RUBEN DARIO PORCE CANTERO
GERENTE

[Firma]
Leonel Ayerbe Alvarca
Ing. Civil
CIP. N° 150046

ANEXO 5. CONFIABILIDAD



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 755

Solicitante: GEO MECANICA DE SUELOS E.I.R.L
Direccion: MZA. C. LOTE 10 URB. SAANTA URSULA(DTRS CLINICA GUADALUPE C2P PRT
NEGRA) CUSCO - CUSCO- WANCHAQ

PLACA DE EXPANSIÓN EN BRONCE PARA CBR

Norma: ASTM D 1883 / INV E 148 Referencia: PS20

Diámetro Exterior mm	Perforaciones und	Diámetro de Perforaciones mm	Espesor mm
150,75	42	1,68	6,35

Fecha: 2021-01-27

Firma:
Henry Julio Lopez Masgo
Metrólogo Laboratorio de Metrología

AC-P-01-F-14/Rev 0// Válido desde 2017-11-15



Calle Ricardo Palma N° 988 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.
Telefonos SI(I) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN Nº 756

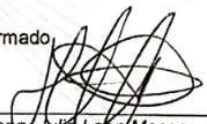
Fecha: 2021-01-27

Solicitante: GEO MECANICA DE SUELOS E.I.R.L
Dirección: MZA. C. LOTE 10 URB. SAANTA URSULA(DTRS CLINICA GUADALUPE C2P PRT NEGRA) CUSCO - CUSCO- WANCHAQ
Ciudad: CUSCO
Instrumento: TRIPODE DE EXPANSION PARA CBR
Fabricante: Pinzuar Ltda.
Modelo: PS -1
Trazabilidad: Pie de Rey Digital L-17380 Pinzuar Ltda
Balanza digital M - 2571 Pinzuar Ltda
Norma de Referencia: INV E-148 / ASTM D 1883
Ensayos realizados: Verificación

Se Realizaron las siguientes mediciones:

CARACTERISTICAS	RESULTADO PROMEDIO	UNIDAD
Altura del trípode	119.92	mm
Peso del trípode	315.84	g

Firmado:

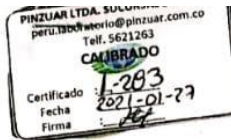

Henry Julio Leory Masgo
Metrólogo Laboratorio Metrología
PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERU


GMS
GEO MECANICA DE SUELOS E.I.R.L

Dario Ponce Centeno

TRAZABILIDAD: Pinzuar Ltda. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

(*) Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
Pinzuar Ltda., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento y/o la información contenida en este documento.



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-283

Página / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	COMPARADOR DE CARÁTULA	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades.</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer. This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	MITUTOYO	
Modelo <i>Model</i>	ID-U1025E	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	19159923	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	NO INDICA	
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	0 mm a 25,4 mm	
Solicitante <i>Customer</i>	GEO MECANICA DE SUELOS E.I.R.L	
Dirección <i>Address</i>	MZA. C. LOTE 10 URB. SAANTA URSULA (DTRS CLINICA GUADALUPE C2P PRT NEGRA) CUSCO - CUSCO- WANCHAQ	
Ciudad <i>City</i>	CUSCO	
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2021 - 01 - 27	
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2021 - 01 - 27	

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached 03

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned certificates are not valid.

Firmas Autorizadas
Authorized Signatures

HENRY LEON MASGO
Métrólogo Laboratorio de Metrología

GMS
GEO MECANICA DE SUELOS E.I.R.L.
Ruben Darío Ponce Centeno
GERENTE

LM-PC-26 F-01 R0.0



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN 757

Solicitante: GEO MECANICA DE SUELOS E.I.R.L

Dirección: MZA. C. LOTE 10 URB. SAANTA URSULA(DTRS CLINICA
GUADALUPE C2P PRT NEGRA) CUSCO - CUSCO- WANCHAQ


DISCO ESPACIADOR (FALSO FONDO)

Norma: ASTM D 1883 / INV E 148

Referencia: PS42

CARACTERISTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Diámetro exterior	149,20	mm
Espesor	61,64	mm

Fecha: 2021-01-27

Firma: 
Henry Julio Leon Masgo
Metrólogo Laboratorio Metrología

AC-P-01-F-14//Rev 0// Válido desde 2017-11-15


GEO MECANICA DE SUELOS E.I.R.L.

Ruben Dario Poncela Centeno
GERENTE

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,2 °C	Humedad Máxima:	51 %
Temperatura Mínima:	19,1 °C	Humedad Mínima:	51 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CONTACTO

Funcionario con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud de servicio.

Nombre RUBEN DARIO PONCE CENTENO
Organización GEO MECANICA DE SUELOS E.I.R.L

Cargo GERENTE GENERAL
Teléfono 966205707
Correo Electrónico SAMY-FST20@GMAIL.COM

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No.

L-283

LM-PC-26-F-01 R5.0


Ing. Néstor Medina Jordán
CIR. 88888


GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.
Rubén Darío Ponce Centeno
GERENTE

Calle Ricardo Palma Nº 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.pe



DATOS TÉCNICOS

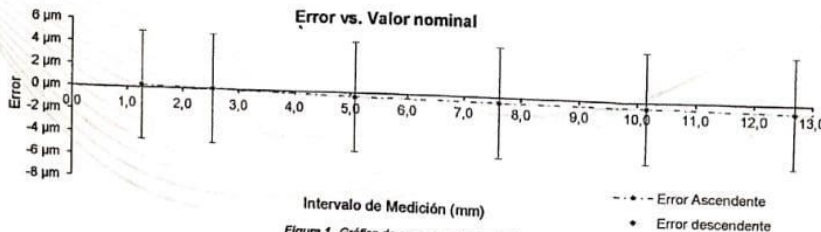
Tipo de Indicación	Digital
Método Empleado	Comparación Directa
Intervalo Calibrado	0 mm a 25,4 mm
Resolución	0,01 mm
Patrón de referencia	Banco Calibrador Comparadores de Carátula
Número de Certificado	4552 del Instituto Nacional de Metrología
Documento de Referencia	DI - 010 del Centro Español de Metrología, Edición Digital 1

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

El equipo se inspeccionó y se encontró en buen estado. A continuación se realizó el montaje ajustando el equipo en la indicación de cero y se procedió con la toma de datos. Los resultados de la medición se encuentran en la siguiente tabla.

Valor Nominal mm	Lectura Ascendente mm	Lectura Descendente mm	Error Ascendente µm	Error Descendente µm	Incertidumbre Expandida ± µm	k, con una probabilidad del 95,45 %
1,27	1,269 83	1,269 83	0,2	0,2	4,8	1,65
2,54	2,540 01	2,540 01	0,0	0,0	4,8	1,65
5,08	5,080 40	5,080 40	-0,4	-0,4	4,8	1,65
7,62	7,620 48	7,620 48	-0,5	-0,5	4,8	1,65
10,16	10,160 55	10,160 55	-0,5	-0,5	4,8	1,65
12,70	12,700 75	12,700 75	-0,8	-0,8	4,8	1,65
15,24	15,240 96	15,240 96	-1,0	-1,0	4,8	1,65
17,78	17,781 00	17,781 00	-1,0	-1,0	4,8	1,65
20,32	20,320 95	20,320 95	-1,0	-1,0	4,8	1,65
22,86	22,861 13	22,861 13	-1,1	-1,1	4,8	1,65
25,40	25,401 20	25,401 20	-1,2	-1,2	4,8	1,65

Tabla 1. Resultados de la medición



A partir de los datos se pueden calcular los errores presentes en la tabla dos

Error Máximo Ascendente⁽¹⁾	Error Máximo Descendente⁽²⁾	Error de Histéresis⁽³⁾
-0,0012 mm	-0,0012 mm	0,0000 mm

Tabla 2. Errores calculados

⁽¹⁾ Diferencia máxima entre la lectura del comparador y la lectura del patrón cuando se presiona el brazo.

⁽²⁾ Diferencia máxima entre la lectura del comparador y la lectura del patrón cuando se libera el brazo.

⁽³⁾ Error de histéresis máximo y absoluto encontrado en la calibración.

LM-PC-26-F-01 R5.0

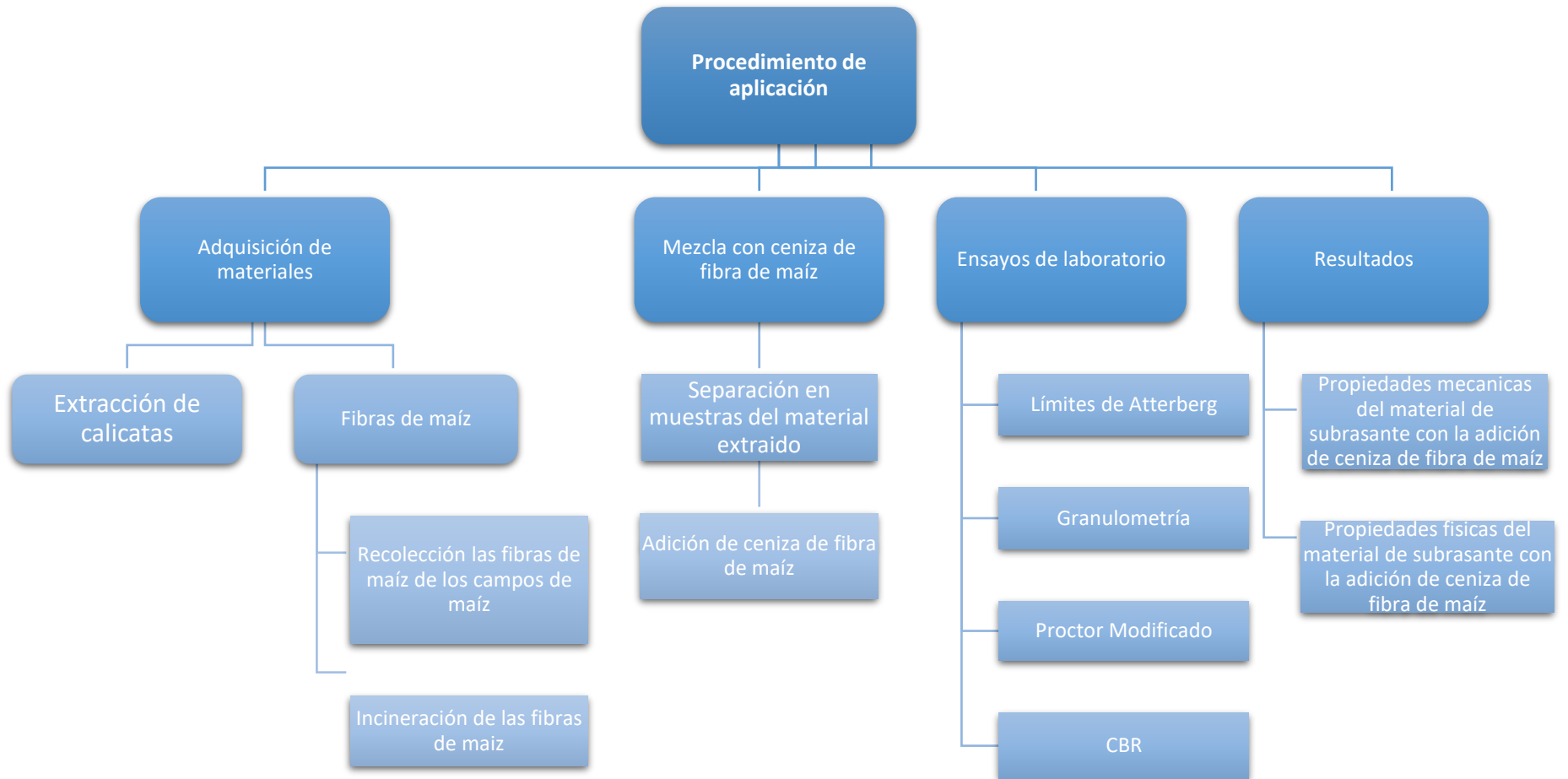
GMS
GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L.
Rubén Darío Ponce Centeno
GERENTE

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellavista, Urdaneta.
Teléfono: 514 511111

ANEXO 6. CUADRO DE DOSIFICACIÓN Y RESULTADOS DE ANTECEDENTES

AUTOR	TÍTULO	Año	Muestra	Granulometría	Límites de Atterberg			Proctor		CBR			
			Porcentajes (%)		Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad (IP = %)	Óptima Contenido de Humedad (OCH = %)	Máxima Densidad Seca (MDS = g/cm ³)				
Claveria Vasquez, Pia Andre; Triana Mendoza, Daniel Fernando; Varon Ospina, Yeny Alejandra	Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante (Colombia)	2018	-	grava 0%, arena 54.87%, limo 45.13%	87.81%	52.22%	35.58%	30.00%	12.234	5.09%			
			compactado								76.67%		
			5% CBCA								62.28%		
			10% CBCA								83.00%		
			15% CBCA								99.13%		
			5% CCA								100.23%		
			10% CCA								110.41%		
			15% CCA								104.42%		
			Patrón					30.90%	23.83%	7.07%	10.60%	2.01	25.23%
			97% Afir/2.25% cemento/0.75% CBCA								7.40%	2.051	555.20%
95% Afir/3.75% cemento/1.25% CBCA				9.60%	2.039	607.80%							
93% Afir/5.25% cemento/1.75% CBCA				11.20%	1.963	666.17%							
97% Afir/1.5% cemento/1.5% CBCA				10.20%	1.928	443.80%							
95% Afir/2.5% cemento/2.5% CBCA				9.80%	1.969	607.70%							
93% Afir/3.5% cemento/3.5% CBCA				8.00%	1.855	722.50%							
97% Afir/2.25% cemento/0.75% CBCA				9.00%	1.876	305.90%							
95% Afir/3.75% cemento/1.25% CBCA				9.60%	1.981	448.80%							
93% Afir/5.25% cemento/1.75% CBCA				10.00%	1.95	607.10%							
Caamaño Murillo, Iván Alberto	Mejoramiento De Un Suelo Blando De Subrasante Mediante La Adición De Cascarilla De Arroz Y Su Efecto En El Módulo Resiliente (Colombia)	2016	Patrón	Grava: 0% arena:59% finos:41%	33.00%	22.00%	11.00%	18.40%	1.76				
			2% CCA							31.00%	23.00%	8.00%	
			4% CCA							33.00%	26.00%	7.00%	
			6% CCA							33.00%	27.00%	6.00%	
Hoyle Vega, Priscila Maria; Rodriguez Lopez, Carlos Alberto	Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y cenizas de hojas Eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Ancash – 2019 (Chimbote-UCV)	2019	C1 0%	G:43.00% A:37.32% F:19.68%	30.55%	17.09%	13.46%	8.80%	1.862	6.76%			
			C2 5%	G:43.00% A:37.32% F:19.68%				9.40%	1.930	7.41%			
			C3 10%	G:54.87% A:22.49% F:22.64%	24.97%	18.79%	18.01%	10.90%	2.000	11.24%			
			C4 15%	G:54.87% A:22.49% F:22.64%				8.90%	1.970	9.27%			
Ipinco Cuevas, Hector Alonzo	Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Victor Larco Herrera, Trujillo, 2019 (Lima-UCV)	2019	C1	Arena: 15.03% Fino: 84.97%	36.71%	22.10%	14.61%	21.00%	1.34	3.70%			
			C1 5% CBCA				18.40%	1.604					
			C1 10% CBCA				17.30%	1.681					
			C1 15% CBCA				16.80%	1.703	6.20%				
			C3	Arena: 33.40% Fino: 66.60%	32.97%	18.79%	14.19%	12.60%	1.94	1.84%			
			C3 5% CBCA				13.80%	2.2029					
C3 10% CBCA				14.10%	2.061								
C3 15% CBCA				15.70%	2.088	22.40%							
López Barbarán, Junior	Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de moyobamba – departamento de san Martín. (Lima-UPC)	2021	S100	Arena: 5.03% Fino:94.97%	51.10%	27.17%	23.18%	19.00%	1.715	5.43%			
			S95/5CCA	Arena: 5.58% Fino:94.42%	52.20%	26.75%	26.45%	21.72%	1.619	9.89%			
			S90/10CCA	Arena: 5.69% Fino:94.31%	53.67%	26.94%	26.72%	24.25%	1.544	12.46%			
			S85/15CCA	Arena: 5.24% Fino:93.76%	55.19%	28.44%	26.75%	27.50%	1.494	12.83%			
Duc Bui Van; Kennedy Chibuzor Onyelowe; Phi Van Dang; Dinh Phuc Hoang; Nu Nguyen Thi; Wei Wu	Strength Development of Lateritic Soil Stabilized by Local Nanostructured Ashes	2018	0% CN							14.00%			
			3% CN							15.00%			
			6% CN							16.00%			
			9% CN							16.00%			
			12% CN							18.00%			
			15% CN							20.00%			
Anjani Kumar Yadav; Kumar Gaurav; Roop Kishor; S.K. Sum	Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads	2017	0% SCBA										
			2.5% SCBA										
			5% SCBA										
			7.5% SCBA							6.80%			
			10% SCBA										
12.5% SCBA													
Sarker Debojit, Shahrear Apu Omar, Kumar Narendra, Wang Jay X, Lynnam Joan G.	Application of Sustainable Lignin Stabilized Expensive Soils in Highway Subgrade	2021	Patrón		68%	22%	46%						
			5% de Lignina		67%	23%	44%						
			10% de Lignina		64%	25%	39%						
			5% de Lignina		57%	22%	35%						
Andriani; Yuliet, Rina; Permana Dwiki	Utilization of Coconut Shell Charcoal to Improve Bearing Capacity of Clay as Subgrade for Road Pavement	2021	0% CSC							14.69%			
			4% CSC										
			8% CSC										
			12% CSC										
			16% CSC										
I P Hastuty, R Roesyanto and S M A Napitupulu	Clay Stabilization Using the Ash of Mount	2017	0% MSA					21.38%	1.32				
			2% MSA										
			10% MSA							8.95%			
			12% MSA							8.87%			
			20% MSA										
Atul Soni; Deepak Varshney	Enhancing the California Bearing Ratio (CBR) Value of Clayey-Sand Type of Soil in Mathura Region	2021	Patrón							5.83%			
			1% YUTE							8.02%			
			15% RAP							8.27%			

ANEXO 7. PROCEDIMIENTO



Proceso de Aplicación



En los campos de cultivo



Residuo



Secado



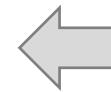
Incineración (quemado)



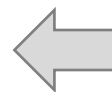
Ceniza



Tamizado



Adición de ceniza al suelo



Ensayos de Laboratorio

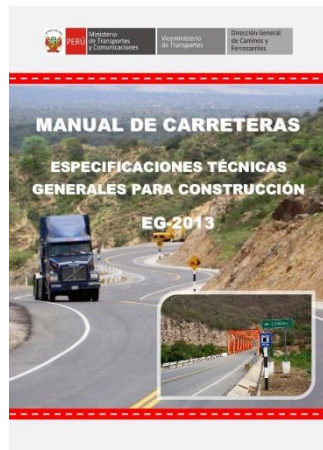
ANEXO 8. CAPTURA DE PANTALLA TURNITIN

The screenshot displays the Turnitin 'Resumen de coincidencias' (Summary of Similarities) interface. At the top, a red header bar contains the text 'Resumen de coincidencias' and a close button (X). Below this, the similarity percentage '21 %' is shown in large red font. A navigation bar with left and right arrows is visible. Below the navigation bar, the text 'Se están viendo fuentes estándar' (Standard sources are being viewed) is displayed, along with a button labeled 'Ver fuentes en inglés (Beta)'. The main content area is titled 'Coincidencias' (Similarities) and lists five sources in a numbered list:

Rank	Source	Percentage
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
5	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %

ANEXO 9. NORMATIVA

Ítem	Descripción	Año
1	ASTM D4318, 95 ^a -Standard Test Method for Liquid Limit, and Plasticity Index of Soils.	1995
2	ASTM, D-1557- Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort	1996
3	Manual de Carreteras: Geología, Geotecnia y Pavimentos	2013
4	Manual de Ensayo de Materiales	2016
5	Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción	2013
6	E.50 Suelos y Cimentaciones	2018
7	ASTM D-2487 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)	2017
8	AASHTO M-145 Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes	2021



NORMA TÉCNICA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES

ANEXO 10. MAPA

Título: “Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco-2022”
Autor: Br. Baez Zamata, Karen Alexandra



Capital	Maras
Idioma oficial	Español
Co-oficiales	
Entidad	Distrito del Perú
País	Perú
Departamento	Cuzco
Provincia	Urubamba
Alcalde	Miguel Abal Anchari (2019-2022)
Fundación	Creación por Ley del 2 de enero de 1857
Superficie total	131.85 km ²
Altitud media	3385 m.s.n.m
Población Total	5496 hab.
Densidad	45.1 hab/km ²
Huso horario	UTC-5

ANEXO 11. PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1: Extracción de calicatas



Fotografía 2: Extracción de calicatas



Fotografía 3: Adquisición de fibras de maíz



Fotografía 4: Secado de fibras de maíz

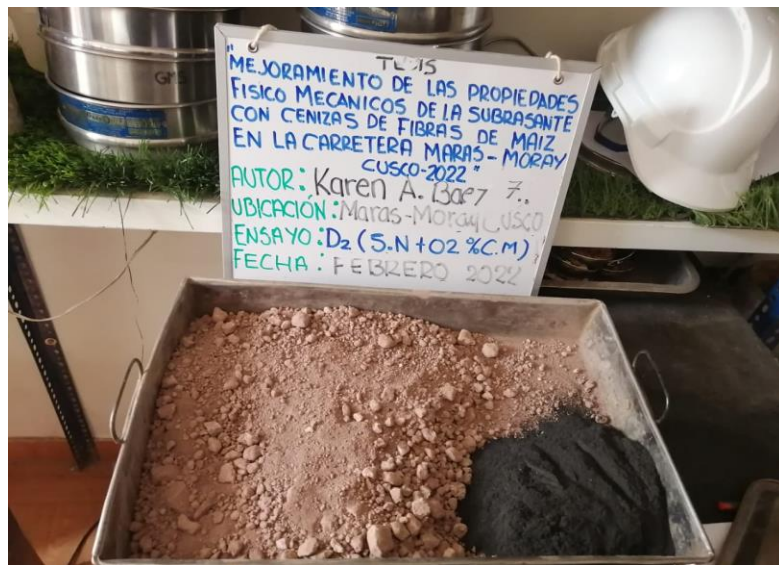


Fotografía 5: Incinerado de fibra de maíz y tamizado de ceniza de fibra de maíz

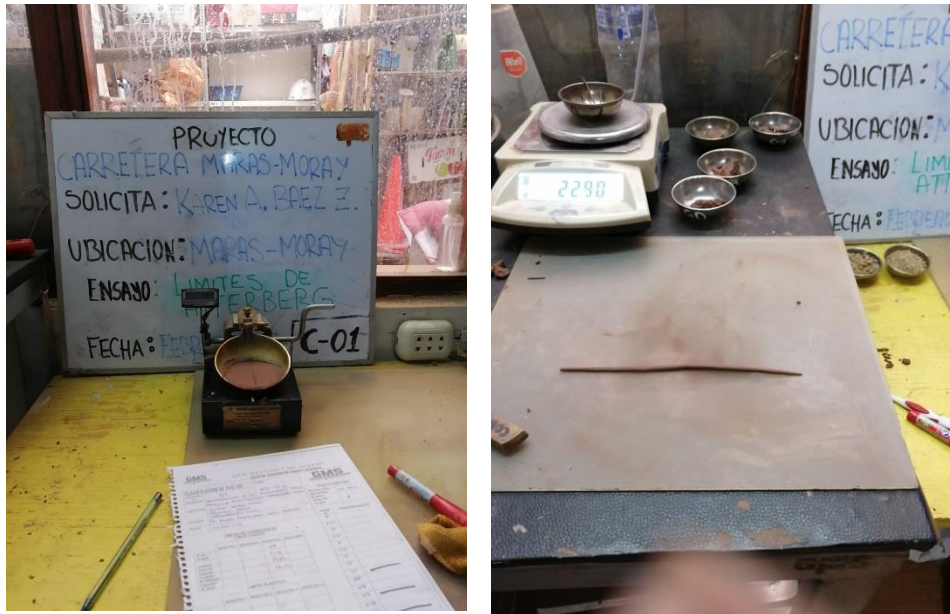


PROYECTO
CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA,
SOLICITA: KAREN A. BAEZ E.
UBICACION: MAPAS - MORAY
ENSAYO: ESCADO DE MUESTRA
PAGADA POR FONTE
FECHA: FEBRERO 2022 / C-01

Fotografía 6: Lavado y secado de la muestra



Fotografía 8: Mezclado del material con los diferentes porcentajes de ceniza de fibra de maíz



Fotografía 9: Ensayos de límites de Atterberg en material en estado natural y con adición de ceniza de fibra de maíz



Fotografía 10: Ensayos de Proctor Modificado en material en estado natural y con adición de ceniza de fibra de maíz



Fotografía 11: Ensayos de Relación de Soporte de California (CBR) en material en estado natural y con adición de ceniza de fibra de maíz