



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Mejoramiento de la subrasante del Camino Vecinal  
Tierra Negra – Ulpamache adicionando ceniza de  
alcanfor, Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Lizana Puelles, Roali ([orcid.org/0000-0002-2887-0716](https://orcid.org/0000-0002-2887-0716))

**ASESOR:**

Mg. Vincés Rentería, Manuel Alberto ([orcid.org/0000-0002-0210-0852](https://orcid.org/0000-0002-0210-0852))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Apoyo a la reducción de brechas y carencias en la educación en todos sus niveles

PIURA - PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

A mis papas que tanto amo por apoyarme en los días buenos y malos. A mis papás Segundo Dimas Lizana y Rosa Magdalena Puelles por brindarme eso consejos, ese amor, ese cariño, por demostrarme que con esfuerzo y dedicación todo se puedo lograr cuando uno se lo propones y siempre hay que seguir para adelante. A mis abuelos Dimas Lizana y Virginia Peña por ser mis compañeros durante mis estudios que me aconsejaban a su manera para salir adelante que con el estudio puedes llegar a lograr muchas cosas. A mis hermanos Rony Lizana y Heymi Jazmín Lizana por motivarme a seguir adelante ya que soy el ejemplo de superación para mis hermanos menores. A mi tía María Renulfa Lizana quien fue mi segunda mamá que cuidada de mi para poder seguir estudiando la cual me motivaba con sus consejos para poder ser un buen profesional. A mis primos Miriam, Liliam, Gricel y Elvis quienes con sus buenos consejos y palabras de motivación hacían que siga con mis estudios y poder lograrlo lo que me he propuesto para que sea orgullo de mis papas y familiares a mi tío Francisco Puelles quien también me motivo para seguir surgiendo con mis estudios profesionales y a todos mis amigos que de alguna forma me brindaba sus palabras de aliento para seguir adelante y ser un profesional de exitoso.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios todo poderoso que me brinda la vida, salud y muchas bendiciones a mi y a mi familia; por cuidarnos todos los días y guiarme para tomar las mejores decisiones por brindarme esa fuerza y sabiduría para seguir adelante y ser un profesional exitoso.

Agradecer a mis papas y familiares por brindarme ese apoyo incondicional para poder lograr mis objetivos trazados y seguir adelante por más porque este es un logro de muchos más que vendrán.

Agradecer a todo su equipo técnico del laboratorio Tecnisu F&F – Técnicos en Ingeniera de Suelos por haber sido parte del desarrollo de los laboratorios en mi proyecto de tesis.

Agradecer a mis asesores Mg. Ing. Breitner Guillermo Díaz Rodríguez Mg. Ing. Manuel Alberto Vincés Rentería por brindarme ese apoyo en proceso de desarrollo de esta tesis.

## Índice de contenidos

|  | Pág. |
|--|------|
| Carátula .....   | i    |
| DEDICATORIA.....   | 1    |
| AGRADECIMIENTO.....  | 2    |
| Índice de contenidos.....                                  | 3    |
| Índice de tablas .....                                     | 4    |
| Índice de figuras .....                                    | 5    |
| Resumen .....  | 9    |
| Abstract .....   | 10   |
| I. INTRODUCCIÓN.....                                       | 11   |
| 1.1. Realidad Problemática .....                           | 11   |
| II. MARCO TEÓRICO .....                                    | 15   |
| III. METODOLOGÍA.....                                      | 24   |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación.....                   | 24   |
| Tipo de investigación .....                                | 24   |
| Diseño de investigación .....                              | 24   |
| 3.2. Variables y operacionalización .....                  | 24   |
| 3.3. Población, muestra y muestreo .....                   | 25   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... | 25   |
| 3.5. Procedimientos .....                                  | 26   |
| 3.6. Método de análisis de datos .....                     | 27   |
| 3.7. Aspectos Éticos.....                                  | 27   |
| IV. RESULTADOS.....  | 28   |
| V. DISCUSIÓN.....  | 61   |
| VI. CONCLUSIONES.....                                      | 64   |
| VII. RECOMENDACIONES .....                                 | 66   |
| REFERENCIAS .....  | 67   |
| ANEXOS.....  | 69   |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| TABLA 1: CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL TAMAÑO DE LOS AGREGADOS QUE LO<br>COMPONEN.....                             | 21 |
| TABLA 2: CLASIFICACIÓN DE ACUERDO CON LA PLASTICIDAD DEL SUELO.....   | 21 |
| TABLA 3: CLASIFICACIÓN DE AASTHO DE SUELOS.....   | 22 |
| TABLA 4: CLASIFICACIÓN SUCS DE SUELOS.....  | 22 |
| TABLA 5: CALIDAD DE SUBRASANTE SEGÚN CBR.....   | 23 |
| TABLA 6: COORDENADAS DE CALICATAS PARA LA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE LA VÍA<br>VECINAL TIERRA NEGRA – ULPAMACHE..... | 26 |
| TABLA 7: RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LAS MUESTRAS SIN LA ADICIÓN DE<br>CENIZA DE ALCANFOR.....        | 28 |
| TABLA 8: RESULTADOS DE PROCTOR MODIFICADO DE MUESTRAS SIN ADICIÓN DE CENIZA DE<br>ALCANFOR.....                     | 31 |
| TABLA 9: RESULTADOS DE (CBR) DE MUESTRA SIN ADICIÓN DE CENIZA DE ALCANFOR.....                                      | 34 |
| TABLA 10: RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LAS MUESTRAS CON LA ADICIÓN<br>DE CENIZA DE ALCANFOR.....       | 37 |
| TABLA 11: RESULTADOS DE PROCTOR MODIFICADO DE MUESTRAS CON ADICIÓN DE CENIZA DE<br>ALCANFOR.....                    | 45 |
| TABLA 12: RESULTADOS DE (CBR) DE MUESTRA CON ADICIÓN DE CENIZA DE ALCANFOR.....                                     | 52 |
| TABLA 13: ANÁLISIS COMPARATIVOS – CBR.....  | 59 |

## índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1: CURVA GRANULOMÉTRICA C-1 SUELO NATURAL (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....                                | 28 |
| FIGURA 2: CURVA GRANULOMÉTRICA C-2 SUELO NATURAL (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....                                | 29 |
| FIGURA 3: CURVA GRANULOMÉTRICA C-3 SUELO NATURAL (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....                                | 29 |
| FIGURA 4: CURVA GRANULOMÉTRICA C-4 SUELO NATURAL (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....                                | 30 |
| FIGURA 5: PROCTOR MODIFICADO C-1 SUELO NATURAL (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS).....                                   | 32 |
| FIGURA 6: PROCTOR MODIFICADO C-2 SUELO NATURAL (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS).....                                   | 32 |
| FIGURA 7: PROCTOR MODIFICADO C-3 SUELO NATURAL (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS).....                                   | 33 |
| FIGURA 8: PROCTOR MODIFICADO C-4 SUELO NATURAL (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS).....                                   | 33 |
| FIGURA 9: CBR C-1 SUELO NATURAL (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....   | 34 |
| FIGURA 10: CBR C-2 SUELO NATURAL (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....  | 35 |
| FIGURA 11: CBR C-3 SUELO NATURAL (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....  | 35 |
| FIGURA 12: CBR C-4 SUELO NATURAL (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....  | 36 |
| FIGURA 13: CURVA GRANULOMÉTRICA C-1: 90% SUELO NATURAL + 10% CENIZA DE ALCANFOR (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 37 |
| FIGURA 14: CURVA GRANULOMÉTRICA C-1: 85% SUELO NATURAL + 15% CENIZA DE   |    |

|   |    |
|---|----|
| ALCANFOR (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....   | 38 |
| FIGURA 15: CURVA GRANULOMÉTRICA C-1: 80% SUELO NATURAL + 20% CENIZA DE<br>ALCANFOR (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 38 |
| FIGURA 16: CURVA GRANULOMÉTRICA C-2: 90% SUELO NATURAL + 10% CENIZA DE<br>ALCANFOR (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 39 |
| FIGURA 17: CURVA GRANULOMÉTRICA C-2: 85% SUELO NATURAL + 15% CENIZA DE<br>ALCANFOR (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 39 |
| FIGURA 18: CURVA GRANULOMÉTRICA C-2: 80% SUELO NATURAL + 20% CENIZA DE<br>ALCANFOR (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 40 |
| FIGURA 19: CURVA GRANULOMÉTRICA C-3: 90% SUELO NATURAL + 10% CENIZA DE<br>ALCANFOR (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 40 |
| FIGURA 20: CURVA GRANULOMÉTRICA C-3: 85% SUELO NATURAL + 15% CENIZA DE<br>ALCANFOR (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 41 |
| FIGURA 21: CURVA GRANULOMÉTRICA C-3: 80% SUELO NATURAL + 20% CENIZA DE<br>ALCANFOR (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 41 |
| FIGURA 22: CURVA GRANULOMÉTRICA C-4: 90% SUELO NATURAL + 10% CENIZA DE<br>ALCANFOR (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 42 |
| FIGURA 23: CURVA GRANULOMÉTRICA C-4: 85% SUELO NATURAL + 15% CENIZA DE<br>ALCANFOR (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 42 |
| FIGURA 24: CURVA GRANULOMÉTRICA C-4: 80% SUELO NATURAL + 20% CENIZA DE<br>ALCANFOR (FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 43 |
| FIGURA 25: PROCTOR MODIFICADO C-1: 90% SUELO NATURAL + 10 CENIZA DE ALCANFOR<br>(FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....    | 46 |
| FIGURA 26: PROCTOR MODIFICADO C-1: 85% SUELO NATURAL + 15 CENIZA DE ALCANFOR<br>(FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....    | 46 |
| FIGURA 27: PROCTOR MODIFICADO C-1: 80% SUELO NATURAL + 20 CENIZA DE ALCANFOR<br>(FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....    | 47 |
| FIGURA 28: PROCTOR MODIFICADO C-2: 90% SUELO NATURAL + 10 CENIZA DE ALCANFOR<br>(FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....    | 47 |
| FIGURA 29: PROCTOR MODIFICADO C-2: 85% SUELO NATURAL + 15 CENIZA DE ALCANFOR<br>(FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....    | 48 |

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 30: PROCTOR MODIFICADO C-2: 80% SUELO NATURAL + 20 CENIZA DE ALCANFOR<br>(FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 48 |
| FIGURA 31: PROCTOR MODIFICADO C-3: 90% SUELO NATURAL + 10 CENIZA DE ALCANFOR<br>(FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 49 |
| FIGURA 32: PROCTOR MODIFICADO C-3: 85% SUELO NATURAL + 15 CENIZA DE ALCANFOR<br>(FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 49 |
| FIGURA 33: PROCTOR MODIFICADO C-3: 80% SUELO NATURAL + 20 CENIZA DE ALCANFOR<br>(FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 50 |
| FIGURA 34: PROCTOR MODIFICADO C-4: 90% SUELO NATURAL + 10 CENIZA DE ALCANFOR<br>(FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 50 |
| FIGURA 35: PROCTOR MODIFICADO C-4: 85% SUELO NATURAL + 15 CENIZA DE ALCANFOR<br>(FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 51 |
| FIGURA 36: PROCTOR MODIFICADO C-4: 80% SUELO NATURAL + 20 CENIZA DE ALCANFOR<br>(FUENTE: TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 51 |
| FIGURA 37: CBR C-1: 90% SUELO NATURAL + 10% CENIZA DE ALCANFOR (FUENTE:<br>TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....               | 53 |
| FIGURA 38: CBR C-1: 85% SUELO NATURAL + 15% CENIZA DE ALCANFOR (FUENTE:<br>TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....               | 53 |
| FIGURA 39: CBR C-1: 80% SUELO NATURAL + 20% CENIZA DE ALCANFOR (FUENTE:<br>TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....               | 54 |
| FIGURA 40: CBR C-2: 90% SUELO NATURAL + 10% CENIZA DE ALCANFOR (FUENTE:<br>TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....               | 54 |
| FIGURA 41: CBR C-2: 85% SUELO NATURAL + 15% CENIZA DE ALCANFOR (FUENTE:<br>TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....               | 55 |
| FIGURA 42: CBR C-2: 80% SUELO NATURAL + 20% CENIZA DE ALCANFOR (FUENTE:<br>TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....               | 55 |
| FIGURA 43: CBR C-3: 90% SUELO NATURAL + 10% CENIZA DE ALCANFOR (FUENTE:<br>TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....               | 56 |
| FIGURA 44: CBR C-3: 85% SUELO NATURAL + 15% CENIZA DE ALCANFOR (FUENTE:<br>TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....               | 56 |
| FIGURA 45: CBR C-3: 80% SUELO NATURAL + 20% CENIZA DE ALCANFOR (FUENTE:  |    |

|  |    |
|--|----|
| TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) .....  | 57 |
| FIGURA 46: CBR C-4: 90% SUELO NATURAL + 10% CENIZA DE ALCANFOR (FUENTE:<br>TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 57 |
| FIGURA 47: CBR C-4: 85% SUELO NATURAL + 15% CENIZA DE ALCANFOR (FUENTE:<br>TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 58 |
| FIGURA 48: CBR C-4: 80% SUELO NATURAL + 20% CENIZA DE ALCANFOR (FUENTE:<br>TECNISU F&F – TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS) ..... | 58 |
| FIGURA 49: ANÁLISIS GRAFICO DE CURVAS DE RENDIMIENTOS.....   | 60 |

## RESUMEN

La presente investigación titulada, “mejoramiento de la subrasante del camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache adicionando ceniza de alcanfor, Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022”. Cuyo objetivo principal es determina el impacto de la adición de ceniza de alcanfor en el mejoramiento de la subrasante. Donde esta investigación es de tipo cuantitativo, diseño cuasi experimental. La población en estudio fue realizada en el camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache, por el cual se realizaron 4 calicatas de donde se extrajeron 4 muestras de suelo natural todas estas ubicadas en diferentes lugares. Los estudios ejecutados en el laboratorio de suelos fue el ensayo de granulometría, límites de Attergber, Proctor modificado y CBR, donde con la adición de ceniza de alcanfor al 10%, 15% y 20%. Donde se concluye que adicionando la ceniza de alcanfor influye de forma positiva en el mejoramiento de la subrasante del camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache.

**Palabras clave:** Ceniza de alcanfor, subrasante, mejoramiento de la subrasante.

## ABSTRACT

The present investigation entitled, "improvement of the subgrade of the Tierra Negra - Ulpamache neighborhood road by adding camphor ash, Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022". Whose main objective is to determine the effect of the addition of camphor ash on the improvement of the subgrade. Where this research is quantitative, quasi-experimental design. The population under study was carried out on the Tierra Negra - Ulpamache neighborhood road, through which 4 pits were made from which 4 samples of natural soil were extracted, all located in different places. The studies carried out in the soil laboratory were the granulometry test, Atterberg limits, modified Proctor, expansion and CBR, where with the addition of camphor ash at 10%, 15% and 20%. Where it is concluded that adding camphor ash positively influences the improvement of the subgrade of the Tierra Negra - Ulpamache local road.

**Keywords:** Camphor ash, subgrade, subgrade improvement.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

Las infraestructuras viales del primer mundo, donde el avance la tecnología sigue la incidencia del desarrollo de nuevos materiales, proceso y tecnologías aplicadas en la construcción de infraestructuras viales; en donde los pilares fundamentales del primer mundo es la economía y el territorio demográfico que va en crecimiento. En donde estas construcciones pues garantiza esa conectividad terrestre de todos los territorios, permitiendo así que los países entre si se pueda importar y exportar sus productos en donde las redes viales es importante tanto en el desarrollo económico como social entre países.

La infraestructura vial tiene una relación directa con el progreso socioeconómico del país, por lo que es fundamental que las carreteras se localicen en buen estado, para que esta brinde a los usuarios una vía peatonal cómoda, segura y confortable. Cabe destacar la triste realidad de nuestro país en pleno siglo XXI aún se sigue con las construcciones de las carreteras del año cincuenta donde se contempla que las infraestructuras viales nacionales existen carreteras que los dos sentidos caben en una sola vía, cuando debería existir dos vías en ambos sentidos y equidistante una de la otra.

Por otra parte, el inadecuado diseño de carreteras hace pensar que seguimos con inversiones ineficientes por parte del estado peruano. En donde se sabe que hay normatividad y reglamentos sociales, políticos y económicos que no se cumple estrictamente, es por ello que las consecuencias son fatídicas en lo que respecta a accidentes de tránsito en todo el interior del país.

Según el Plan Estratégico Nacional de Seguridad Vial (PENsv) respaldado por el MTC nos hace saber que la red vial del territorio peruano está conformada por tres niveles, en la que tenemos Red Nacional, Red Departamental y Red Terciaria o Caminos Vecinales; de los cuales un 24.07% son parte de las carreteras nacionales y está bajo la supervisión del MTC; por otro lado un 26.42% son parte de las carreteras departamentales y están bajo el mandato de los gobiernos regionales; por ultimo tenemos en un 49.51% son caminos vecinales que están bajo la supervisión de los

gobiernos locales. Teniendo en cuenta que el 16.16% de las vías de tránsito se encuentran pavimentadas, es decir que el 83.84% no están pavimentadas, lo que hace saber la poca intervención de inversión por parte del estado en carreteras en donde con estas estadísticas negativas hace que el país este estancado con el desarrollo, la economía y el comercio pues así es difícil de crecer. (PENsv, 2017-2021, p-10).

Por último, viendo la realidad local de las carreteras en mal estado las autoridades de las localidades de Tierra Negra y Ulpamache conjuntamente con la Municipalidad Distrital de Sondorillo consideran como prioridad la intervención del Mejoramiento de la Infraestructura vial de esta zona del distrito, por ser de suma importancia y al encontrarse en malas condiciones las cuales no permiten la transitabilidad normal de los vehículos. Los pobladores de las localidades beneficiarios con mano de obra para el mantenimiento del camino vecinal desde Tierra Negra hasta Ulpamache, cabe indicar que esta vía fue construida a nivel de trocha en el 2005.

Además de que no tuvo mantenimiento adecuado en ningún año, por lo cual actualmente no se encuentra en buenas condiciones para el tránsito vehicular de los lugareños, por otro lado en las zonas más afectadas del camino vecinal, falta realizar explanaciones al nivel de ensanchamiento de la vía pues es muy angosta llegando en algunos tramos a tener 2.50 a 2.80 metros lo cual es inapropiado para el tránsito de los vehículos, también falta colocar un buen afirmado, construcción de obras de arte, con el transcurso de los años estas obras de arte se han deteriorado en su totalidad. Actualmente la vía se encuentra en mal estado sobre todo en el tramo Tierra Negra hasta Ulpamache, debido a que presenta un mal diseño geométrico, ondulaciones, baches, lodo, agua empozada, ancho de plataforma insuficiente, así mismo en épocas de lluvias y a la falta de mantenimiento de la vía está se ha deteriorado en su totalidad, quedando intransitable en el tramo antes mencionado por la falta de obras de arte y un sistema de drenaje adecuado.

Ante esta problemática una alternativa para el mejoramiento de subrasante de trochas carrozables es el uso ceniza de alcanfor pues será un nuevo método innovador con esto nos permite tener variedad de materiales que se puede utilizar para colocación de afirmado mejorado con los mismos materiales que se encuentran en el distrito de Sondorillo. Esta tesis experimental podría proporcionar una solución alternativa

ecológica y muy económico para poder mejorar el suelo con las propiedades física y químicas; aumentado así su resistencia y evitar deformaciones a corto plazo.

Por otro lado, se parte de la problemática que existe en el lugar de estudio con el **problema general**: ¿De qué manera influirá la adición de ceniza de alcanfor en el mejoramiento de la subrasante del camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022?, de igual forma se plantea los **problemas específicos**: ¿Cuáles serán las características de la subrasante sin la adición de ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022?, ¿Cuáles serán las características de la subrasante con la adición de ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022?, ¿Cuál será el estudio comparativo entre las características de la subrasante sin la adición de ceniza de alcanfor con la adición de la ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022?

Seguidamente se planteó el **objetivo general**: Determinar el efecto de la adición de ceniza de alcanfor en el mejoramiento de la subrasante del camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022. De igual forma se plantea los **objetivos específicos**: Determinar las características de la subrasante sin la adición de ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022. Determinar las características de la subrasante con la adición de ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022. Determinar el estudio comparativo entre las características de la subrasante sin la adición de ceniza de alcanfor con la adición de la ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022.

Por otro lado, se plantea la **hipótesis general**: La adición de ceniza de alcanfor influirá positivamente en el mejoramiento de la subrasante del camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022. De igual forma se plantea las **hipótesis específicas**: Las características de la subrasante serían pobres sin la adición de la ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022. Las características de la subrasante

serían buenas con la adición de la ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022. El estudio comparativo entre las características de la subrasante sin la adición de ceniza de alcanfor con la adición de la ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022 demostraría la influencia de la ceniza de alcanfor en el mejoramiento de la subrasante.

Este estudio es importante ya que aporta el uso de desperdicios oriundos como lo es en este caso la ceniza de alcanfor como un insumo que optimaría las características de la subrasante, esencialmente para los que no cumplen con los estándares mínimos que se exige al momento de realizar los ensayos como la densidad, capacidad portante entre otros más ensayos; por otro lado la metodología empleados en esta tesis podrán ser abordados por otros indagadores que deseen ver el comportamiento de la adición de ceniza de alcanfor para el mejoramiento de la sub rasante.

## II. MARCO TEÓRICO

### INTERNACIONALES

Hayder, et. al. (2020) realizaron su investigación que tiene como título: Revisión de geopolímeros basados en cenizas volantes para el suelo estabilizado con especial referencia a la arcilla.

Propuso como objetivo hacer uso de geopolímeros a base de cenizas volantes para la estabilización del suelo, con especial frecuencia a la arcilla. Proporciona algunos conocimientos químicos y geotécnicos interdisciplinarios detallados, que promueven las cenizas volantes geopolímeros como aglutinante ecológico. Así mismo concluyeron que el geopolímeros de ceniza de volante se puede utilizar con éxito como aglutinante del suelo; sin embargo, aún se necesita más investigación para aprovechar todo el potencial de esta prometedora técnica en el futuro.

Tonmoy, et. al. (2019) realizaron su investigación que tiene como título: Impacto de la ceniza de cascara de arroz (RHA) y la fibra de nailon en la capacidad de carga del suelo orgánico.

Planteo como objetivo estabilizar el suelo con la ceniza de RHA y fibra de nailon de la capa del suelo orgánico. Para solucionar este problema, el mejoramiento del suelo es indispensable porque reduce el gasto de construcción y disminuye el riesgo de los daños adicionales a la estructura. Donde los resultados experimentales revelan que la inclusión de diferentes dosis de RHA y fibra de nailon en suelo orgánico conduce a un aumento del contenido de humedad óptimo y a una disminución de la densidad seca máxima, en donde estos resultados expresan que la técnica sugerida es muy efectiva para mejorar las propiedades de la resistencia del suelo orgánico pobre en términos de UCS, valores de CBR no empapado y empapado.

Rivera, et. al. (2020) realizaron su investigación que tiene como título: Geopolímeros a base de cenizas volantes como estabilizador de suelo tipo A4.

Plantea como objetivo hacer uso de ceniza volante con alto contenido de carbono no quemado que generalmente tiene menos demanda en el mercado

porque, de acuerdo con la norma ASTM C618, no se puede usar en concreto de cemento portland. Los cementos activados por álcalis (AAC) a base de este subproducto industrial se prepararon utilizando escoria granulada de alto horno (GBFS) y cal (L) como fuentes de calcio. Los AAC se utilizaron para el mejoramiento de suelos tipo A-4. La resistencia a la compresión ilimitada se evaluaron la resistencia a la flexión y la durabilidad (cambio de volumen y pérdida de masa) del suelo tratado. Por lo en sus resultados mostraron que bajo condiciones de remojo la resistencia a la compresión aumentó hasta 119,4% a los 7 días de curado y 78,6% a los 28 días de curado. Adicionalmente, el porcentaje de pérdida de masa después de doce (12) ciclos de mojado y secado fue menor al permitido por las especificaciones colombianas para suelo estabilizado. Esto demostró que es posible utilizar este tipo de cenizas volantes como una alternativa ambientalmente sostenible para reemplazar el cemento Portland como estabilizador de suelos en aplicaciones para la construcción de carreteras.

Liu, et. al. (2019) realizaron su investigación que tiene como título: Estabilización de suelos expansivos utilizando material cementante a partir de cenizas de cascarilla de arroz y residuos de carbono de calcio.

Donde considera como objetivo reducir el desastre geológico causado por el suelo expansivo y utilizar los recursos de desecho. Se utilizó un material cementante combinado con ceniza de cáscara de arroz (RHA) obtenida de plantas de energía de biomasa y residuos carburos de calcio (CCR) obtenidos de plantas de acetileno para la estabilización del suelo expansivo. Con base en la resistencia a la compresión ya la flexión de los morteros RHA-CCR, se adoptó una proporción de mezcla de RHA/CCR de 65:35 por peso para la estabilización del suelo. A través de una serie de pruebas, se investigaron las propiedades de dilatación-contracción y resistencia del suelo expansivo estabilizado. Así mismo concluyeron que, con el aumento del contenido de unión, el tiempo de curado y el contenido inicial de agua, el potencial de expansión, la presión de expansión, la cantidad de grietas y la finura del suelo expansivo se redujeron notablemente. Mientras tanto, la resistencia a la

compresión no confinada, la cohesión y el ángulo de fricción interna mejoraron significativamente después de agregar RHA-CCR. Desde la perspectiva de la mejora de la resistencia, se recomendó un contenido de mezcla del 15 % y un contenido de agua inicial de 1,2 veces el contenido de humedad óptimo para estabilizar suelos expansivos.

## **NACIONAL**

Salas (2022) realizó su investigación que tiene como título: Mejoramiento de la base de la carretera local de San Gabriel adicionando ceniza de bagazo de caña. Abancay Apurímac 2022.

Donde tu como objetivo evaluación del efecto de la ceniza de bagazo de caña en el mejoramiento del subsuelo de la carretera local de San Gabriel, Abancay Apurímac 2022. Hizo un estudio de diseño cuasi experimental donde considera que este diseño tiene una secuencia de pasos para que pueda lograr encontrar sus resultados. La población que ha intervenido fue una longitud de carretera de 8.00 km y como muestra ha constituido realizar solo 3.00 km de la carretera San Gabriel. En donde llego a la conclusión que la adición de ceniza de bagazo de caña ha mejorado las propiedades de la tierra con los porcentajes estudiados ensayados y verificados en el laboratorio.

Palacios, Villalobos (2021) realizó su investigación que tiene como título: Estabilizar el suelo mediante adición de cal para mejorar el CBR de la vía Huito km 0+100 a km 1+100, Jaén 2021.

Donde tuvo como objetivo estabilización de suelos con adición de cal para mejorar el CBR de Huito km 0+100 a km 1+100, Jaén 2021. Hizo un estudio de diseño de tipo experimental en donde hace manejo de la variable independiente, para hallar la consecuencia de la variable dependiente, es señalar que se calculará el efecto que va a generar el adicionamiento de cal con el suelo por medio del ensayo del CBR. La población que ha decidido estudiar son los suelos limosos y arcillas encontradas en las obras viales. En donde llego a la conclusión que con la adición de cal en porcentajes

(2%,4%,8%) con relación al peso seco del suelo, se consignó una mejora de las propiedades mecánicas y físicas del suelo nativo.

Ipince (2020) realizó su investigación que tiene como título: Mejorar la subrasante adicionando ceniza de tusa de mazorca en calle 12 distrito Víctor Largo Herrera, Trujillo 2019.

Donde tuvo como objetivo manifestar como la ceniza de bagazo afecta en la mejorar en el sustrato. Hizo un estudio de diseño de tipo no experimental en donde relata las variables, las analiza y se verifica la relación entre estas con los ensayos realizados. La población que decidido a estudiar es en toda la calle 12 donde describirá y analizará la cantidad de veces para ver las características de la población. En donde llego a la conclusión que la ceniza de bagazo aumento en los ensayos de densidad máxima, CBR con la adición de un 15%.

Hinostroza (2020) realizó su investigación que tiene como título: Mejorar la subrasante añadiendo ceniza de fibra de coco en Av. 13 de julio de Manchay, Pachacamac, Lima – 2019.

Donde tuvo como objetivo determinar como la ceniza de cascara de coco y la ceniza de bagazo de caña influye en el mejoramiento de la subrasante. Hizo un estudio de diseño de tipo no experimental en donde no modifica ninguno de los resultados solo se analiza a detalle si es que verdaderamente llegaron a mejorar la subrasante de las dos tesis en estudio. En donde llego a la conclusión que con la adición de ceniza de cascara de coco en un 3% su densidad máxima fue 1.95 g/cm<sup>3</sup>, contenido de humedad 6.7% por otro lado con la adición de ceniza de caña de azúcar en un 35% tuvo una densidad máxima de 1.75 g/cm<sup>3</sup> y un 7.5% de contenido de humedad.

Aranda (2020) realizó su investigación que tiene como título: Propuesta de estabilizar terreno de fundación de carreteras con ceniza volcánica con modelo elástico multicapa Burmister para la carretera Puquina – Omate.

Donde tuvo como objetivo “estabilizar el suelo de fundación de carretera con la inclusión de ceniza volcánica con el modelo Burmister para dicho proyecto. Hizo un estudio de diseño de tipo experimental por que modificará la variable

independiente en donde hará cambios con la variable dependiente así también se la influencia de las variables en estudio. En donde llego a la conclusión que en los terrenos de fundación no es recomendable el uso de cenizas volcánicas ya no cumple con las 8 normas.

## **LOCAL**

Montejo, et. al. (2020) realizó su investigación que tiene como título: Materiales facultativos para la estabilización de tierras: uso de ceniza de cáscara de arroz en las calles de poco tránsito en Piura.

Donde tuvo como objetivo realizar el estudio de la adición de ceniza de cascarilla de arroz como estabilizador como una alternativa de eliminar residuos y mejorar el suelo. Hizo un estudio de diseño de tipo no experimental en donde ha utilizado fichas de observación, encuestas para luego realizar un análisis de datos de resultados. En donde con su investigación concluyó que la adición de ceniza de cáscara de arroz es propicia con el mejoramiento de los suelos.

López y Zapata (2020) realizó su investigación que tiene como título: Análisis de estabilización previa de suelos con cal a nivel de subrasante Piura. 2021.

Donde tuvo como objetivo analizar los estudios previos para estabilizar suelos usando cal a nivel de subrasante Piura 2020. Donde tuvo como estudio de diseño de tipo no experimental por ende no se manipulan las variables ya que hechos investigativos son los que se narran en donde son recogidos por ficha documental. En donde llego a la conclusión que un 43% de arcillas de alta plasticidad y 43% de baja plasticidad respectivamente señala que los suelos deben ser estabilizados en una gran proporción a los suelos que contengan arcillas.

Longa, Sánchez (2021) realizó su investigación que tiene como título: Estabilizar con ceniza de carbón para mejorar la subrasante del AA. HH Ciudad del Niño, Distrito de Castilla, Piura, 2021.

Donde tuvo como objetivo establecer el efecto de la estabilización con ceniza

de carbón en el mejoramiento de la subrasante en el AA. HH Ciudad del Niño, Castillo 2021. Hizo un estudio de diseño experimental de tipo cuasi experimental en donde hace manipulación de la variable independiente con respecto a la variable dependiente. En donde llego a la conclusión que a medida que iba aumentando la adición de ceniza de carbón el ensayo del CBR también aumento; por ende, la ceniza de carbón si influye positivamente en el mejoramiento de la subrasante.

Entre las bases teóricas sobre el uso de ceniza de alcanfor y el mejoramiento de la subrasante se describe lo siguiente: según Terzaghi-Peck (1948). “El suelo es un grupo de partículas que se mantiene unidas por la fuerza de cohesión de baja potencia”. Por otro lado, según la Real Académica Española (2022). “La ceniza gris claro que queda después de la combustión completa, generalmente compuesto de sales alcalinotérreas, sílice y óxidos metálicos”.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en su Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos en su sección suelos y pavimentos (2014).

Lo define como la mejora de la calidad del suelo considerados inadecuados o pobres mediante la adición de cemento, cal o asfalto, etc. Esto se realiza con el fin de dotar una mejor resistencia para ser utilizados como subrasante en carreteras.

Según el MTC (2014). “En la aplicación de ingeniería es necesario conocer características del suelo antes de cualquier construcción que se vaya a realizar”. Algunas de las características esenciales del suelo que se debe de saber son las que se describen a continuación:

Granulometría: Producto del análisis granulométrico de las características del suelo se observa los tamaños de las partículas la cual pasa por el tamizado y estas partículas se agrupan de acuerdo con la tabla siguiente:

Tabla 1: *Clasificación de suelos por el tamaño de los agregados que lo componen.*

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

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos en su sección suelos y pavimentos (2014)

Plasticidad: Es la propiedad que conlleva el suelo saturado sin agrietarse, pues con esto nos dice hasta que punto es estable. Se utilizó los límites de Atterberg para determinar esta propiedad. Estos determinan la sensibilidad con relación al contenido de humedad del suelo y también se determina la cohesión y pues tenemos al límite líquido (LL), límite plástico (LP) y límite de contracción (LC). Tenido como dato el (LL) y el (LP) se encuentra el índice de plasticidad que resulta de la diferencia entre el (LL) y el (LP). Teniendo como dato el índice de plasticidad del suelo se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 2: *Clasificación de acuerdo con la plasticidad del suelo.*

| Índice de Plasticidad | Plasticidad      | Característica                     |
|-----------------------|------------------|------------------------------------|
| IP > 20               | Alta             | suelos muy arcillosos              |
| IP ≤ 20<br>IP > 7     | Media            | suelos arcillosos                  |
| IP < 7                | Baja             | suelos poco arcillosos plasticidad |
| IP = 0                | No Plástico (NP) | suelos exentos de arcilla          |

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos en su sección suelos y pavimentos (2014)

Proctor modificado: estas pruebas de ensayos son necesarios para conseguir el contenido óptimo de humedad (COH) y máxima densidad seca (MDS), que son datos obligatorios para encontrar el CBR.

Tabla 4: Clasificación SUCS de suelos.

| Divisiones Mayores                    |   |                       |                                   | Simbolo del grupo | Nombre del grupo    |
|---------------------------------------|---|-----------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------|
| Suelos de grano grueso                | Gravas  | Gravas limpias        | $Cu \geq 4$<br>$1 \leq Cc \leq 3$ | <b>GW</b>         | Grava bien graduada |
| Más del 50% retenido en Malla No. 200 | Más 50% fracción gruesa retenido en Malla No. 4 | Menos del 5% de finos | $Cu < 4$<br>$1 > Cc > 3$          | <b>GP</b>         | Grava mal graduada  |
|                                       |   | Gravas con finos      | Finos clasific. como ML o MH      | <b>GM</b>         | Grava limosa        |
|                                       |   | Más del 12% de finos  | Finos clasific. Como CL o CH      | <b>GC</b>         | Grava arcillosa     |
|                                       | Arenas  | Arenas limpias        | $Cu \geq 6$<br>$1 \leq Cc \leq 3$ | <b>SW</b>         | Arena bien graduada |
|                                       | 50% o más de gruesos                            | Menos del 5% de finos | $Cu < 6$<br>$1 < Cc < 3$          | <b>SP</b>         | Arena mal graduada  |
|                                       | Fracción pasa la malla No. 4                    | Arenas con finos      | Finos clasific. como ML o MH      | <b>SM</b>         | Arena limosa        |
|                                       |   | Más del 12% de finos  | Finos clasific. Como CL o CH      | <b>SC</b>         | Arena arcillosa     |
| Suelos de grano fino                  | Limos y arcillas                                | Inorgánicos           | $IP > 7$ en o sobre línea "A"     | <b>CL</b>         | Arcilla lean        |
| 50% o más pasa Malla No. 200          | Limite liquido menor de 50                      |                       | $IP < 4$ o plotea bajo línea "A"  | <b>ML</b>         | Limo arenoso        |
|                                       |   | Orgánico              | LL secado al horno $< 0.75$       | <b>OL</b>         | Arcilla orgánica    |
|                                       |   |                       | LL no secado                      |                   | Limo orgánico       |
|                                       | Limos y arcillas                                | Inorgánicos           | IP ploteado en o sobre línea A    | <b>CH</b>         | Arcilla fat         |
|                                       | LL 50 o más                                     |                       | IP ploteado bajo línea "A"        | <b>MH</b>         | Limo elástico       |
|                                       |   | Orgánico              | LL secado al horno $< 0.75$       | <b>OH</b>         | Arcilla orgánica    |
|                                       |   |                       | LL no secado                      |                   | Limo orgánico       |
| Suelos altamente orgánicos            | Matriz primaria                                 | Orgánica, color       | Negro, olor orgánico              | <b>PT</b>         | Turba               |

Fuente: American Society for Testing and Materials, 1985

Tabla 3: Clasificación de AASTHO de suelos.

| Clasificación general                                     | Suelos granulares<br>35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200) |         |              |                                      |         |         |         |                        | Suelos finos<br>más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200) |                   |                        |                        |                        |
|---|---|---------|--------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|------------------------|---|-------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|   | A-1   |         | A-3          | A-2                                  |         |         |         | A-4                    | A-5   | A-6               | A-7                    |                        |                        |
|   | A-1-a   | A-1-b   |              | A-2-4                                | A-2-5   | A-2-6   | A-2-7   |                        |   |                   | A-7-5                  | A-7-6                  |                        |
| Análisis granulométrico<br>% que pasa por el tamiz de:    |   |         |              |                                      |         |         |         |                        |   |                   |                        |                        |                        |
| 2 mm (N° 10)  | máx. 50   |         |              |                                      |         |         |         |                        |   |                   |                        |                        |                        |
| 0.425 mm (N° 40)  | máx. 30   | máx. 50 | mín. 51      |                                      |         |         |         |                        |   |                   |                        |                        |                        |
| F: 0.075 mm (N° 200)                                      | máx. 15   | máx. 25 | máx. 10      | Máx. 35                              | máx. 35 | máx. 35 | máx. 35 | mín. 36                | mín. 36   | mín. 36           | mín. 36                | mín. 36                | mín. 36                |
| Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40)  |   |         |              |                                      |         |         |         |                        |   |                   |                        |                        |                        |
| Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40) |   |         |              |                                      |         |         |         |                        |   |                   |                        |                        |                        |
| LL: Limite de Liquido                                     |   |         |              | máx. 40                              | mín. 41 | máx. 40 | mín. 41 | máx. 40                | Mín. 41   | máx. 40           | mín. 41                | mín. 41                | mín. 41                |
| IP: Índice de Plasticidad                                 | máx. 6  | máx. 6  | NP           | máx. 10                              | máx. 10 | mín. 11 | mín. 11 | máx. 10                | máx. 10   | mín. 11           | mín. 11 <sup>(a)</sup> | mín. 11 <sup>(a)</sup> | mín. 11 <sup>(a)</sup> |
| Tipo de material  | Piedras, gravas y arenas  |         | Arenas Finas | Gravas y arenas limosas o arcillosas |         |         |         | Suelos limosos         |   | Suelos arcillosos |                        |                        |                        |
| Estimación general del suelo como sub rasante             | Excelente a bueno   |         |              |                                      |         |         |         | Regular a insuficiente |   |                   |                        |                        |                        |

Fuente: AASHTO M 145

Ensayo CBR: es el valor de la resistencia o soporte del suelo, el cual es aplicado al 95% de la máxima densidad seca.

La resistencia de la subrasante se clasifica según la siguiente tabla:

*Tabla 5: Calidad de subrasante según CBR.*

| <b>Categorías de Sub rasante</b>          | <b>CBR</b>               |
|---|--------------------------|
| S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada   | CBR < 3%                 |
| S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente | De CBR ≥ 3% A CBR < 6%   |
| S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular      | De CBR ≥ 6% A CBR < 10%  |
| S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena        | De CBR ≥ 10% A CBR < 20% |
| S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena    | De CBR ≥ 20% A CBR < 30% |
| S <sub>5</sub> : Sub rasante Excelente    | CBR ≥ 30%                |

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos en su sección suelos y pavimentos (2014)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación

Básica. Según el CONCYTEC (2018), este tipo de investigación es aquella en la que indaga el discernimiento teórico actual mediante proporción a una base científica para el uso de la ceniza de alcanfor. Tiene un enfoque cuantitativo ya que las variables se pueden escalar numéricamente utilizando métodos estadísticos, Kerlinger (2022).

##### Diseño de investigación

Experimental, de tipo cuasi experimental. Según Carrasco (2005) y Hernández, et. al. (2014), en un estudio sobre este diseño cuando hay manejo de las tipologías transcendentales de las variables. Al adicionar ceniza de alcanfor a la muestra de suelo natural se puede decir que se está alterando las particularidades iniciales de la subrasante.

Donde tenemos el siguiente esbozo de investigación:

$$G_c = O_1 \boxed{\rightarrow X \rightarrow} O_2$$

Por el cual tenemos:

Gc: Grupo de control

O1: Observación antes de intervenir la variable.

X: Procedimiento que se está interviniendo la variable.

O1: Observación posteriormente de la intervención de la variable.

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable Independiente:** Ceniza de alcanfor.

- **Definición Conceptual**

Son procedimientos químicos, mecánicos, biológicos o físicos que se aplican cuando un suelo se encuentra en etapa natural para cambiar estas características y ser utilizados con fines de

ingeniería, como la adición de ceniza de alcanfor pues este producto se obtiene de quema de la leña del alcanfor.

**Variable Dependiente:** Mejoramiento de la subrasante.

- **Definición Conceptual**

El mejoramiento de la subrasante depende muchos de las características del suelo mediante la adición o combinación de insumos compuestos o naturales que se va a utilizar.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** La población está constituida por el terreno a nivel de subrasante delimitado geográficamente con un tramo de 0+000 km a 3+315 km tramo camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022.

**Muestra:** La muestra que se va a analizar en la vía vecinal, por lo cual se va a realizar una calicata a cada 500 metros en el tramo 0+000 km hasta 2+000 km, estas calicatas serán excavadas al azar; donde por cada calicata se sacara una muestra patrón. Llevados al laboratorio estas muestras se ensayaron 08 submuestras (es decir 4 por cada muestra de calicata excavada) todas determinadas de acuerdo con los porcentajes planteados en las cuales fueron 0% suelo en estado natural; 10% con adición de ceniza de alcanfor; 15% con adición de ceniza de alcanfor; 20% con adición de ceniza de alcanfor.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

**Técnica:** Observación, ver las características esto quiere decir que el estudio que ha realizado con las muestras de suelo va de acuerdo con los porcentajes de ceniza de alcanfor antes mencionados.

**Instrumentos:** Hoja de propiedades del suelo emitida por el laboratorio de mecánica de suelos (LMS) en donde se expresan las propiedades del suelo según cada ensayo efectuado.

### 3.5. Procedimientos

Obtención de ceniza de alcanfor: Este producto es encontrada en diferentes vivienda de las zonas aledañas del distrito de Sondorillo, pues en este caso se tomará las muestras de las algunas viviendas del caserío de Ulpamache, estas muestras serán tomadas y depositadas en bolsas de plásticas posterior a ello serán llevadas al laboratorio para poder realizar los ensayos que los diferentes diseños que se ha planteado en donde estos diseños serán: 90% de suelo + 10% de ceniza de alcanfor, 85% de suelo + 15% de ceniza de alcanfor y 80% de suelo + 20% de ceniza de alcanfor.

Obtención de muestra del suelo: Estas calicatas se realizaron la excavación, en el caserío de Ulpamache en donde se realizaron dos calicatas de dimensiones (Largo: 1.20m, Ancho: 1.20m y Profundidad: 1.50m) y estuvieron equidistantes una de la otra de 0+500 km.

Tabla 6: *Coordenadas de calicatas para la obtención de muestras de la vía vecinal Tierra Negra – Ulpamache.*

| N° CALICATA | COORDENADAS |             |        | UBICACIÓN |
|-------------|-------------|-------------|--------|-----------|
|             | NORTE       | ESTE        | ALTURA |           |
| C-1         | 670218.912  | 9406360.842 | 2519   | 0+000 KM  |
| C-2         | 669830.954  | 9406605.678 | 2582   | 0+500 KM  |
| C-3         | 669648.675  | 9406871.308 | 2609   | 1+000 KM  |
| C-4         | 669319.634  | 9407108.998 | 2638   | 1+500 KM  |

Estas muestras que son obtenidas del pozo a cielo abierto de las cuatro calicatas a una profundidad de 1.50 metros, son colocadas en sacos de plástico, cada una de estas muestras son codificadas y posterior a ello son llevadas al laboratorio para realizar los ensayos respectivos.

Seguidamente se procedió con la recopilación de ceniza de alcanfor y llevados al laboratorio conjuntamente con las muestras de suelo obtenida de las calicatas para luego realizar los laboratorios de Análisis de granulometría, Límites de Atterberg, Proctor y CBR.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Los resultados conseguidos en los laboratorios de las características del suelo, en donde los datos fueron anotados ordenadamente e indicados en tablas representativas de sencilla entrada. Pues en estas se escribirán los resultados encontrados de cada muestra obtenida insitu de cada calicata excavada; en donde se utilizó el programa Excel 2019.

### **3.7. Aspectos Éticos**

El elaborador de este proyecto de investigación se realizará los estudios de manera responsable y transparente; recolectando la información de campo para luego ser estudiada en el laboratorio; hacer hincapié que las personas que participaron en este proyecto de investigación no tuvieron ningún daño alguno. Por otro lado, existió el consentimiento de las poblaciones del caserío de Tierras y Ulpamache para realizar los estudios en dichos caseríos.

#### IV. RESULTADOS

Con lo que respecta al primer objetivo específico, los resultados de las características del suelo sin la adición de ceniza de alcanfor, en el camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache. Se realizaron los ensayos corresponden al análisis granulométrico, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR.

Tabla 7: Resultados del Análisis granulométrico de las muestras sin la adición de ceniza de alcanfor.

| Calicata | Profundidad<br>(m) | Granulometría |           |            | Clasificación<br>SUCS | AASHTO           |
|----------|--------------------|---------------|-----------|------------|-----------------------|------------------|
|          |                    | Grava<br>%    | Aena<br>% | Finos<br>% |                       |                  |
| C1       | 1.00               | 54.26         | 15.29     | 30.45      | GM                    | A - 1 - a<br>(0) |
| C2       | 1.50               | 19.02         | 33.73     | 47.25      | SM                    | A - 2 - 6<br>(0) |
| C3       | 0.80               | 8.26          | 28.26     | 63.48      | SM-SC                 | A - 2 - 4<br>(0) |
| C4       | 1.00               | 5.92          | 32.29     | 61.79      | SM                    | A - 2 - 4<br>(0) |

Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos.

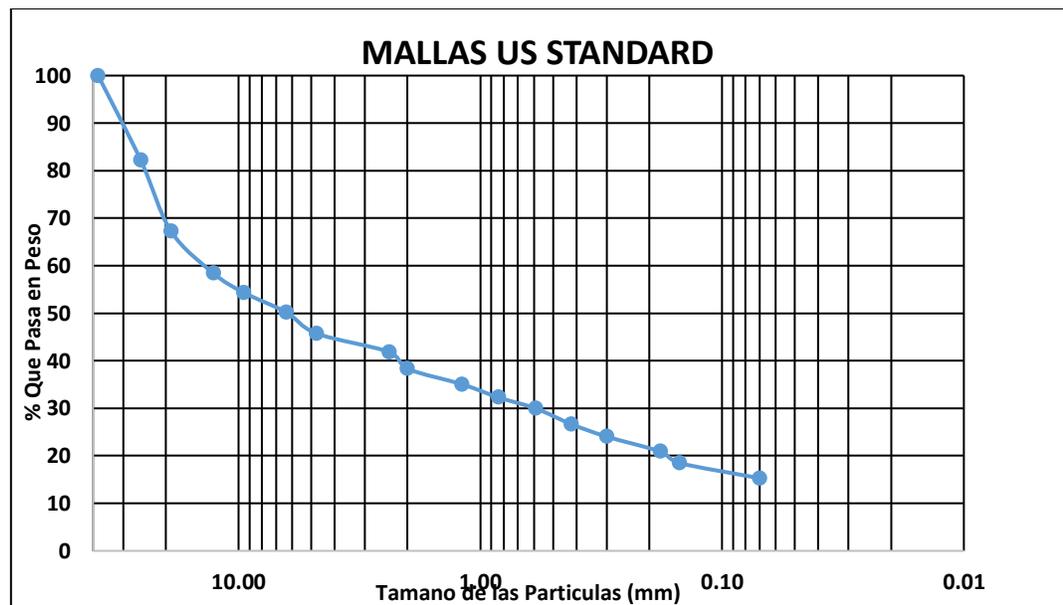


Figura 1: Curva granulométrica C-1 suelo natural (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

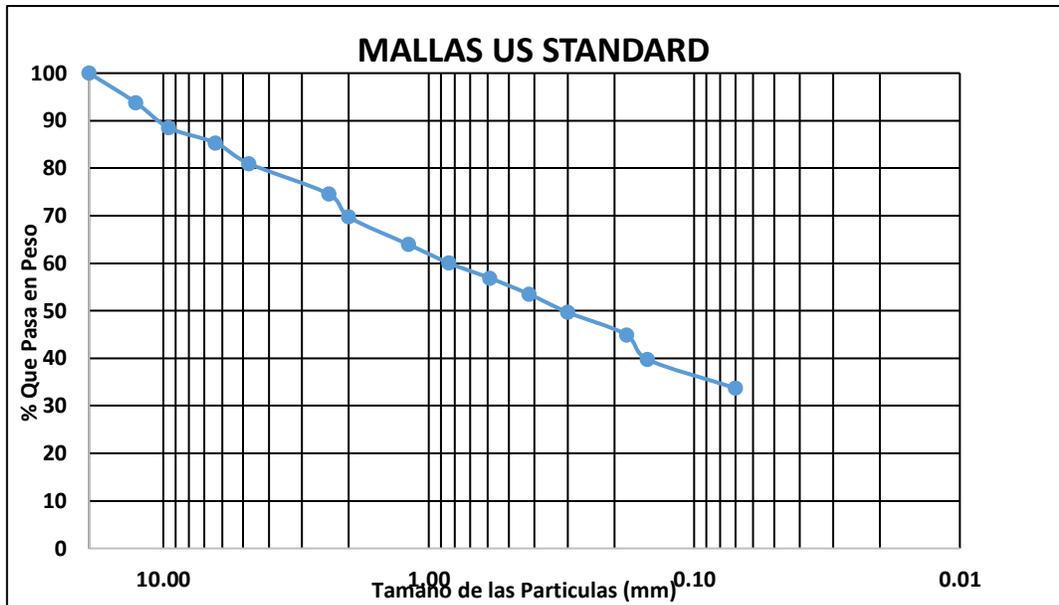


Figura 2: Curva granulométrica C-2 suelo natural (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

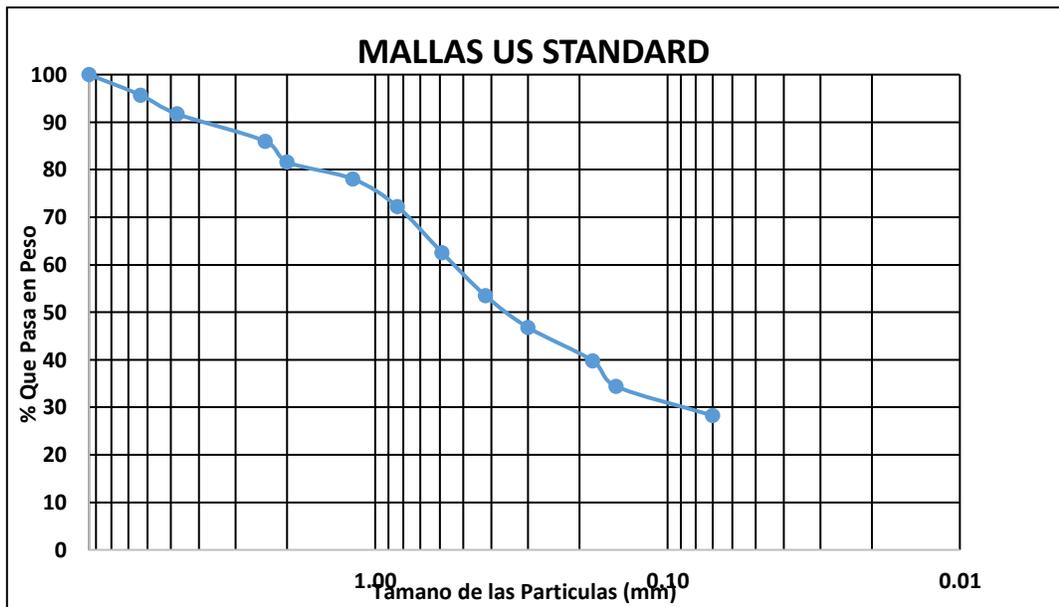


Figura 3: Curva granulométrica C-3 suelo natural (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

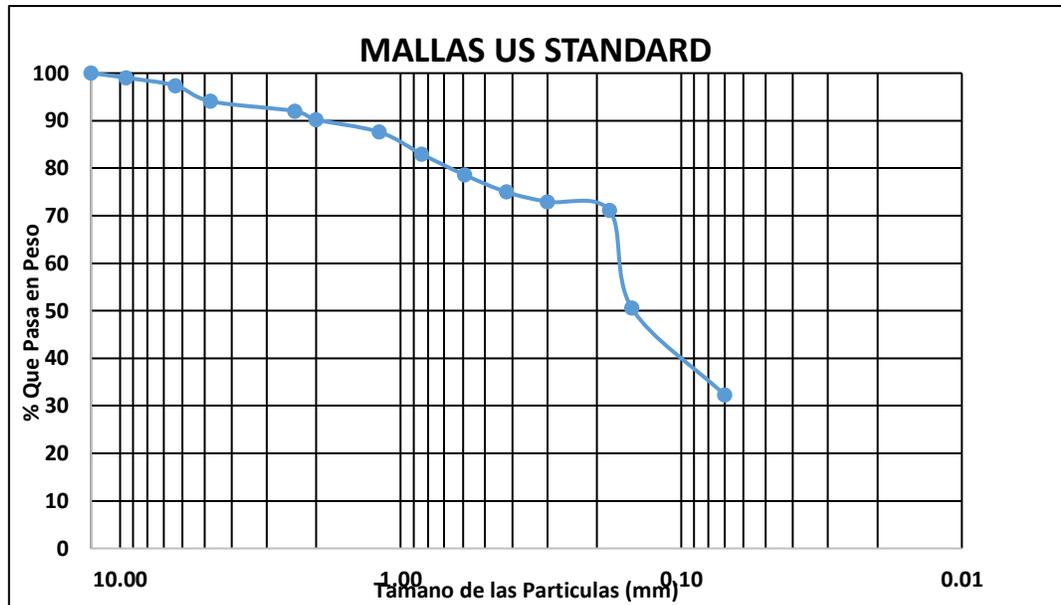


Figura 4: Curva granulométrica C-4 suelo natural (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

Tabla 7 señala que, la muestra obtenida de la calicata 1 se dispone especialmente de grava (54.26%), arena (15.29%) y finos (30.45%). En lo que se refiere a la calicata 2 los resultados se componen especialmente de grava (19.02%), arena (33.73%) y finos (47.25%). En lo que se refiere a la calicata 3 los resultados se componen de grava (8.26%), arena (28.26%) y finos (63.48%) y por último la calicata 4 los resultados se componen especialmente de grava (5.92%), arena (32.29%) y finos (61.79%). Por otro lado, en los límites de Atterberg, en la calicata 1 el suelo presenta un índice de plasticidad de 2.73, límite líquido de 23.97 y límite plástico de 21.24. En la calicata 2 presenta un índice de plasticidad de 16.30, límite líquido de 35.52 y límite plástico de 19.22. En la calicata 3 presenta un índice de plasticidad de 5.67, límite líquido de 24.28 y límite plástico de 18.61. En la calicata 4 presenta un índice de plasticidad de 3.05, límite líquido de 24.17 y límite plástico de 21.12. De igual forma tenemos la clasificación SUCS, donde la muestra de la calicata 1 corresponde al grupo GM pues quiere decir que es una grava limosa. En la muestra de la calicata 2 corresponde al grupo

SM pues quiere decir que es una arena limosa. En la muestra de la calicata 3 corresponde al grupo SM-SC pues quiere decir que es una arena limo arcillosa. En la muestra de la calicata 4 corresponde al grupo SM pues quiere decir que es una arena limosa. Por último, tenemos la clasificación AASHTO, donde la muestra de la calicata 1 corresponde al grupo A-1-a quiere decir material granular de excelente calidad. En la muestra de la calicata 2 corresponde al grupo A-2-6 quiere decir material granular de regular calidad. En la muestra de la calicata 3 corresponde al grupo A-2-4 quiere decir material granular de buena calidad. En la muestra de la calicata 4 corresponde al grupo A-2-4 quiere decir material granular de buena calidad.

Tabla 8: Resultados de Proctor Modificado de muestras sin adición de ceniza de alcanfor.

| <b>Proctor Modificado</b> |                            |  |  |
|---------------------------|----------------------------|--|--|
| <b>Calicata</b>           | <b>Profundidad<br/>(m)</b> | <b>Máxima Densidad Seca<br/>(g/cm<sup>3</sup>)</b> | <b>Optimo contenido de<br/>Humedad<br/>%</b> |
| <b>C1</b>                 | 1.00                       | 2.06   | 9.33   |
| <b>C2</b>                 | 1.50                       | 1.86   | 17.2   |
| <b>C3</b>                 | 0.80                       | 1.87   | 9.21   |
| <b>C4</b>                 | 1.00                       | 1.90   | 9.10   |

Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos.

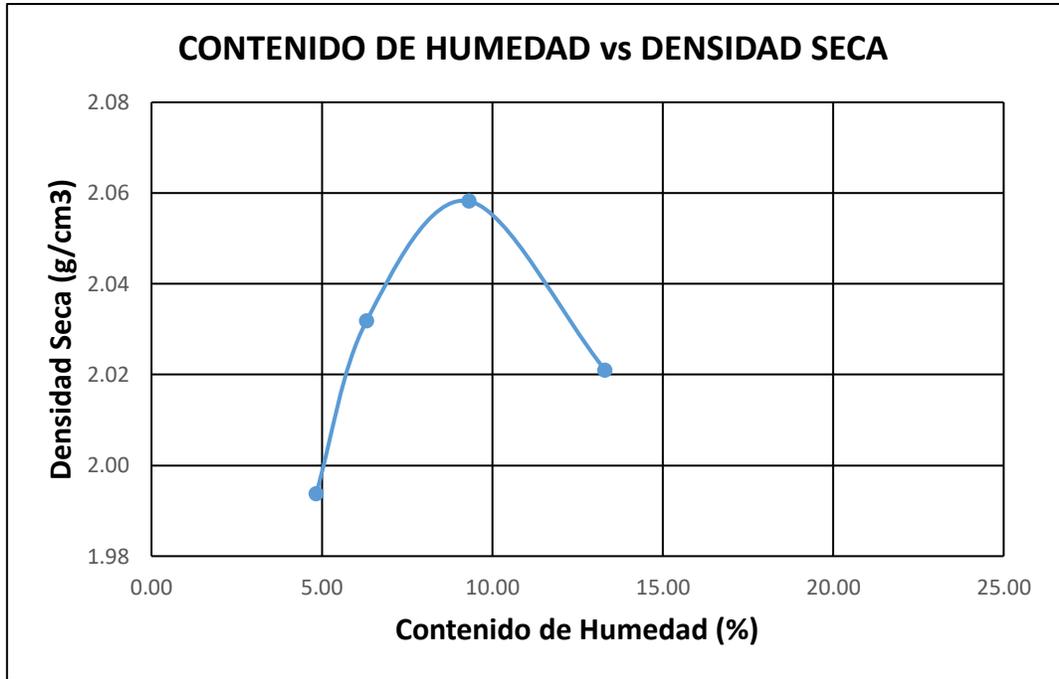


Figura 5: Proctor modificado C-1 suelo natural (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

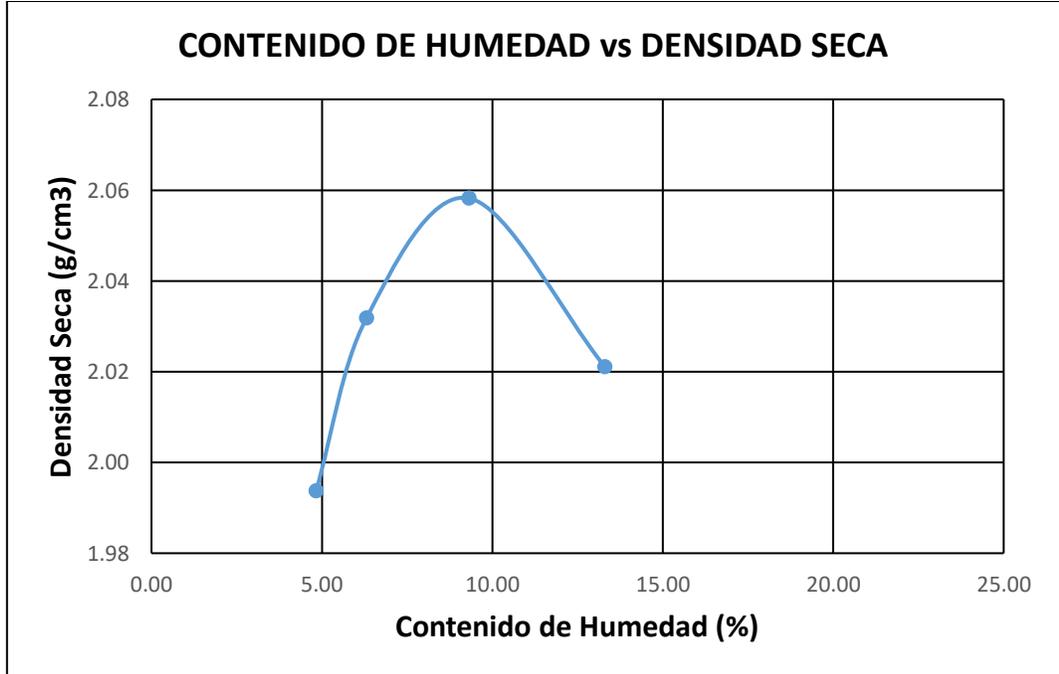


Figura 6: Proctor modificado C-2 suelo natural (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

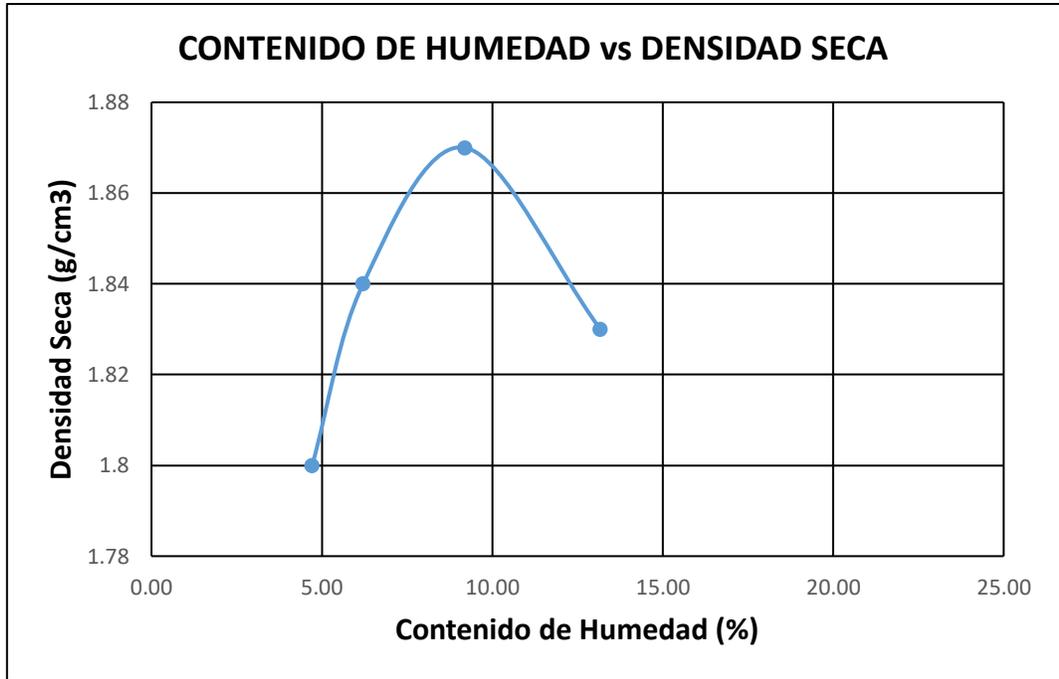


Figura 7: Proctor modificado C-3 suelo natural (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

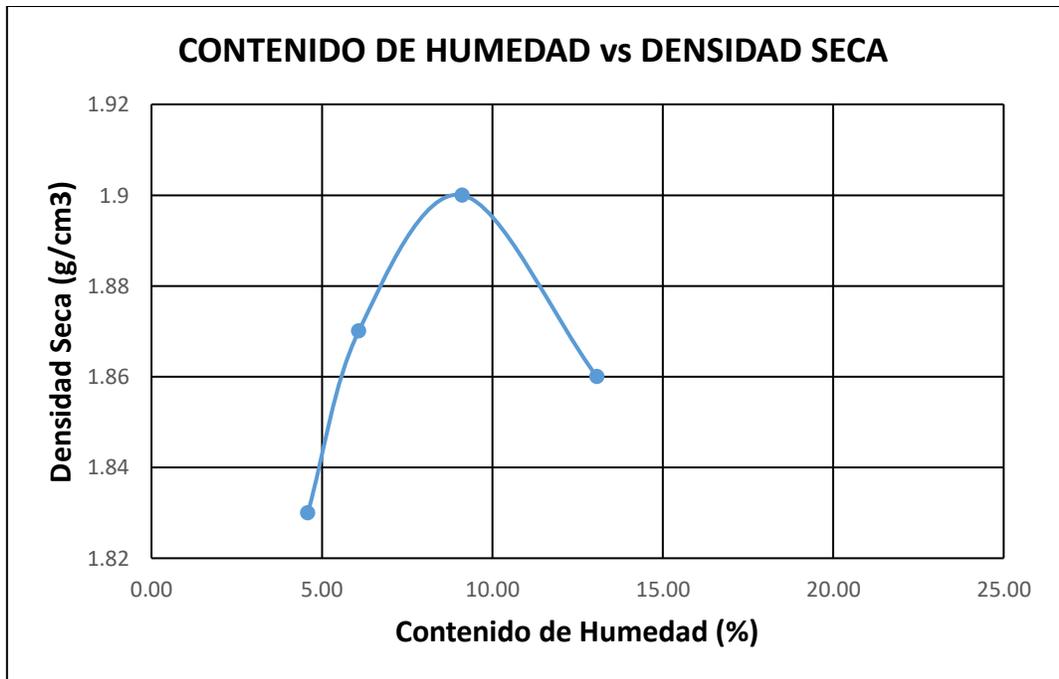


Figura 8: Proctor modificado C-4 suelo natural (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

Tabla 8 señala que, la densidad seca máxima de la muestra obtenida de la calicata 1 tiene como resultado un 2.06 gr/cm<sup>3</sup> y un 9.33% de contenido de humedad optimo. De igual forma la densidad seca máxima de la muestra obtenida de la calicata 2 tiene como resultado un 1.86 gr/cm<sup>3</sup> y un 17.20% de contenido de humedad optimo. Seguidamente la densidad seca máxima de la muestra obtenida de la calicata 3 tiene como resultado un 1.87 gr/cm<sup>3</sup> y un 9.21% de contenido de humedad optimo. Finalmente, la densidad seca máxima de la muestra obtenida de la calicata 4 tiene como resultado un 1.90 gr/cm<sup>3</sup> y un 9.10% de contenido de humedad optimo.

Tabla 9: Resultados de (CBR) de muestra sin adición de ceniza de alcanfor.

| Calicata | Profundidad<br>(m) | CBR   |       |
|----------|--------------------|-------|-------|
|          |                    | 95%   | 100%  |
| C1       | 1.00               | 21.70 | 40.70 |
| C2       | 1.50               | 12.30 | 21.40 |
| C3       | 0.80               | 13.00 | 22.50 |
| C4       | 1.00               | 13.60 | 23.60 |

Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos.

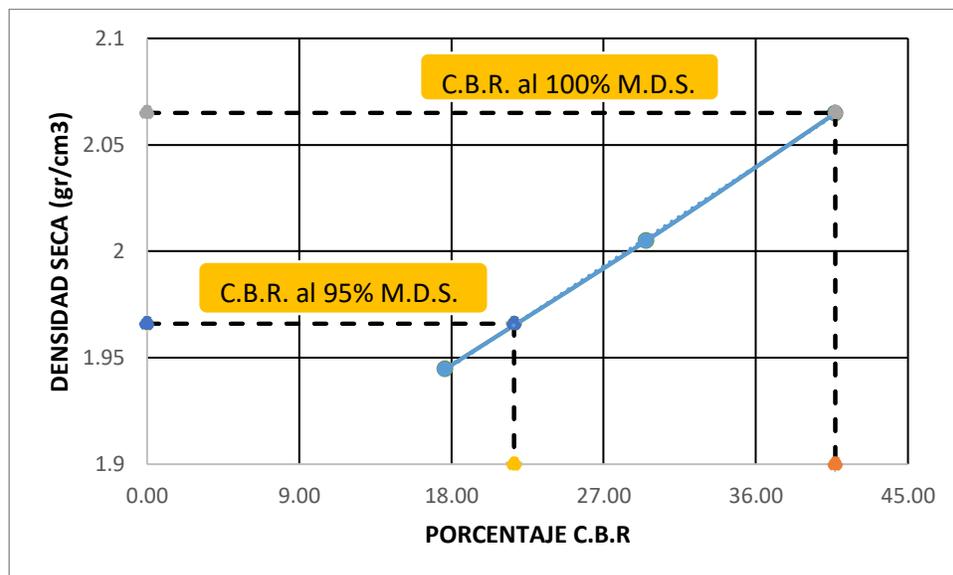


Figura 9: CBR C-1 suelo natural (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

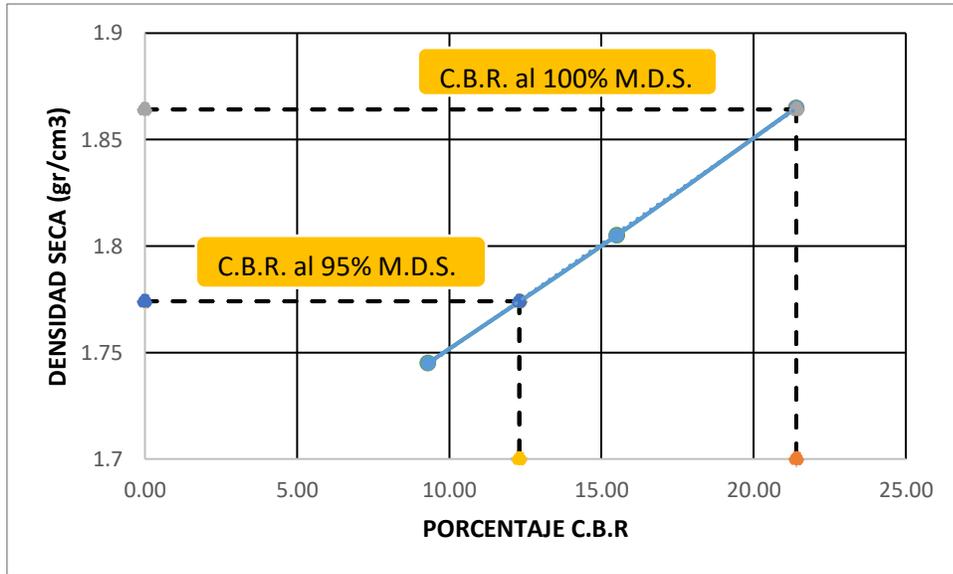


Figura 10: CBR C-2 suelo natural (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

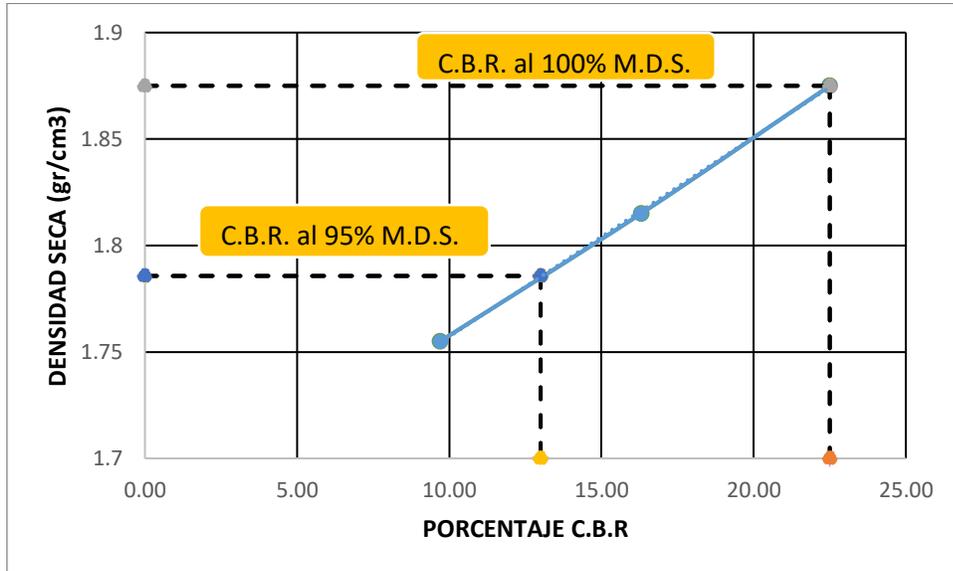


Figura 11: CBR C-3 suelo natural (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

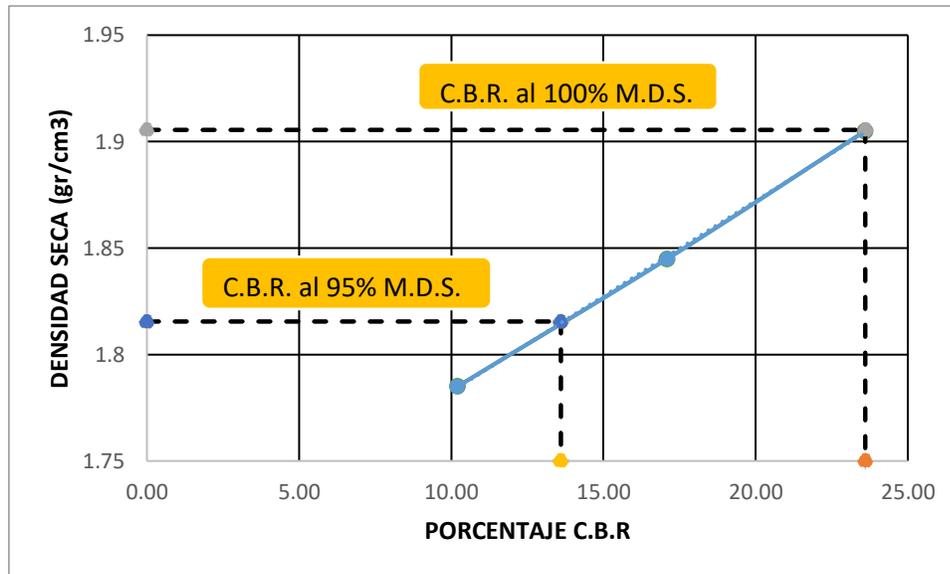


Figura 12: CBR C-4 suelo natural (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

Tabla 9 señala que, al 95% de la densidad seca máxima se tiene como resultado un 21.70 de CBR de la muestra obtenida de la calicata 1, en cuanto a la calicata 2 se tiene como resultado un 12.30 de CBR de la muestra obtenida, seguidamente con la calicata 3 se tiene como resultado un 13.00 de CBR de la muestra obtenida y por último en la calicata 4 se tiene como resultado un 13.60 de CBR de la muestra obtenida.

Con lo que respecta al segundo objetivo específico, los resultados de las características del suelo con la adición de ceniza de alcanfor, en el camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache. Se realizaron los ensayos anticipadamente señalados, pero esta vez las muestras serán con adición del 10%, 15% y 20% de ceniza de alcanfor obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 10: Resultados del Análisis granulométrico de las muestras con la adición de ceniza de alcanfor.

| Calicata | Porcentaje de adición de ceniza de alcanfor | Granulometría |         |         | Clasificación | AASHTO        |
|----------|---|---------------|---------|---------|---------------|---------------|
|          |   | Grava %       | Arena % | Finos % | SUCS          |               |
| C1       | 10%   | 54.05         | 15.38   | 30.57   | GM            | A - 1 - a (0) |
|          | 15%   | 53.96         | 15.59   | 30.45   | GM            | A - 1 - a (0) |
|          | 20%   | 53.79         | 15.86   | 30.35   | GM            | A - 1 - a (0) |
| C2       | 10%   | 17.09         | 35.89   | 47.02   | SM            | A - 2 - 6 (0) |
|          | 15%   | 16.94         | 36.56   | 46.51   | SM            | A - 2 - 6 (0) |
|          | 20%   | 16.84         | 36.99   | 46.17   | SM            | A - 2 - 6 (0) |
| C3       | 10%   | 7.99          | 30.11   | 61.90   | SM - SC       | A - 2 - 4 (0) |
|          | 15%   | 7.94          | 31.84   | 60.22   | SM - SC       | A - 2 - 4 (0) |
|          | 20%   | 7.86          | 32.74   | 59.40   | SM - SC       | A - 2 - 4 (0) |
| C4       | 10%   | 5.21          | 35.57   | 59.22   | SM            | A - 2 - 4 (0) |
|          | 15%   | 4.91          | 37.66   | 57.44   | SM            | A - 2 - 4 (0) |
|          | 20%   | 4.15          | 42.90   | 52.95   | SM            | A - 2 - 4 (0) |

Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos.

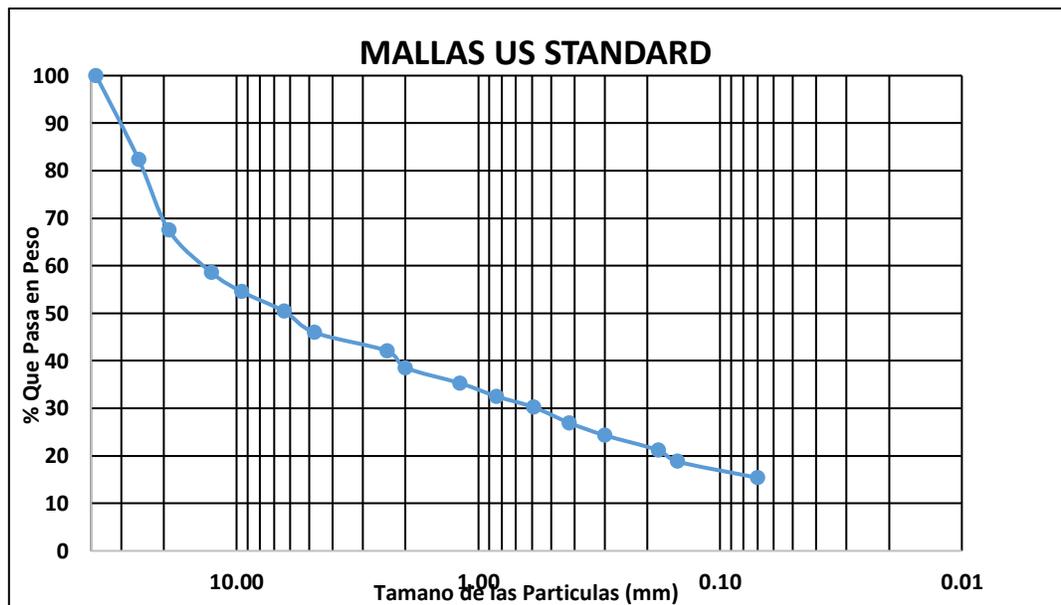


Figura 13: Curva granulométrica C-1: 90% suelo natural + 10% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

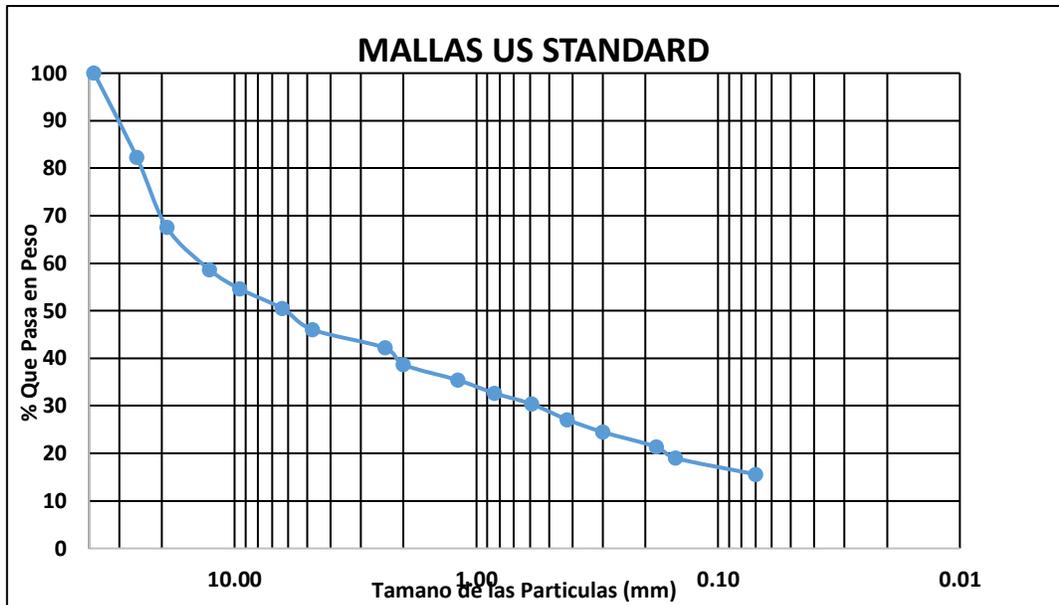


Figura 14: Curva granulométrica C-1: 85% suelo natural + 15% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

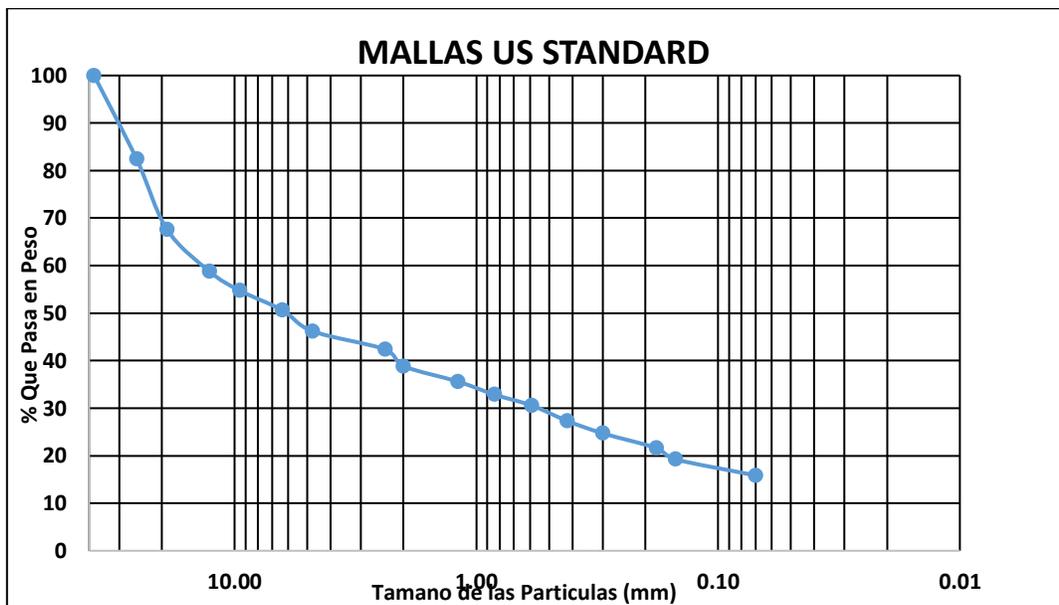


Figura 15: Curva granulométrica C-1: 80% suelo natural + 20% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

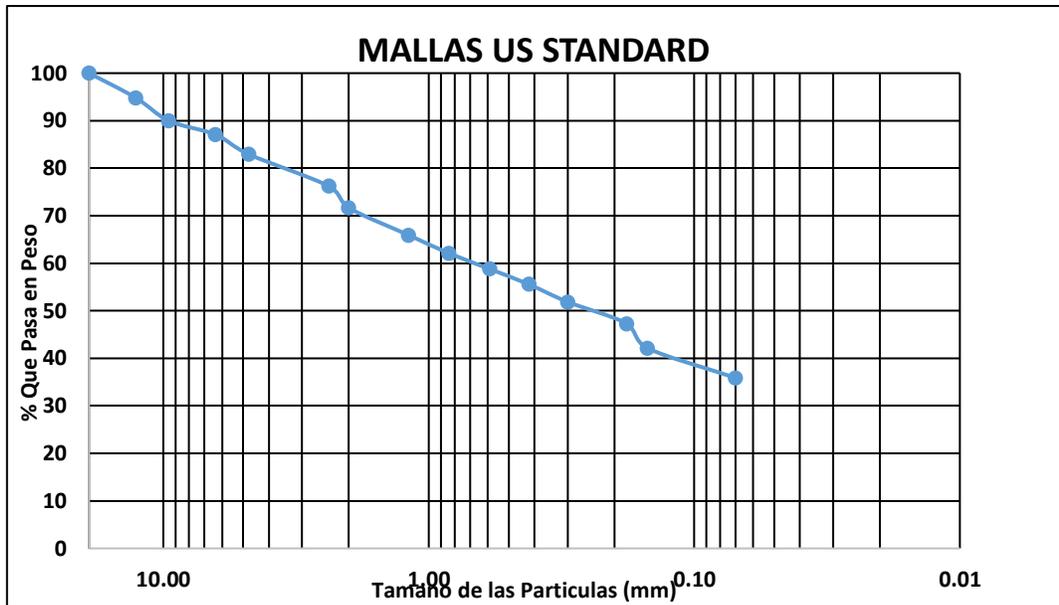


Figura 16: Curva granulométrica C-2: 90% suelo natural + 10% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

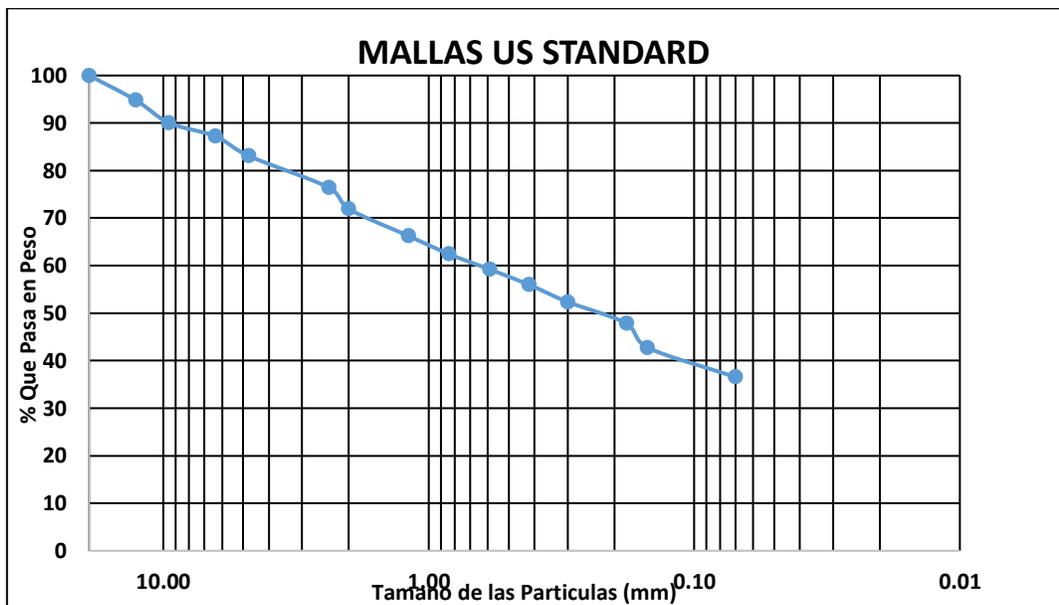


Figura 17: Curva granulométrica C-2: 85% suelo natural + 15% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

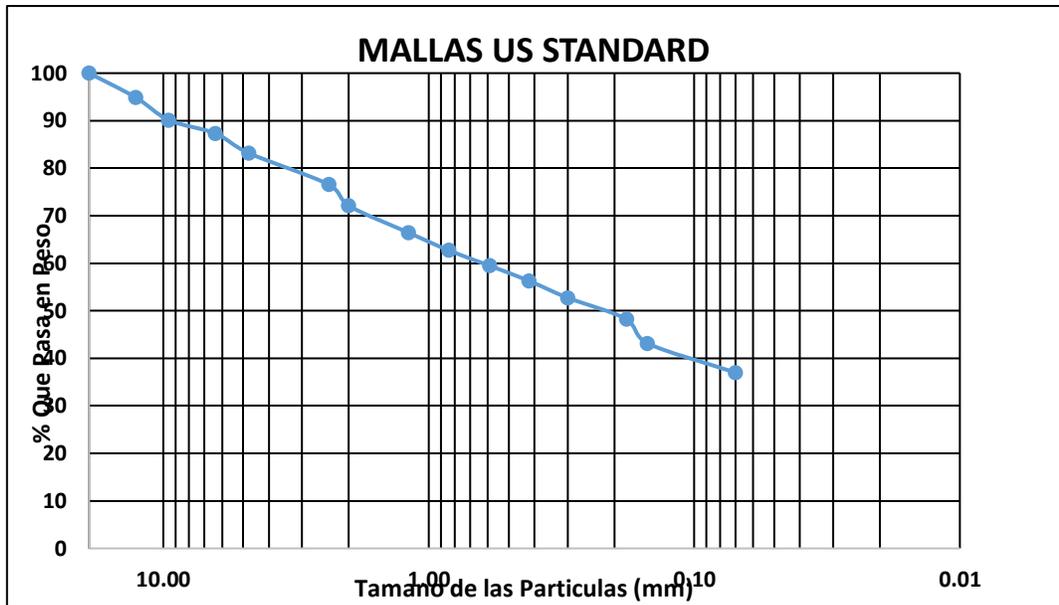


Figura 18: Curva granulométrica C-2: 80% suelo natural + 20% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

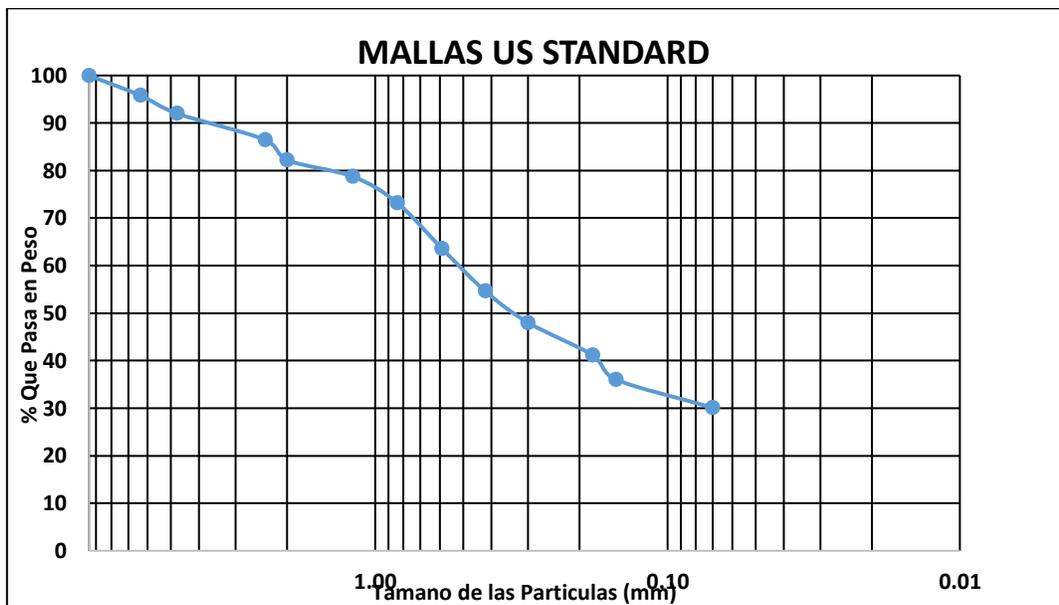


Figura 19: Curva granulométrica C-3: 90% suelo natural + 10% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

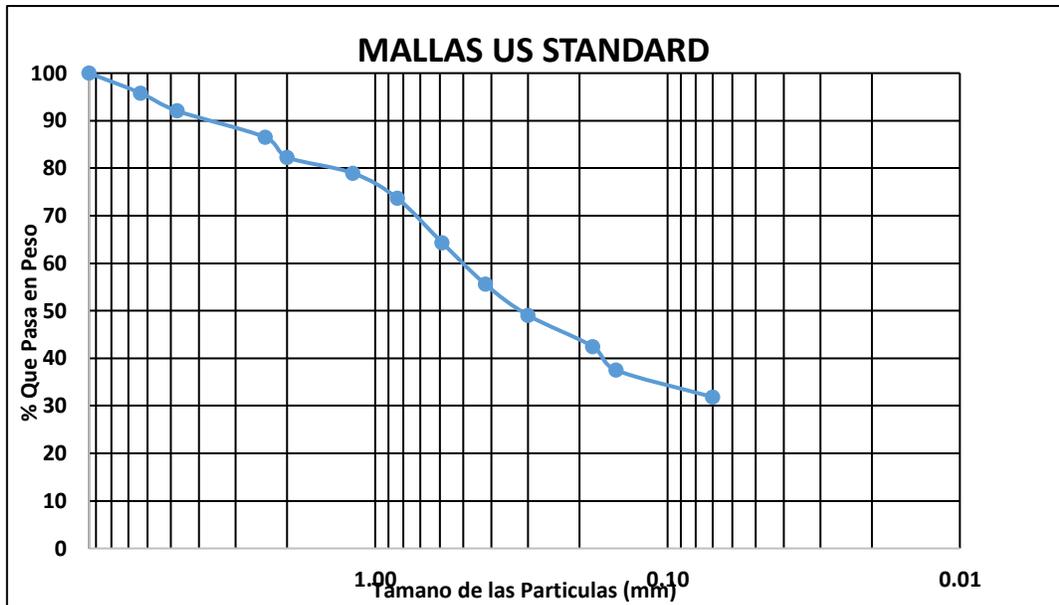


Figura 20: Curva granulométrica C-3: 85% suelo natural + 15% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

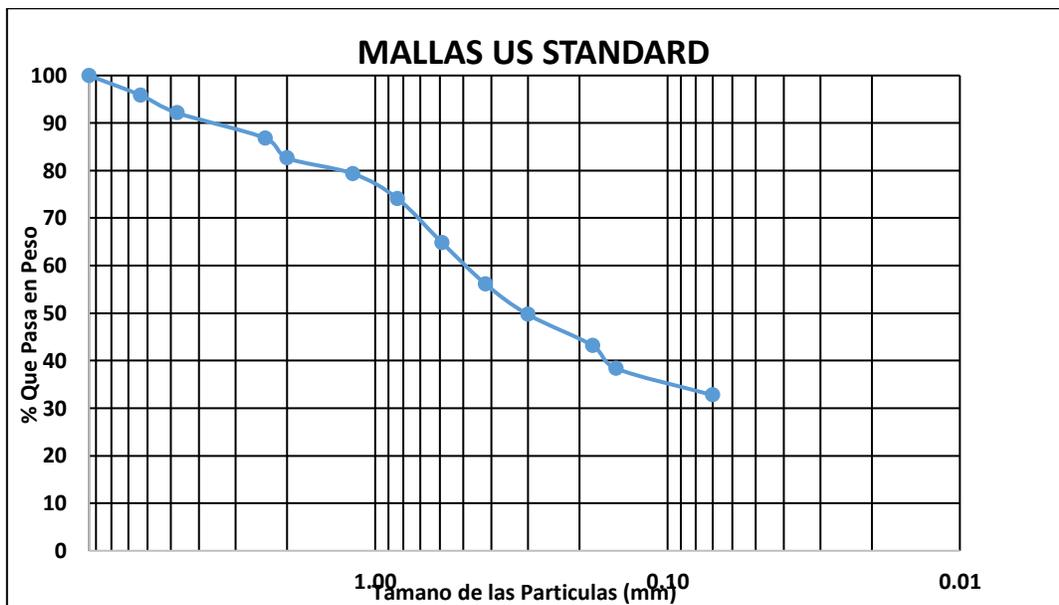


Figura 21: Curva granulométrica C-3: 80% suelo natural + 20% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

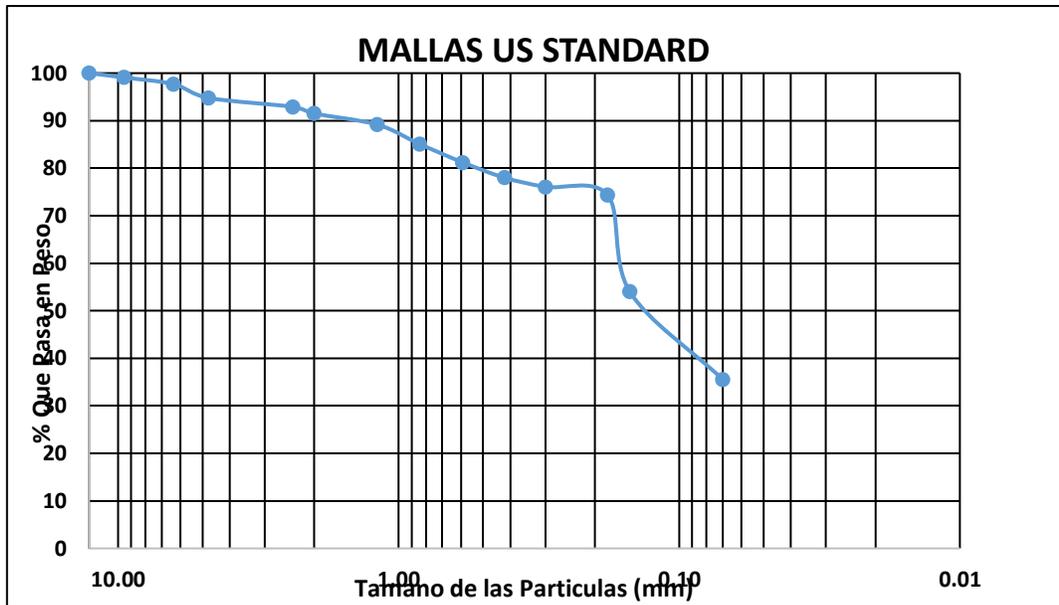


Figura 22: Curva granulométrica C-4: 90% suelo natural + 10% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

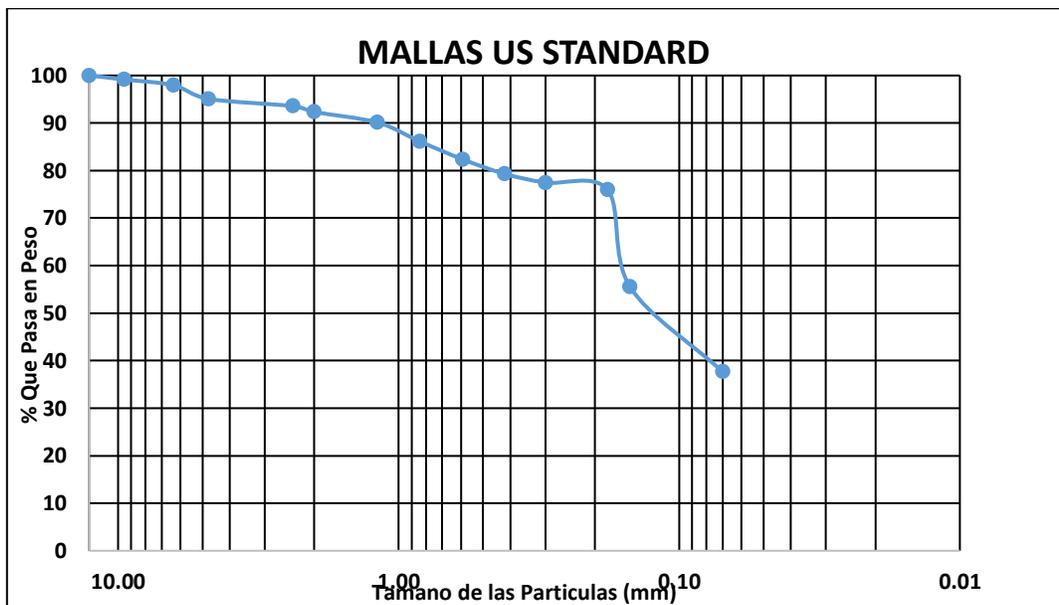


Figura 23: Curva granulométrica C-4: 85% suelo natural + 15% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

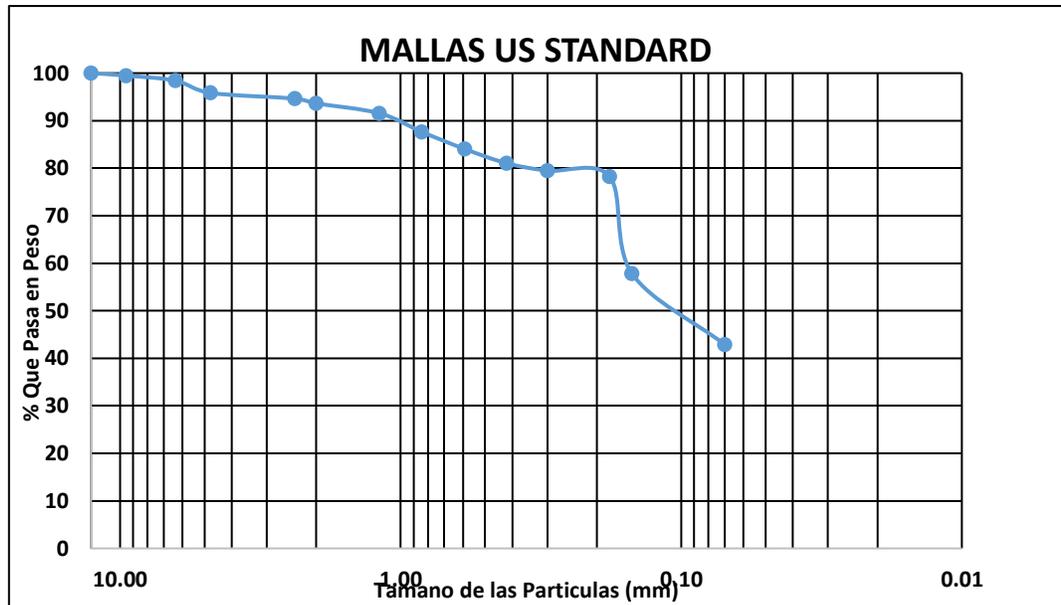


Figura 24: Curva granulométrica C-4: 80% suelo natural + 20% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

Tabla 10 señala que, la muestra obtenida de la calicata 1 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% se lograron alcanzar resultados de grava (54.05%), arena (15.38%), finos (30.57%), grava (53.96%), arena (15.59%), finos (30.45%), grava (53.79%), arena (15.86%), finos (30.35%) respectivamente. En lo que se refiere a la calicata 2 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% se lograron alcanzar resultados de grava (17.09%), arena (35.89%), finos (47.02%), grava (16.94%), arena (36.56%), finos (46.51%), grava (16.84%), arena (36.99%), finos (46.17%) respectivamente. En lo que se a la calicata 3 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% se lograron alcanzar resultados de grava (7.99%), arena (30.11%), finos (61.90%), grava (7.94%), arena (31.84%), finos (60.22%), grava (7.86%), arena (32.74%), finos (59.40%) respectivamente. Por último, la calicata 4 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% se lograron alcanzar resultados de grava (5.21%), arena (35.57%), finos (59.22%), grava (4.91%), arena (37.66%), finos (57.44%), grava (4.15%), arena (42.90%), finos (52.95%)

respectivamente. Por otro lado, en los límites de Atterberg, con las adiciones de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% en la calicata 1 el suelo presenta un índice de plasticidad de 2.75, límite líquido de 23.99, límite plástico de 21.24, índice de plasticidad de 2.76, límite líquido de 24.00, límite plástico de 21.24, índice de plasticidad de 2.77, límite líquido de 24.02, límite plástico de 21.25 respectivamente. En la calicata 2 con las adiciones de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% presenta un índice de plasticidad de 16.27, límite líquido de 35.52, límite plástico de 19.25, índice de plasticidad de 16.30, límite líquido de 35.54, límite plástico de 19.23, índice de plasticidad de 16.32, límite líquido de 35.56, límite plástico de 19.24 respectivamente. En la calicata 3 con las adiciones de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% presenta un índice de plasticidad de 5.69, límite líquido de 24.29, límite plástico de 18.60, índice de plasticidad de 5.70, límite líquido de 24.31, límite plástico de 18.61, índice de plasticidad de 5.72, límite líquido de 24.33, límite plástico de 18.60 respectivamente. En la calicata 4 con las adiciones de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% presenta un índice de plasticidad de 3.05, límite líquido de 24.19, límite plástico de 21.14, índice de plasticidad de 3.07, límite líquido de 24.22, límite plástico de 21.15, índice de plasticidad de 3.10, límite líquido de 24.23, límite plástico de 21.12. De igual forma tenemos la clasificación SUCS, con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% donde la muestra de la calicata 1 corresponde al grupo GM pues quiere decir que es una grava limosa. En la muestra de la calicata 2 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% corresponde al grupo SM pues quiere decir que es una arena limosa. En la muestra de la calicata 3 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% corresponde al grupo SM-SC pues quiere decir que es una arena limo arcillosa. En la muestra de la calicata 4 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% corresponde al grupo SM pues quiere decir que es una arena limosa. Por último, tenemos la clasificación AASHTO, donde la muestra de la calicata 1 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% corresponde al grupo A-1-a quiere decir material granular de excelente calidad. En la muestra de

la calicata 2 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% corresponde al grupo A-2-6 quiere decir material granular de regular calidad. En la muestra de la calicata 3 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% corresponde al grupo A-2-4 quiere decir material granular de buena calidad. En la muestra de la calicata 4 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% corresponde al grupo A-2-4 quiere decir material granular de buena calidad.

Tabla 11: Resultados de Proctor Modificado de muestras con adición de ceniza de alcanfor.

| Calicata | Porcentaje de adición de ceniza de alcanfor | Proctor Modificado                           |                                  |
|----------|---|--|----------------------------------|
|          |   | Máxima Densidad Seca<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | Optimo contenido de Humedad<br>% |
| C1       | 10%   | 2.06   | 9.47                             |
|          | 15%   | 2.08   | 9.95                             |
|          | 20%   | 2.10   | 10.14                            |
| C2       | 10%   | 1.88   | 16.39                            |
|          | 15%   | 1.90   | 17.65                            |
|          | 20%   | 1.93   | 17.36                            |
| C3       | 10%   | 1.89   | 9.29                             |
|          | 15%   | 1.92   | 8.96                             |
|          | 20%   | 1.95   | 8.43                             |
| C4       | 10%   | 1.93   | 8.56                             |
|          | 15%   | 1.96   | 8.91                             |
|          | 20%   | 1.98   | 8.85                             |

Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos.

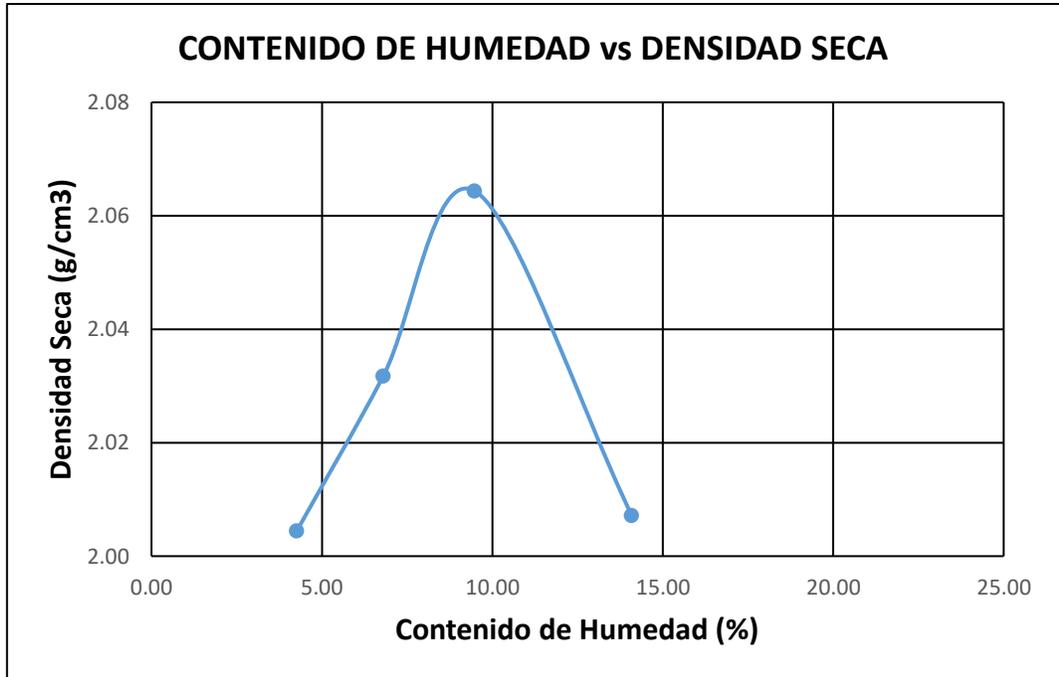


Figura 25: Proctor modificado C-1: 90% suelo natural + 10 ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

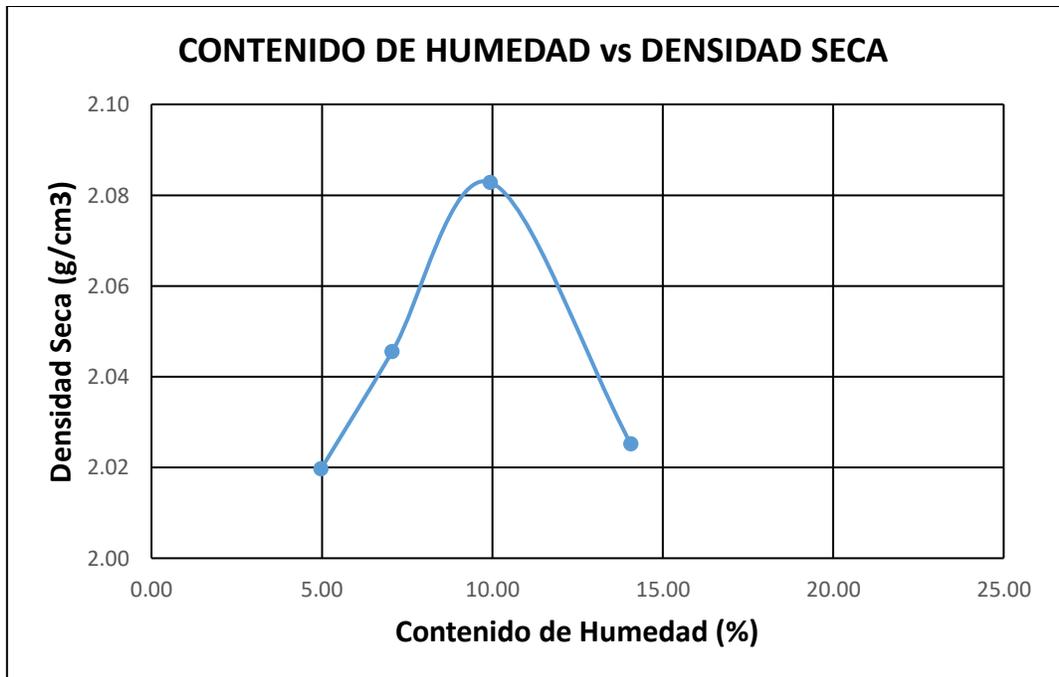


Figura 26: Proctor modificado C-1: 85% suelo natural + 15 ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

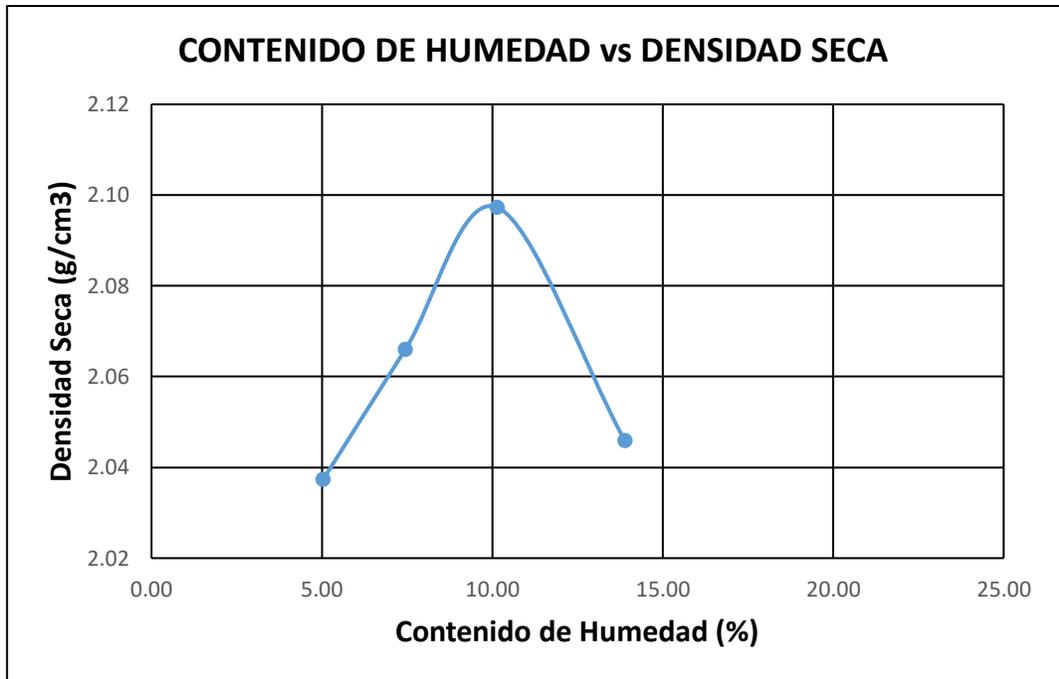


Figura 27: Proctor modificado C-1: 80% suelo natural + 20 ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

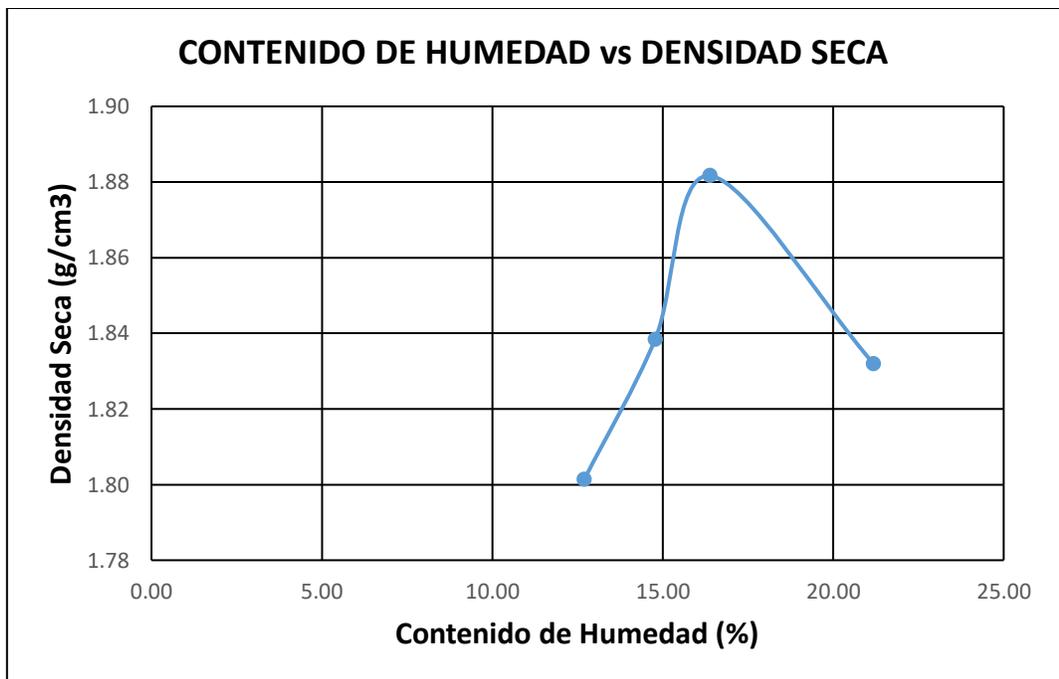


Figura 28: Proctor modificado C-2: 90% suelo natural + 10 ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

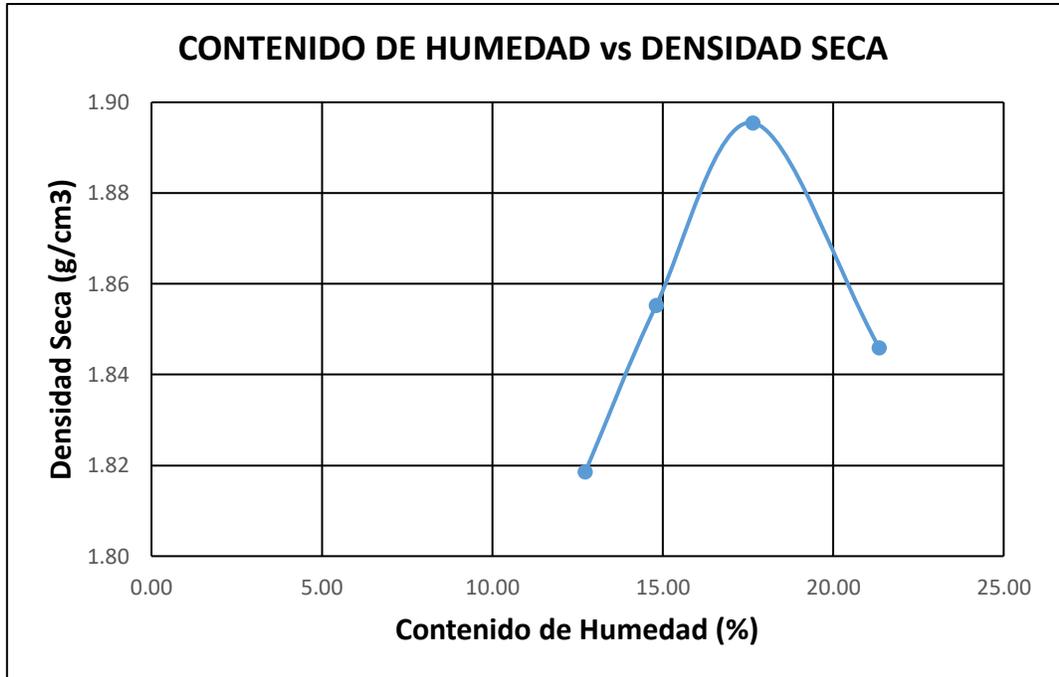


Figura 29: Proctor modificado C-2: 85% suelo natural + 15 ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

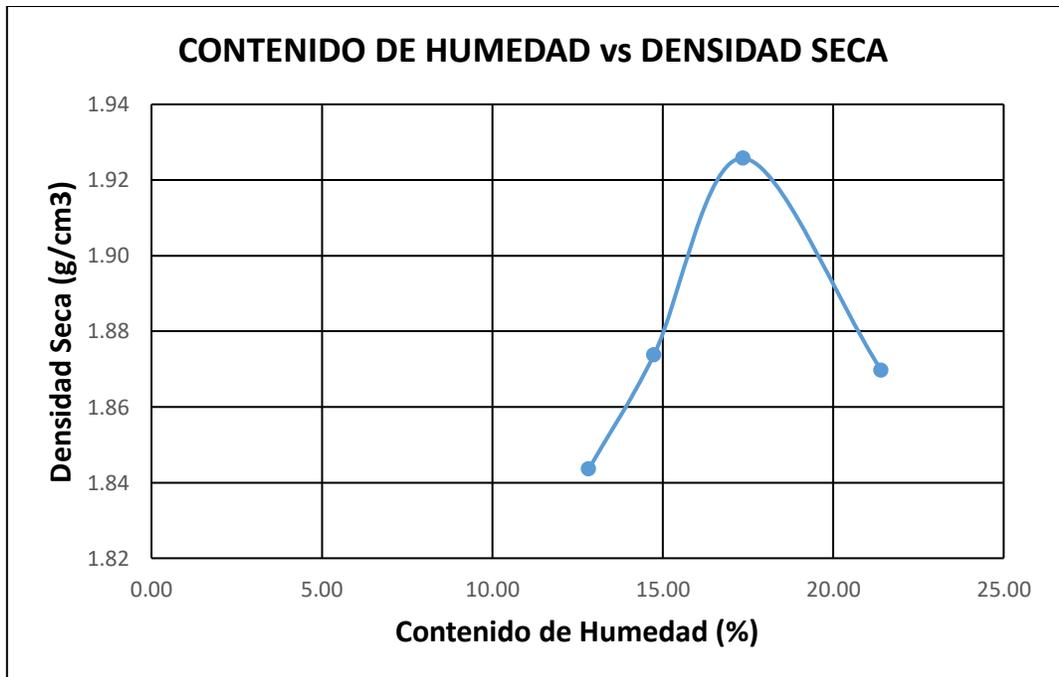


Figura 30: Proctor modificado C-2: 80% suelo natural + 20 ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

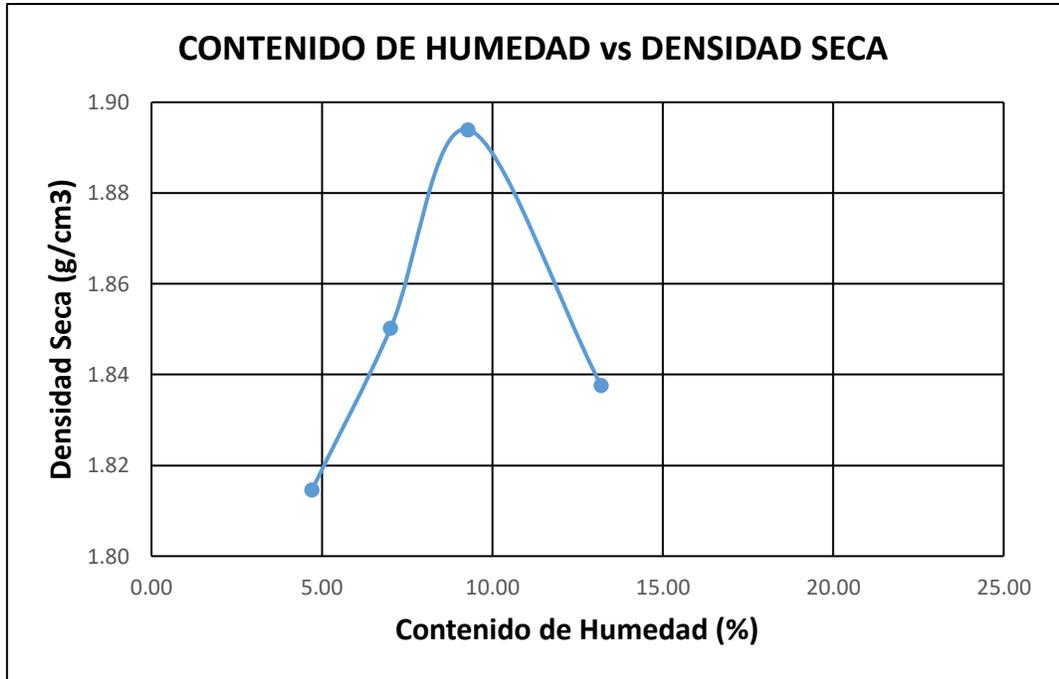


Figura 31: Proctor modificado C-3: 90% suelo natural + 10 ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

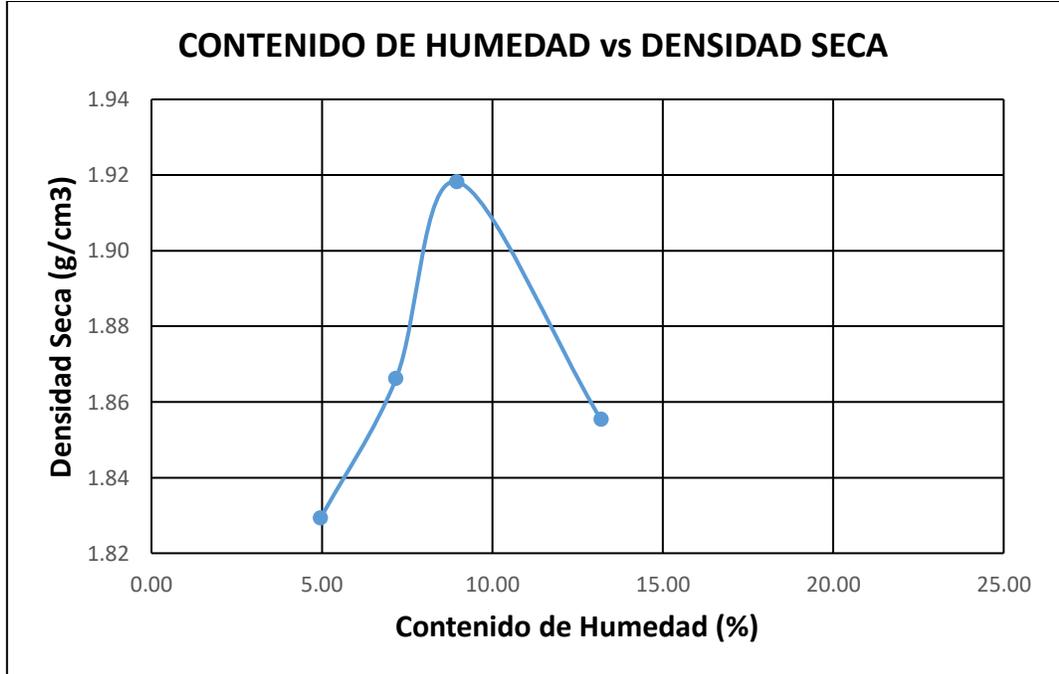


Figura 32: Proctor modificado C-3: 85% suelo natural + 15 ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

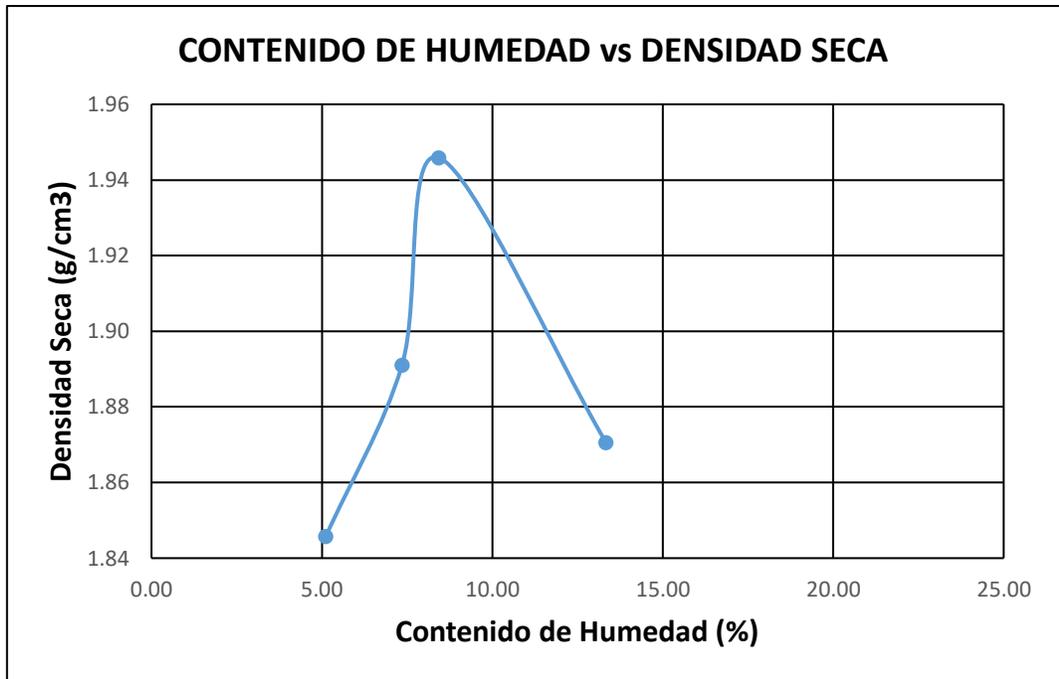


Figura 33: Proctor modificado C-3: 80% suelo natural + 20 ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

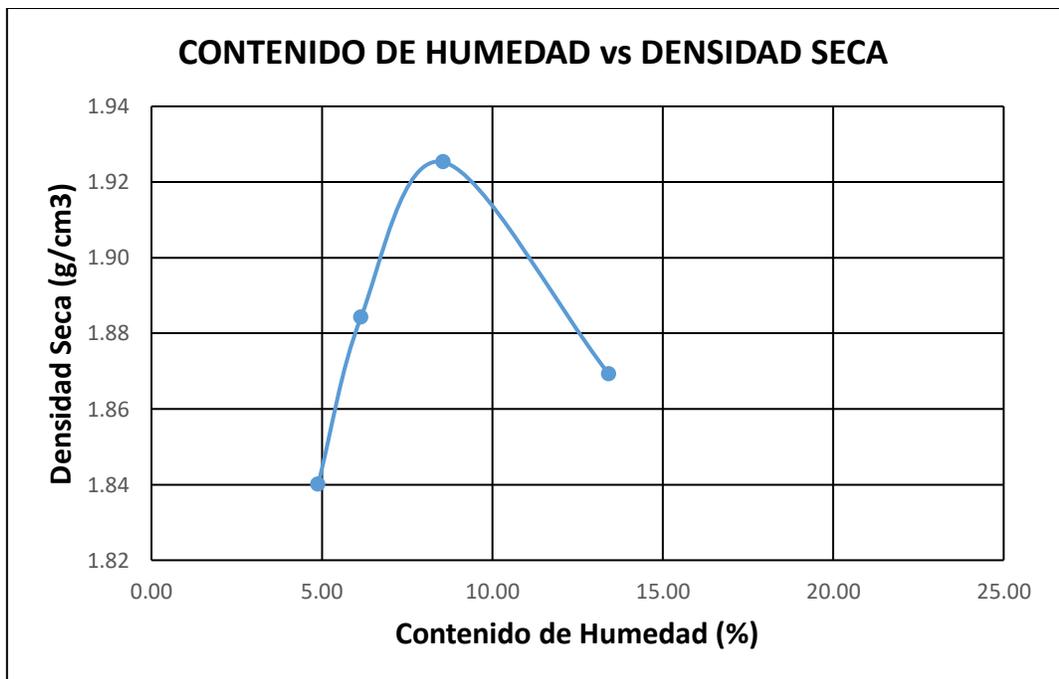


Figura 34: Proctor modificado C-4: 90% suelo natural + 10 ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

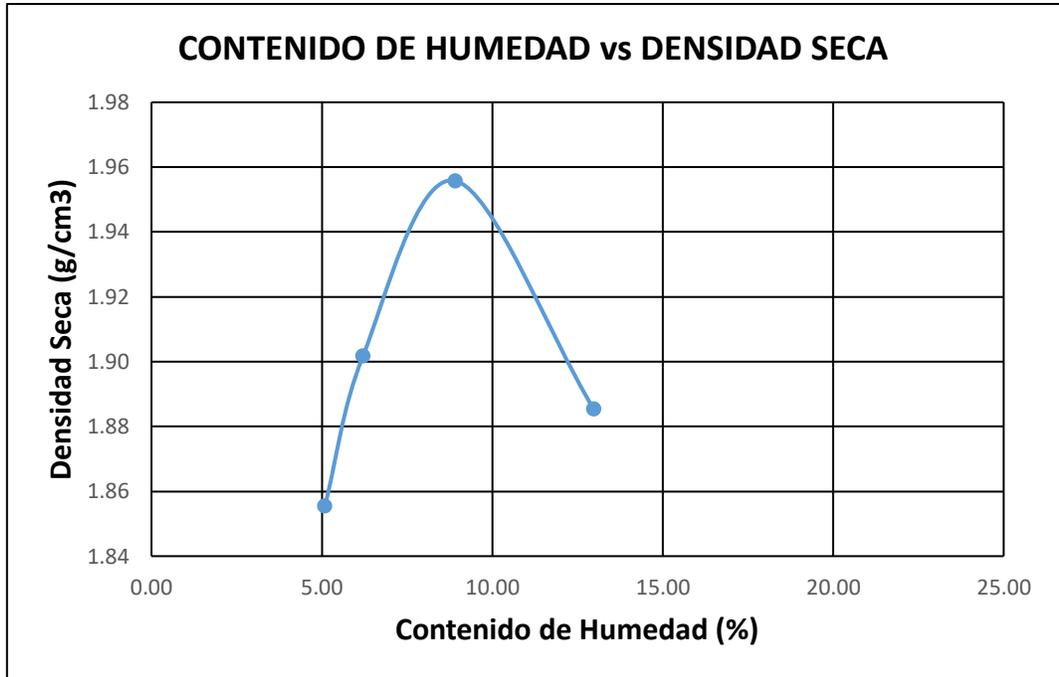


Figura 35: Proctor modificado C-4: 85% suelo natural + 15 ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

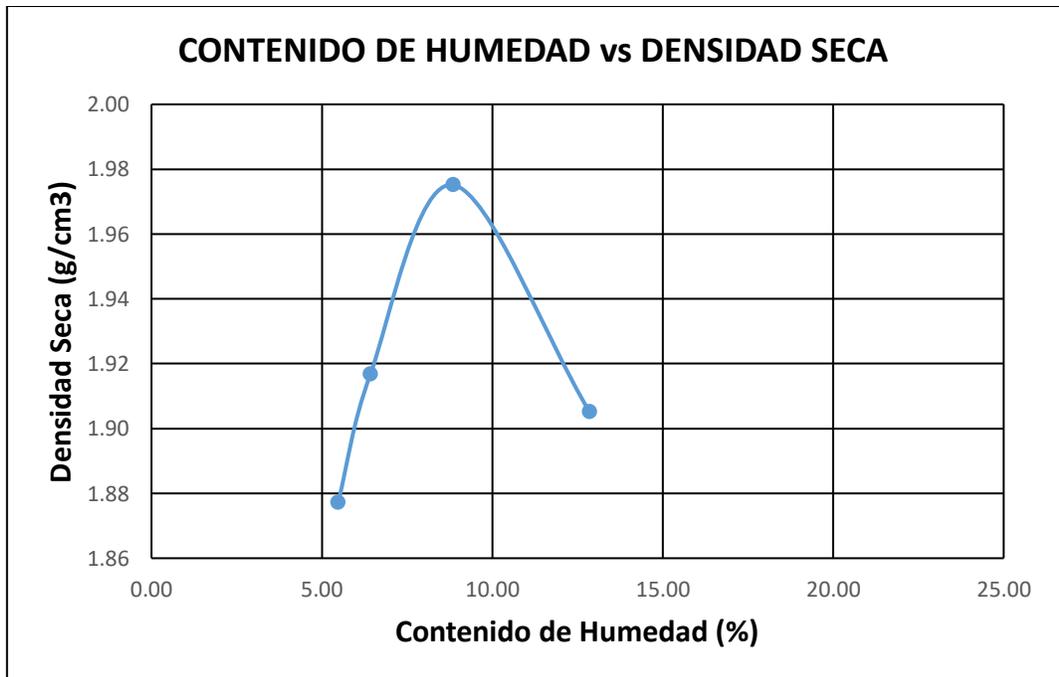


Figura 36: Proctor modificado C-4: 80% suelo natural + 20 ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

Tabla 11 señala que, la densidad seca máxima de la muestra obtenida de la calicata 1 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% tiene como resultado un 2.06 gr/cm<sup>3</sup>, 2.08 gr/cm<sup>3</sup> y 2.10 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, así como también un 9.47%, 9.95% y 10.14% de contenidos de humedad óptimos respectivamente. De igual forma la densidad seca máxima de la muestra obtenida de la calicata 2 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% tiene como resultado un 1.88 gr/cm<sup>3</sup>, 1.90 gr/cm<sup>3</sup> y 1.93 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, así como también un 16.39%, 17.65% y 17.36% de contenidos de humedad óptimos respectivamente. Seguidamente la densidad seca máxima de la muestra obtenida de la calicata 3 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% tiene como resultado un 1.89 gr/cm<sup>3</sup>, 1.92 gr/cm<sup>3</sup> y 1.95 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, así como también un 9.29%, 8.96% y 8.43% de contenidos de humedad óptimos respectivamente. Finalmente, la densidad seca máxima de la muestra obtenida de la calicata 4 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% tiene como resultado un 1.93 gr/cm<sup>3</sup>, 1.96 gr/cm<sup>3</sup> y 1.98 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, así como también un 8.56%, 8.91% y 8.85% de contenidos de humedad óptimos respectivamente.

Tabla 12: Resultados de (CBR) de muestra con adición de ceniza de alcanfor.

| Calicata  | Porcentaje de adición de ceniza de alcanfor | CBR   |       |
|-----------|---|-------|-------|
|           |   | 95%   | 100%  |
| <b>C1</b> | 10%   | 21.86 | 41.80 |
|           | 15%   | 23.70 | 43.70 |
|           | 20%   | 24.10 | 45.60 |
|           | 10%   | 12.53 | 22.20 |
| <b>C2</b> | 15%   | 13.80 | 24.10 |
|           | 20%   | 14.95 | 26.20 |
|           | 10%   | 13.18 | 23.70 |
| <b>C3</b> | 15%   | 14.29 | 25.50 |
|           | 20%   | 15.02 | 27.60 |
|           | 10%   | 13.83 | 24.70 |
| <b>C4</b> | 15%   | 14.68 | 26.30 |

Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos.

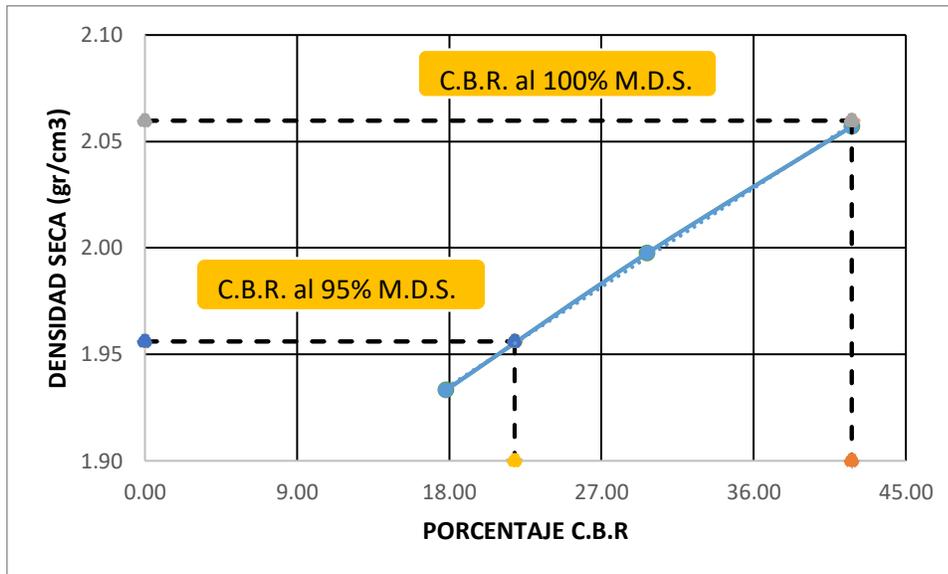


Figura 37: CBR C-1: 90% suelo natural + 10% ceniza de alcanfor  
(Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

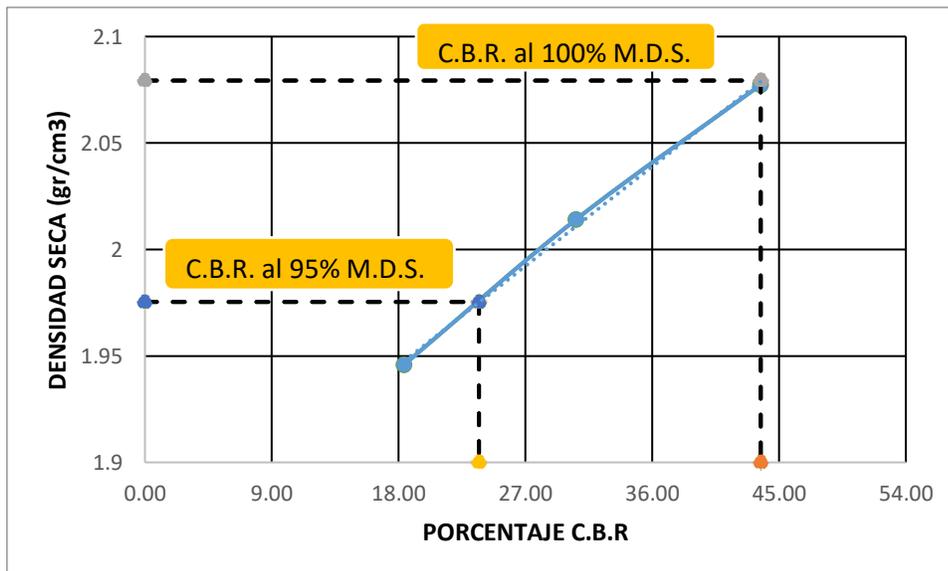


Figura 38: CBR C-1: 85% suelo natural + 15% ceniza de alcanfor  
(Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

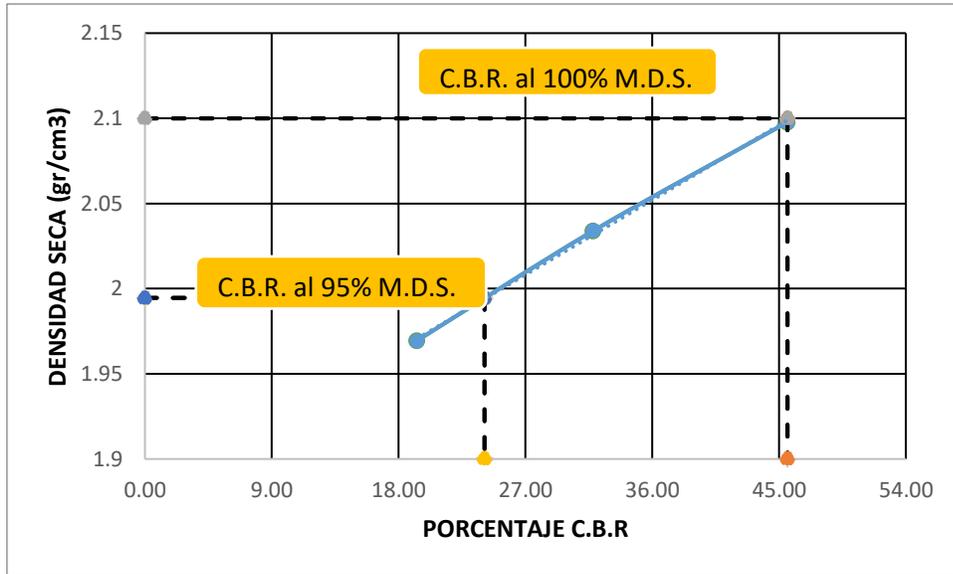


Figura 39: CBR C-1: 80% suelo natural + 20% ceniza de alcanfor  
(Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

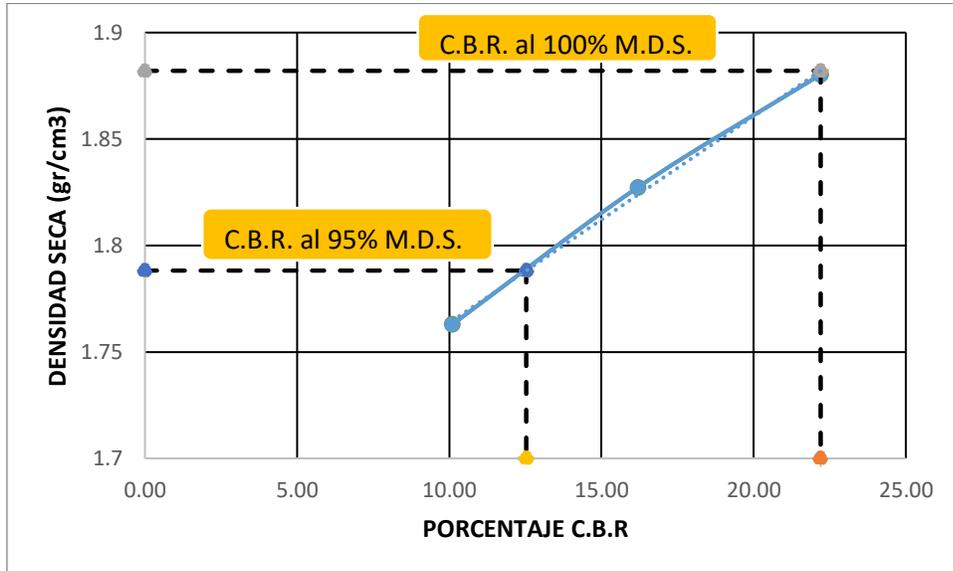


Figura 40: CBR C-2: 90% suelo natural + 10% ceniza de alcanfor  
(Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

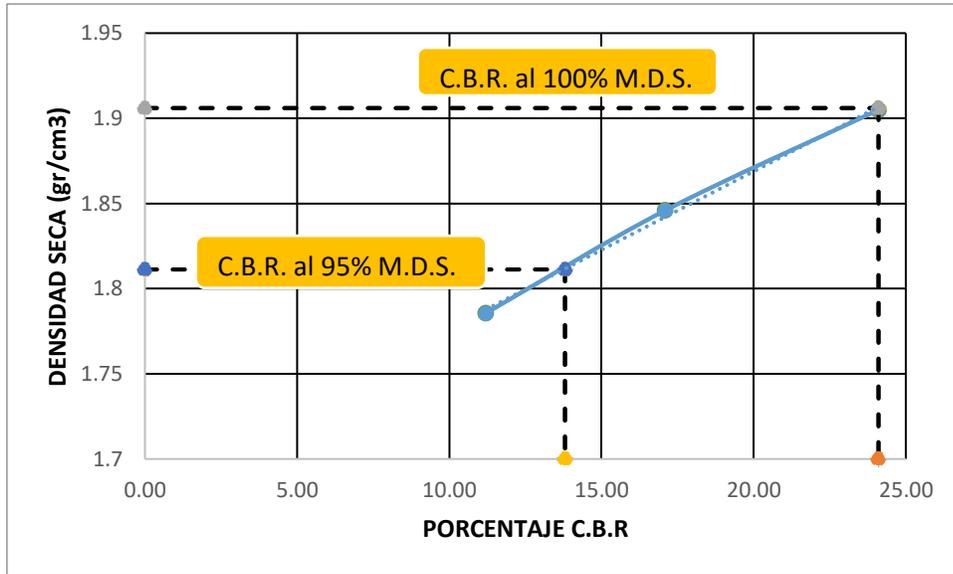


Figura 41: CBR C-2: 85% suelo natural + 15% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

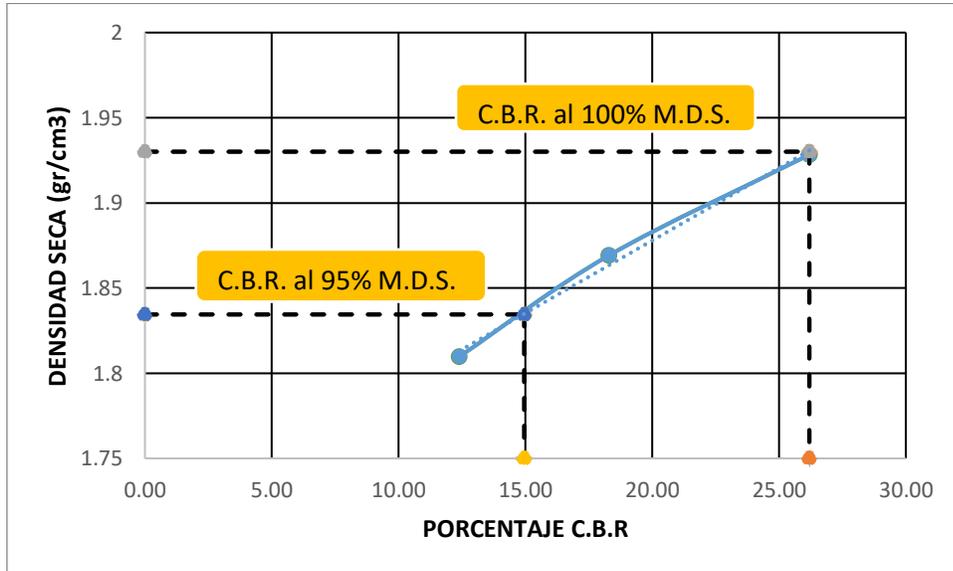


Figura 42: CBR C-2: 80% suelo natural + 20% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

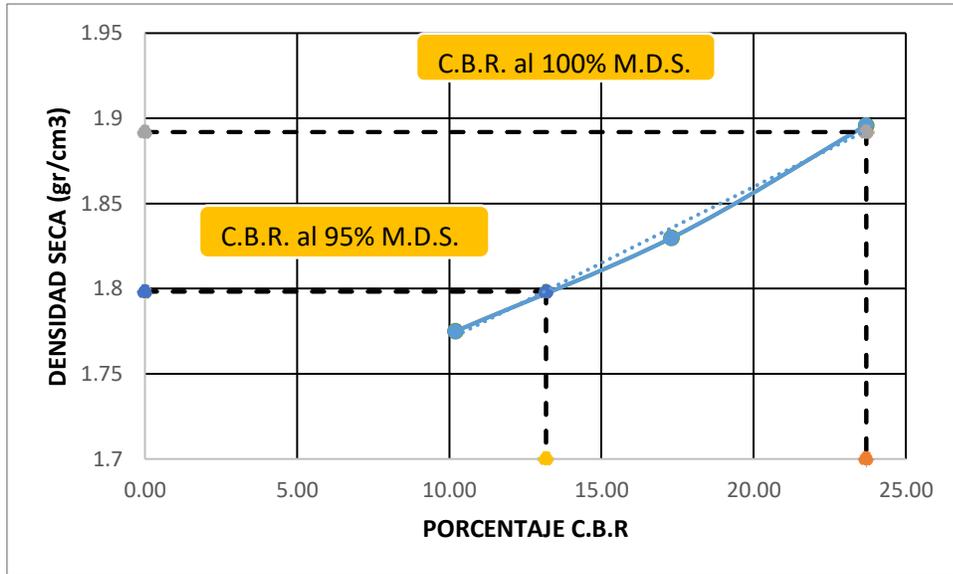


Figura 43: CBR C-3: 90% suelo natural + 10% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

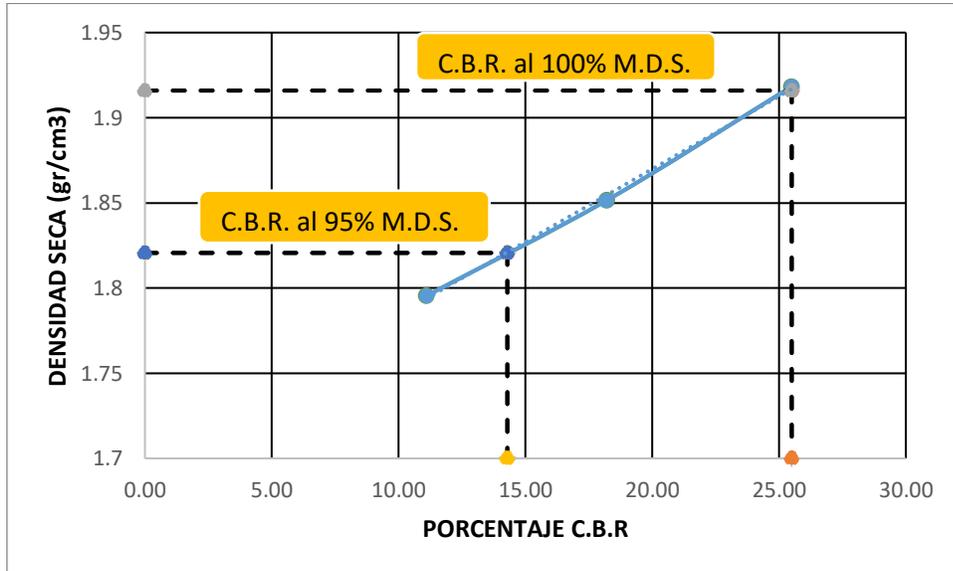


Figura 44: CBR C-3: 85% suelo natural + 15% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

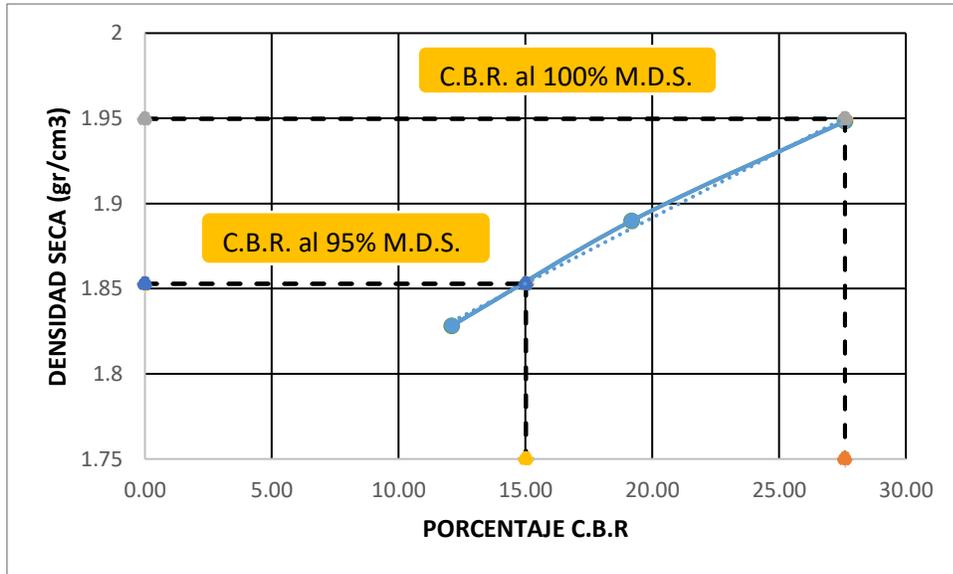


Figura 45: CBR C-3: 80% suelo natural + 20% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

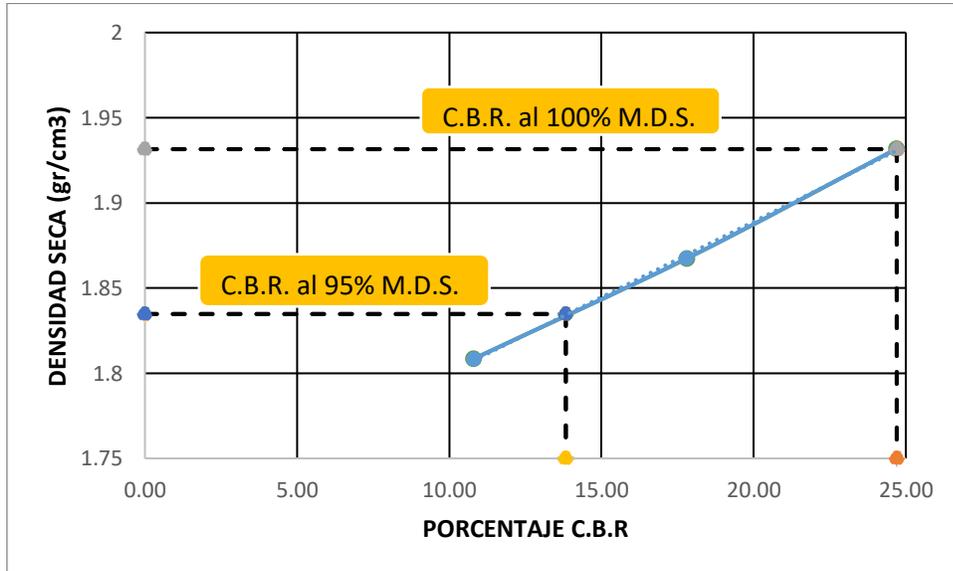


Figura 46: CBR C-4: 90% suelo natural + 10% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

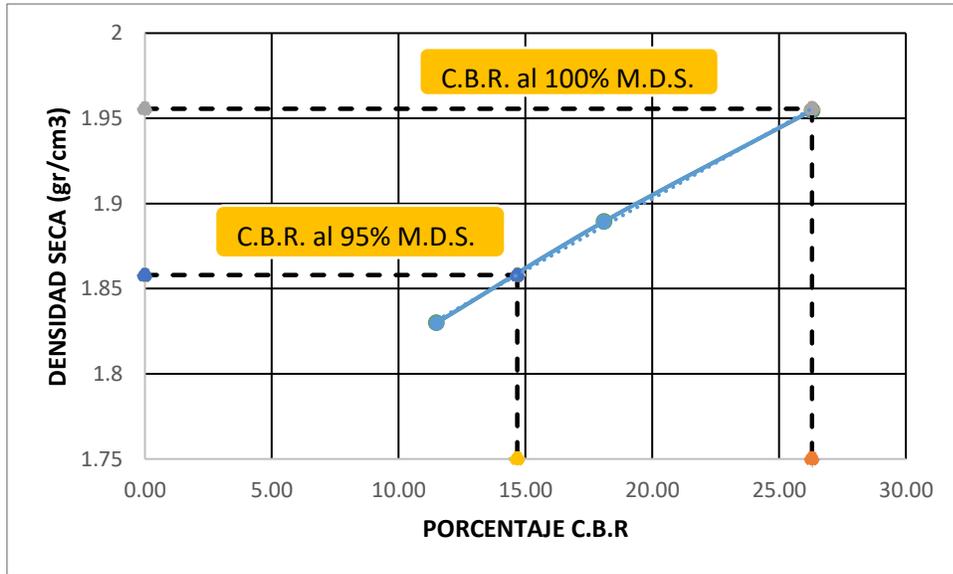


Figura 47: CBR C-4: 85% suelo natural + 15% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

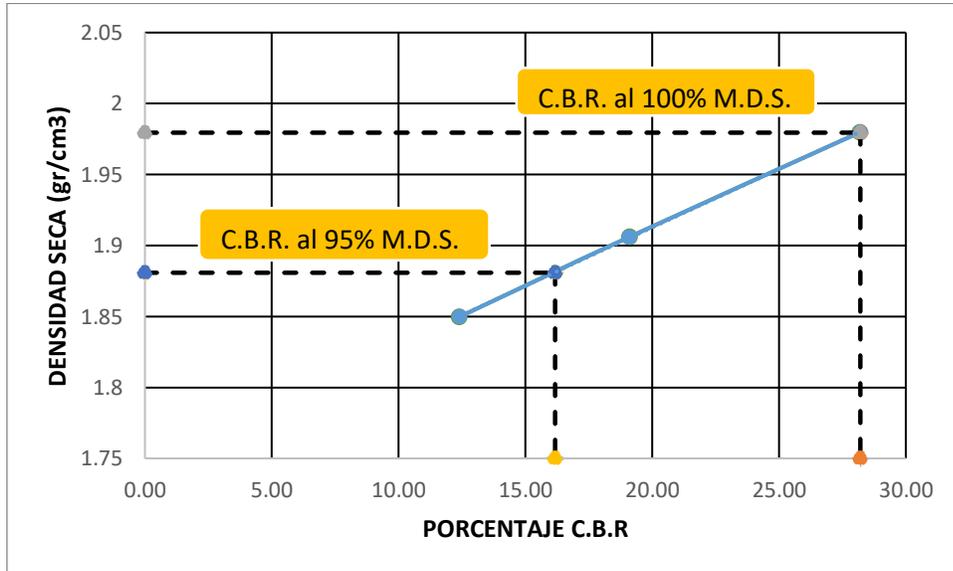


Figura 48: CBR C-4: 80% suelo natural + 20% ceniza de alcanfor (Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos)

Tabla 12 señala que, al 95% de la densidad seca máxima se tiene como resultado un 21.86, 23.70 y 24.10 de CBR de la muestra obtenida de la calicata 1 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% respectivamente, en cuanto a la calicata 2 se tiene como resultado un 12.53, 13.80 y 14.95 de CBR de la muestra obtenida con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% respectivamente, seguidamente con la calicata 3 se tiene como resultado un 13.18, 14.29 y 15.02 de CBR de la muestra obtenida con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% respectivamente y por último en la calicata 4 se tiene como resultado un 13.83, 14.68 y 16.17 de CBR de la muestra obtenida con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% respectivamente.

Con lo que respecta al tercer objetivo específico, los resultados del análisis comparativo entre las características del suelo sin la adición de ceniza de alcanfor y las características del suelo con adición de ceniza de alcanfor, en el camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache. Este análisis comparativo se hizo mediante el método gráfico, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 13: Análisis comparativos – CBR

| Tratamiento                | Resultados de CBR |                            |                            |                            |
|----------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                            | Sin Tratamiento   | +10% de ceniza de alcanfor | +15% de ceniza de alcanfor | +20% de ceniza de alcanfor |
| <b>Calicata 1</b>          | 21.70             | 21.86                      | 23.70                      | 24.10                      |
| <b>Calicata 2</b>          | 12.30             | 12.53                      | 13.80                      | 14.95                      |
| <b>Calicata 3</b>          | 13.00             | 13.18                      | 14.29                      | 15.02                      |
| <b>Calicata 4</b>          | 13.60             | 13.83                      | 14.68                      | 16.17                      |
| <b>Promedio</b>            | 15.150            | 15.348                     | 16.617                     | 17.560                     |
| <b>Desviación Estándar</b> | 4.40              | 4.37                       | 4.74                       | 4.39                       |
| <b>Varianza</b>            | 19.35             | 19.13                      | 22.45                      | 19.30                      |

Fuente: Tecnisu F&F – técnicos en ingeniería de suelos.

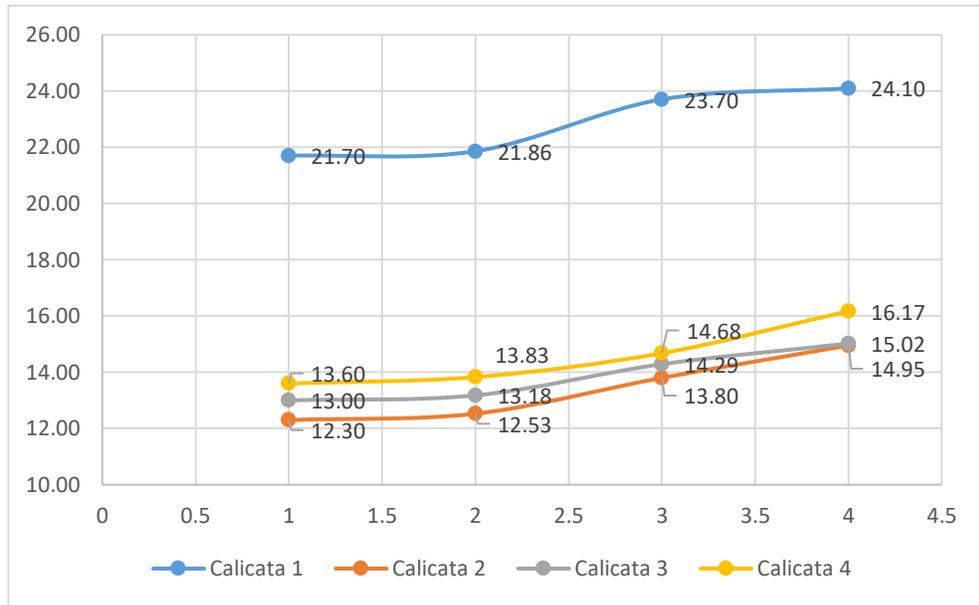


Figura 49: Análisis gráfico de curvas de rendimientos

La tabla 13 y figura 49 análisis gráfico de curvas de rendimientos señala el comparativo de los CBR de las diferentes muestras de cada diseño evaluado como la muestra patrón y las muestras con adición de ceniza de alcanfor al 10%, 15% y 20%. En donde en la calicata 1 se aprecia un claro aumento del CBR a tamaño que se ha ido añadiendo ceniza de alcanfor a la muestra de subrasante, quedando la adición del 20% la que más creció en mayor tamaño el CBR con respecto al valor de la muestra patrón (+2.40). En la calicata 2 se pues apreciar un comportamiento semejante del CBR a la calicata 1, quedando la adición del 20% la que más creció en mayor tamaño el CBR con respecto al valor de la muestra patrón (+2.65). En la calicata 3 se pues apreciar un comportamiento semejante del CBR a la calicata 2, quedando la adición del 20% la que más creció en mayor tamaño el CBR con respecto al valor de la muestra patrón (+2.02). En la calicata 4 se pues apreciar un comportamiento semejante del CBR a la calicata 3, quedando la adición del 20% la que más creció en mayor tamaño el CBR con respecto al valor de la muestra patrón (+2.57). El análisis gráfico de curvas de rendimientos permite visualizar el incremento a tamaño que se fueron adicionando la ceniza de alcanfor.

## V. DISCUSIÓN

El presente estudio de investigación permitió investigar el impacto del uso de ceniza de alcanfor como aditivo estabilizador en la subrasante en el camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022; hallando como principal resultado que existe diferencias notables entre las muestras evaluadas antes de la adición de la ceniza de alcanfor a la subrasante y las muestras evaluadas después de la adición de la ceniza de alcanfor principalmente en el mejoramiento de la subrasante de la capacidad de soporte o tenacidad del CBR. Con esto se corrobora la hipótesis propuesta la cual fue que la adición de ceniza de alcanfor influirá positivamente en el mejoramiento de la subrasante del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022. Por otro lado, en el análisis granulométrico las tipologías del suelo sin la adición de ceniza de alcanfor mostro un suelo con grava, arena y finos. El Proctor modificado para la calicata 1 es de 2.06 gr/cm<sup>3</sup> densidad seca máxima y un 9.33% de contenido de humedad óptimo, similar también es para la calicata 2 con 1.86 gr/cm<sup>3</sup> densidad seca máxima y un 17.20% de contenido de humedad óptimo, de igual forma para la calicata 3 con 1.87 gr/cm<sup>3</sup> densidad seca máxima y un 9.21% de contenido de humedad óptimo, por último, para la calicata 4 con 1.90 gr/cm<sup>3</sup> densidad seca máxima y un 9.10% de contenido de humedad óptimo. Por otro lado, en lo que respecta al CBR las muestras de suelo patrón obtenida de las calicatas 1,2,3 y 4 fueron similares en 21.70, 12.30, 13.00 y 13.60 respectivamente. Maluquis y Zegarra (2019) en su indagación en el departamento de Piura, donde tuvo como resultados de densidad seca máxima 1.93 gr/cm<sup>3</sup> y un 11.65% de contenido de humedad óptimo, con un valor de 1.69 de CBR. Estas diferencias son diferentes tipos de terreno donde se hace los estudios. Seguidamente con la aplicación de ceniza de alcanfor a las muestras obtenida de la calicata 1. El diseño fue de 90% de suelo + 10% de ceniza de alcanfor donde el ensayo de Proctor modificado dio valores de 2.06 gr/cm<sup>3</sup> densidad seca máxima y un 9.47% de contenido de humedad óptimo con un

CBR de 21.86 indicando una buena subrasante. El diseño fue de 85% de suelo + 15% de ceniza de alcanfor donde el ensayo de Proctor modificado dio valores de 2.08 gr/cm<sup>3</sup> densidad seca máxima y un 9.95% de contenido de humedad óptimo con un CBR de 23.70 indicando una buena subrasante. El diseño fue de 80% de suelo + 20% de ceniza de alcanfor donde el ensayo de Proctor modificado dio valores de 2.10 gr/cm<sup>3</sup> densidad seca máxima y un 10.14% de contenido de humedad óptimo con un CBR de 24.10 indicando una buena subrasante. Resultados similares se tuvo con la calicata 2 con la adición de ceniza de alcanfor al 10%, 15% y 20% se tuvo una densidad seca máxima de 1.88 gr/cm<sup>3</sup>, 1.90 gr/cm<sup>3</sup> y 1.93 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente y 16.39%, 17.65%, 17.36% de contenido de humedad óptimo respectivamente. Resultados similares se tuvo con la calicata 3 con la adición de ceniza de alcanfor al 10%, 15% y 20% se tuvo una densidad seca máxima de 1.89 gr/cm<sup>3</sup>, 1.92 gr/cm<sup>3</sup> y 1.95 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente y 9.29%, 8.96%, 8.43% de contenido de humedad óptimo respectivamente. Resultados similares se tuvo con la calicata 4 con la adición de ceniza de alcanfor al 10%, 15% y 20% se tuvo una densidad seca máxima de 1.93 gr/cm<sup>3</sup>, 1.96 gr/cm<sup>3</sup> y 1.98 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente y 8.56%, 8.91%, 8.85% de contenido de humedad óptimo respectivamente. La calicata 1 se aprecia un claro aumento del CBR a tamaño que se ha ido añadiendo ceniza de alcanfor quedando la adición del 20% la que más creció en mayor tamaño el CBR (+2.40). En la calicata 2 se aprecia un claro aumento del CBR a tamaño que se ha ido añadiendo ceniza de alcanfor quedando la adición del 20% la que más creció en mayor tamaño el CBR (+2.65). En la calicata 3 se aprecia un claro aumento del CBR a tamaño que se ha ido añadiendo ceniza de alcanfor quedando la adición del 20% la que más creció en mayor tamaño el CBR (+2.02). En la calicata 4 se aprecia un claro aumento del CBR a tamaño que se ha ido añadiendo ceniza de alcanfor quedando la adición del 20% la que más creció en mayor tamaño el CBR (+2.57). con esta afirmación se puede corroborar que ha mediad que se iba aumentando los porcentajes determinados de 10%, 15% y 20% de ceniza de alcanfor el CBR también va

en aumento respectivamente. Estos resultados obtenidos coinciden con los resultados encontrados por Longa y Sánchez (2021) en su investigación realizada en Piura, en lo que se refiere al CBR obtuvieron 20.4, 22.5 y 24.0 con una adición de ceniza de carbón al 5%, 10% y 15% mejorando así su resistencia inicial de 15.50 de CBR, concluyendo que las cenizas de carbón ayudan considerablemente al mejoramiento de la capacidad portante de la subrasante. Goñas (2019) en su investigación realizada en Chachapoyas, donde con la adición al 15%, 20% y 25% donde los resultados del CBR fueron 2.3%, 2.9% y 3.5% respectivamente en la calicata 1 y para la calicata 2 fue de 2.6%, 3.0% y 3.7% respectivamente concluyendo así que la adición de ceniza de influye positivamente en las propiedades del suelo.

Estos datos encontrados con la adición de ceniza de alcanfor se pueden concluir que mejora positivamente la subrasante en su resistencia ofreciéndose como una alternativa de solución para el mejoramiento de suelos y es recomendable esta ceniza de alcanfor su aplicación en diferentes campos que contempla la ingeniería civil, por otra parte también con la utilización de este producto se ayuda a reducir el impacto ambiental.

## VI. CONCLUSIONES

1. Las características del suelo sin la adición de ceniza de alcanfor mostraron, un Proctor modificado que tiene como densidad seca máxima de la muestra obtenida de la calicata 1 tiene como resultado un 2.06 gr/cm<sup>3</sup> y un 9.33% de contenido de humedad óptimo, De igual forma la densidad seca máxima de la muestra obtenida de la calicata 2 tiene como resultado un 1.86 gr/cm<sup>3</sup> y un 17.20% de contenido de humedad óptimo. Seguidamente la densidad seca máxima de la muestra obtenida de la calicata 3 tiene como resultado un 1.87 gr/cm<sup>3</sup> y un 9.21% de contenido de humedad óptimo. Finalmente, la densidad seca máxima de la muestra obtenida de la calicata 4 tiene como resultado un 1.90 gr/cm<sup>3</sup> y un 9.10% de contenido de humedad óptimo. En cuanto al CBR la muestra de la calicata 1 y 2 sin la adición de ceniza de alcanfor mostraron resultados de 21.70 y 12.30 respectivamente, seguidamente con la muestra de la calicata 3 y 4 sin la adición de ceniza de alcanfor mostraron resultados de 13.00 y 13.60 respectivamente.
2. Las características del suelo con la adición de ceniza de alcanfor para la calicata 1 con valores de 10%, 15% y 20% los resultados en cuanto al Proctor modificado fueron valores de densidad seca máxima de 2.06 gr/cm<sup>3</sup>, 2.08 gr/cm<sup>3</sup> y 2.10 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, así como también un 9.47%, 9.95% y 10.14% de contenidos de humedad óptimos respectivamente, con valores de CBR de 21.86, 23.70 y 24.10 respectivamente. De igual forma para la muestra obtenida de la calicata 2 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% los resultados en cuanto al Proctor modificado fueron valores de densidad seca máxima de 1.88 gr/cm<sup>3</sup>, 1.90 gr/cm<sup>3</sup> y 1.93 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, así como también un 16.39%, 17.65% y 17.36% de contenidos de humedad óptimos respectivamente, con valores de CBR de 12.53, 13.80 y 14.95 respectivamente. Seguidamente para la muestra obtenida de la calicata 3 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20%

los resultados en cuanto al Proctor modificado fueron valores de densidad seca máxima de 1.89 gr/cm<sup>3</sup>, 1.92 gr/cm<sup>3</sup> y 1.95 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, así como también un 9.29%, 8.96% y 8.43% de contenidos de humedad óptimos respectivamente, con valores de CBR de 13.18, 14.29 y 15.02 respectivamente. Finalmente, para la muestra obtenida de la calicata 4 con la adición de ceniza de alcanfor al 10% 15% y 20% los resultados en cuanto al Proctor modificado fueron valores de densidad seca máxima de 1.93 gr/cm<sup>3</sup>, 1.96 gr/cm<sup>3</sup> y 1.98 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, así como también un 8.56%, 8.91% y 8.85% de contenidos de humedad óptimos respectivamente con valores de CBR de 13.83, 14.68 y 16.17 respectivamente.

3. En el análisis comparativo, la calicata 1 se aprecia un claro aumento del CBR a tamaño que se ha ido añadiendo ceniza de alcanfor quedando la adición del 20% la que más creció en mayor tamaño el CBR (+2.40). En la calicata 2 se aprecia un claro aumento del CBR a tamaño que se ha ido añadiendo ceniza de alcanfor quedando la adición del 20% la que más creció en mayor tamaño el CBR (+2.65). En la calicata 3 se aprecia un claro aumento del CBR a tamaño que se ha ido añadiendo ceniza de alcanfor quedando la adición del 20% la que más creció en mayor tamaño el CBR (+2.02). En la calicata 4 se aprecia un claro aumento del CBR a tamaño que se ha ido añadiendo ceniza de alcanfor quedando la adición del 20% la que más creció en mayor tamaño el CBR (+2.57). Al ver una varianza entre los valores encontrados de las cuatro calicatas antes de la aplicación y después de la aplicación de ceniza de alcanfor, se concluye que esta ceniza de alcanfor influyo positivamente en el mejoramiento de la subrasante del camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache, Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a futuros indagadores a realizar estudios que investiguen los efectos de la adición de ceniza de alcanfor en el mejoramiento de la subrasante con diferentes características de suelo. Por otro lado, también se recomienda realizar investigaciones con mayores proporciones de adición de ceniza de alcanfor para ver cómo cambian las propiedades del suelo en comparación al con las condiciones originales.
2. Se recomienda el uso de ceniza de alcanfor para mejorar la subrasante ya que los resultados de este estudio revelan que mejoran la resistencia de los suelos en estado natural.
3. Se debe de recomendar que el uso de ceniza de alcanfor es un insumo que esta contribuyendo con el reciclaje y dándole un adecuado uso se puede lograr un impacto ambiental positivo en el medio ambiente; se debe darle importancia a este insumo con fines de ingeniera que es de gran utilidad.

## REFERENCIAS

1. A. Seco, F. Ramírez, L. Miqueleiz, B. García. (2011). Stabilization of expansive soils for use in construction. *Appl Clay Sci*.
2. American Society for Testing and Materials. (1985). *Classification of Soils for Engineering Purposes: Annual Book of ASTM Standards*.
3. Aranda Palma, A. J. (2020). *Propuesta de estabilización del terreno de fundación vial conformada por cenizas volcánicas, con el modelo elástico multicapa de Burmister para el proyecto carretera Puquina – Omate*. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/handle/usil/9857>
4. ASTM C618-12. (2018). Obtenido de Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C618-12A.htm>
5. Ayala Trujillo, T. L. A., Valderrama Cosme J. B. (2020). *Mejoramiento de la Transitabilidad vehicular de la carretera Costanera Huanchaco – Santiago de Cao, La Libertad, 2020*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/65185>
6. Guia Yucra, M. J. (2021). “*Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021*”. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/63841>
7. Guizado Pecho, S. T., Hurtado Inga, M. D. (2021). “*Adición de fragmentos de metal reciclado para determinar la estabilización de la subrasante del circuito vial Azapampa – Huancayo 2021*”. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66019>
8. Hinostroza Arones, M. (2020). “*Mejoramiento de la subrasante utilizando ceniza de fibra de coco en la Avenida 13 de Julio de Manchay, Pachacamac, Lima - 2019*”. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48818>
9. Ipince Cuevas, H. A. (2020). *Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo 2019*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48544>
10. Longa Saavedra, K. I., Sánchez Pozo, L. D. (2021). *Estabilización con cenizas de carbón para mejoramiento de subrasante del Asentamiento Humano, Ciudad del Niño, distrito de Castilla, Piura, 2021*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/80387>
11. López Curay, O. M., Zapata Fassio, J. C. (s.f.). *Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2021*. Obtenido de 2020: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/55758>

12. Manthena, S.L., Boddepalli, K.R. (2022). Effect of tile aggregate and flyash on durability and mechanical properties of self-compacting concrete. *Journal of Building Pathology and Rehabilitation*.
13. MARTINEZ MARQUEZ, D. K. (2019). "MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIZACIÓN EN LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS USANDO PLÁSTICOS RECICLADOS PET EN EL DISTRITO LA ENCANTADA, PROVINCIA DE MORROPON – PIURA 2019". Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2241>
14. Montejo Rodolfo, R., Raymundo Juárez, J. E., Chávez Ancajima, J. S. (2020). *MATERIALES ALTERNATIVOS PARA ESTABILIZAR SUELOS: EL USO DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN VÍAS DE BAJO TRÁNSITO DE PIURA*. Obtenido de <https://doi.org/10.26495/tzh.v12i1.1251>
15. Munirwan, R.P., Taha, M.R., Taib, A.M., Munirwansyah, M. (2022). Shear Strength Improvement of Clay Soil Stabilized by Coffee Husk Ash. *Applied Sciences (Switzerland)*.
16. Muzamir Hasan, Muhammad Syamsul Imran Zaini, Ling Sin Yie, Khairil Azman Masri, Ramadhansyah Putra Jaya, Masayuki Hyodo, Michael James Winter. (2021). *Effect of optimum utilization of silica fume and eggshell ash to the engineering properties of expansive soil*. Obtenido de Journal of Materials Research and Technology: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785421006864>
17. P. Ghadir, N. Ranjbar. (2018). Clayey soil stabilization using geopolymer and Portland cement. *Constr Build Mater*.
18. Palacios Chuquiruna, R., Villalobos Ascurra, J. G. (2021). "Estabilización del suelo adicionando Cal para Mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km0+100 al km1+100, Jaén 2021.". Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/80432>
19. Reis, J.B., Pelisser, G., Levandoski, W.M.K., Silveira, A.A., Korf, E.P. (2022). Experimental investigation of binder based on rice husk ash and eggshell lime on soil stabilization under acidic attack. *Scientific Reports*.
20. Salas Palacios, F. F. (2022). *Mejoramiento de la subrasante del camino vecinal San Gabriel incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Abancay Apurímac 2022*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/28437>
21. Y. Liu, C.W. Chang, A. Namdar, Y. She, C.H. Lin, X. Yuan, et al. (2019). Stabilization of expansive soil using cementing material from rice husk ash and calcium carbide residue. *Constr Build Mater*.

## **ANEXOS**

| MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES             |   |   |  |   |                    |
|---|---|---|--|---|--------------------|
| VARIABLE  | DEFINICION CONCEPTUAL   | DEFINICION OPERACIONAL  | DIMENSIONES  | INDICADORES   | ESCALA DE MEDICION |
| <b>Independiente:</b><br>Ceniza de alcanfor.          | Pues estos métodos químicos, mecánicos, físicos o biológicos se aplican cuando un suelo se encuentra en estado natural para cambiar estas propiedades y ser utilizados con fines de ingeniería, como la adición de ceniza de alcanfor pues este producto se obtiene de quema de la leña del alcanfor. | Esta variable se mide con un porcentaje de adición de ceniza de alcanfor a las muestras de suelo. | Sin adición de ceniza de alcanfor.   | 0% de la ceniza de alcanfor.  | Nominal            |
|   |   |   | Con adición de ceniza de alcanfor.   | 10%, 15% y 20% de la ceniza de alcanfor.  |                    |
| <b>Dependiente:</b><br>Mejoramiento de la subrasante. | Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) se define como la mejora de las propiedades del suelo mediante la adición o combinación de insumos compuestos o naturales.  | Esta variable se medirá en base a ensayos de laboratorio las propiedades del suelo.               | Estudio de mecánica de suelos:<br>Análisis granulométrico, Límites de Attenberg, Proctor Modificado y CBR. | Clasificación de suelos por AASHTO y SUCS; LL, LP e IP; Optimo contenido de humedad, máxima densidad seca; % CBR. |                    |

Fuente: *Elaboración propia*

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

| <b>PROBLEMAS</b>   | <b>OBJETIVOS</b>  | <b>HIPOTESIS</b>   | <b>VARIABLES</b>               |
|--|---|--|--------------------------------|
| <b>PROBLEMAS GENERAL</b>   | <b>OBJETIVO GENERAL</b>   | <b>HIPOTESIS GENERAL</b>   | <b>V. INDEPENDIENTE</b>        |
| ¿De qué manera influirá la adición de ceniza de alcanfor en el mejoramiento de la subrasante del camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022? | Determina el efecto de la adición de ceniza de alcanfor en el mejoramiento de la subrasante del camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022. | La adición de ceniza de alcanfor influirá positivamente en el mejoramiento de la subrasante del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022. | Ceniza de alcanfor.            |
| <b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>   | <b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>  | <b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b>   | <b>V. DEPENDIENTE</b>          |
| ¿Cuáles serán las características de la subrasante sin la adición de ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022?     | Determinar las características de la subrasante sin la adición de ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022.       | Las características de la subrasante serían pobres sin la adición de la ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022.  | Mejoramiento de la subrasante. |
| ¿Cuáles serán las características de la subrasante con la adición de ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba,                 | Determinar las características de la subrasante con la adición de ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo,                                | Las características de la subrasante serían buenas con la adición de la ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba,              |                                |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Piura 2022?  | Huancabamba, Piura 2022.   | Piura 2022.  |  |
| ¿Cuál será el estudio comparativo entre las características de la subrasante sin la adición de ceniza de alcanfor con la adición de la ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022? | Determinar el estudio comparativo entre las características de la subrasante sin la adición de ceniza de alcanfor con la adición de la ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022. | El estudio comparativo entre las características de la subrasante sin la adición de ceniza de alcanfor con la adición de la ceniza de alcanfor del camino vecinal Tierras Negra – Ulpamache, distrito de Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022 demostraría la influencia de la ceniza de alcanfor en el mejoramiento de la subrasante. |  |

Fuente: *Elaboración propia*



# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 688896 - JAEN

## REGISTRO DE PERFORACIONES

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
PERFORACION : C - 01 - KM 0+000  
FECHA : OCTUBRE - 2022

| COTA (m) | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLO   | NATURALEZA DEL TERRENO  | MUESTRAS | OBSERVACIO. |
|----------|-----------------|---|---|----------|-------------|
|          | 0.00            |   | Material conformado por gravas limosas de color beige claro de consistencia suelta de baja plasticidad. Con humedad natural de 9.03%.<br>L.L : 23.97<br>L.P : 21.24<br>I.P : 2.73 | M - 1    |             |
|          | 1.00            |   |   |          |             |
|          |                 |  | PRESENCIA DE ROCA   |          |             |
|          |                 |   |   |          |             |

Registro INDECOPÍ N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS

*Fabian Becerra Rodas*  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292



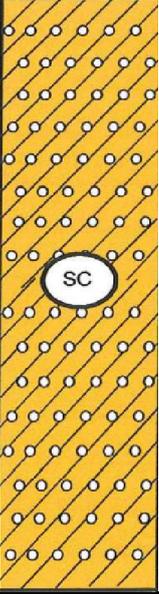
# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: \*688896 - JAEN

## REGISTRO DE PERFORACIONES

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
PERFORACION : C - 02 - KM 0+500  
FECHA : OCTUBRE - 2022

| COTA (m) | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLO  | NATURALEZA DEL TERRENO  | MUESTRAS | OBSERVACIO. |
|----------|-----------------|--|---|----------|-------------|
|          | 0.00            |  | Material conformado por arenas arcillosas de color beige de consistencia semi suelta de mediana a baja plasticidad. Con humedad natural de 19.32%.<br>L.L : 35.52<br>L.P : 19.22<br>I.P : 16.30 | M - 1    |             |
|          | 1.50            |  |   |          |             |
|          |                 |  |   |          |             |

Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS

*Fabian Becerra Rodas*  
Fabian Becerra Rodas  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS

*Ernesto Flores Lozada*  
Ing. Ernesto Flores Lozada  
CIP: 76292



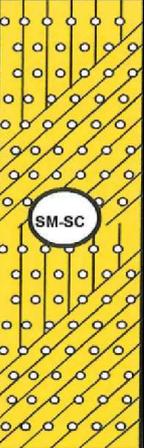
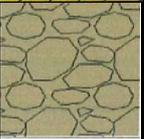
# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976129517 - RPM: \*888898 - JAEN

## REGISTRO DE PERFORACIONES

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
PERFORACION C - 03 - KM 1+000  
FECHA : OCTUBRE - 2022

| COTA (m) | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLO   | NATURALEZA DEL TERRENO  | MUESTRAS | OBSERVACIO. |
|----------|-----------------|---|---|----------|-------------|
|          | 0.00            |   | Material conformado por arenas limosas arcillosas de color griss claro de consistencia semi suelta de mediana a baja plasticidad. Con humedad natural de 8.71%.<br>L.L : 24.28<br>L.P : 18.61<br>I.P : 5.67 | M - 1    |             |
|          | 0.80            |  | PRESENCIA DE ROCA   |          |             |
|          |                 |   |   |          |             |

Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Fabian Becerra Rodas*  
Fabian Becerra Rodas  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
Ing. Ernesto Flores Lozada  
CIP: 76292



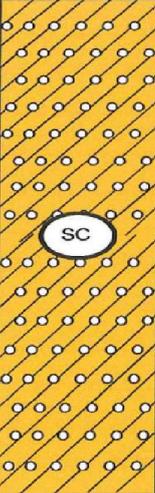
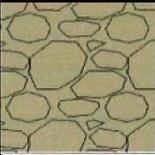
# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: \*688896 - JAEN

## REGISTRO DE PERFORACIONES

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
PERFORACION : C - 04 - KM 1+500  
FECHA : OCTUBRE - 2022

| COTA (m) | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLO   | NATURALEZA DEL TERRENO  | MUESTRAS | OBSERVACIO. |
|----------|-----------------|---|---|----------|-------------|
|          | 0.00            |   | Material conformado por arenas limosas de color beige claro de consistencia suelta de baja plasticidad. Con humedad natural de 9.43%.<br>L.L : 24.17<br>L.P : 21.12<br>I.P : 3.05 | M - 1    |             |
|          | 1.00            |   |   |          |             |
|          |                 |  | PRESENCIA DE ROCA   |          |             |
|          |                 |   |   |          |             |

Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS

  
Fabian Becerra Rodas  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS

  
Ing. Ernesto Flores Lozada  
CIP: 76292



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022

UBICACION : SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA

FECHA : OCTUBRE - 2022

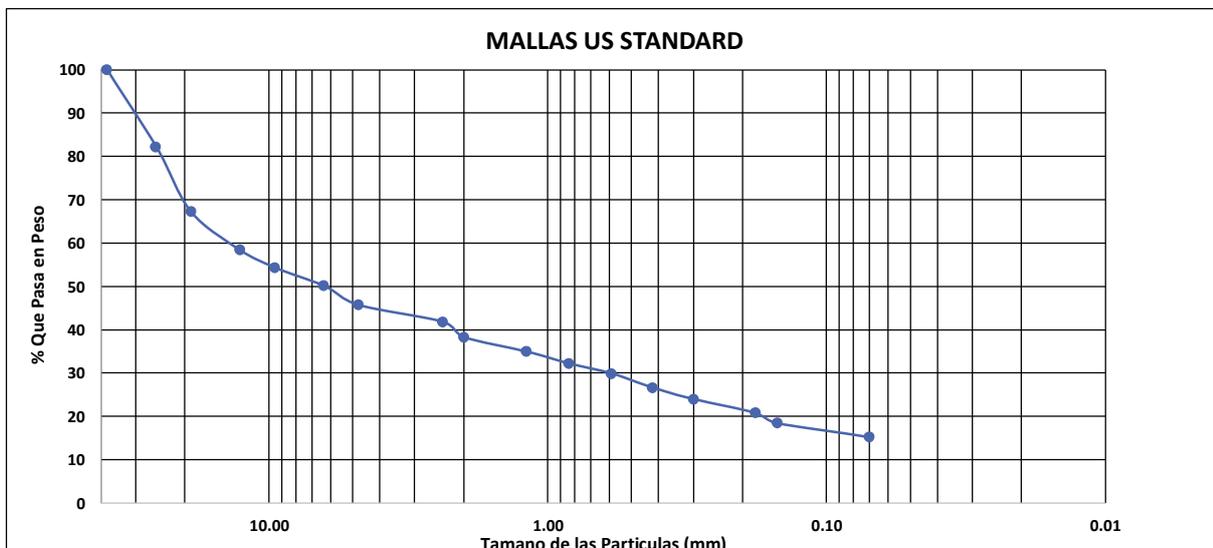
LUGAR : KM 0+000

CALICATA N°: C - 01

M - 1 Ceniza de alcanfor 0%

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                                 |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|--|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |  |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | GM, Gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo. |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      | 100.00     |                  |  |
| 1"             | 25.40 | 475.35        | 17.77              | 17.77                | 82.23      |                  | LL : 23.97   |
| 3/4"           | 19.05 | 399.57        | 14.94              | 32.71                | 67.29      |                  | LP : 21.24   |
| 1/2"           | 12.70 | 237.46        | 8.88               | 41.58                | 58.42      |                  | IP : 2.73  |
| 3/8"           | 9.53  | 108.57        | 4.06               | 45.64                | 54.36      |                  | CLASIFICACION                                      |
| 1/4"           | 6.35  | 111.23        | 4.16               | 49.80                | 50.20      |                  | AASHTO : A - 1 - a (0)                             |
| N° 04          | 4.76  | 119.27        | 4.46               | 54.26                | 45.74      |                  |  |
| N° 08          | 2.38  | 104.67        | 3.91               | 58.17                | 41.83      |                  | Humedad Natural : 9.03%                            |
| N° 10          | 2.00  | 94.28         | 3.52               | 61.69                | 38.31      |                  |  |
| N° 16          | 1.19  | 87.26         | 3.26               | 64.96                | 35.04      |                  | OBSERVACIONES:                                     |
| N° 20          | 0.84  | 74.16         | 2.77               | 67.73                | 32.27      |                  |  |
| N° 30          | 0.59  | 61.88         | 2.31               | 70.04                | 29.96      |                  |  |
| N° 40          | 0.42  | 88.29         | 3.30               | 73.34                | 26.66      |                  |  |
| N° 50          | 0.30  | 70.16         | 2.62               | 75.97                | 24.03      |                  |  |
| N° 80          | 0.18  | 84.15         | 3.15               | 79.11                | 20.89      |                  |  |
| N° 100         | 0.15  | 64.27         | 2.40               | 81.51                | 18.49      |                  |  |
| N° 200         | 0.07  | 85.42         | 3.19               | 84.71                | 15.29      |                  |  |
| <N° 200        |       | 409.12        | 15.29              | 100.00               | 0.00       |                  |  |
| Peso Inicial   |       | 2675.11       |                    |                      |            |                  |  |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Lozad.*  
CIP: 76292

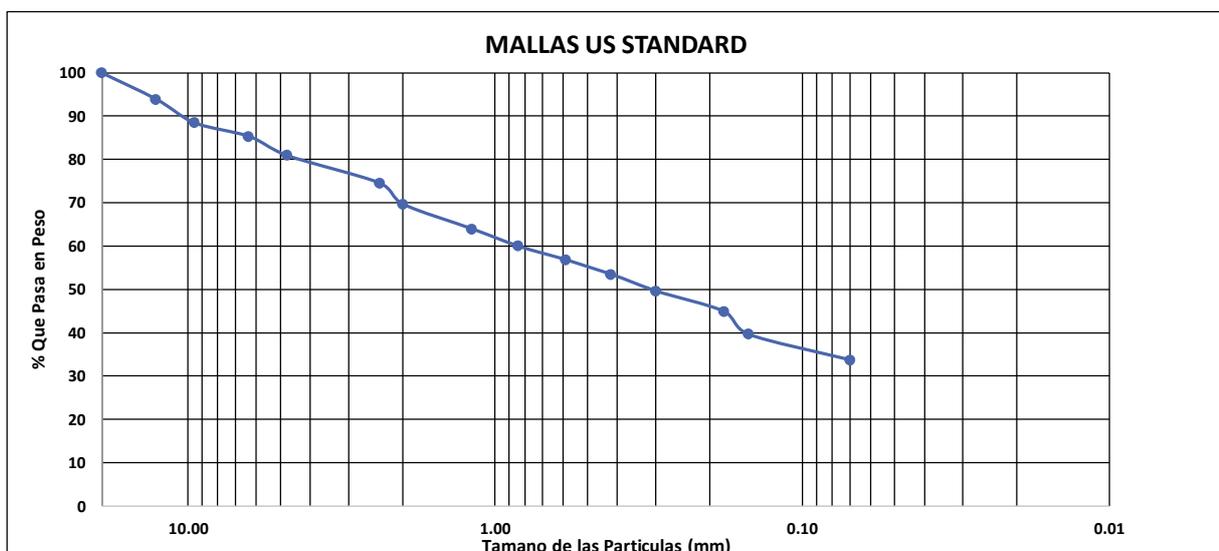


### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE  
ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
LUGAR : KM 0+500  
CALICATA N°: C - 02 M - 1 Ceniza de alcanfor 0% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                          |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|---|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | SM, Arenas limosas, mezcla de arena y limo. |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1"             | 25.40 |               |                    |                      |            |                  | LL : 35.52                                  |
| 3/4"           | 19.05 |               |                    |                      | 100.00     |                  | L.P : 19.22                                 |
| 1/2"           | 12.70 | 41.26         | 6.18               | 6.18                 | 93.82      |                  | I.P : 16.30                                 |
| 3/8"           | 9.53  | 35.42         | 5.31               | 11.49                | 88.51      |                  | CLASIFICACION                               |
| 1/4"           | 6.35  | 21.35         | 3.20               | 14.69                | 85.31      |                  | AASHTO : A - 2 - 6 (0)                      |
| N° 04          | 4.76  | 28.93         | 4.33               | 19.02                | 80.98      |                  |   |
| N° 08          | 2.38  | 42.89         | 6.43               | 25.45                | 74.55      |                  | Humedad Natural : 16.82%                    |
| N° 10          | 2.00  | 32.15         | 4.82               | 30.26                | 69.74      |                  |   |
| N° 16          | 1.19  | 38.75         | 5.81               | 36.07                | 63.93      |                  | OBSERVACIONES:                              |
| N° 20          | 0.84  | 25.93         | 3.88               | 39.95                | 60.05      |                  |   |
| N° 30          | 0.59  | 21.07         | 3.16               | 43.11                | 56.89      |                  |   |
| N° 40          | 0.42  | 22.48         | 3.37               | 46.48                | 53.52      |                  |   |
| N° 50          | 0.30  | 25.67         | 3.85               | 50.33                | 49.67      |                  |   |
| N° 80          | 0.18  | 31.59         | 4.73               | 55.06                | 44.94      |                  |   |
| N° 100         | 0.15  | 34.66         | 5.19               | 60.25                | 39.75      |                  |   |
| N° 200         | 0.07  | 40.19         | 6.02               | 66.27                | 33.73      |                  |   |
| <N° 200        |       | 225.12        | 33.73              | 100.00               | 0.00       |                  |   |
| Peso Inicial   |       | 667.46        |                    |                      |            |                  |   |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022

UBICACION : SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA

FECHA : OCTUBRE - 2022

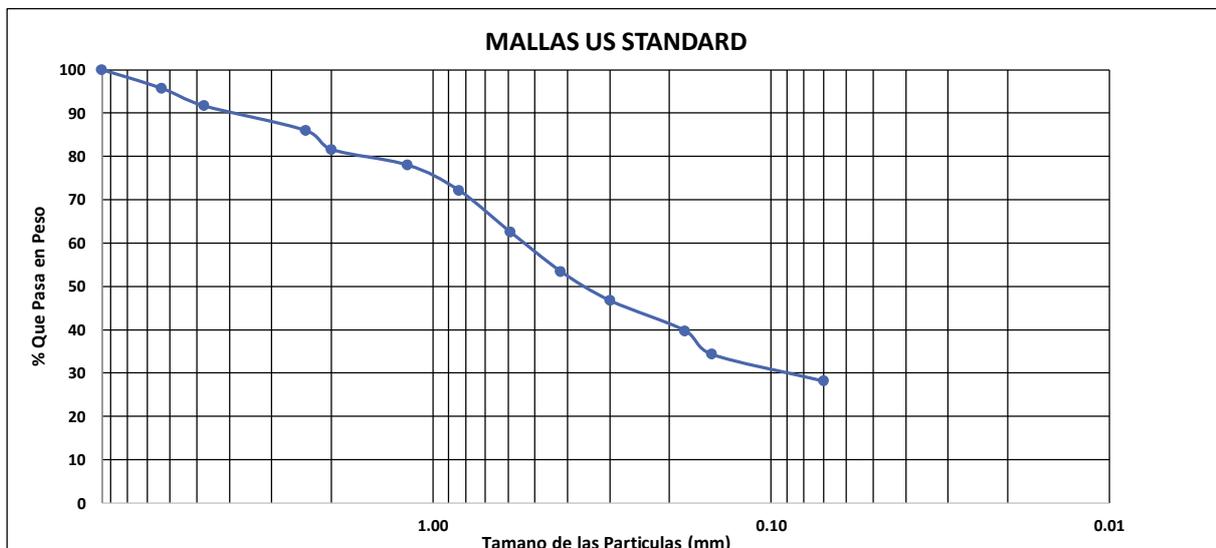
LUGAR : KM 1+000

CALICATA N°: C - 03

M - 1 Ceniza de alcanfor 0%

PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS   |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|--|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |  |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | SM-SC, Arenas limoarcillosas, mezcla de arena, limo y arcilla. |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 1"             | 25.40 |               |                    |                      |            |                  | LL : 24.28   |
| 3/4"           | 19.05 |               |                    |                      |            |                  | L.P : 18.61  |
| 1/2"           | 12.70 |               |                    |                      |            |                  | I.P : 5.67   |
| 3/8"           | 9.53  |               |                    |                      | 100.00     |                  | CLASIFICACION  |
| 1/4"           | 6.35  | 9.45          | 4.29               | 4.29                 | 95.71      |                  | AASHTO : A - 2 - 4 (0)   |
| N° 04          | 4.76  | 8.76          | 3.97               | 8.26                 | 91.74      |                  |  |
| N° 08          | 2.38  | 12.65         | 5.74               | 14.00                | 86.00      |                  | Humedad Natural : 8.71%  |
| N° 10          | 2.00  | 9.71          | 4.41               | 18.41                | 81.59      |                  |  |
| N° 16          | 1.19  | 7.86          | 3.57               | 21.98                | 78.02      |                  | OBSERVACIONES:   |
| N° 20          | 0.84  | 12.77         | 5.79               | 27.77                | 72.23      |                  |  |
| N° 30          | 0.59  | 21.39         | 9.71               | 37.48                | 62.52      |                  |  |
| N° 40          | 0.42  | 19.84         | 9.00               | 46.48                | 53.52      |                  |  |
| N° 50          | 0.30  | 14.81         | 6.72               | 53.20                | 46.80      |                  |  |
| N° 80          | 0.18  | 15.49         | 7.03               | 60.23                | 39.77      |                  |  |
| N° 100         | 0.15  | 11.81         | 5.36               | 65.59                | 34.41      |                  |  |
| N° 200         | 0.07  | 13.56         | 6.15               | 71.74                | 28.26      |                  |  |
| <N° 200        |       | 62.28         | 28.26              | 100.00               | 0.00       |                  |  |
| Peso Inicial   |       | 220.38        |                    |                      |            |                  |  |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Loza*  
CIP: 76292

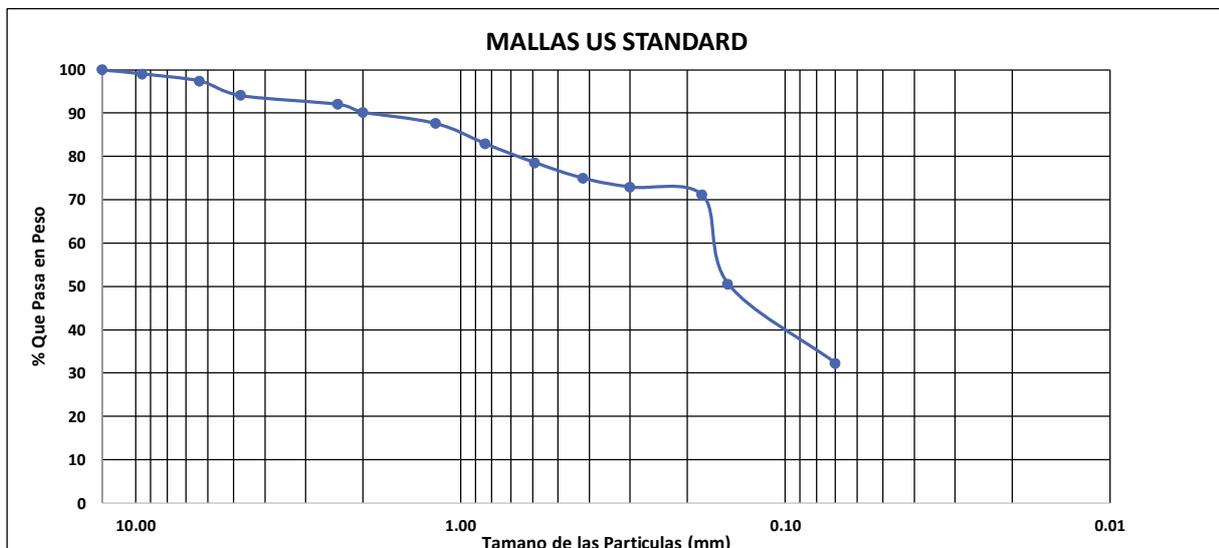


### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE  
ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
LUGAR : KM 1+500  
CALICATA N°: C - 04      M - 1 Ceniza de alcanfor 0%      PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                          |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|---|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | SM, Arenas limosas, mezcla de arena y limo. |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1"             | 25.40 |               |                    |                      |            |                  | LL : 24.17                                  |
| 3/4"           | 19.05 |               |                    |                      |            |                  | L.P : 21.12                                 |
| 1/2"           | 12.70 |               |                    |                      | 100.00     |                  | I.P : 3.05                                  |
| 3/8"           | 9.53  | 1.03          | 0.96               | 0.96                 | 99.04      |                  | CLASIFICACION                               |
| 1/4"           | 6.35  | 1.78          | 1.67               | 2.63                 | 97.37      |                  | AASHTO : A - 2 - 4 (0)                      |
| N° 04          | 4.76  | 3.52          | 3.29               | 5.92                 | 94.08      |                  |   |
| N° 08          | 2.38  | 2.21          | 2.07               | 7.99                 | 92.01      |                  | Humedad Natural : 9.43%                     |
| N° 10          | 2.00  | 1.93          | 1.81               | 9.80                 | 90.20      |                  |   |
| N° 16          | 1.19  | 2.78          | 2.60               | 12.40                | 87.60      |                  | OBSERVACIONES:                              |
| N° 20          | 0.84  | 4.99          | 4.67               | 17.06                | 82.94      |                  |   |
| N° 30          | 0.59  | 4.68          | 4.38               | 21.44                | 78.56      |                  |   |
| N° 40          | 0.42  | 3.81          | 3.56               | 25.01                | 74.99      |                  |   |
| N° 50          | 0.30  | 2.19          | 2.05               | 27.06                | 72.94      |                  |   |
| N° 80          | 0.18  | 2.01          | 1.88               | 28.94                | 71.06      |                  |   |
| N° 100         | 0.15  | 21.93         | 20.52              | 49.45                | 50.55      |                  |   |
| N° 200         | 0.07  | 19.52         | 18.26              | 67.71                | 32.29      |                  |   |
| <N° 200        |       | 34.51         | 32.29              | 100.00               | 0.00       |                  |   |
| Peso Inicial   |       | 106.89        |                    |                      |            |                  |   |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

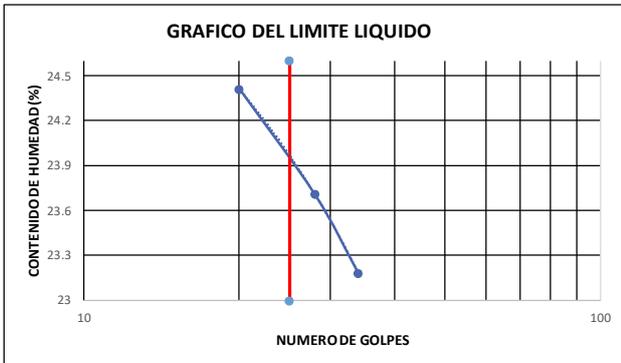
PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1892 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: \*688896 - JAEN

## LIMITES DE ATTERBERG ASTM D-4318 - MTC - E - 111

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 0+000  
 CALICATA N°: C - 01      M - 1 Ceniza de alcanfor 0%      PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.00 |       |       |      |     |     |
| Número de golpes                 | 20          | 28    | 34    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 6           | 5     | 7     | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 40.95       | 44.69 | 49.34 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 35.29       | 35.65 | 42.89 | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 12.1        | 13.18 | 15.06 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 5.66        | 6.04  | 6.45  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 23.19       | 25.47 | 27.83 | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 24.41       | 23.71 | 23.18 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.00 |     |     |      |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 9           | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 19.07       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 18.08       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 13.42       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 0.99        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 4.66        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 21.24       | --- | --- | ---  | --- | --- |



| MUESTRA |       |     |
|---------|-------|-----|
|         | M-1   | --- |
| L.L.    | 23.97 | --- |
| L.P.    | 21.24 | --- |
| I.P.    | 2.73  | --- |

| MUESTRA |      |               |
|---------|------|---------------|
| MUESTRA | SUCS | AASHTO        |
| M - 1   | GM   | A - 1 - a (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
 CIP: 76292



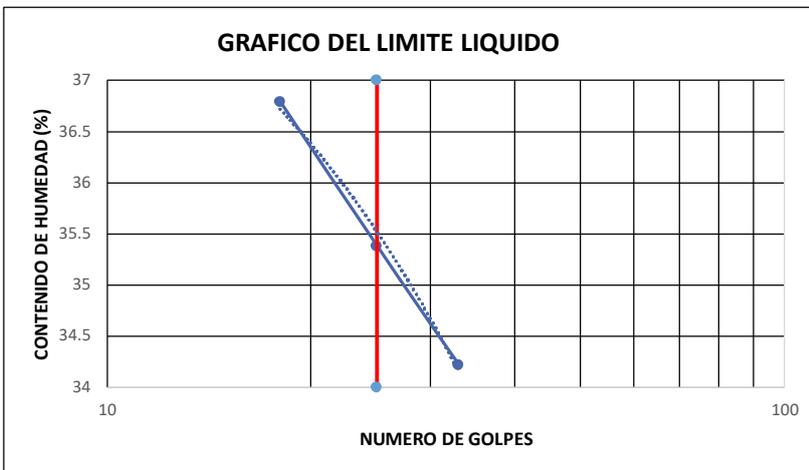
**LIMITES DE ATTERBERG**

**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 0+500  
**CALICATA N°: C - 02                      M - 1 Ceniza de alcanfor 0%                      PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.**

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |       |       | ---- |     |     |
| Número de golpes                 | 18          | 25    | 33    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 13          | 38    | 134   | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 46.12       | 47.18 | 50.33 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 37.86       | 38.43 | 41.06 | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 15.41       | 13.7  | 13.97 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 8.26        | 8.75  | 9.24  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 22.45       | 24.73 | 27.09 | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 36.79       | 35.38 | 34.22 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |     |     | ---- |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 299         | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 20.02       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 19.08       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.19       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 0.94        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 4.89        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 19.22       | --- | --- | ---  | --- | --- |



|      | MUESTRA |     |
|------|---------|-----|
|      | M-1     | --- |
| L.L. | 35.52   | --- |
| L.P. | 19.22   | --- |
| I.P. | 16.30   | --- |

| MUESTRA | MUESTRA |               |
|---------|---------|---------------|
|         | SUCS    | AASHTO        |
| M - 1   | SC      | A - 2 - 6 (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
 CIP: 76292



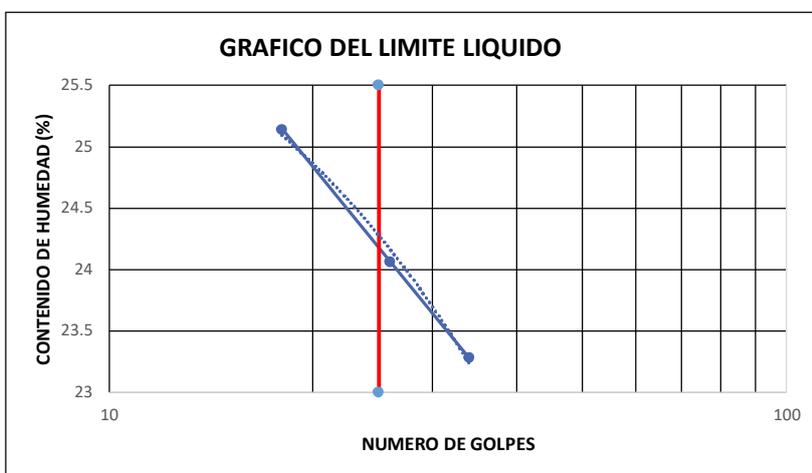
**LIMITES DE ATTERBERG**

**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 1+000  
**CALICATA N°: C - 03 M - 1 Ceniza de alcanfor 0% PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.**

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |       |       | ---- |     |     |
| Número de golpes                 | 18          | 26    | 34    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 304         | 4     | 64    | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 49.15       | 53.8  | 55.78 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 41.99       | 46.4  | 48.07 | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 13.51       | 15.64 | 14.95 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 7.16        | 7.4   | 7.71  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 28.48       | 30.76 | 33.12 | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 25.14       | 24.06 | 23.28 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |     |     | ---- |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 2           | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 20.78       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 19.76       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.28       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 1.02        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 5.48        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 18.61       | --- | --- | ---  | --- | --- |



|      | MUESTRA |     |
|------|---------|-----|
|      | M-1     | --- |
| L.L. | 24.28   | --- |
| L.P. | 18.61   | --- |
| I.P. | 5.67    | --- |

| MUESTRA | MUESTRA |               |
|---------|---------|---------------|
|         | SUCS    | AASHTO        |
| M - 1   | SM-SC   | A - 2 - 4 (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1892 - PUEBLO NUEVO - CEL. 978125517 - RPM: \*688898 - JAEN

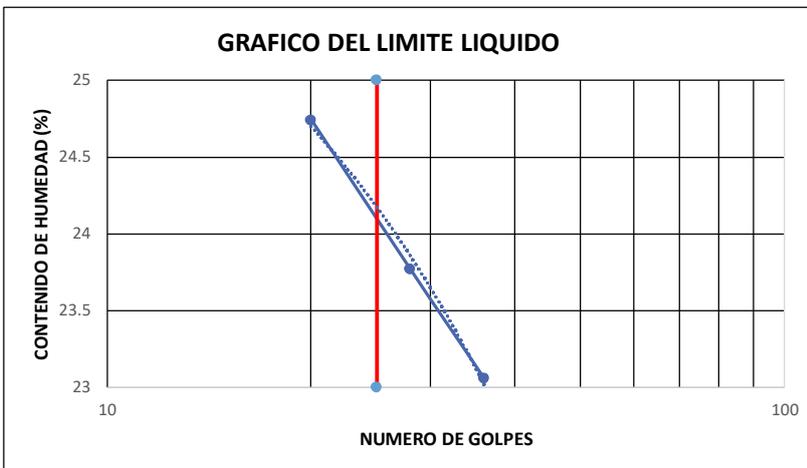
## LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
LUGAR : KM 1+500  
CALICATA N°: C - 04 M - 1 Ceniza de alcanfor 0% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M -1        |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |       |       |      |     |     |
| Número de golpes                 | 20          | 28    | 36    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 299         | 64    | 5     | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 40.21       | 43.59 | 44.56 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 35.05       | 38.09 | 38.68 | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.19       | 14.95 | 13.18 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 5.16        | 5.5   | 5.88  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 20.86       | 23.14 | 25.5  | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 24.74       | 23.77 | 23.06 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M -1        |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |     |     |      |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 135         | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 19.36       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 18.42       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 13.97       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 0.94        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 4.45        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 21.12       | --- | --- | ---  | --- | --- |



|      | MUESTRA |     |
|------|---------|-----|
|      | M-1     | --- |
| L.L. | 24.17   | --- |
| L.P. | 21.12   | --- |
| I.P. | 3.05    | --- |

| MUESTRA | MUESTRA |               |
|---------|---------|---------------|
|         | SUCS    | AASHTO        |
| M - 1   | SM      | A - 2 - 4 (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Fabian Becerra Rodas*  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

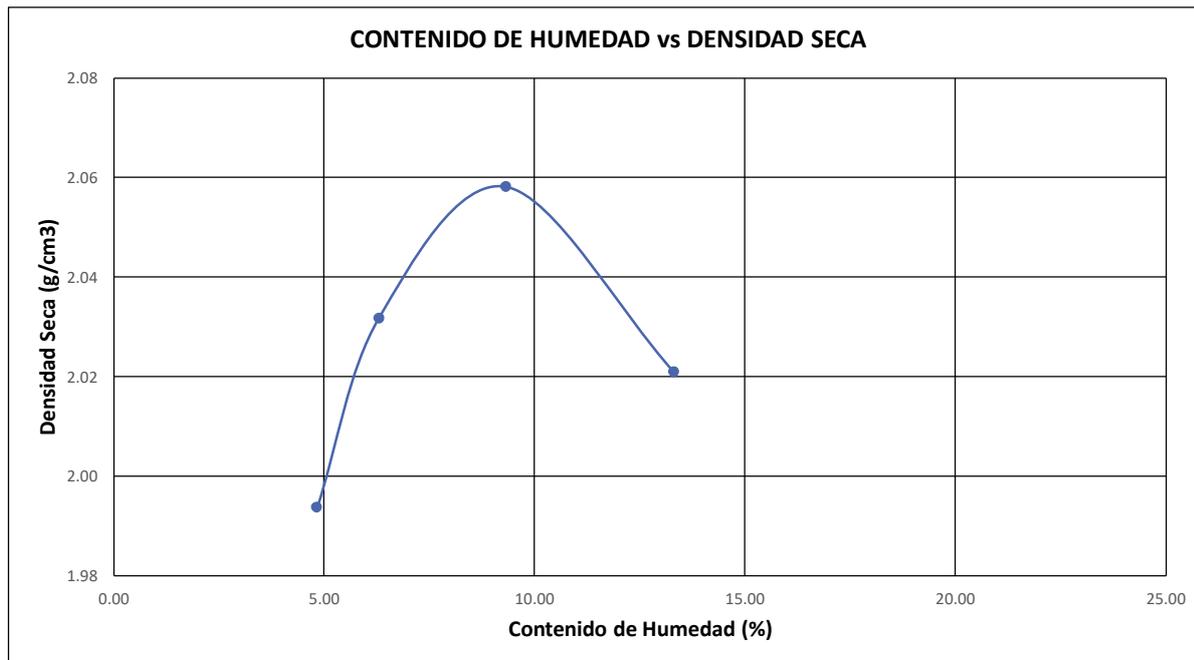
*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| PROCTOR MODIFICADO                 |   | TERRENO NATURAL                      |       |       |       |
|------------------------------------|---|--------------------------------------|-------|-------|-------|
|                                    |   | MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 0% |       |       |       |
|                                    |   | CALICATA: C - 01                     |       |       |       |
| MOLDE N°                           | : |                                      |       |       |       |
| VOLUMEN                            | : | 2135 cm3                             | ---   | pie3  |       |
| METODO DE COMPACTACION             | : | AASHTO T - 180 D                     |       |       |       |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)   |   | 6907                                 | 7057  | 7249  | 7334  |
| .- Peso de Molde (g)               |   | 2445                                 | 2445  | 2445  | 2445  |
| .- Peso Suelo Humedo (g)           |   | 4462                                 | 4612  | 4804  | 4889  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)     |   | 2.09                                 | 2.16  | 2.25  | 2.29  |
| .- Recipiente N°                   |   | 1                                    | 3     | 7     | 9     |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g) |   | 49.35                                | 53.9  | 57.06 | 57.6  |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)   |   | 47.66                                | 51.62 | 53.48 | 52.41 |
| .- Tara (g)                        |   | 12.66                                | 15.48 | 15.06 | 13.42 |
| .- Peso de Agua (g)                |   | 1.69                                 | 2.28  | 3.58  | 5.19  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)          |   | 35                                   | 36.14 | 38.42 | 38.99 |
| .- Contenido de Agua (%)           |   | 4.83                                 | 6.31  | 9.32  | 13.31 |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm3)   |   | 1.99                                 | 2.03  | 2.06  | 2.02  |

Maxima Densidad Seca : 2.06 gr/cm3  
Óptimo Contenido de Humedad : 9.33 %



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TÉCNICO LABORATORISTA

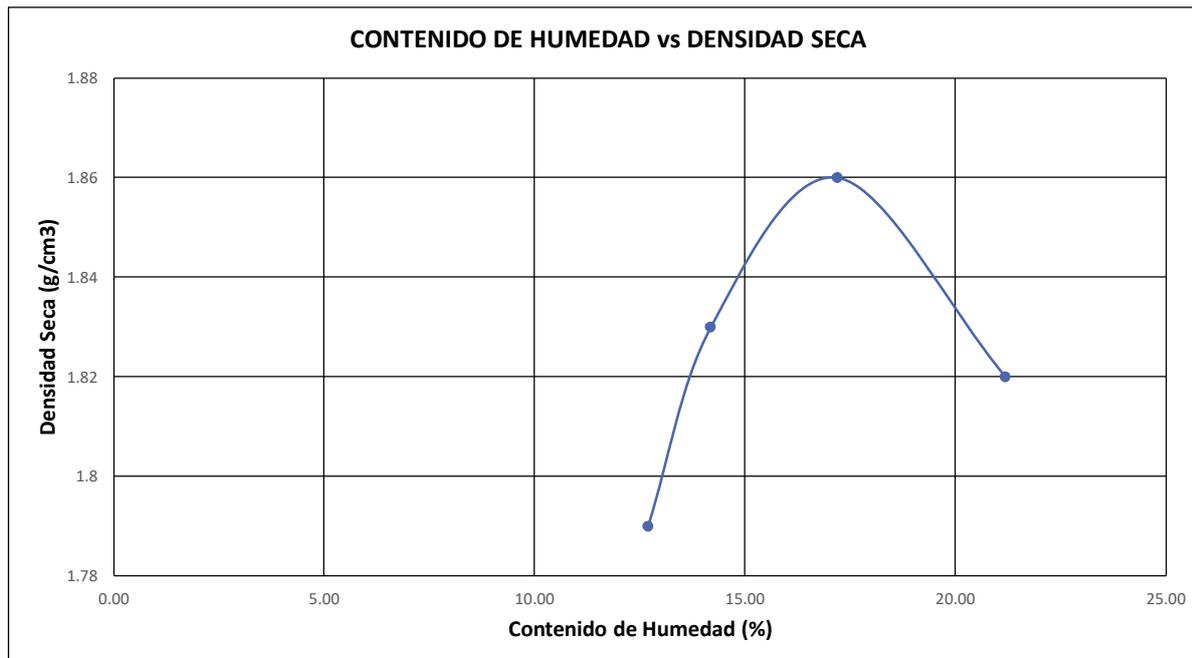
TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| PROCTOR MODIFICADO                            |   | TERRENO NATURAL                      |       |                  |       |
|---|---|--------------------------------------|-------|------------------|-------|
|   |   | MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 0% |       |                  |       |
|   |   | CALICATA: C - 02                     |       |                  |       |
| MOLDE N°                                      | : |                                      |       |                  |       |
| VOLUMEN                                       | : | 2135 cm <sup>3</sup>                 | ---   | pie <sup>3</sup> |       |
| METODO DE COMPACTACION                        | : | AASHTO T - 180 D                     |       |                  |       |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)              |   | 6758                                 | 6907  | 7099             | 7163  |
| .- Peso de Molde (g)                          |   | 2445                                 | 2445  | 2445             | 2445  |
| .- Peso Suelo Humedo (g)                      |   | 4313                                 | 4462  | 4654             | 4718  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)                |   | 2.02                                 | 2.09  | 2.18             | 2.21  |
| .- Recipiente N°                              |   | 2                                    | 5     | 6                | 12    |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)            |   | 54.36                                | 55.75 | 56.46            | 61.62 |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)              |   | 49.85                                | 50.46 | 49.95            | 53.12 |
| .- Tara (g)                                   |   | 14.28                                | 13.18 | 12.1             | 12.99 |
| .- Peso de Agua (g)                           |   | 4.51                                 | 5.29  | 6.51             | 8.50  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)                     |   | 35.57                                | 37.28 | 37.85            | 40.13 |
| .- Contenido de Agua (%)                      |   | 12.70                                | 14.19 | 17.20            | 21.18 |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> ) |   | 1.79                                 | 1.83  | 1.86             | 1.82  |

Maxima Densidad Seca : 1.86 gr/cm<sup>3</sup>  
Óptimo Contenido de Humedad : 17.2 %



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
Fabian Becerra Rodas  
TÉCNICO LABORATORISTA

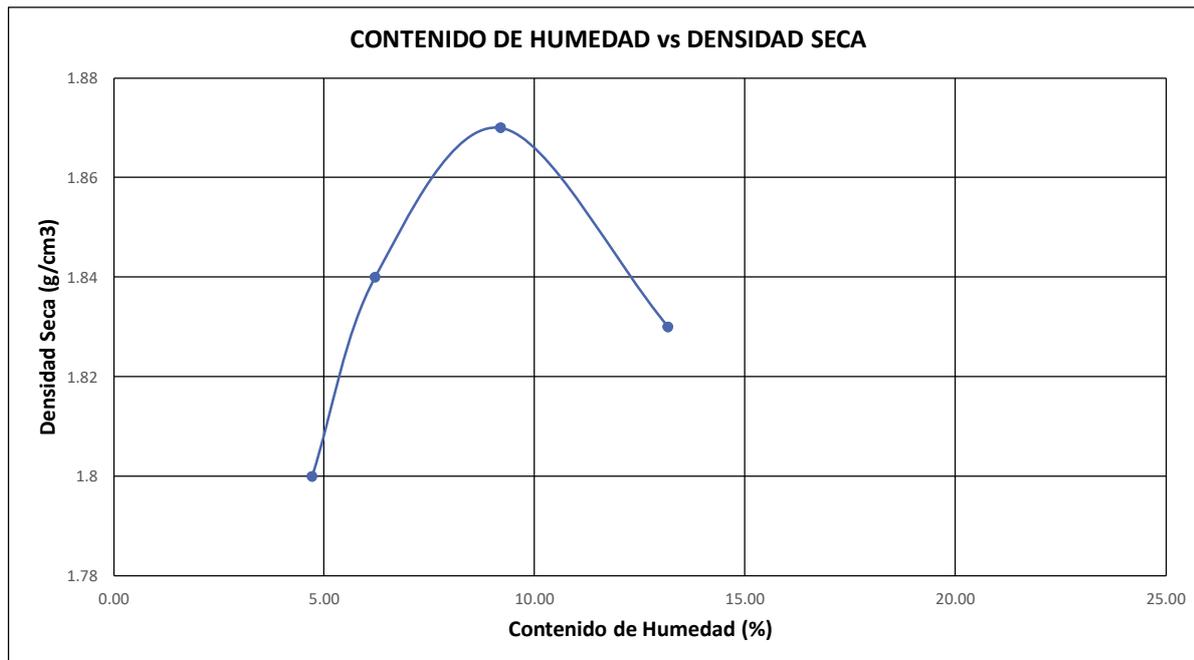
TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ernesto Flores Lozada*  
Ing. Ernesto Flores Lozada  
CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| PROCTOR MODIFICADO                            |   | TERRENO NATURAL                      |       |                  |       |
|---|---|--------------------------------------|-------|------------------|-------|
|   |   | MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 0% |       |                  |       |
|   |   | CALICATA: C - 03                     |       |                  |       |
| MOLDE N°                                      | : |                                      |       |                  |       |
| VOLUMEN                                       | : | 2135 cm <sup>3</sup>                 | ---   | pie <sup>3</sup> |       |
| METODO DE COMPACTACION                        | : | AASHTO T - 180 D                     |       |                  |       |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)              |   | 6459                                 | 6608  | 6800             | 6864  |
| .- Peso de Molde (g)                          |   | 2445                                 | 2445  | 2445             | 2445  |
| .- Peso Suelo Humedo (g)                      |   | 4014                                 | 4163  | 4355             | 4419  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)                |   | 1.88                                 | 1.95  | 2.04             | 2.07  |
| .- Recipiente N°                              |   | 1                                    | 4     | 10               | 13    |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)            |   | 49.31                                | 54.63 | 55.23            | 61.47 |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)              |   | 47.66                                | 52.35 | 51.59            | 56.11 |
| .- Tara (g)                                   |   | 12.66                                | 15.64 | 12.03            | 15.41 |
| .- Peso de Agua (g)                           |   | 1.65                                 | 2.28  | 3.64             | 5.36  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)                     |   | 35                                   | 36.71 | 39.56            | 40.7  |
| .- Contenido de Agua (%)                      |   | 4.71                                 | 6.21  | 9.20             | 13.17 |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> ) |   | 1.8                                  | 1.84  | 1.87             | 1.83  |

Maxima Densidad Seca : 1.87 gr/cm<sup>3</sup>  
Óptimo Contenido de Humedad : 9.21 %



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
Fabián Becerra Rodas  
TÉCNICO LABORATORISTA

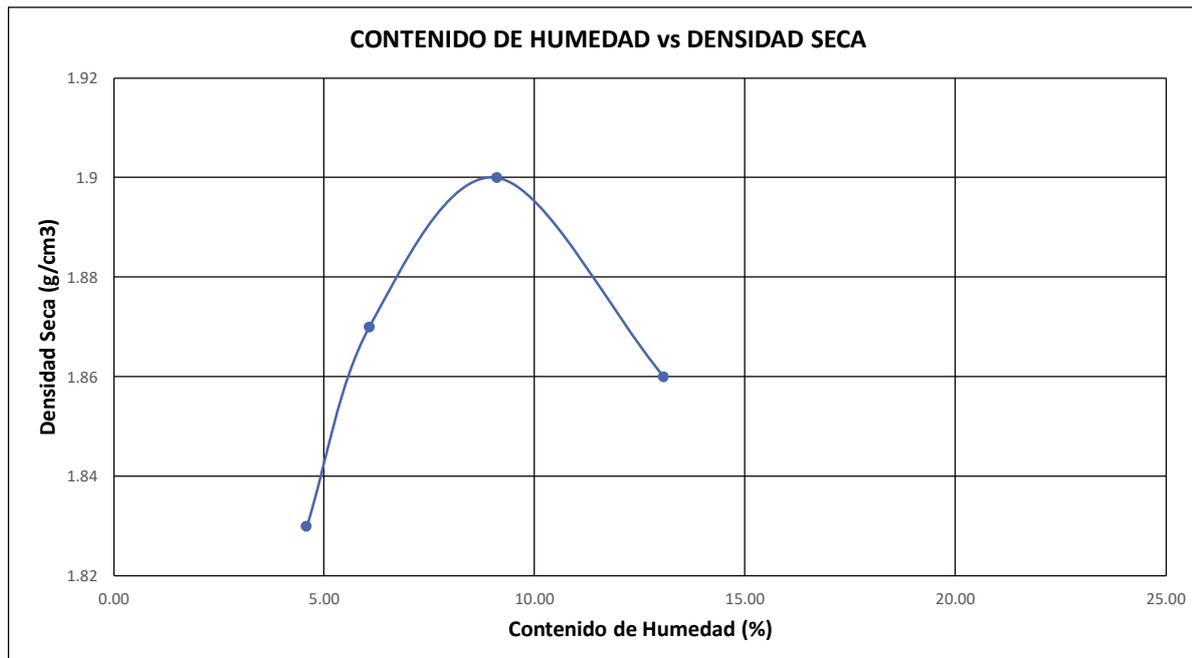
TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
Ing. Ernesto Flores Lozada  
CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| PROCTOR MODIFICADO                            |   | TERRENO NATURAL                      |       |                  |       |
|---|---|--------------------------------------|-------|------------------|-------|
|   |   | MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 0% |       |                  |       |
|   |   | CALICATA: C - 04                     |       |                  |       |
| MOLDE N°                                      | : |                                      |       |                  |       |
| VOLUMEN                                       | : | 2135 cm <sup>3</sup>                 | ---   | pie <sup>3</sup> |       |
| METODO DE COMPACTACION                        | : | AASHTO T - 180 D                     |       |                  |       |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)              |   | 6523                                 | 6672  | 6864             | 6929  |
| .- Peso de Molde (g)                          |   | 2445                                 | 2445  | 2445             | 2445  |
| .- Peso Suelo Humedo (g)                      |   | 4078                                 | 4227  | 4419             | 4484  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)                |   | 1.91                                 | 1.98  | 2.07             | 2.1   |
| .- Recipiente N°                              |   | 5                                    | 12    | 38               | 7     |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)            |   | 52.17                                | 55.56 | 58.73            | 58.5  |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)              |   | 50.46                                | 53.12 | 54.97            | 53.48 |
| .- Tara (g)                                   |   | 13.18                                | 12.99 | 13.7             | 15.06 |
| .- Peso de Agua (g)                           |   | 1.71                                 | 2.44  | 3.76             | 5.02  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)                     |   | 37.28                                | 40.13 | 41.27            | 38.42 |
| .- Contenido de Agua (%)                      |   | 4.59                                 | 6.08  | 9.11             | 13.07 |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> ) |   | 1.83                                 | 1.87  | 1.9              | 1.86  |

Maxima Densidad Seca : 1.90 gr/cm<sup>3</sup>  
Óptimo Contenido de Humedad : 9.10 %



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
Fabian Becerra Rodas  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
Ing. Ernesto Flores Lozada  
CIP: 76292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
 ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 LUGAR : KM 0+000  
 CALICATA N°: C - 01 M - 1 Ceniza de alcanfor 0% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| C.B.R.                          |           |        |           |        |           |        |
|---------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MUESTRA N°                      | 6         |        | 11        |        | 13        |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA           | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA            | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)   | 11,056    | 11,137 | 11,027    | 11,140 | 10,932    | 11,157 |
| PESO DEL MOLDE (g)              | 6,230     | 6,230  | 6,325     | 6,325  | 6,385     | 6,385  |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g)       | 4,826     | 4,907  | 4,702     | 4,815  | 4,547     | 4,772  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)           | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)         | 2.25      | 2.29   | 2.19      | 2.25   | 2.12      | 2.23   |
| CAPSULA N°                      | 5         | 7      | 9         | 12     | 13        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g) | 99.31     | 107.85 | 106.00    | 108.58 | 93.42     | 119.42 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)   | 92.56     | 99.46  | 98.41     | 99.38  | 87.25     | 107.34 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)      | 6.75      | 8.39   | 7.59      | 9.20   | 6.17      | 12.08  |
| PESO DE CAPSULA (g)             | 20.20     | 20.50  | 20.36     | 21.30  | 21.56     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)          | 72.36     | 78.96  | 78.05     | 78.08  | 65.69     | 84.93  |
| HUMEDAD (%)                     | 9.33      | 10.63  | 9.72      | 11.78  | 9.39      | 14.22  |
| DENSIDAD SECA (g/cm3)           | 2.06      | 2.07   | 2.00      | 2.01   | 1.94      | 1.95   |

| EXPANSION |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|-----------|------|--------|------|-------------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|           | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION   |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|           |      |        |      | mm.         | % |      | mm.       | % |      | mm.       | % |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      | NO REGISTRA |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |

| PENETRACION       |                            |            |      |            |       |             |      |            |       |             |      |            |   |
|-------------------|----------------------------|------------|------|------------|-------|-------------|------|------------|-------|-------------|------|------------|---|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg2) | MOLDE N° 6 |      |            |       | MOLDE N° 11 |      |            |       | MOLDE N° 13 |      |            |   |
|                   |                            | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA       |      | CORRECCION |       | CARGA       |      | CORRECCION |   |
|                   |                            | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura     | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura     | lbs  | lbs/pulg2  | % |
| 0.020             |                            | 20.80      | 243  | 81.00      |       | 15.10       | 177  | 59.00      |       | 9.00        | 105  | 35.00      |   |
| 0.040             |                            | 43.60      | 510  | 170.00     |       | 31.50       | 369  | 123.00     |       | 18.70       | 219  | 73.00      |   |
| 0.060             |                            | 63.60      | 744  | 248.00     |       | 46.20       | 540  | 180.00     |       | 27.40       | 321  | 107.00     |   |
| 0.080             |                            | 83.60      | 978  | 326.00     |       | 60.50       | 708  | 236.00     |       | 36.20       | 423  | 141.00     |   |
| 0.100             | 1000                       | 104.40     | 1221 | 407.00     | 40.70 | 75.60       | 885  | 295.00     | 29.50 | 45.10       | 528  | 176.00     |   |
| 0.200             | 1500                       | 170.00     | 1989 | 663.00     |       | 123.30      | 1443 | 481.00     |       | 73.60       | 861  | 287.00     |   |
| 0.300             |                            | 215.90     | 2526 | 842.00     |       | 156.70      | 1833 | 611.00     |       | 93.30       | 1092 | 364.00     |   |
| 0.400             |                            | 250.50     | 2931 | 977.00     |       | 181.50      | 2124 | 708.00     |       | 108.20      | 1266 | 422.00     |   |
| 0.500             |                            | 261.00     | 3054 | 1018.00    |       | 189.20      | 2214 | 738.00     |       | 112.80      | 1320 | 440.00     |   |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Fabian Becerra Rodas  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Ing. Ernesto Flores Loza  
 CIP: 76292



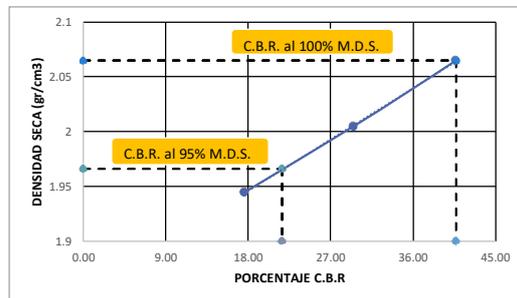
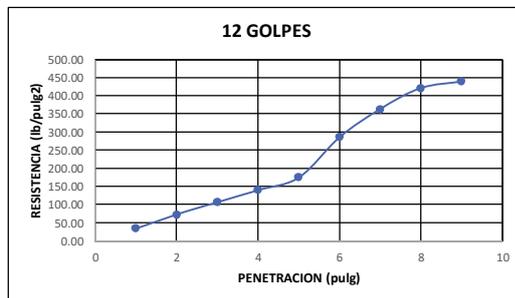
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR,  
SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 0+000  
CALICATA N°: C - 01 M - 1 Ceniza de alcanfor 0% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |      |
|-------------------------|------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 2.06 |
| Humedad Optima %        | 9.33 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 40.70 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 21.70 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 0+500  
CALICATA N°: C - 02 M - 1 Ceniza de alcanfor 0% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.

| C.B.R.                               |           |        |           |        |           |        |
|--------------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MUESTRA N°                           | 1         |        | 5         |        | 9         |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA                | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA                 | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)        | 9,902     | 9,979  | 9,802     | 9,907  | 9,662     | 9,870  |
| PESO DEL MOLDE (g)                   | 5,230     | 5,230  | 5,265     | 5,265  | 5,290     | 5,290  |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g)            | 4,672     | 4,749  | 4,537     | 4,642  | 4,372     | 4,580  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)                | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.18      | 2.22   | 2.12      | 2.17   | 2.04      | 2.14   |
| CAPSULA N°                           | 90        | 100    | 14        | 17     | 20        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)      | 114.52    | 113.59 | 204.37    | 122.44 | 96.39     | 126.10 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)        | 102.07    | 98.98  | 190.63    | 107.10 | 85.05     | 107.34 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)           | 12.45     | 14.61  | 13.74     | 15.34  | 11.34     | 18.76  |
| PESO DE CAPSULA (g)                  | 29.71     | 20.02  | 112.58    | 29.02  | 19.38     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)               | 72.36     | 78.96  | 78.05     | 78.08  | 65.67     | 84.93  |
| HUMEDAD (%)                          | 17.21     | 18.50  | 17.60     | 19.65  | 17.27     | 22.09  |
| DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.86      | 1.87   | 1.80      | 1.81   | 1.74      | 1.75   |

| EXPANSION |      |        |      |           |      |      |           |      |      |           |      |
|-----------|------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
|           | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION |      | DIAL | EXPANSION |      | DIAL | EXPANSION |      |
|           |      |        |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |
|           |      | 0 hrs  | 0.00 |           |      | 0.00 |           |      | 0    |           | 0.00 |
|           |      | 24 hrs | 6.12 | 5.26      |      | 6.52 | 5.61      |      | 6.92 | 6.92      | 5.95 |
|           |      | 48 hrs | 6.20 | 6.2       | 5.33 | 6.69 | 6.69      | 5.75 | 7.01 | 7.01      | 6.03 |
|           |      | 72 hrs | 6.32 | 6.32      | 5.43 | 6.72 | 6.72      | 5.78 | 7.1  | 7.10      | 6.10 |
|           |      | 96 hrs | 6.43 | 6.43      | 5.53 | 6.83 | 6.83      | 5.86 | 7.2  | 7.20      | 6.19 |

| PENETRACION       |   |            |      |                       |       |            |      |                       |       |            |     |                       |      |
|-------------------|---|------------|------|-----------------------|-------|------------|------|-----------------------|-------|------------|-----|-----------------------|------|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> ) | MOLDE N° 1 |      |                       |       | MOLDE N° 5 |      |                       |       | MOLDE N° 9 |     |                       |      |
|                   |   | CARGA      |      | CORRECCION            |       | CARGA      |      | CORRECCION            |       | CARGA      |     | CORRECCION            |      |
|                   |   | Lectura    | lbs  | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | Lectura    | lbs  | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | Lectura    | lbs | lbs/pulg <sup>2</sup> | %    |
| 0.020             |   | 11.00      | 129  | 43.00                 |       | 7.90       | 93   | 31.00                 |       | 4.90       | 57  | 19.00                 |      |
| 0.040             |   | 22.80      | 267  | 89.00                 |       | 16.70      | 195  | 65.00                 |       | 10.00      | 117 | 39.00                 |      |
| 0.060             |   | 33.30      | 390  | 130.00                |       | 24.40      | 285  | 95.00                 |       | 14.60      | 171 | 57.00                 |      |
| 0.080             |   | 43.80      | 513  | 171.00                |       | 31.80      | 372  | 124.00                |       | 19.00      | 222 | 74.00                 |      |
| 0.100             | 1000                                    | 54.90      | 642  | 214.00                | 21.40 | 39.70      | 465  | 155.00                | 15.50 | 23.80      | 279 | 93.00                 | 9.30 |
| 0.200             | 1500                                    | 89.50      | 1047 | 349.00                |       | 64.90      | 759  | 253.00                |       | 39.00      | 456 | 152.00                |      |
| 0.300             |   | 113.60     | 1329 | 443.00                |       | 82.30      | 963  | 321.00                |       | 49.50      | 579 | 193.00                |      |
| 0.400             |   | 131.80     | 1542 | 514.00                |       | 95.40      | 1116 | 372.00                |       | 57.20      | 669 | 223.00                |      |
| 0.500             |   | 137.20     | 1605 | 535.00                |       | 99.50      | 1164 | 388.00                |       | 59.70      | 699 | 233.00                |      |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292



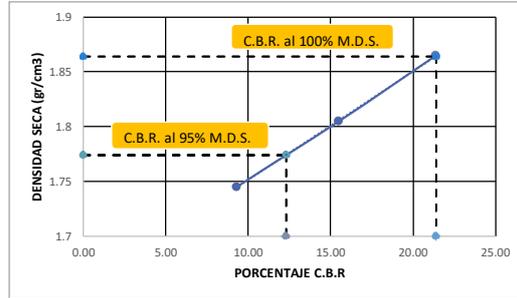
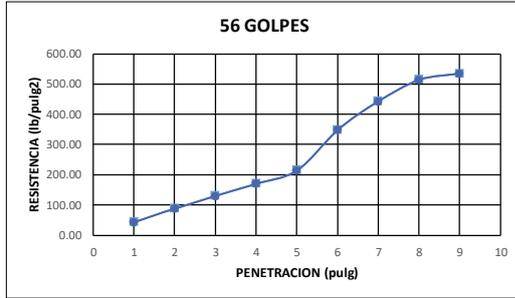
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR,  
SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 0+500  
CALICATA N°: C - 02 M - 1 Ceniza de alcanfor 0% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |       |
|-------------------------|-------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 1.86  |
| Humedad Optima %        | 17.20 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 21.40 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 12.30 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
Fabien Becerra Rojas  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
Ing. Ernesto Flores Lozano  
CIP: 76292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

**MTC - E - 132**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 1+000  
**CALICATA N°: C - 03**                      **M - 1 Ceniza de alcanfor 0%**                      **PROFUNDIDAD: 0.00 - 0.80 mts.**

| <b>C.B.R.</b>                        |                  |               |                  |               |                  |               |
|--------------------------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
| <b>MUESTRA N°</b>                    | <b>2</b>         |               | <b>3</b>         |               | <b>8</b>         |               |
| <b>N° DE GOLPES POR CAPA</b>         | <b>56</b>        |               | <b>25</b>        |               | <b>12</b>        |               |
| <b>CONDICION DE MUESTRA</b>          | <b>SIN MOJAR</b> | <b>MOJADA</b> | <b>SIN MOJAR</b> | <b>MOJADA</b> | <b>SIN MOJAR</b> | <b>MOJADA</b> |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)        | 10,196           | 10,273        | 10,212           | 10,315        | 10,147           | 10,353        |
| PESO DEL MOLDE (g)                   | 5,820            | 5,820         | 5,960            | 5,960         | 6,050            | 6,050         |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g)            | 4,376            | 4,453         | 4,252            | 4,355         | 4,097            | 4,303         |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)                | 2,143            | 2,143         | 2,143            | 2,143         | 2,143            | 2,143         |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.04             | 2.08          | 1.98             | 2.03          | 1.91             | 2.01          |
| CAPSULA N°                           | 60               | 50            | 40               | 30            | 21               | 11            |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)      | 98.98            | 106.50        | 106.24           | 112.48        | 102.97           | 119.32        |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)        | 92.32            | 98.20         | 98.74            | 103.38        | 96.88            | 107.34        |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)           | 6.66             | 8.30          | 7.50             | 9.10          | 6.09             | 11.98         |
| PESO DE CAPSULA (g)                  | 19.96            | 19.24         | 20.69            | 25.30         | 31.21            | 22.41         |
| PESO DE SUELO SECO (g)               | 72.36            | 78.96         | 78.05            | 78.08         | 65.67            | 84.93         |
| HUMEDAD (%)                          | 9.20             | 10.51         | 9.61             | 11.65         | 9.27             | 14.11         |
| DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.87             | 1.88          | 1.81             | 1.82          | 1.75             | 1.76          |

| <b>EXPANSION</b> |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|------------------|------|--------|------|-----------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|                  | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|                  |      |        |      | mm.       | % |      | mm.       | % |      | mm.       | % |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |

| <b>PENETRACION</b> |   |            |      |                       |       |            |      |                       |       |            |     |                       |      |
|--------------------|---|------------|------|-----------------------|-------|------------|------|-----------------------|-------|------------|-----|-----------------------|------|
| PENETRACION pulg.  | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> ) | MOLDE N° 1 |      |                       |       | MOLDE N° 5 |      |                       |       | MOLDE N° 9 |     |                       |      |
|                    |   | CARGA      |      | CORRECCION            |       | CARGA      |      | CORRECCION            |       | CARGA      |     | CORRECCION            |      |
|                    |   | Lectura    | lbs  | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | Lectura    | lbs  | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | Lectura    | lbs | lbs/pulg <sup>2</sup> | %    |
| 0.020              |   | 11.50      | 135  | 45.00                 |       | 8.50       | 99   | 33.00                 |       | 4.90       | 57  | 19.00                 |      |
| 0.040              |   | 24.10      | 282  | 94.00                 |       | 17.40      | 204  | 68.00                 |       | 10.30      | 120 | 40.00                 |      |
| 0.060              |   | 35.10      | 411  | 137.00                |       | 25.40      | 297  | 99.00                 |       | 15.10      | 177 | 59.00                 |      |
| 0.080              |   | 46.20      | 540  | 180.00                |       | 33.30      | 390  | 130.00                |       | 20.00      | 234 | 78.00                 |      |
| 0.100              | 1000                                    | 57.50      | 675  | 225.00                | 22.50 | 41.80      | 489  | 163.00                | 16.30 | 24.90      | 291 | 97.00                 | 9.70 |
| 0.200              | 1500                                    | 94.10      | 1101 | 367.00                |       | 68.20      | 798  | 266.00                |       | 40.50      | 474 | 158.00                |      |
| 0.300              |   | 119.50     | 1398 | 466.00                |       | 86.40      | 1011 | 337.00                |       | 51.50      | 603 | 201.00                |      |
| 0.400              |   | 138.50     | 1620 | 540.00                |       | 100.30     | 1173 | 391.00                |       | 59.70      | 699 | 233.00                |      |
| 0.500              |   | 144.40     | 1689 | 563.00                |       | 104.60     | 1224 | 408.00                |       | 62.30      | 729 | 243.00                |      |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Loza*  
CIP: 76292



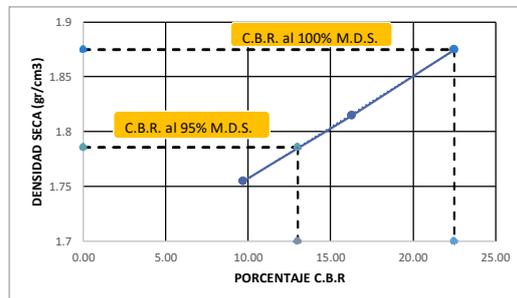
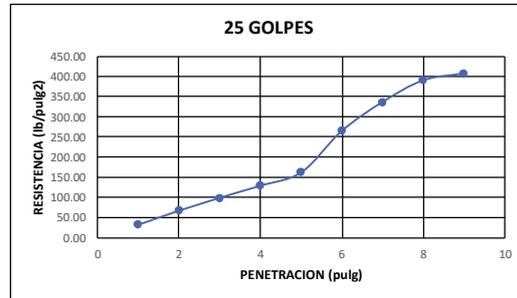
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR,  
SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 1+000  
CALICATA N°: C - 03 M - 1 Ceniza de alcanfor 0% PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |      |
|-------------------------|------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 1.87 |
| Humedad Optima %        | 9.21 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 22.50 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 13.00 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Loza*  
CIP: 75292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**MTC - E - 132**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
 ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 LUGAR : KM 1+500  
**CALICATA N°: C - 04**                      **M - 1 Ceniza de alcanfor 0%**                      **PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.**

| <b>C.B.R.</b>                        |           |        |           |        |           |        |
|--------------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MUESTRA N°                           | 7         |        | 21        |        | 10        |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA                | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA                 | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)        | 9,471     | 9,549  | 9,666     | 9,771  | 9,374     | 9,582  |
| PESO DEL MOLDE (g)                   | 5,029     | 5,029  | 5,348     | 5,348  | 5,210     | 5,210  |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g)            | 4,442     | 4,520  | 4,318     | 4,423  | 4,164     | 4,372  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)                | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.07      | 2.11   | 2.01      | 2.06   | 1.94      | 2.04   |
| CAPSULA N°                           | 90        | 100    | 14        | 17     | 20        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)      | 108.65    | 107.19 | 198.04    | 116.12 | 91.07     | 119.22 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)        | 102.07    | 98.98  | 190.63    | 107.10 | 85.05     | 107.34 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)           | 6.58      | 8.21   | 7.41      | 9.02   | 6.02      | 11.88  |
| PESO DE CAPSULA (g)                  | 29.71     | 20.02  | 112.58    | 29.02  | 19.38     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)               | 72.36     | 78.96  | 78.05     | 78.08  | 65.67     | 84.93  |
| HUMEDAD (%)                          | 9.09      | 10.40  | 9.49      | 11.55  | 9.17      | 13.99  |
| DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.9       | 1.91   | 1.84      | 1.85   | 1.78      | 1.79   |

| <b>EXPANSION</b> |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|------------------|------|--------|------|-------------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|                  | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION   |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|                  |      |        |      | mm.         | % |      | mm.       | % |      | mm.       | % |
|                  |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      | NO REGISTRA |   |      |           |   |      |           |   |
|                  |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |

| <b>PENETRACION</b> |   |               |                |                                  |       |               |                |                                  |       |               |                |                                  |   |
|--------------------|---|---------------|----------------|----------------------------------|-------|---------------|----------------|----------------------------------|-------|---------------|----------------|----------------------------------|---|
| PENETRACION pulg.  | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> ) | MOLDE N° 1    |                |                                  |       | MOLDE N° 5    |                |                                  |       | MOLDE N° 9    |                |                                  |   |
|                    |   | CARGA Lectura | CORRECCION lbs | CORRECCION lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | CARGA Lectura | CORRECCION lbs | CORRECCION lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | CARGA Lectura | CORRECCION lbs | CORRECCION lbs/pulg <sup>2</sup> | % |
| 0.020              |   | 12.10         | 141            | 47.00                            |       | 8.70          | 102            | 34.00                            |       | 5.10          | 60             | 20.00                            |   |
| 0.040              |   | 25.10         | 294            | 98.00                            |       | 18.20         | 213            | 71.00                            |       | 11.00         | 129            | 43.00                            |   |
| 0.060              |   | 36.90         | 432            | 144.00                           |       | 26.70         | 312            | 104.00                           |       | 15.90         | 186            | 62.00                            |   |
| 0.080              |   | 48.50         | 567            | 189.00                           |       | 35.10         | 411            | 137.00                           |       | 21.00         | 246            | 82.00                            |   |
| 0.100              | 1000                                    | 60.50         | 708            | 236.00                           | 23.60 | 43.80         | 513            | 171.00                           | 17.10 | 26.20         | 306            | 102.00                           |   |
| 0.200              | 1500                                    | 98.70         | 1155           | 385.00                           |       | 71.50         | 837            | 279.00                           |       | 42.60         | 498            | 166.00                           |   |
| 0.300              |   | 125.40        | 1467           | 489.00                           |       | 90.80         | 1062           | 354.00                           |       | 54.10         | 633            | 211.00                           |   |
| 0.400              |   | 145.10        | 1698           | 566.00                           |       | 105.10        | 1230           | 410.00                           |       | 62.80         | 735            | 245.00                           |   |
| 0.500              |   | 151.30        | 1770           | 590.00                           |       | 109.70        | 1284           | 428.00                           |       | 65.40         | 765            | 255.00                           |   |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Fabián Decerra Rodas  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Dr. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76298



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**  
MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR,  
SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 1+500

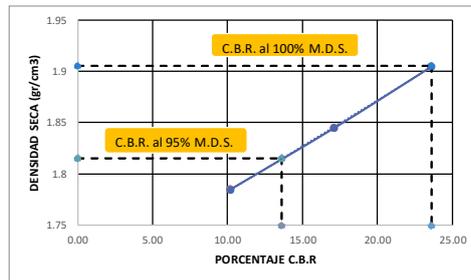
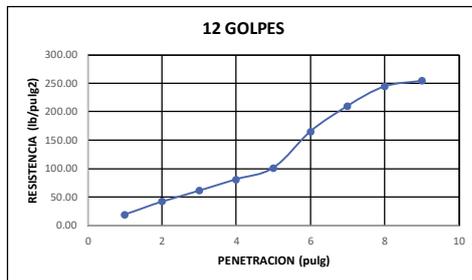
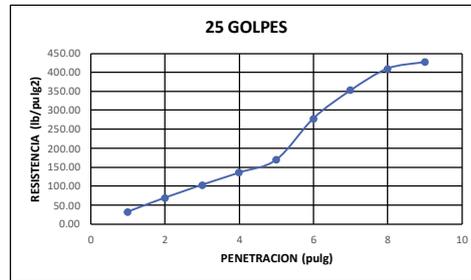
CALICATA N°: C - 04

M - 1 Ceniza de alcanfor 0%

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |      |
|-------------------------|------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 1.90 |
| Humedad Optima %        | 9.10 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 23.60 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 13.60 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76294

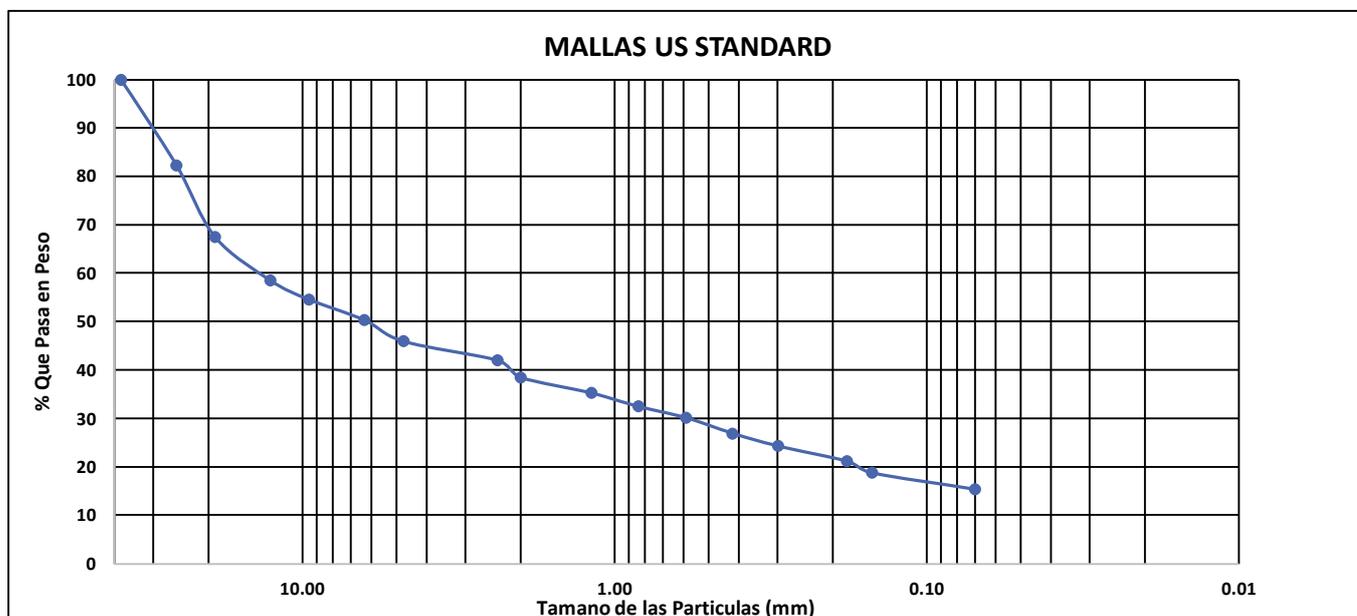


**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

**MTC - E 204**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE  
 ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 0+000  
**CALICATA N°: C - 01                      M - 1 Ceniza de alcanfor 10%                      PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.**

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                                 |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|--|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |  |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | GM, Gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo. |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      | 100.00     |                  |  |
| 1"             | 25.40 | 472.35        | 17.66              | 17.66                | 82.34      |                  | <b>L.L : 23.99</b>                                 |
| 3/4"           | 19.05 | 398.25        | 14.89              | 32.55                | 67.45      |                  | <b>L.P : 21.24</b>                                 |
| 1/2"           | 12.70 | 236.99        | 8.86               | 41.41                | 58.59      |                  | <b>I.P : 2.75</b>                                  |
| 3/8"           | 9.53  | 108.01        | 4.04               | 45.45                | 54.55      |                  | CLASIFICACION                                      |
| 1/4"           | 6.35  | 110.95        | 4.15               | 49.60                | 50.40      |                  | AASHTO : A - 1 - a (0)                             |
| N° 04          | 4.76  | 119.01        | 4.45               | 54.05                | 45.95      |                  |  |
| N° 08          | 2.38  | 104.23        | 3.90               | 57.95                | 42.05      |                  | Humedad Natural : 8.96%                            |
| N° 10          | 2.00  | 94.01         | 3.52               | 61.46                | 38.54      |                  |  |
| N° 16          | 1.19  | 87.23         | 3.26               | 64.72                | 35.28      |                  | <b>OBSERVACIONES:</b>                              |
| N° 20          | 0.84  | 73.96         | 2.77               | 67.49                | 32.51      |                  |  |
| N° 30          | 0.59  | 61.25         | 2.29               | 69.78                | 30.22      |                  |  |
| N° 40          | 0.42  | 87.95         | 3.29               | 73.07                | 26.93      |                  |  |
| N° 50          | 0.30  | 69.78         | 2.61               | 75.68                | 24.32      |                  |  |
| N° 80          | 0.18  | 83.79         | 3.13               | 78.81                | 21.19      |                  |  |
| N° 100         | 0.15  | 64.02         | 2.39               | 81.20                | 18.80      |                  |  |
| N° 200         | 0.07  | 91.25         | 3.41               | 84.62                | 15.38      |                  |  |
| <N° 200        |       | 411.45        | 15.38              | 100.00               | 0.00       |                  |  |
| Peso Inicial   |       | 2674.48       |                    |                      |            |                  |  |



Registro INDECOPi N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Fabian Becerra Rodas  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Ing. Ernesto Flores Loza  
 CIP: 76292

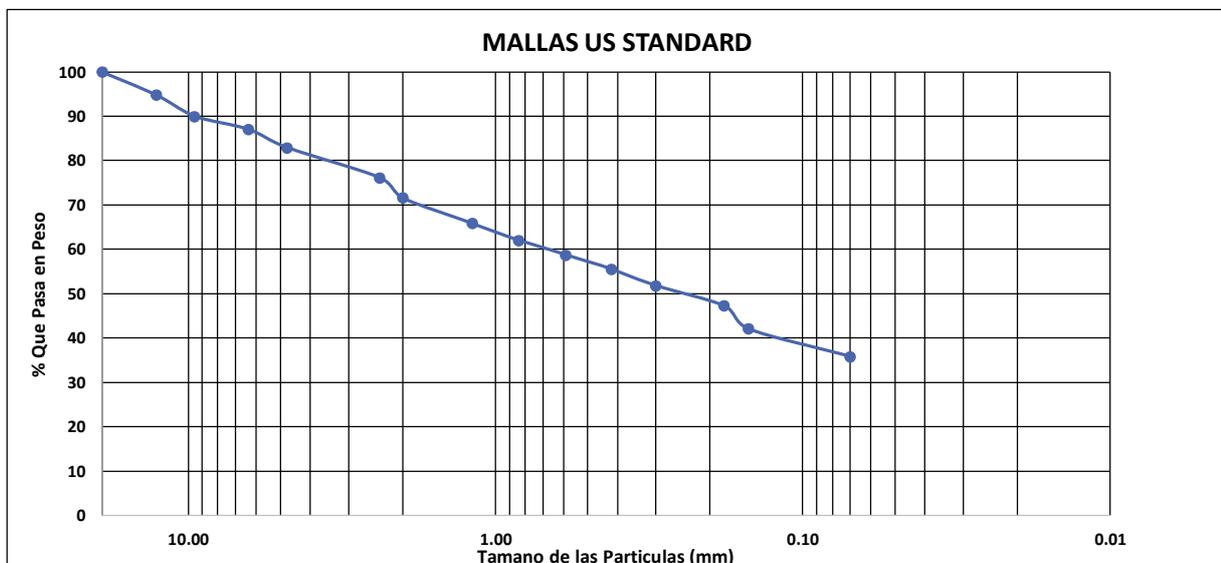


**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

**MTC - E 204**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 0+500  
**CALICATA N°: C - 02      M - 1 Ceniza de alcanfor 10%      PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.**

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                          |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|---|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | SM, Arenas limosas, mezcla de arena y limo. |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1"             | 25.40 |               |                    |                      |            |                  | L.L : <b>35.52</b>                          |
| 3/4"           | 19.05 |               |                    |                      | 100.00     |                  | L.P : <b>19.25</b>                          |
| 1/2"           | 12.70 | 34.13         | 5.18               | 5.18                 | 94.82      |                  | I.P : <b>16.27</b>                          |
| 3/8"           | 9.53  | 31.88         | 4.84               | 10.02                | 89.98      |                  | CLASIFICACION                               |
| 1/4"           | 6.35  | 19.22         | 2.92               | 12.94                | 87.06      |                  | AASHTO : <b>A - 2 - 6 (0)</b>               |
| N° 04          | 4.76  | 27.35         | 4.15               | 17.09                | 82.91      |                  |   |
| N° 08          | 2.38  | 44.17         | 6.70               | 23.79                | 76.21      |                  | Humedad Natural : 16.78%                    |
| N° 10          | 2.00  | 30.02         | 4.56               | 28.35                | 71.65      |                  |   |
| N° 16          | 1.19  | 37.75         | 5.73               | 34.08                | 65.92      |                  | <b>OBSERVACIONES:</b>                       |
| N° 20          | 0.84  | 25.15         | 3.82               | 37.90                | 62.10      |                  |   |
| N° 30          | 0.59  | 21.75         | 3.30               | 41.20                | 58.80      |                  |   |
| N° 40          | 0.42  | 21.35         | 3.24               | 44.44                | 55.56      |                  |   |
| N° 50          | 0.30  | 24.35         | 3.70               | 48.14                | 51.86      |                  |   |
| N° 80          | 0.18  | 30.12         | 4.57               | 52.71                | 47.29      |                  |   |
| N° 100         | 0.15  | 33.95         | 5.15               | 57.86                | 42.14      |                  |   |
| N° 200         | 0.07  | 41.13         | 6.24               | 64.11                | 35.89      |                  |   |
| <N° 200        |       | 236.45        | 35.89              | 100.00               | 0.00       |                  |   |
| Peso Inicial   |       | 658.77        |                    |                      |            |                  |   |



Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
 CIP: 76292

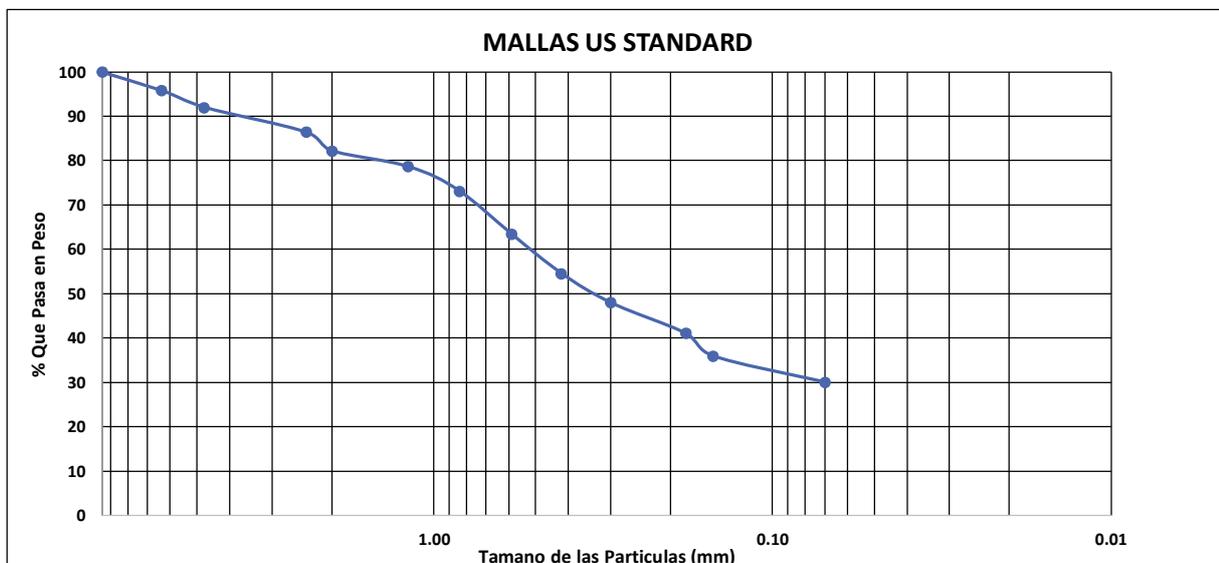


**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

**MTC - E 204**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 1+000  
**CALICATA N°: C - 03      M - 1 Ceniza de alcanfor 10%      PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.**

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS  |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|---|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | SM-SC, Arenas limoarcillosas, mezcla de arena, limo y arcilla.<br><b>L.L : 24.29</b><br><b>L.P : 18.60</b><br><b>I.P : 5.69</b> |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1"             | 25.40 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3/4"           | 19.05 |               |                    |                      |            |                  | <b>L.P : 18.60</b>  |
| 1/2"           | 12.70 |               |                    |                      |            |                  | <b>I.P : 5.69</b>   |
| 3/8"           | 9.53  |               |                    |                      | 100.00     |                  | CLASIFICACION   |
| 1/4"           | 6.35  | 9.12          | 4.20               | 4.20                 | 95.80      |                  | AASHTO : A - 2 - 4 (0)  |
| N° 04          | 4.76  | 8.23          | 3.79               | 7.99                 | 92.01      |                  |   |
| N° 08          | 2.38  | 12.02         | 5.54               | 13.53                | 86.47      |                  | Humedad Natural : 8.74%   |
| N° 10          | 2.00  | 9.28          | 4.28               | 17.81                | 82.19      |                  |   |
| N° 16          | 1.19  | 7.55          | 3.48               | 21.29                | 78.71      |                  | <b>OBSERVACIONES:</b>   |
| N° 20          | 0.84  | 11.99         | 5.52               | 26.81                | 73.19      |                  |   |
| N° 30          | 0.59  | 20.94         | 9.65               | 36.46                | 63.54      |                  |   |
| N° 40          | 0.42  | 19.38         | 8.93               | 45.39                | 54.61      |                  |   |
| N° 50          | 0.30  | 14.32         | 6.60               | 51.99                | 48.01      |                  |   |
| N° 80          | 0.18  | 14.99         | 6.91               | 58.89                | 41.11      |                  |   |
| N° 100         | 0.15  | 11.02         | 5.08               | 63.97                | 36.03      |                  |   |
| N° 200         | 0.07  | 12.85         | 5.92               | 69.89                | 30.11      |                  |   |
| <N° 200        |       | 65.35         | 30.11              | 100.00               | 0.00       |                  |   |
| Peso Inicial   |       | 217.04        |                    |                      |            |                  |   |



Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
 CIP: 76292

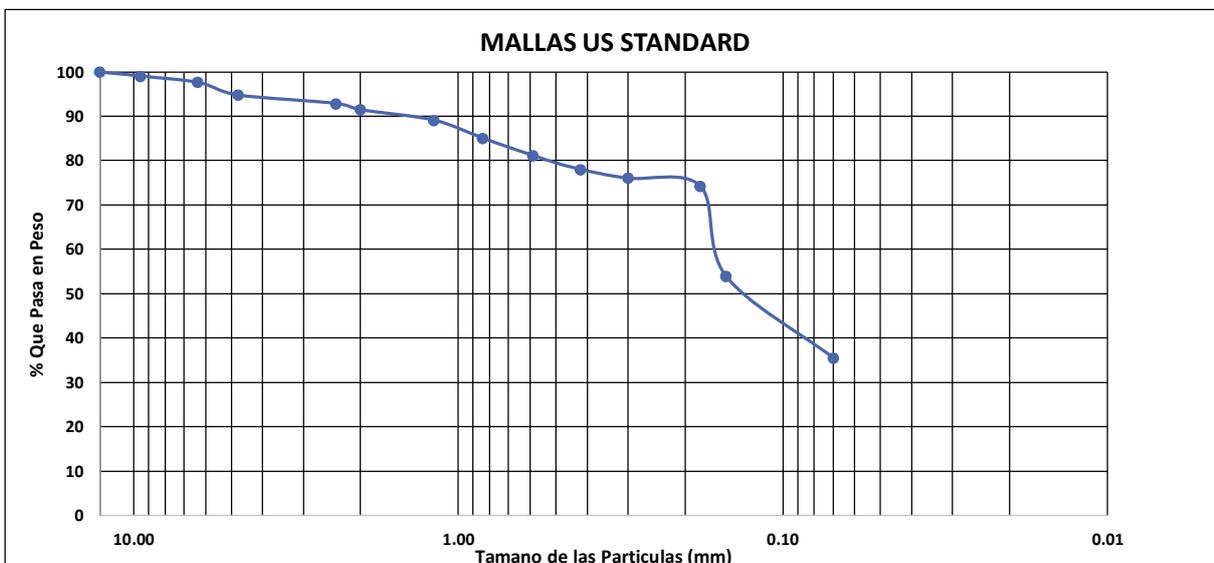


### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
LUGAR : KM 1+500  
CALICATA N°: C - 04 M - 1 Ceniza de alcanfor 10% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                          |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|---|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | SM, Arenas limosas, mezcla de arena y limo. |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1"             | 25.40 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3/4"           | 19.05 |               |                    |                      |            |                  | L.L : 24.19                                 |
| 1/2"           | 12.70 |               |                    |                      | 100.00     |                  | L.P : 21.14                                 |
| 3/8"           | 9.53  | 0.95          | 0.91               | 0.91                 | 99.09      |                  | I.P : 3.05                                  |
| 1/4"           | 6.35  | 1.45          | 1.39               | 2.31                 | 97.69      |                  | CLASIFICACION                               |
| N° 04          | 4.76  | 3.02          | 2.90               | 5.21                 | 94.79      |                  | AASHTO : A - 2 - 4 (0)                      |
| N° 08          | 2.38  | 1.96          | 1.89               | 7.10                 | 92.90      |                  | Humedad Natural : 9.43%                     |
| N° 10          | 2.00  | 1.45          | 1.39               | 8.49                 | 91.51      |                  |   |
| N° 16          | 1.19  | 2.45          | 2.36               | 10.85                | 89.15      |                  | OBSERVACIONES:                              |
| N° 20          | 0.84  | 4.25          | 4.09               | 14.94                | 85.06      |                  |   |
| N° 30          | 0.59  | 4.02          | 3.87               | 18.80                | 81.20      |                  |   |
| N° 40          | 0.42  | 3.31          | 3.18               | 21.99                | 78.01      |                  |   |
| N° 50          | 0.30  | 2.01          | 1.93               | 23.92                | 76.08      |                  |   |
| N° 80          | 0.18  | 1.82          | 1.75               | 25.67                | 74.33      |                  |   |
| N° 100         | 0.15  | 21.12         | 20.31              | 45.98                | 54.02      |                  |   |
| N° 200         | 0.07  | 19.18         | 18.45              | 64.43                | 35.57      |                  |   |
| <N° 200        |       | 36.98         | 35.57              | 100.00               | 0.00       |                  |   |
| Peso Inicial   |       | 103.97        |                    |                      |            |                  |   |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292



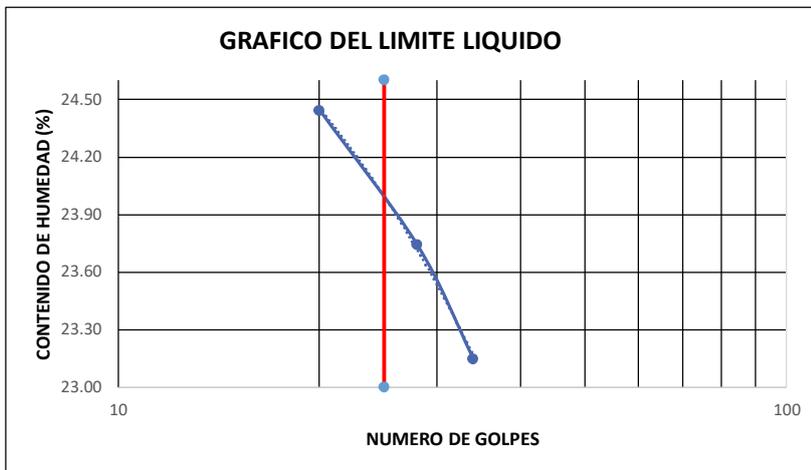
**LIMITES DE ATTERBERG**

**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 0+000  
**CALICATA N°: C - 01 M - 1 Ceniza de alcanfor 10% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.**

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.00 |       |       |      |     |     |
| Número de golpes                 | 20          | 28    | 34    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 14          | 15    | 16    | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 42.65       | 46.35 | 49.87 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 36.74       | 40.21 | 43.35 | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 12.56       | 14.35 | 15.18 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 5.91        | 6.14  | 6.52  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 24.18       | 25.86 | 28.17 | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 24.44       | 23.74 | 23.15 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.00 |     |     |      |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 10          | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 20.17       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 19.11       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.12       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 1.06        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 4.99        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 21.24       | --- | --- | ---  | --- | --- |



| MUESTRA |       |     |
|---------|-------|-----|
|         | M-1   | --- |
| L.L.    | 23.99 | --- |
| L.P.    | 21.24 | --- |
| I.P.    | 2.75  | --- |

| MUESTRA |      |               |
|---------|------|---------------|
| MUESTRA | SUCS | AASHTO        |
| M - 1   | GM   | A - 1 - a (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
 CIP: 76292



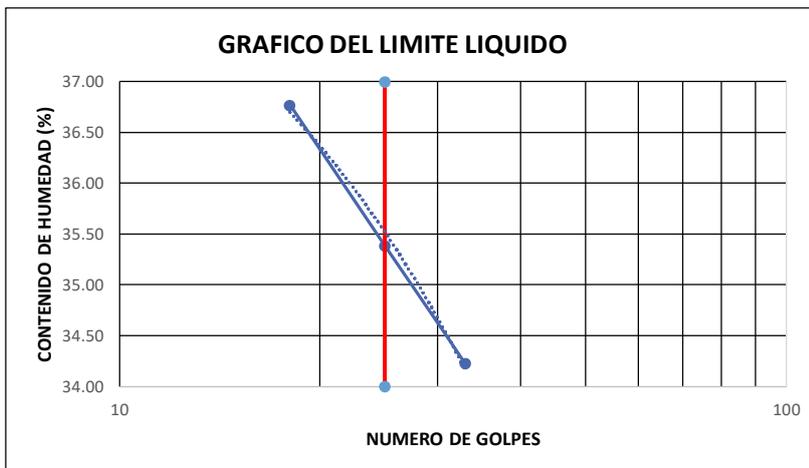
**LIMITES DE ATTERBERG**

**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 0+500  
**CALICATA N°: C - 02 M - 1 Ceniza de alcanfor 10% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.**

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |       |       | ---- |     |     |
| Número de golpes                 | 18          | 25    | 33    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 17          | 39    | 135   | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 48.56       | 49.35 | 52.78 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 39.43       | 39.98 | 42.7  | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.6        | 13.5  | 13.25 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 9.13        | 9.37  | 10.08 | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 24.83       | 26.48 | 29.45 | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 36.77       | 35.39 | 34.23 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |     |     | ---- |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 300         | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 21.45       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 20.32       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.45       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 1.13        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 5.87        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 19.25       | --- | --- | ---  | --- | --- |



|      | MUESTRA |     |
|------|---------|-----|
|      | M-1     | --- |
| L.L. | 35.52   | --- |
| L.P. | 19.25   | --- |
| I.P. | 16.27   | --- |

| MUESTRA | MUESTRA |               |
|---------|---------|---------------|
|         | SUCS    | AASHTO        |
| M - 1   | SC      | A - 2 - 6 (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
 CIP: 76292



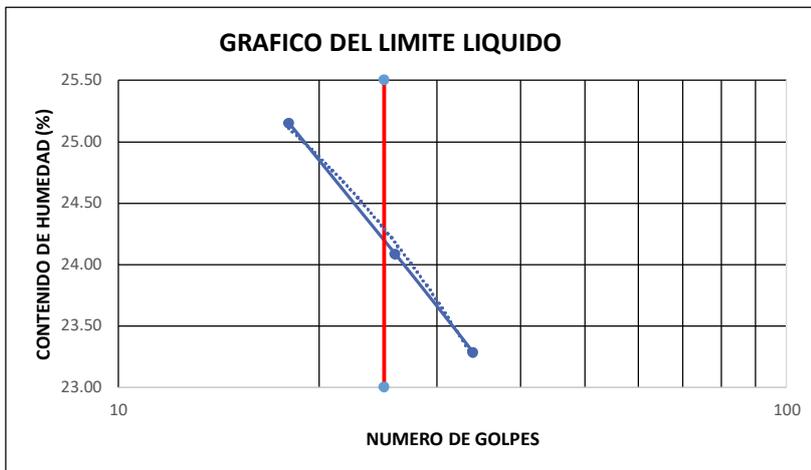
**LIMITES DE ATTERBERG**

**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 1+000  
**CALICATA N°: C - 03 M - 1 Ceniza de alcanfor 10% PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.**

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |       |       | ---- |     |     |
| Número de golpes                 | 18          | 26    | 34    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 305         | 12    | 65    | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 49.25       | 55.35 | 57.78 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 42.09       | 47.68 | 49.73 | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 13.62       | 15.83 | 15.15 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 7.16        | 7.67  | 8.05  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 28.47       | 31.85 | 34.58 | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 25.15       | 24.08 | 23.28 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |     |     | ---- |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 3           | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 21.46       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 20.48       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 15.21       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 0.98        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 5.27        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 18.60       | --- | --- | ---  | --- | --- |



|      | MUESTRA |     |
|------|---------|-----|
|      | M-1     | --- |
| L.L. | 24.29   | --- |
| L.P. | 18.60   | --- |
| I.P. | 5.69    | --- |

| MUESTRA | MUESTRA |               |
|---------|---------|---------------|
|         | SUCS    | AASHTO        |
| M - 1   | SM-SC   | A - 2 - 4 (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
 CIP: 76292



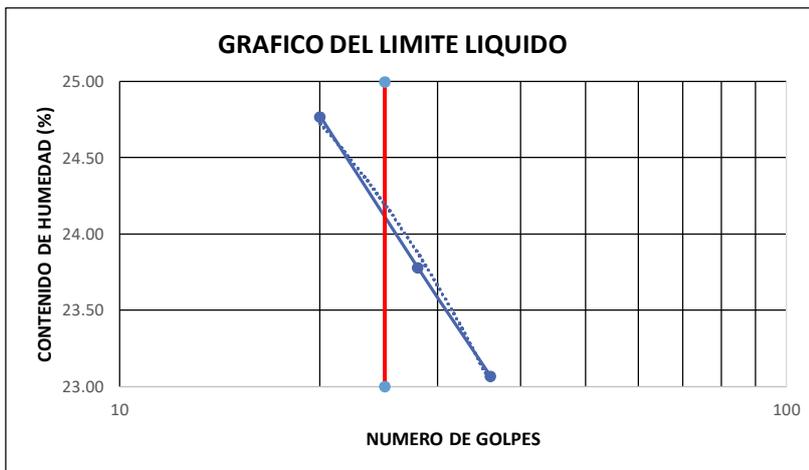
**LIMITES DE ATTERBERG**

**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 1+500  
**CALICATA N°: C - 04 M - 1 Ceniza de alcanfor 10% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.**

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |       |       | ---- |     |     |
| Número de golpes                 | 20          | 28    | 36    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 300         | 66    | 11    | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 41.63       | 44.72 | 45.63 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 36.22       | 38.96 | 39.6  | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.38       | 14.74 | 13.46 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 5.41        | 5.76  | 6.03  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 21.84       | 24.22 | 26.14 | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 24.77       | 23.78 | 23.07 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |     |     | ---- |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 136         | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 21.14       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 19.92       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.15       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 1.22        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 5.77        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 21.14       | --- | --- | ---  | --- | --- |



|      | MUESTRA |     |
|------|---------|-----|
|      | M-1     | --- |
| L.L. | 24.19   | --- |
| L.P. | 21.14   | --- |
| I.P. | 3.05    | --- |

| MUESTRA | MUESTRA |               |
|---------|---------|---------------|
|         | SUCS    | AASHTO        |
| M - 1   | SM      | A - 2 - 4 (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

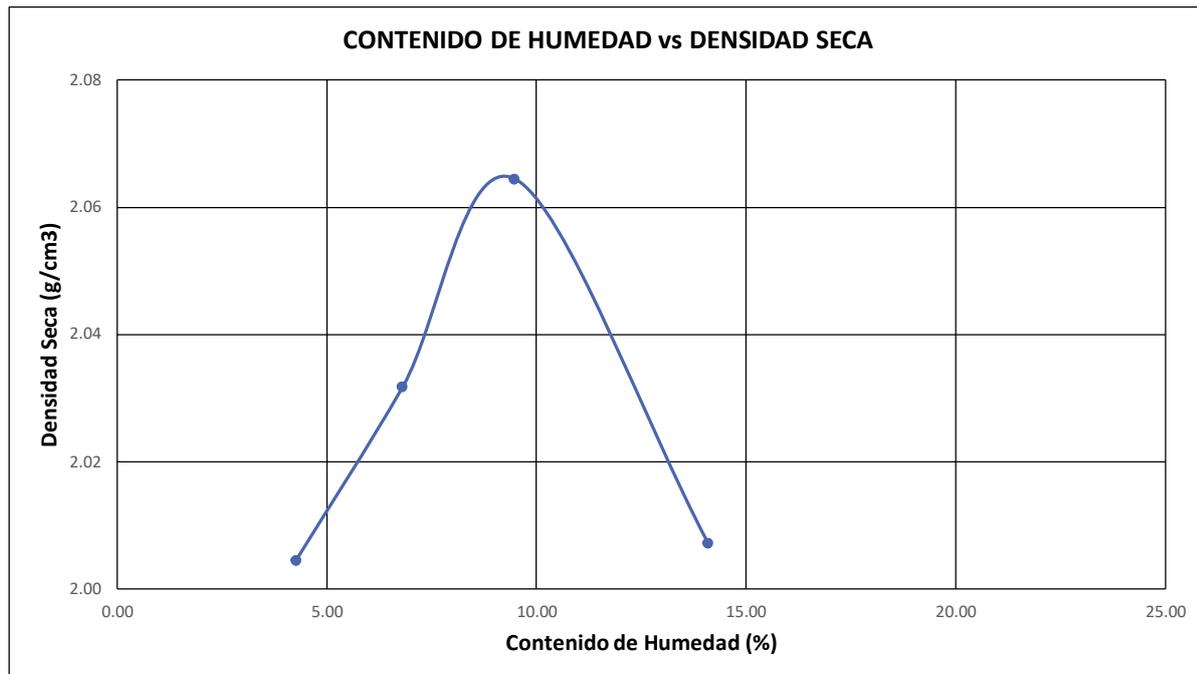
*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
 CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| PROCTOR MODIFICADO                            |   | TERRENO NATURAL                       |       |                  |       |
|---|---|---------------------------------------|-------|------------------|-------|
|   |   | MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 10% |       |                  |       |
|   |   | CALICATA: C - 01                      |       |                  |       |
| MOLDE N°                                      | : |                                       |       |                  |       |
| VOLUMEN                                       | : | 2135 cm <sup>3</sup>                  | ---   | pie <sup>3</sup> |       |
| METODO DE COMPACTACION                        | : | AASHTO T - 180 D                      |       |                  |       |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)              |   | 6917                                  | 7083  | 7267             | 7346  |
| .- Peso de Molde (g)                          |   | 2445                                  | 2445  | 2445             | 2445  |
| .- Peso Suelo Húmedo (g)                      |   | 4472                                  | 4638  | 4822             | 4901  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)                |   | 2.09                                  | 2.17  | 2.26             | 2.29  |
| .- Recipiente N°                              |   | 1                                     | 3     | 7                | 9     |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)            |   | 51.28                                 | 54.73 | 58.62            | 59.09 |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)              |   | 49.7                                  | 52.23 | 54.85            | 53.45 |
| .- Tara (g)                                   |   | 12.66                                 | 15.48 | 15.06            | 13.42 |
| .- Peso de Agua (g)                           |   | 1.58                                  | 2.5   | 3.77             | 5.64  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)                     |   | 37.04                                 | 36.75 | 39.79            | 40.03 |
| .- Contenido de Agua (%)                      |   | 4.27                                  | 6.80  | 9.47             | 14.09 |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> ) |   | 2.00                                  | 2.03  | 2.06             | 2.01  |

Maxima Densidad Seca : 2.06 gr/cm<sup>3</sup>  
Optimo Contenido de Humedad : 9.47 %



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
Fabián Becerra Rodas  
TÉCNICO LABORATORISTA

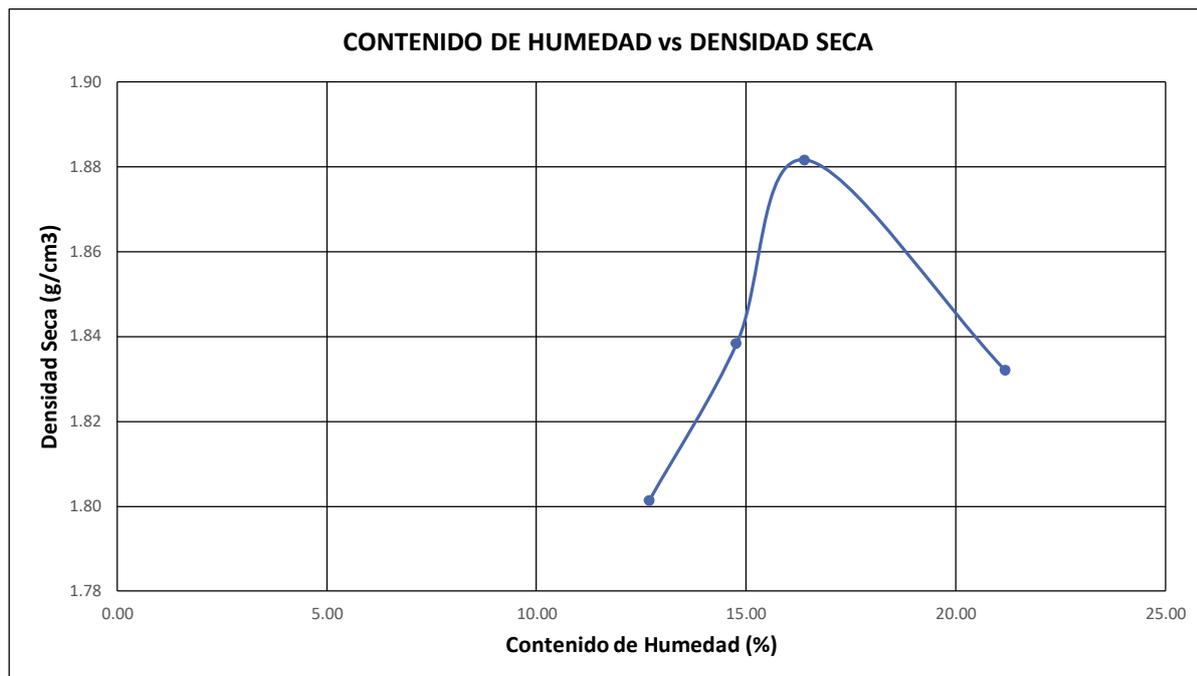
TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
Ing. Ernesto Flores Lozada  
CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| <b>PROCTOR MODIFICADO</b>          |   | <b>TERRENO NATURAL</b>                       |       |             |       |
|------------------------------------|---|--|-------|-------------|-------|
|                                    |   | <b>MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 10%</b> |       |             |       |
|                                    |   | <b>CALICATA: C - 02</b>                      |       |             |       |
| <b>MOLDE N°</b>                    | : |  |       |             |       |
| <b>VOLUMEN</b>                     | : | <b>2135 cm3</b>                              | ---   | <b>pie3</b> |       |
| <b>METODO DE COMPACTACION</b>      | : | <b>AASHTO T - 180 D</b>                      |       |             |       |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)   |   | 6790   | 6946  | 7121        | 7183  |
| .- Peso de Molde (g)               |   | 2445   | 2445  | 2445        | 2445  |
| .- Peso Suelo Humedo (g)           |   | 4345   | 4501  | 4676        | 4738  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)     |   | 2.03   | 2.11  | 2.19        | 2.22  |
| .- Recipiente N°                   |   | 2  | 5     | 6           | 12    |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g) |   | 56.18  | 57.38 | 57.48       | 62.48 |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)   |   | 51.46  | 51.69 | 51.09       | 53.83 |
| .- Tara (g)                        |   | 14.28  | 13.18 | 12.1        | 12.99 |
| .- Peso de Agua (g)                |   | 4.72   | 5.69  | 6.39        | 8.65  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)          |   | 37.18  | 38.51 | 38.99       | 40.84 |
| .- Contenido de Agua (%)           |   | 12.69  | 14.78 | 16.39       | 21.18 |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm3)   |   | 1.80   | 1.84  | 1.88        | 1.83  |

**Maxima Densidad Seca : 1.88 gr/cm3**  
**Optimo Contenido de Humedad : 16.39 %**



Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TÉCNICO LABORATORISTA

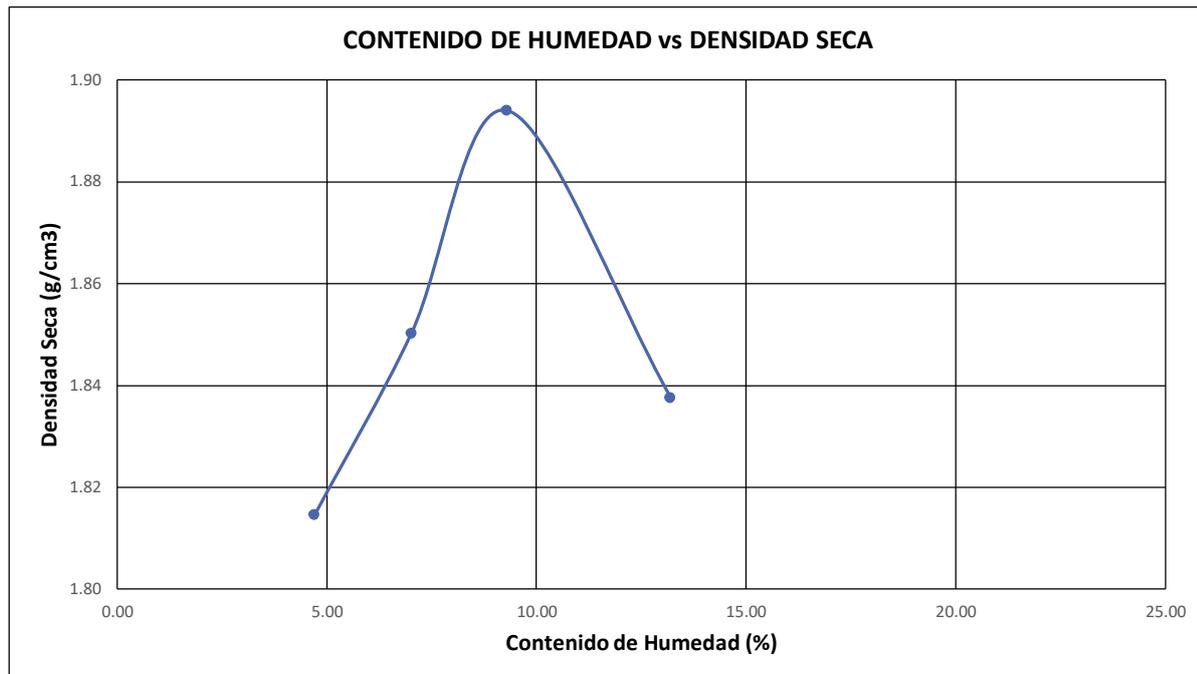
**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Loza*  
CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| <b>PROCTOR MODIFICADO</b>          |   | <b>TERRENO NATURAL</b>                       |       |             |       |
|------------------------------------|---|--|-------|-------------|-------|
|                                    |   | <b>MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 10%</b> |       |             |       |
|                                    |   | <b>CALICATA: C - 03</b>                      |       |             |       |
| <b>MOLDE N°</b>                    | : |  |       |             |       |
| <b>VOLUMEN</b>                     | : | <b>2135 cm3</b>                              | ---   | <b>pie3</b> |       |
| <b>METODO DE COMPACTACION</b>      | : | <b>AASHTO T - 180 D</b>                      |       |             |       |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)   |   | 6497   | 6672  | 6879        | 6898  |
| .- Peso de Molde (g)               |   | 2445   | 2445  | 2445        | 2445  |
| .- Peso Suelo Humedo (g)           |   | 4052   | 4227  | 4434        | 4453  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)     |   | 1.90   | 1.98  | 2.07        | 2.08  |
| .- Recipiente N°                   |   | 1  | 4     | 10          | 13    |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g) |   | 52.26  | 56.37 | 58.48       | 63.38 |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)   |   | 50.48  | 53.7  | 54.53       | 57.79 |
| .- Tara (g)                        |   | 12.66  | 15.64 | 12.03       | 15.41 |
| .- Peso de Agua (g)                |   | 1.78   | 2.67  | 3.95        | 5.59  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)          |   | 37.82  | 38.06 | 42.5        | 42.38 |
| .- Contenido de Agua (%)           |   | 4.71   | 7.02  | 9.29        | 13.19 |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm3)   |   | 1.81   | 1.85  | 1.89        | 1.84  |

**Maxima Densidad Seca : 1.89 gr/cm3**  
**Optimo Contenido de Humedad : 9.29 %**



Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TÉCNICO LABORATORISTA

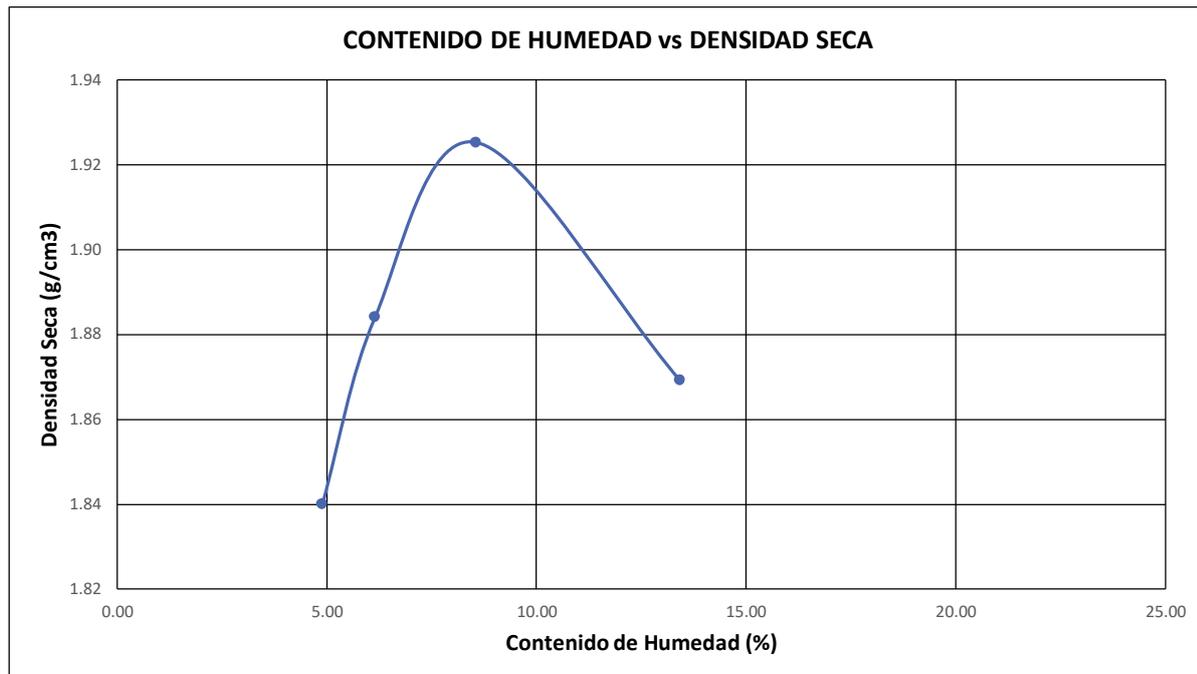
**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Loza*  
CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| <b>PROCTOR MODIFICADO</b>                     |                        | <b>TERRENO NATURAL</b>                       |                      |       |  |
|---|------------------------|--|----------------------|-------|--|
|   |                        | <b>MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 10%</b> |                      |       |  |
|   |                        | <b>CALICATA: C - 04</b>                      |                      |       |  |
| <b>MOLDE N°</b>                               | :                      |  |                      |       |  |
| <b>VOLUMEN</b>                                | : 2135 cm <sup>3</sup> |  | --- pie <sup>3</sup> |       |  |
| <b>METODO DE COMPACTACION</b>                 | : AASHTO T - 180 D     |  |                      |       |  |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)              | 6578                   | 6712   | 6918                 | 6978  |  |
| .- Peso de Molde (g)                          | 2445                   | 2445   | 2445                 | 2445  |  |
| .- Peso Suelo Húmedo (g)                      | 4133                   | 4267   | 4473                 | 4533  |  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)                | 1.93                   | 2.00   | 2.09                 | 2.12  |  |
| .- Recipiente N°                              | 5                      | 12   | 38                   | 7     |  |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)            | 54.38                  | 57.38  | 59.12                | 59.37 |  |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)              | 52.46                  | 54.81  | 55.54                | 54.13 |  |
| .- Tara (g)                                   | 13.18                  | 12.99  | 13.7                 | 15.06 |  |
| .- Peso de Agua (g)                           | 1.92                   | 2.57   | 3.58                 | 5.24  |  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)                     | 39.28                  | 41.82  | 41.84                | 39.07 |  |
| .- Contenido de Agua (%)                      | 4.89                   | 6.15   | 8.56                 | 13.41 |  |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.84                   | 1.88   | 1.93                 | 1.87  |  |

**Maxima Densidad Seca : 1.93 gr/cm<sup>3</sup>**  
**Optimo Contenido de Humedad : 8.56 %**



Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292





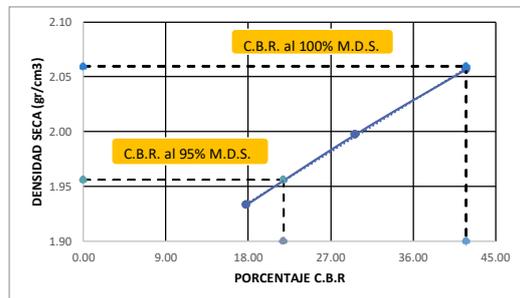
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 0+000  
CALICATA N°: C - 01 M - 1 Ceniza de alcanfor 10% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |      |
|-------------------------|------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 2.06 |
| Humedad Optima %        | 9.47 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 41.80 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 21.86 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Loza*  
CIP: 76292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

**MTC - E - 132**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
 ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 LUGAR : KM 0+500  
**CALICATA N°: C - 02**      **M - 1 Ceniza de alcanfor 10%**      **PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.**

| C.B.R.                          |           |        |           |        |           |        |
|---------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MUESTRA N°                      | 1         |        | 5         |        | 9         |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA           | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA            | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)   | 9,917     | 10,002 | 9,836     | 9,928  | 9,681     | 9,892  |
| PESO DEL MOLDE (g)              | 5,230     | 5,230  | 5,265     | 5,265  | 5,290     | 5,290  |
| PESO DEL SUELO SUELO HUMEDO (g) | 4,687     | 4,772  | 4,571     | 4,663  | 4,391     | 4,602  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)           | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)         | 2.19      | 2.23   | 2.13      | 2.18   | 2.05      | 2.15   |
| CAPSULA N°                      | 90        | 100    | 14        | 17     | 20        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g) | 126.49    | 122.64 | 213.57    | 131.76 | 102.31    | 138.57 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)   | 112.69    | 106.90 | 198.90    | 115.50 | 90.46     | 118.13 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)      | 13.80     | 15.74  | 14.67     | 16.26  | 11.85     | 20.44  |
| PESO DE CAPSULA (g)             | 29.71     | 20.02  | 112.58    | 29.02  | 19.38     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)          | 82.98     | 86.88  | 86.32     | 86.48  | 71.08     | 95.72  |
| HUMEDAD (%)                     | 16.63     | 18.12  | 16.99     | 18.80  | 16.67     | 21.35  |
| DENSIDAD SECA (g/cm3)           | 1.88      | 1.89   | 1.82      | 1.83   | 1.76      | 1.77   |

| EXPANSION |      |        |      |           |      |      |           |      |      |           |      |
|-----------|------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
|           | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION |      | DIAL | EXPANSION |      | DIAL | EXPANSION |      |
|           |      |        |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |
|           |      | 0 hrs  | 0.00 |           |      | 0.00 |           |      | 0    |           | 0.00 |
|           |      | 24 hrs | 6.19 | 6.19      | 5.32 | 6.58 | 5.66      | 6.99 | 6.99 | 6.99      | 6.01 |
|           |      | 48 hrs | 6.28 | 6.28      | 5.4  | 6.78 | 5.83      | 7.09 | 7.09 | 7.09      | 6.10 |
|           |      | 72 hrs | 6.38 | 6.38      | 5.48 | 6.81 | 5.86      | 7.18 | 7.18 | 7.18      | 6.17 |
|           |      | 96 hrs | 6.47 | 6.47      | 5.57 | 6.94 | 5.95      | 7.28 | 7.28 | 7.28      | 6.26 |

| PENETRACION       |                            |            |      |            |       |            |      |            |       |            |     |            |   |
|-------------------|----------------------------|------------|------|------------|-------|------------|------|------------|-------|------------|-----|------------|---|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg2) | MOLDE N° 1 |      |            |       | MOLDE N° 5 |      |            |       | MOLDE N° 9 |     |            |   |
|                   |                            | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |     | CORRECCION |   |
|                   |                            | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura    | lbs | lbs/pulg2  | % |
| 0.020             |                            | 11.52      | 132  | 44.00      |       | 7.96       | 96   | 32.00      |       | 4.97       | 60  | 20.00      |   |
| 0.040             |                            | 22.93      | 270  | 90.00      |       | 16.84      | 198  | 66.00      |       | 10.13      | 120 | 40.00      |   |
| 0.060             |                            | 33.41      | 399  | 133.00     |       | 24.68      | 288  | 96.00      |       | 14.68      | 177 | 59.00      |   |
| 0.080             |                            | 43.85      | 519  | 173.00     |       | 31.91      | 378  | 126.00     |       | 19.12      | 228 | 76.00      |   |
| 0.100             | 1000                       | 54.97      | 666  | 222.00     | 22.20 | 39.78      | 486  | 162.00     | 16.20 | 23.87      | 303 | 101.00     |   |
| 0.200             | 1500                       | 89.62      | 1053 | 351.00     |       | 65.05      | 759  | 253.00     |       | 39.08      | 459 | 153.00     |   |
| 0.300             |                            | 113.68     | 1335 | 445.00     |       | 82.41      | 963  | 321.00     |       | 49.57      | 582 | 194.00     |   |
| 0.400             |                            | 131.87     | 1548 | 516.00     |       | 95.48      | 1116 | 372.00     |       | 57.26      | 672 | 224.00     |   |
| 0.500             |                            | 137.27     | 1611 | 537.00     |       | 99.62      | 1164 | 388.00     |       | 59.76      | 702 | 234.00     |   |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Fabián Becerra Rodas  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Ing. Ernesto Flores Loza  
 CIP: 76292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

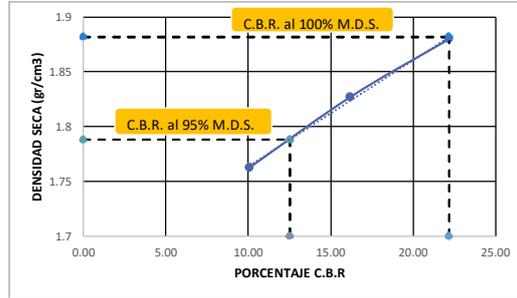
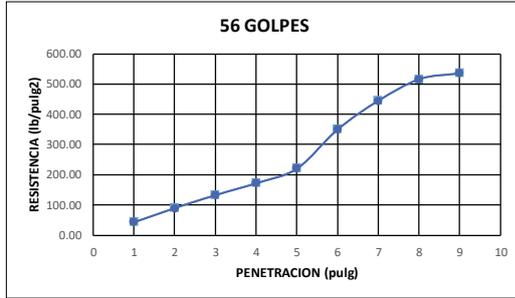
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 0+500  
CALICATA N°: C - 02

M - 1 Ceniza de alcanfor 10%

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |       |
|-------------------------|-------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 1.88  |
| Humedad Optima %        | 16.39 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 22.20 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 12.53 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozano*  
CIP: 76292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

**MTC - E - 132**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
 ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 LUGAR : KM 1+000  
**CALICATA N°: C - 03**      **M - 1 Ceniza de alcanfor 10%**      **PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.**

| C.B.R.                          |           |        |           |        |           |        |
|---------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MUESTRA N°                      | 2         |        | 3         |        | 8         |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA           | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA            | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)   | 10,225    | 10,312 | 10,241    | 10,354 | 10,172    | 10,379 |
| PESO DEL MOLDE (g)              | 5,820     | 5,820  | 5,960     | 5,960  | 6,050     | 6,050  |
| PESO DEL SUELO SUELO HUMEDO (g) | 4,405     | 4,492  | 4,281     | 4,394  | 4,122     | 4,329  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)           | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)         | 2.06      | 2.10   | 2.00      | 2.05   | 1.92      | 2.02   |
| CAPSULA N°                      | 60        | 50     | 40        | 30     | 21        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g) | 101.08    | 108.84 | 112.48    | 118.37 | 108.37    | 125.49 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)   | 94.90     | 100.15 | 104.58    | 108.54 | 102.50    | 112.87 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)      | 6.18      | 8.69   | 7.90      | 9.83   | 5.87      | 12.62  |
| PESO DE CAPSULA (g)             | 19.96     | 19.24  | 20.69     | 25.30  | 31.21     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)          | 74.94     | 80.91  | 83.89     | 83.24  | 71.29     | 90.46  |
| HUMEDAD (%)                     | 8.25      | 10.74  | 9.42      | 11.81  | 8.23      | 13.95  |
| DENSIDAD SECA (g/cm3)           | 1.90      | 1.89   | 1.83      | 1.83   | 1.78      | 1.77   |

| EXPANSION |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|-----------|------|--------|------|-------------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|           | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION   |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|           |      |        |      | mm.         | % |      | mm.       | % |      | mm.       | % |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      | NO REGISTRA |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |

| PENETRACION       |                            |            |      |            |       |            |      |            |       |            |     |            |   |
|-------------------|----------------------------|------------|------|------------|-------|------------|------|------------|-------|------------|-----|------------|---|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg2) | MOLDE N° 1 |      |            |       | MOLDE N° 5 |      |            |       | MOLDE N° 9 |     |            |   |
|                   |                            | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |     | CORRECCION |   |
|                   |                            | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura    | lbs | lbs/pulg2  | % |
| 0.020             |                            | 11.76      | 138  | 46.00      |       | 8.63       | 102  | 34.00      |       | 4.98       | 60  | 20.00      |   |
| 0.040             |                            | 24.45      | 288  | 96.00      |       | 17.48      | 210  | 70.00      |       | 10.41      | 126 | 42.00      |   |
| 0.060             |                            | 35.38      | 414  | 138.00     |       | 25.51      | 300  | 100.00     |       | 15.22      | 180 | 60.00      |   |
| 0.080             |                            | 46.56      | 546  | 182.00     |       | 33.41      | 393  | 131.00     |       | 20.13      | 237 | 79.00      |   |
| 0.100             | 1000                       | 57.82      | 711  | 237.00     | 23.70 | 41.96      | 519  | 173.00     | 17.30 | 24.97      | 306 | 102.00     |   |
| 0.200             | 1500                       | 94.34      | 1104 | 368.00     |       | 68.32      | 801  | 267.00     |       | 40.61      | 477 | 159.00     |   |
| 0.300             |                            | 119.74     | 1401 | 467.00     |       | 86.48      | 1014 | 338.00     |       | 51.58      | 606 | 202.00     |   |
| 0.400             |                            | 138.72     | 1623 | 541.00     |       | 100.41     | 1176 | 392.00     |       | 59.76      | 702 | 234.00     |   |
| 0.500             |                            | 144.82     | 1692 | 564.00     |       | 104.67     | 1227 | 409.00     |       | 62.39      | 732 | 244.00     |   |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Fabian Becerra Rodas  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

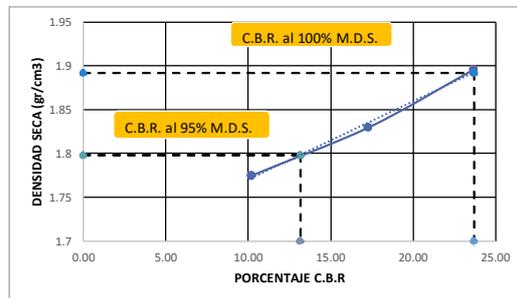
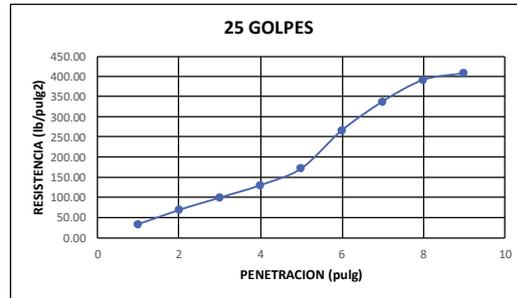
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR,  
SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 1+000  
CALICATA N°: C - 03

M - 1 Ceniza de alcanfor 10%

PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |      |
|-------------------------|------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 1.89 |
| Humedad Optima %        | 9.29 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 23.70 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 13.18 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Loza*  
CIP: 76292





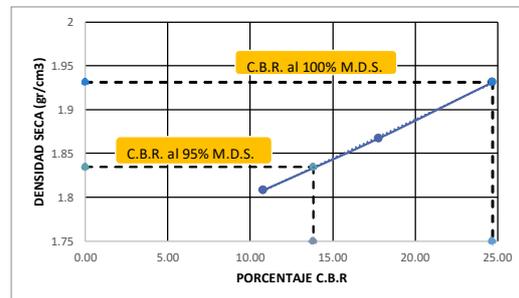
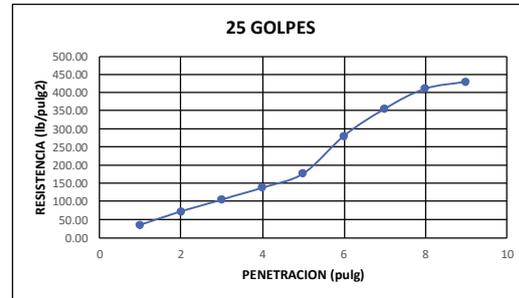
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 1+500  
CALICATA N°: C - 04 M - 1 Ceniza de alcanfor 10% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |      |
|-------------------------|------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 1.93 |
| Humedad Optima %        | 8.56 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 24.70 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 13.83 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
Fabian Becerra Rodas  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Loza*  
Ing. Ernesto Flores Loza  
CIP: 76292



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022

UBICACION : SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA

FECHA : OCTUBRE - 2022

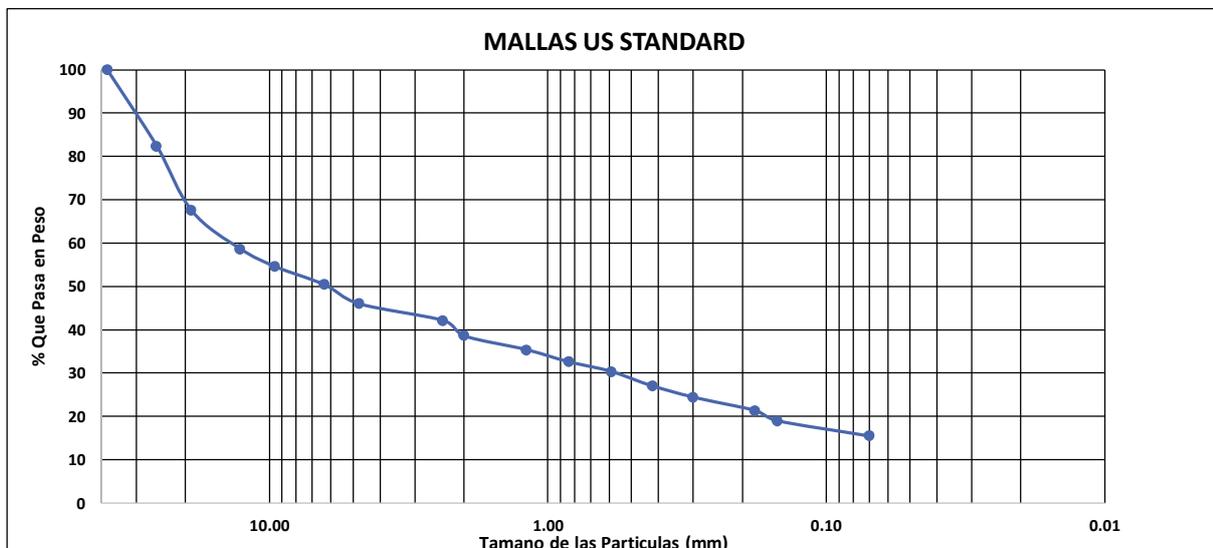
LUGAR : KM 0+000

CALICATA N°: C - 01

M - 1 Ceniza de alcanfor 15%

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                                 |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|--|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |  |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | GM, Gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo. |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      | 100.00     |                  |  |
| 1"             | 25.40 | 471.35        | 17.67              | 17.67                | 82.33      |                  | L.L : 24.00  |
| 3/4"           | 19.05 | 394.65        | 14.80              | 32.47                | 67.53      |                  | L.P : 21.24  |
| 1/2"           | 12.70 | 236.24        | 8.86               | 41.33                | 58.67      |                  | I.P : 2.76   |
| 3/8"           | 9.53  | 107.86        | 4.04               | 45.37                | 54.63      |                  | CLASIFICACION                                      |
| 1/4"           | 6.35  | 110.26        | 4.13               | 49.51                | 50.49      |                  | AASHTO : A - 1 - a (0)                             |
| N° 04          | 4.76  | 118.75        | 4.45               | 53.96                | 46.04      |                  |  |
| N° 08          | 2.38  | 103.06        | 3.86               | 57.82                | 42.18      |                  | Humedad Natural : 8.99%                            |
| N° 10          | 2.00  | 93.76         | 3.52               | 61.34                | 38.66      |                  |  |
| N° 16          | 1.19  | 87.05         | 3.26               | 64.60                | 35.40      |                  | OBSERVACIONES:                                     |
| N° 20          | 0.84  | 73.26         | 2.75               | 67.35                | 32.65      |                  |  |
| N° 30          | 0.59  | 61.13         | 2.29               | 69.64                | 30.36      |                  |  |
| N° 40          | 0.42  | 87.28         | 3.27               | 72.91                | 27.09      |                  |  |
| N° 50          | 0.30  | 69.31         | 2.60               | 75.51                | 24.49      |                  |  |
| N° 80          | 0.18  | 83.09         | 3.12               | 78.63                | 21.37      |                  |  |
| N° 100         | 0.15  | 63.29         | 2.37               | 81.00                | 19.00      |                  |  |
| N° 200         | 0.07  | 90.89         | 3.41               | 84.41                | 15.59      |                  |  |
| <N° 200        |       | 415.82        | 15.59              | 100.00               | 0.00       |                  |  |
| Peso Inicial   |       | 2667.05       |                    |                      |            |                  |  |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Loza*  
CIP: 76292

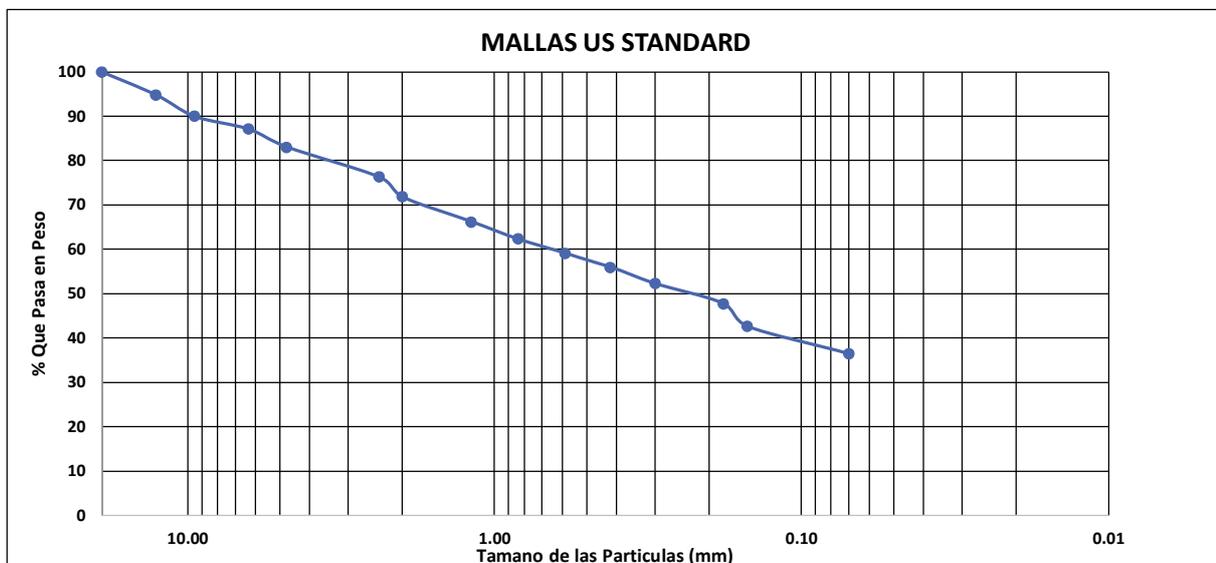


### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
LUGAR : KM 0+500  
CALICATA N°: C - 02 M - 1 Ceniza de alcanfor 15% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                          |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|---|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | SM, Arenas limosas, mezcla de arena y limo. |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1"             | 25.40 |               |                    |                      |            |                  | L.L : 35.54                                 |
| 3/4"           | 19.05 |               |                    |                      | 100.00     |                  | L.P : 19.23                                 |
| 1/2"           | 12.70 | 33.97         | 5.18               | 5.18                 | 94.82      |                  | I.P : 16.30                                 |
| 3/8"           | 9.53  | 31.23         | 4.76               | 9.94                 | 90.06      |                  | CLASIFICACION                               |
| 1/4"           | 6.35  | 18.78         | 2.86               | 12.80                | 87.20      |                  | AASHTO : A - 2 - 6 (0)                      |
| N° 04          | 4.76  | 27.11         | 4.13               | 16.94                | 83.06      |                  |   |
| N° 08          | 2.38  | 43.68         | 6.66               | 23.59                | 76.41      |                  | Humedad Natural : 16.81%                    |
| N° 10          | 2.00  | 29.48         | 4.49               | 28.09                | 71.91      |                  |   |
| N° 16          | 1.19  | 37.26         | 5.68               | 33.77                | 66.23      |                  | OBSERVACIONES:                              |
| N° 20          | 0.84  | 24.92         | 3.80               | 37.57                | 62.43      |                  |   |
| N° 30          | 0.59  | 21.16         | 3.23               | 40.79                | 59.21      |                  |   |
| N° 40          | 0.42  | 21.08         | 3.21               | 44.01                | 55.99      |                  |   |
| N° 50          | 0.30  | 23.83         | 3.63               | 47.64                | 52.36      |                  |   |
| N° 80          | 0.18  | 29.79         | 4.54               | 52.18                | 47.82      |                  |   |
| N° 100         | 0.15  | 33.29         | 5.08               | 57.26                | 42.74      |                  |   |
| N° 200         | 0.07  | 40.59         | 6.19               | 63.44                | 36.56      |                  |   |
| <N° 200        |       | 239.79        | 36.56              | 100.00               | 0.00       |                  |   |
| Peso Inicial   |       | 655.96        |                    |                      |            |                  |   |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292

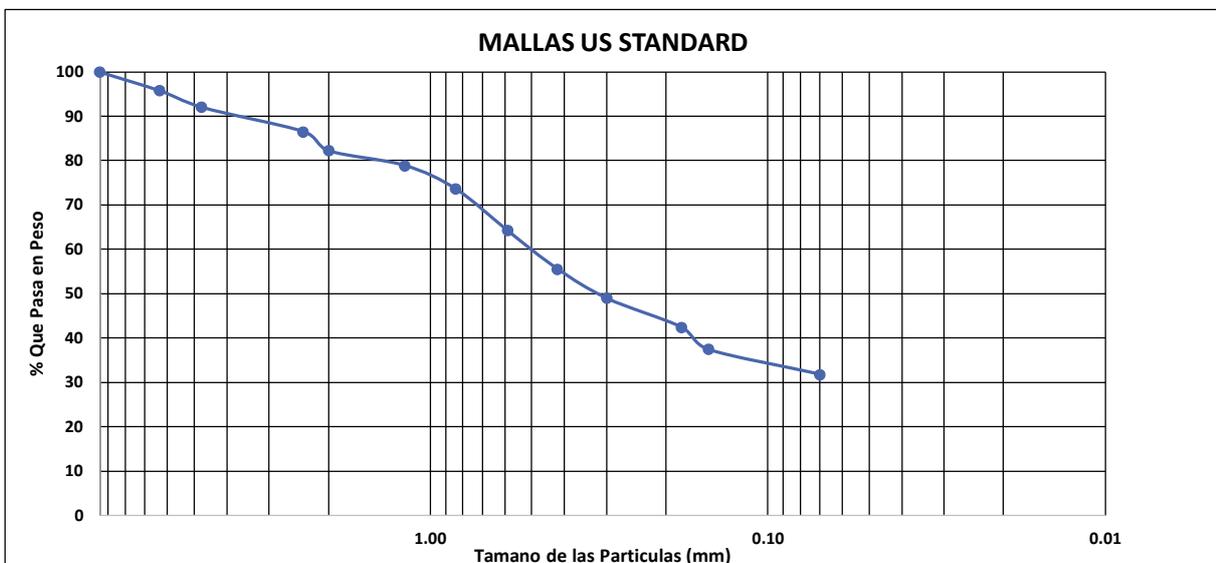


**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

**MTC - E 204**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 1+000  
**CALICATA N°: C - 03      M - 1 Ceniza de alcanfor 15%      PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.**

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS  |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|---|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | SM-SC, Arenas limoarcillosas, mezcla de arena, limo y arcilla.<br><b>L.L : 24.31</b><br><b>L.P : 18.61</b><br><b>I.P : 5.70</b> |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1"             | 25.40 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3/4"           | 19.05 |               |                    |                      |            |                  | <b>L.P : 18.61</b>  |
| 1/2"           | 12.70 |               |                    |                      |            |                  | <b>I.P : 5.70</b>   |
| 3/8"           | 9.53  |               |                    |                      | 100.00     |                  | CLASIFICACION   |
| 1/4"           | 6.35  | 9.02          | 4.18               | 4.18                 | 95.82      |                  | AASHTO : A - 2 - 4 (0)  |
| N° 04          | 4.76  | 8.12          | 3.76               | 7.94                 | 92.06      |                  |   |
| N° 08          | 2.38  | 11.96         | 5.54               | 13.48                | 86.52      |                  | Humedad Natural : 8.76%   |
| N° 10          | 2.00  | 9.12          | 4.23               | 17.71                | 82.29      |                  |   |
| N° 16          | 1.19  | 7.21          | 3.34               | 21.05                | 78.95      |                  | <b>OBSERVACIONES:</b>   |
| N° 20          | 0.84  | 11.42         | 5.29               | 26.34                | 73.66      |                  |   |
| N° 30          | 0.59  | 20.15         | 9.34               | 35.68                | 64.32      |                  |   |
| N° 40          | 0.42  | 18.86         | 8.74               | 44.42                | 55.58      |                  |   |
| N° 50          | 0.30  | 14.09         | 6.53               | 50.95                | 49.05      |                  |   |
| N° 80          | 0.18  | 14.23         | 6.59               | 57.54                | 42.46      |                  |   |
| N° 100         | 0.15  | 10.63         | 4.93               | 62.47                | 37.53      |                  |   |
| N° 200         | 0.07  | 12.29         | 5.69               | 68.16                | 31.84      |                  |   |
| <N° 200        |       | 68.71         | 31.84              | 100.00               | 0.00       |                  |   |
| Peso Inicial   |       | 215.81        |                    |                      |            |                  |   |



Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
 CIP: 76292

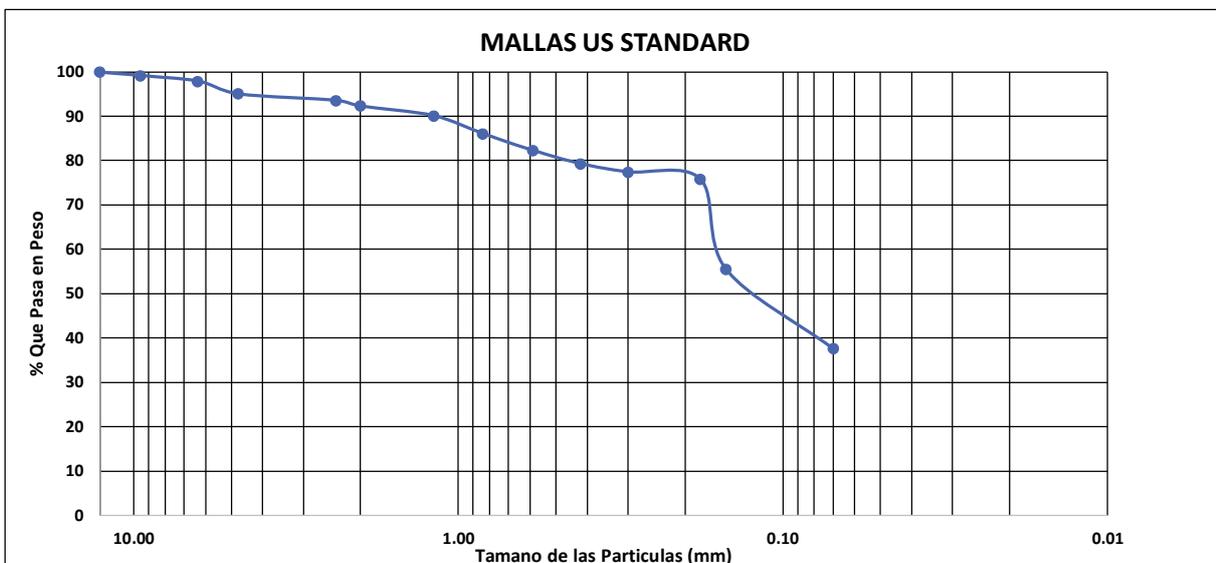


### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
LUGAR : KM 1+500  
CALICATA N°: C - 04      M - 1 Ceniza de alcanfor 15%      PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                          |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|---|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | SM, Arenas limosas, mezcla de arena y limo. |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1"             | 25.40 |               |                    |                      |            |                  | L.L : 24.22                                 |
| 3/4"           | 19.05 |               |                    |                      |            |                  | L.P : 21.15                                 |
| 1/2"           | 12.70 |               |                    |                      | 100.00     |                  | I.P : 3.07                                  |
| 3/8"           | 9.53  | 0.86          | 0.83               | 0.83                 | 99.17      |                  | CLASIFICACION                               |
| 1/4"           | 6.35  | 1.26          | 1.22               | 2.05                 | 97.95      |                  | AASHTO : A - 2 - 4 (0)                      |
| N° 04          | 4.76  | 2.95          | 2.85               | 4.91                 | 95.09      |                  |   |
| N° 08          | 2.38  | 1.58          | 1.53               | 6.43                 | 93.57      |                  | Humedad Natural : 9.49%                     |
| N° 10          | 2.00  | 1.27          | 1.23               | 7.66                 | 92.34      |                  |   |
| N° 16          | 1.19  | 2.30          | 2.23               | 9.89                 | 90.11      |                  | OBSERVACIONES:                              |
| N° 20          | 0.84  | 4.12          | 3.99               | 13.88                | 86.12      |                  |   |
| N° 30          | 0.59  | 3.92          | 3.79               | 17.67                | 82.33      |                  |   |
| N° 40          | 0.42  | 3.11          | 3.01               | 20.68                | 79.32      |                  |   |
| N° 50          | 0.30  | 1.92          | 1.86               | 22.54                | 77.46      |                  |   |
| N° 80          | 0.18  | 1.59          | 1.54               | 24.07                | 75.93      |                  |   |
| N° 100         | 0.15  | 21.01         | 20.33              | 44.40                | 55.60      |                  |   |
| N° 200         | 0.07  | 18.54         | 17.94              | 62.34                | 37.66      |                  |   |
| <N° 200        |       | 38.92         | 37.66              | 100.00               | 0.00       |                  |   |
| Peso Inicial   |       | 103.35        |                    |                      |            |                  |   |



Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292

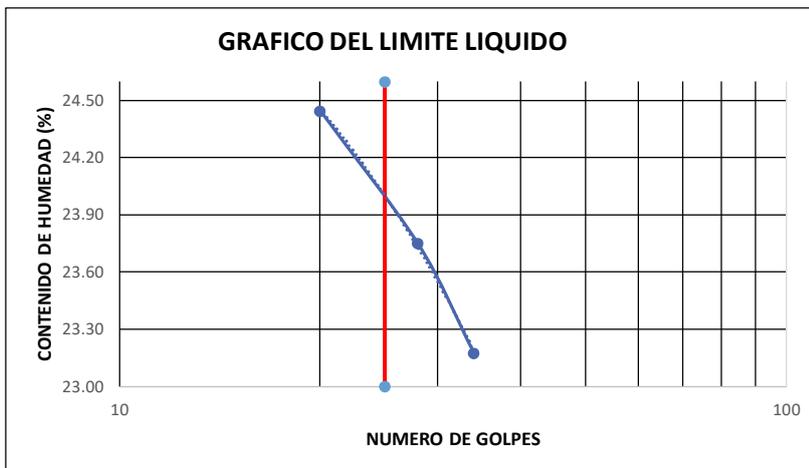


**LIMITES DE ATTERBERG**  
**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 0+000  
**CALICATA N°: C - 01 M - 1 Ceniza de alcanfor 15% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.**

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.00 |       |       |      |     |     |
| Número de golpes                 | 20          | 28    | 34    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 20          | 18    | 19    | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 43.12       | 45.76 | 48.54 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 37.16       | 39.81 | 42.29 | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 12.78       | 14.76 | 15.32 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 5.96        | 5.95  | 6.25  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 24.38       | 25.05 | 26.97 | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 24.45       | 23.75 | 23.17 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.00 |     |     |      |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 13          | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 18.75       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 18.03       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.64       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 0.72        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 3.39        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 21.24       | --- | --- | ---  | --- | --- |



|      | MUESTRA |     |
|------|---------|-----|
|      | M-1     | --- |
| L.L. | 24.00   | --- |
| L.P. | 21.24   | --- |
| I.P. | 2.76    | --- |

| MUESTRA | MUESTRA |               |
|---------|---------|---------------|
|         | SUCS    | AASHTO        |
| M - 1   | GM      | A - 1 - a (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
 CIP: 76292

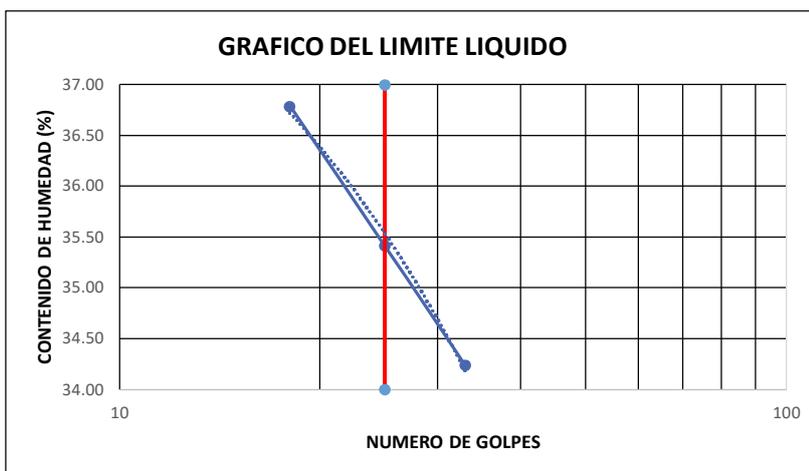


**LIMITES DE ATTERBERG**  
**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 0+500  
**CALICATA N°: C - 02                      M - 1 Ceniza de alcanfor 15%                      PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.**

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |       |       | ---- |     |     |
| Número de golpes                 | 18          | 25    | 33    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 21          | 22    | 23    | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 46.28       | 47.63 | 50.49 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 37.58       | 38.89 | 41.28 | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 13.93       | 14.21 | 14.38 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 8.7         | 8.74  | 9.21  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 23.65       | 24.68 | 26.9  | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 36.79       | 35.41 | 34.24 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |     |     | ---- |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 301         | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 19.68       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 18.83       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.41       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 0.85        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 4.42        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 19.23       | --- | --- | ---  | --- | --- |



|      | MUESTRA |     |
|------|---------|-----|
|      | M-1     | --- |
| L.L. | 35.54   | --- |
| L.P. | 19.23   | --- |
| I.P. | 16.30   | --- |

| MUESTRA | MUESTRA |               |
|---------|---------|---------------|
|         | SUCS    | AASHTO        |
| M - 1   | SC      | A - 2 - 6 (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Fabian Becerra Rodas  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lozad  
 CIP: 76292

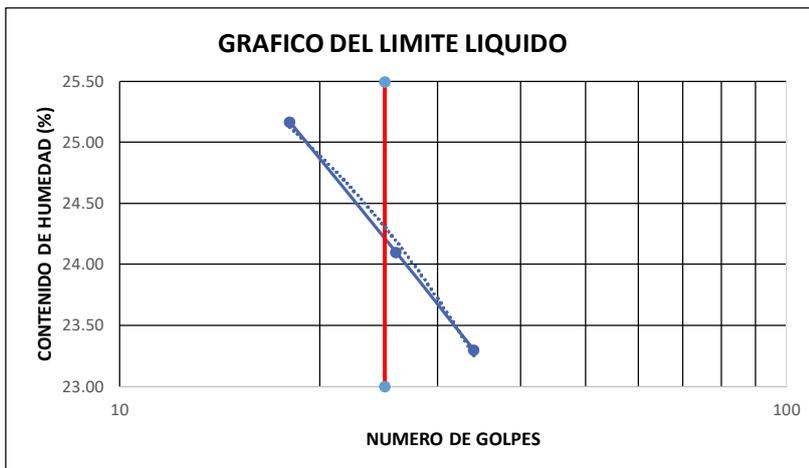


**LIMITES DE ATTERBERG**  
**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 1+000  
**CALICATA N°: C - 03 M - 1 Ceniza de alcanfor 15% PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.**

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M -1        |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |       |       |      |     |     |
| Número de golpes                 | 18          | 26    | 34    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 306         | 18    | 67    | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 47.58       | 49.37 | 51.36 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 40.87       | 42.74 | 44.45 | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.21       | 15.23 | 14.79 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 6.71        | 6.63  | 6.91  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 26.66       | 27.51 | 29.66 | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 25.17       | 24.10 | 23.30 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M -1        |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |     |     |      |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 24          | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 19.68       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 18.85       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.39       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 0.83        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 4.46        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 18.61       | --- | --- | ---  | --- | --- |



|      | MUESTRA |     |
|------|---------|-----|
|      | M-1     | --- |
| L.L. | 24.31   | --- |
| L.P. | 18.61   | --- |
| I.P. | 5.70    | --- |

| MUESTRA | MUESTRA |               |
|---------|---------|---------------|
|         | SUCS    | AASHTO        |
| M - 1   | SM-SC   | A - 2 - 4 (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
 CIP: 76292



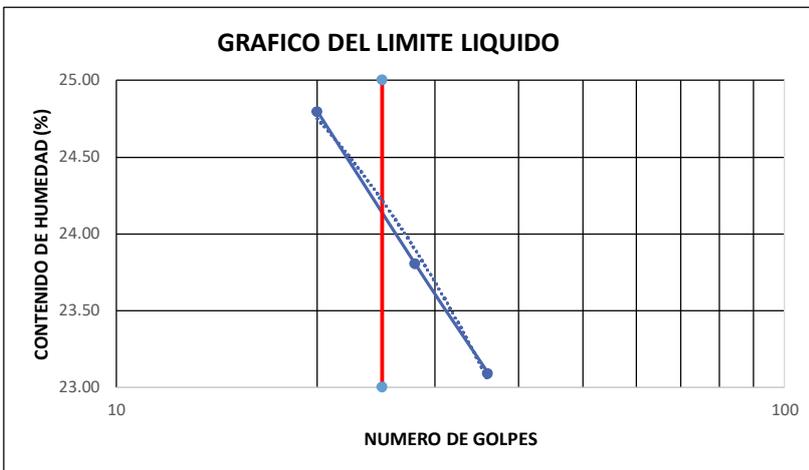
**LIMITES DE ATTERBERG**

**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 1+500  
**CALICATA N°: C - 04 M - 1 Ceniza de alcanfor 15% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.**

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M -1        |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |       |       |      |     |     |
| Número de golpes                 | 20          | 28    | 36    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 307         | 68    | 25    | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 42.15       | 44.27 | 46.63 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 36.46       | 38.5  | 40.62 | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 13.51       | 14.26 | 14.59 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 5.69        | 5.77  | 6.01  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 22.95       | 24.24 | 26.03 | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 24.79       | 23.80 | 23.09 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M -1        |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |     |     |      |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 137         | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 20.16       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 19.2        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.66       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 0.96        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 4.54        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 21.15       | --- | --- | ---  | --- | --- |



| MUESTRA |       |     |
|---------|-------|-----|
|         | M-1   | --- |
| L.L.    | 24.22 | --- |
| L.P.    | 21.15 | --- |
| I.P.    | 3.07  | --- |

| MUESTRA |      |               |
|---------|------|---------------|
| MUESTRA | SUCS | AASHTO        |
| M - 1   | SM   | A - 2 - 4 (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

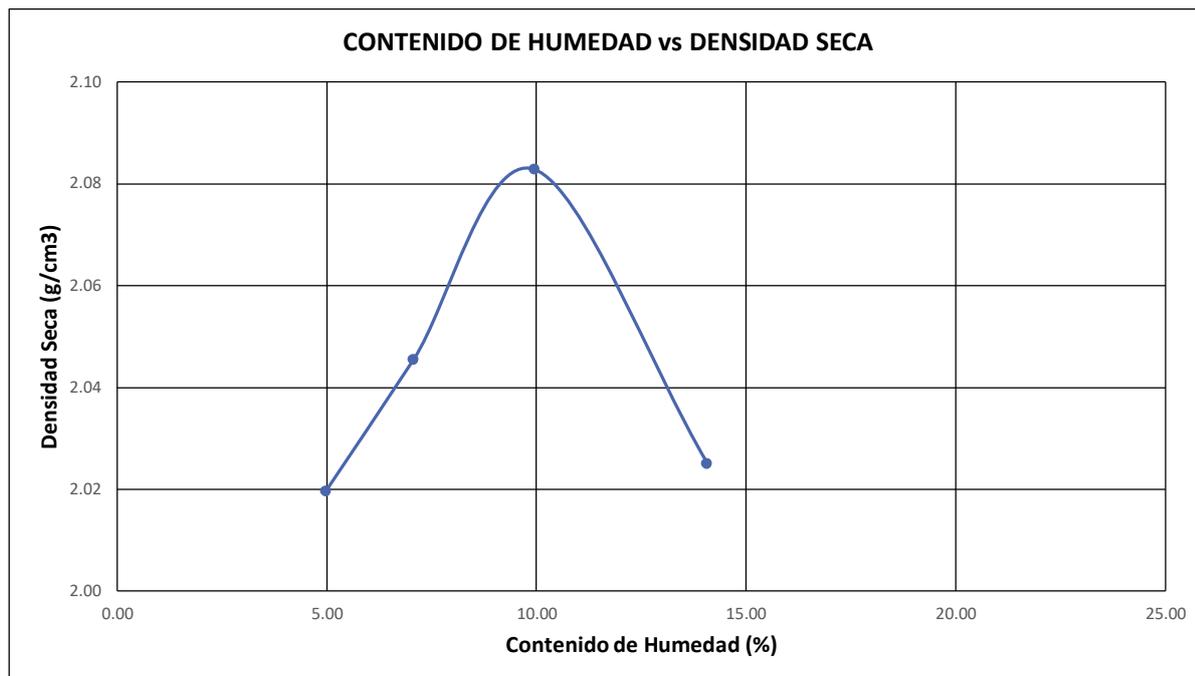
**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
 CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| PROCTOR MODIFICADO                            |   | TERRENO NATURAL                       |       |                  |       |
|---|---|---------------------------------------|-------|------------------|-------|
|   |   | MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 15% |       |                  |       |
|   |   | CALICATA: C - 01                      |       |                  |       |
| MOLDE N°                                      | : |                                       |       |                  |       |
| VOLUMEN                                       | : | 2135 cm <sup>3</sup>                  | ---   | pie <sup>3</sup> |       |
| METODO DE COMPACTACION                        | : | AASHTO T - 180 D                      |       |                  |       |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)              |   | 6984                                  | 7125  | 7336             | 7381  |
| .- Peso de Molde (g)                          |   | 2445                                  | 2445  | 2445             | 2445  |
| .- Peso Suelo Humedo (g)                      |   | 4539                                  | 4680  | 4891             | 4936  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)                |   | 2.12                                  | 2.19  | 2.29             | 2.31  |
| .- Recipiente N°                              |   | 1                                     | 3     | 7                | 9     |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)            |   | 52.36                                 | 54.28 | 59.16            | 59.96 |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)              |   | 50.48                                 | 51.72 | 55.17            | 54.22 |
| .- Tara (g)                                   |   | 12.66                                 | 15.48 | 15.06            | 13.42 |
| .- Peso de Agua (g)                           |   | 1.88                                  | 2.56  | 3.99             | 5.74  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)                     |   | 37.82                                 | 36.24 | 40.11            | 40.8  |
| .- Contenido de Agua (%)                      |   | 4.97                                  | 7.06  | 9.95             | 14.07 |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> ) |   | 2.02                                  | 2.05  | 2.08             | 2.03  |

Maxima Densidad Seca : 2.08 gr/cm<sup>3</sup>  
Optimo Contenido de Humedad : 9.95 %



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
Fabián Becerra Rodas  
TÉCNICO LABORATORISTA

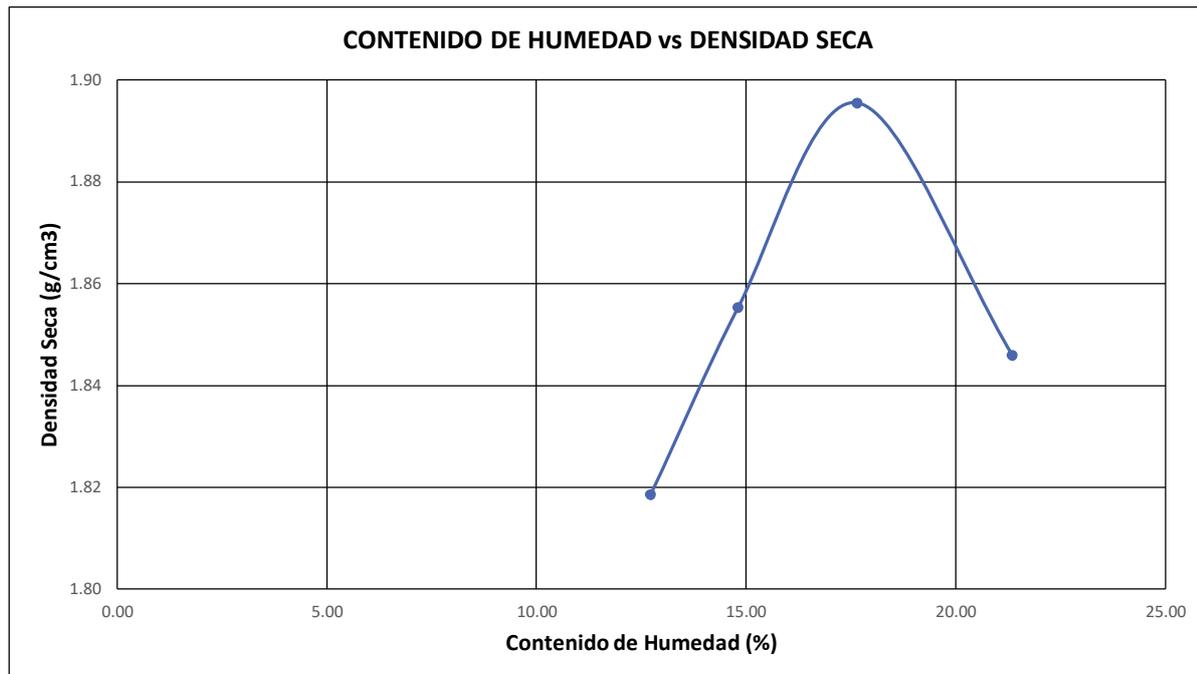
TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
Ing. Ernesto Flores Lozada  
CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| PROCTOR MODIFICADO                            |   | TERRENO NATURAL                       |       |                  |       |
|---|---|---------------------------------------|-------|------------------|-------|
|   |   | MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 15% |       |                  |       |
|   |   | CALICATA: C - 02                      |       |                  |       |
| MOLDE N°                                      | : |                                       |       |                  |       |
| VOLUMEN                                       | : | 2135 cm <sup>3</sup>                  | ---   | pie <sup>3</sup> |       |
| METODO DE COMPACTACION                        | : | AASHTO T - 180 D                      |       |                  |       |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)              |   | 6824                                  | 6993  | 7215             | 7234  |
| .- Peso de Molde (g)                          |   | 2445                                  | 2445  | 2445             | 2445  |
| .- Peso Suelo Humedo (g)                      |   | 4379                                  | 4548  | 4770             | 4789  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)                |   | 2.05                                  | 2.13  | 2.23             | 2.24  |
| .- Recipiente N°                              |   | 2                                     | 5     | 6                | 12    |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)            |   | 56.53                                 | 57.76 | 57.83            | 62.78 |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)              |   | 51.76                                 | 52.01 | 50.97            | 54.02 |
| .- Tara (g)                                   |   | 14.28                                 | 13.18 | 12.1             | 12.99 |
| .- Peso de Agua (g)                           |   | 4.77                                  | 5.75  | 6.86             | 8.76  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)                     |   | 37.48                                 | 38.83 | 38.87            | 41.03 |
| .- Contenido de Agua (%)                      |   | 12.73                                 | 14.81 | 17.65            | 21.35 |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> ) |   | 1.82                                  | 1.86  | 1.90             | 1.85  |

Maxima Densidad Seca : 1.90 gr/cm<sup>3</sup>  
Optimo Contenido de Humedad : 17.65 %



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
FABIAN BECERRA RODAS  
TÉCNICO LABORATORISTA

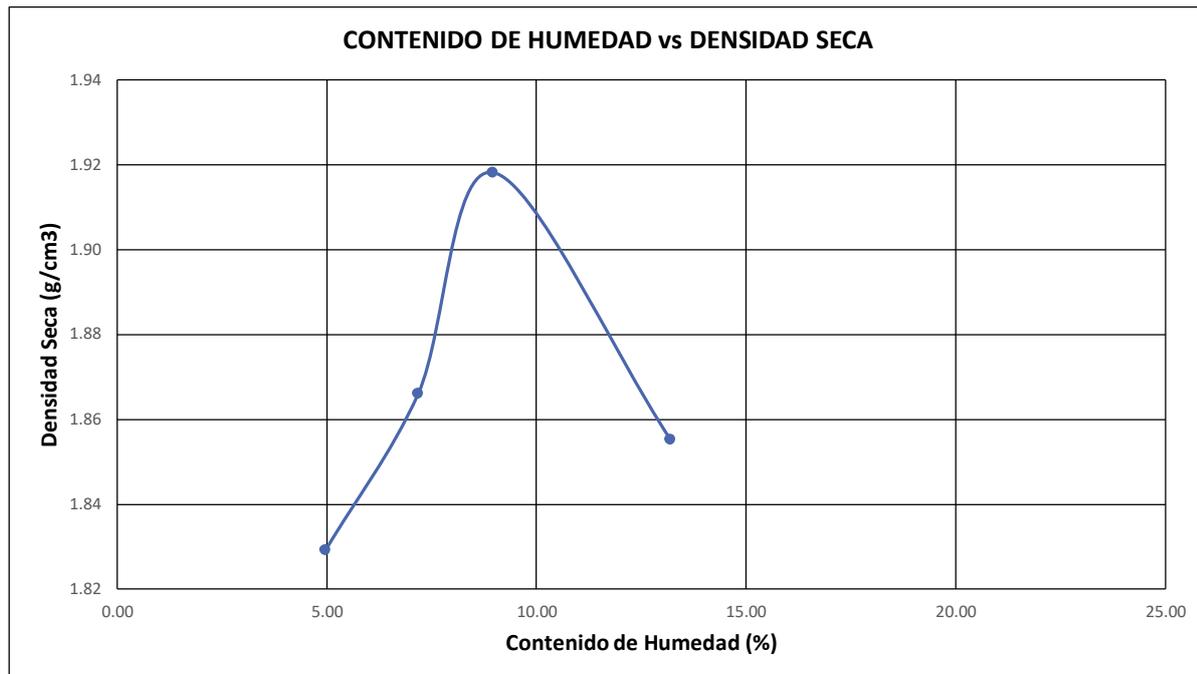
TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
ING. ERNESTO FLORES LOZADA  
CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| PROCTOR MODIFICADO                            |   | TERRENO NATURAL                       |       |                  |        |
|---|---|---------------------------------------|-------|------------------|--------|
|   |   | MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 15% |       |                  |        |
|   |   | CALICATA: C - 03                      |       |                  |        |
| MOLDE N°                                      | : |                                       |       |                  |        |
| VOLUMEN                                       | : | 2135 cm <sup>3</sup>                  | ---   | pie <sup>3</sup> |        |
| METODO DE COMPACTACION                        | : | AASHTO T - 180 D                      |       |                  |        |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)              |   | 6548                                  | 6714  | 6911             | 6936   |
| .- Peso de Molde (g)                          |   | 2445                                  | 2445  | 2445             | 2445   |
| .- Peso Suelo Humedo (g)                      |   | 4103                                  | 4269  | 4466             | 4491   |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)                |   | 1.92                                  | 2.00  | 2.09             | 2.10   |
| .- Recipiente N°                              |   | 1                                     | 4     | 10               | 13     |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)            |   | 52.64                                 | 56.72 | 56.68            | 63.73  |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)              |   | 50.75                                 | 53.97 | 53.01            | 58.1   |
| .- Tara (g)                                   |   | 12.66                                 | 15.64 | 12.03            | 15.411 |
| .- Peso de Agua (g)                           |   | 1.89                                  | 2.75  | 3.67             | 5.63   |
| .- Peso de Suelo Seco (g)                     |   | 38.09                                 | 38.33 | 40.98            | 42.689 |
| .- Contenido de Agua (%)                      |   | 4.96                                  | 7.17  | 8.96             | 13.19  |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> ) |   | 1.83                                  | 1.87  | 1.92             | 1.86   |

Maxima Densidad Seca : 1.92 gr/cm<sup>3</sup>  
Optimo Contenido de Humedad : 8.96 %



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
Fabián Becerra Rodas  
TÉCNICO LABORATORISTA

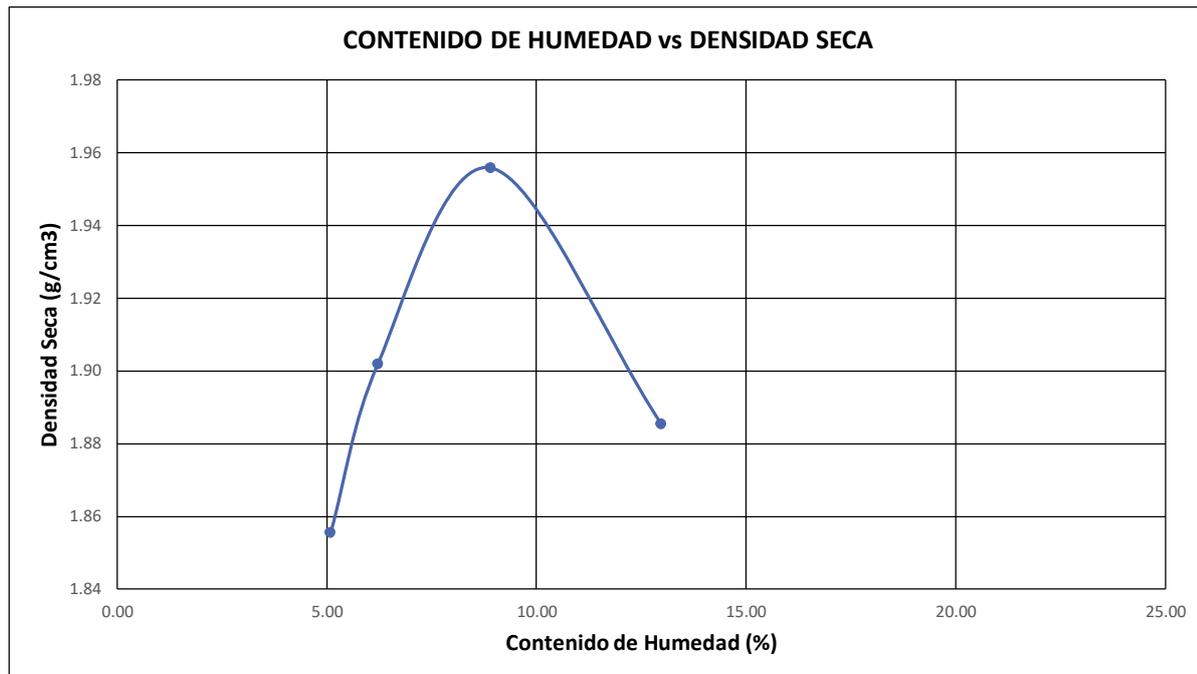
TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
Ing. Ernesto Flores Lozada  
CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| PROCTOR MODIFICADO                            |   | TERRENO NATURAL                       |       |                  |       |
|---|---|---------------------------------------|-------|------------------|-------|
|   |   | MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 15% |       |                  |       |
|   |   | CALICATA: C - 04                      |       |                  |       |
| MOLDE N°                                      | : |                                       |       |                  |       |
| VOLUMEN                                       | : | 2135 cm <sup>3</sup>                  | ---   | pie <sup>3</sup> |       |
| METODO DE COMPACTACION                        | : | AASHTO T - 180 D                      |       |                  |       |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)              |   | 6605                                  | 6759  | 6989             | 6994  |
| .- Peso de Molde (g)                          |   | 2445                                  | 2445  | 2445             | 2445  |
| .- Peso Suelo Humedo (g)                      |   | 4160                                  | 4314  | 4544             | 4549  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)                |   | 1.95                                  | 2.02  | 2.13             | 2.13  |
| .- Recipiente N°                              |   | 5                                     | 12    | 38               | 7     |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)            |   | 54.68                                 | 57.62 | 59.43            | 59.74 |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)              |   | 52.67                                 | 55.01 | 55.69            | 54.61 |
| .- Tara (g)                                   |   | 13.18                                 | 12.99 | 13.7             | 15.06 |
| .- Peso de Agua (g)                           |   | 2.01                                  | 2.61  | 3.74             | 5.13  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)                     |   | 39.49                                 | 42.02 | 41.99            | 39.55 |
| .- Contenido de Agua (%)                      |   | 5.09                                  | 6.21  | 8.91             | 12.97 |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> ) |   | 1.86                                  | 1.90  | 1.956            | 1.89  |

Maxima Densidad Seca : 1.96 gr/cm<sup>3</sup>  
Optimo Contenido de Humedad : 8.91 %



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
Fabian Becerra Rodas  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
Ing. Ernesto Flores Lozada  
CIP: 76292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
 ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 LUGAR : KM 0+000  
 CALICATA N°: C - 01 M - 1 Ceniza de alcanfor 15% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| C.B.R.                               |           |        |           |        |           |        |
|--------------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MUESTRA N°                           | 6         |        | 11        |        | 13        |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA                | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA                 | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)        | 11,126    | 11,228 | 11,119    | 11,216 | 11,028    | 11,258 |
| PESO DEL MOLDE (g)                   | 6,230     | 6,230  | 6,325     | 6,325  | 6,385     | 6,385  |
| PESO DEL SUELO SUELO HUMEDO (g)      | 4,896     | 4,998  | 4,794     | 4,891  | 4,643     | 4,873  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)                | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.28      | 2.33   | 2.24      | 2.28   | 2.17      | 2.27   |
| CAPSULA N°                           | 5         | 7      | 9         | 12     | 13        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)      | 105.43    | 107.85 | 109.46    | 110.46 | 96.23     | 121.37 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)        | 97.43     | 98.57  | 100.36    | 100.20 | 88.63     | 107.09 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)           | 8.00      | 9.28   | 9.10      | 10.26  | 7.60      | 14.28  |
| PESO DE CAPSULA (g)                  | 20.20     | 20.50  | 20.36     | 21.30  | 21.56     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)               | 77.23     | 78.07  | 80.00     | 78.90  | 67.07     | 84.68  |
| HUMEDAD (%)                          | 10.36     | 11.89  | 11.38     | 13.00  | 11.33     | 16.86  |
| DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )   | 2.07      | 2.08   | 2.01      | 2.02   | 1.95      | 1.95   |

| EXPANSION |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|-----------|------|--------|------|-------------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|           | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION   |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|           |      |        |      | mm.         | % |      | mm.       | % |      | mm.       | % |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      | NO REGISTRA |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |

| PENETRACION       |   |            |      |                       |       |             |      |                       |       |             |      |                       |   |
|-------------------|---|------------|------|-----------------------|-------|-------------|------|-----------------------|-------|-------------|------|-----------------------|---|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> ) | MOLDE N° 6 |      |                       |       | MOLDE N° 11 |      |                       |       | MOLDE N° 13 |      |                       |   |
|                   |   | CARGA      |      | CORRECCION            |       | CARGA       |      | CORRECCION            |       | CARGA       |      | CORRECCION            |   |
|                   |   | Lectura    | lbs  | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | Lectura     | lbs  | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | Lectura     | lbs  | lbs/pulg <sup>2</sup> | % |
| 0.020             |   | 21.68      | 252  | 84.00                 |       | 15.33       | 186  | 62.00                 |       | 9.16        | 114  | 38.00                 |   |
| 0.040             |   | 43.76      | 516  | 172.00                |       | 31.67       | 378  | 126.00                |       | 18.87       | 228  | 76.00                 |   |
| 0.060             |   | 63.82      | 756  | 252.00                |       | 46.43       | 549  | 183.00                |       | 27.63       | 330  | 110.00                |   |
| 0.080             |   | 83.71      | 987  | 329.00                |       | 60.63       | 717  | 239.00                |       | 36.34       | 432  | 144.00                |   |
| 0.100             | 1000                                    | 104.86     | 1311 | 437.00                | 43.70 | 75.78       | 918  | 306.00                | 30.60 | 45.27       | 552  | 184.00                |   |
| 0.200             | 1500                                    | 170.38     | 1998 | 666.00                |       | 123.49      | 1452 | 484.00                |       | 73.75       | 870  | 290.00                |   |
| 0.300             |   | 216.08     | 2535 | 845.00                |       | 156.81      | 1842 | 614.00                |       | 93.48       | 1101 | 367.00                |   |
| 0.400             |   | 250.84     | 2940 | 980.00                |       | 181.64      | 2136 | 712.00                |       | 108.37      | 1275 | 425.00                |   |
| 0.500             |   | 261.43     | 3063 | 1021.00               |       | 189.36      | 2223 | 741.00                |       | 112.96      | 1329 | 443.00                |   |

Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Fabián Becerra Rodas  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Ing. Ernesto Flores Loza  
 CIP: 76292



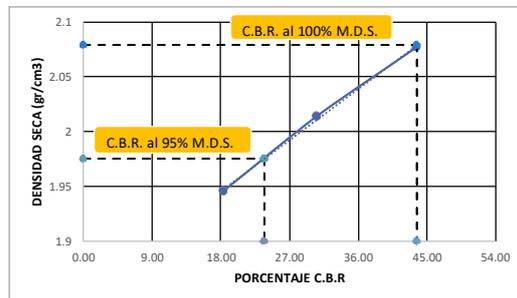
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR,  
SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 0+000  
CALICATA N°: C - 01 M - 1 Ceniza de alcanfor 15% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |      |
|-------------------------|------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 2.06 |
| Humedad Optima %        | 9.33 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 43.70 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 23.70 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
 ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 LUGAR : KM 0+500  
 CALICATA N°: C - 02 M - 1 Ceniza de alcanfor 15% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.

| C.B.R.                          |           |        |           |        |           |        |
|---------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MUESTRA N°                      | 1         |        | 5         |        | 9         |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA           | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA            | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)   | 9,976     | 10,059 | 9,878     | 9,978  | 9,719     | 9,937  |
| PESO DEL MOLDE (g)              | 5,230     | 5,230  | 5,265     | 5,265  | 5,290     | 5,290  |
| PESO DEL SUELO SUELO HUMEDO (g) | 4,746     | 4,829  | 4,613     | 4,713  | 4,429     | 4,647  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)           | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)         | 2.21      | 2.25   | 2.15      | 2.20   | 2.07      | 2.17   |
| CAPSULA N°                      | 90        | 100    | 14        | 17     | 20        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g) | 128.35    | 123.78 | 215.12    | 132.16 | 103.24    | 139.31 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)   | 114.23    | 108.07 | 200.06    | 116.04 | 91.53     | 119.07 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)      | 14.12     | 15.71  | 15.06     | 16.12  | 11.71     | 20.24  |
| PESO DE CAPSULA (g)             | 29.71     | 20.02  | 112.58    | 29.02  | 19.38     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)          | 84.52     | 88.05  | 87.48     | 87.02  | 72.15     | 96.66  |
| HUMEDAD (%)                     | 16.71     | 17.84  | 17.22     | 18.52  | 16.23     | 20.94  |
| DENSIDAD SECA (g/cm3)           | 1.90      | 1.91   | 1.84      | 1.86   | 1.78      | 1.79   |

| EXPANSION |      |        |      |           |      |      |           |      |      |           |      |
|-----------|------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
|           | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION |      | DIAL | EXPANSION |      | DIAL | EXPANSION |      |
|           |      |        |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |
|           |      | 0 hrs  | 0.00 |           |      | 0.00 |           |      | 0    |           | 0.00 |
|           |      | 24 hrs | 6.23 | 6.23      | 5.35 | 6.64 | 5.71      | 7.06 | 7.06 | 7.06      | 6.07 |
|           |      | 48 hrs | 6.31 | 6.31      | 5.43 | 6.83 | 5.87      | 7.16 | 7.16 | 7.16      | 6.16 |
|           |      | 72 hrs | 6.42 | 6.42      | 5.51 | 6.87 | 5.91      | 7.25 | 7.25 | 7.25      | 6.23 |
|           |      | 96 hrs | 6.51 | 6.51      | 5.6  | 6.97 | 5.98      | 7.31 | 7.31 | 7.31      | 6.29 |

| PENETRACION       |                            |            |      |            |       |            |      |            |       |            |     |            |   |
|-------------------|----------------------------|------------|------|------------|-------|------------|------|------------|-------|------------|-----|------------|---|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg2) | MOLDE N° 1 |      |            |       | MOLDE N° 5 |      |            |       | MOLDE N° 9 |     |            |   |
|                   |                            | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |     | CORRECCION |   |
|                   |                            | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura    | lbs | lbs/pulg2  | % |
| 0.020             |                            | 11.61      | 138  | 46.00      |       | 7.05       | 102  | 34.00      |       | 5.03       | 66  | 22.00      |   |
| 0.040             |                            | 22.98      | 276  | 92.00      |       | 16.93      | 204  | 68.00      |       | 10.19      | 126 | 42.00      |   |
| 0.060             |                            | 33.48      | 405  | 135.00     |       | 24.74      | 294  | 98.00      |       | 14.73      | 186 | 62.00      |   |
| 0.080             |                            | 43.92      | 525  | 175.00     |       | 32.01      | 384  | 128.00     |       | 19.21      | 234 | 78.00      |   |
| 0.100             | 1000                       | 55.03      | 723  | 241.00     | 24.10 | 39.86      | 513  | 171.00     | 17.10 | 23.97      | 336 | 112.00     |   |
| 0.200             | 1500                       | 89.71      | 1056 | 352.00     |       | 65.13      | 765  | 255.00     |       | 39.16      | 465 | 155.00     |   |
| 0.300             |                            | 113.73     | 1341 | 447.00     |       | 82.49      | 969  | 323.00     |       | 49.64      | 588 | 196.00     |   |
| 0.400             |                            | 131.94     | 1554 | 518.00     |       | 95.53      | 1122 | 374.00     |       | 57.33      | 678 | 226.00     |   |
| 0.500             |                            | 137.37     | 1617 | 539.00     |       | 99.71      | 1170 | 390.00     |       | 59.83      | 711 | 237.00     |   |

Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Fabian Becerra Rodas  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76292



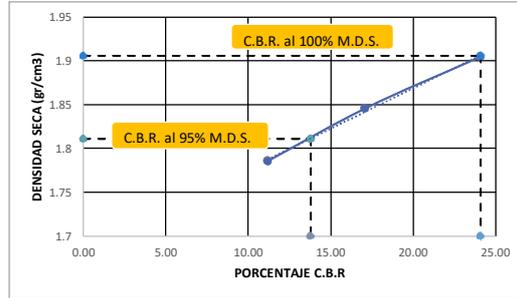
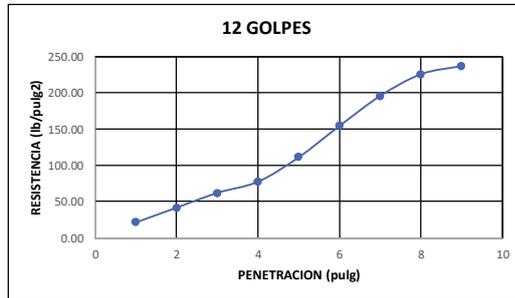
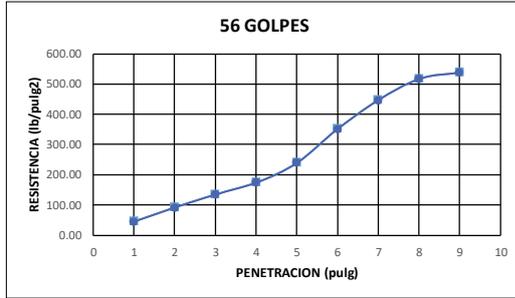
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 0+500  
CALICATA N°: C - 02 M - 1 Ceniza de alcanfor 15% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |       |
|-------------------------|-------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 1.86  |
| Humedad Optima %        | 17.20 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 24.10 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 13.80 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
 ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 LUGAR : KM 1+000  
 CALICATA N°: C - 03 M - 1 Ceniza de alcanfor 15% PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.

| C.B.R.                          |           |        |           |        |           |        |
|---------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MUESTRA N°                      | 2         |        | 3         |        | 8         |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA           | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA            | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)   | 10,269    | 10,356 | 10,281    | 10,387 | 10,198    | 10,412 |
| PESO DEL MOLDE (g)              | 5,820     | 5,820  | 5,960     | 5,960  | 6,050     | 6,050  |
| PESO DEL SUELO SUELO HUMEDO (g) | 4,449     | 4,536  | 4,321     | 4,427  | 4,148     | 4,362  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)           | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)         | 2.08      | 2.12   | 2.02      | 2.07   | 1.94      | 2.04   |
| CAPSULA N°                      | 60        | 50     | 40        | 30     | 21        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g) | 101.18    | 108.96 | 112.63    | 119.38 | 109.43    | 125.69 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)   | 95.19     | 100.36 | 105.06    | 109.67 | 104.05    | 113.16 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)      | 5.99      | 8.60   | 7.57      | 9.71   | 5.38      | 12.53  |
| PESO DE CAPSULA (g)             | 19.96     | 19.24  | 20.69     | 25.30  | 31.21     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)          | 75.23     | 81.12  | 84.37     | 84.37  | 72.84     | 90.75  |
| HUMEDAD (%)                     | 7.96      | 10.60  | 8.97      | 11.51  | 7.39      | 13.81  |
| DENSIDAD SECA (g/cm3)           | 1.92      | 1.91   | 1.85      | 1.85   | 1.80      | 1.79   |

| EXPANSION |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|-----------|------|--------|------|-------------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|           | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION   |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|           |      |        |      | mm.         | % |      | mm.       | % |      | mm.       | % |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      | NO REGISTRA |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |

| PENETRACION       |                            |            |      |            |       |            |      |            |       |            |     |            |   |
|-------------------|----------------------------|------------|------|------------|-------|------------|------|------------|-------|------------|-----|------------|---|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg2) | MOLDE N° 1 |      |            |       | MOLDE N° 5 |      |            |       | MOLDE N° 9 |     |            |   |
|                   |                            | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |     | CORRECCION |   |
|                   |                            | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura    | lbs | lbs/pulg2  | % |
| 0.020             |                            | 11.83      | 144  | 48.00      |       | 8.69       | 108  | 36.00      |       | 5.06       | 66  | 22.00      |   |
| 0.040             |                            | 24.57      | 294  | 98.00      |       | 17.54      | 216  | 72.00      |       | 10.46      | 132 | 44.00      |   |
| 0.060             |                            | 35.42      | 420  | 140.00     |       | 25.58      | 306  | 102.00     |       | 15.29      | 186 | 62.00      |   |
| 0.080             |                            | 46.63      | 552  | 184.00     |       | 33.47      | 399  | 133.00     |       | 20.19      | 243 | 81.00      |   |
| 0.100             | 1000                       | 57.89      | 765  | 255.00     | 25.50 | 42.06      | 546  | 182.00     | 18.20 | 25.08      | 333 | 111.00     |   |
| 0.200             | 1500                       | 94.46      | 1110 | 370.00     |       | 68.41      | 807  | 269.00     |       | 40.68      | 483 | 161.00     |   |
| 0.300             |                            | 119.81     | 1407 | 469.00     |       | 86.53      | 1020 | 340.00     |       | 51.65      | 612 | 204.00     |   |
| 0.400             |                            | 138.79     | 1629 | 543.00     |       | 100.48     | 1182 | 394.00     |       | 59.82      | 708 | 236.00     |   |
| 0.500             |                            | 144.91     | 1698 | 566.00     |       | 104.73     | 1233 | 411.00     |       | 62.45      | 738 | 246.00     |   |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Fabian Becerra Rodas  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Ing. Ernesto Flores Loza  
 CIP: 76292



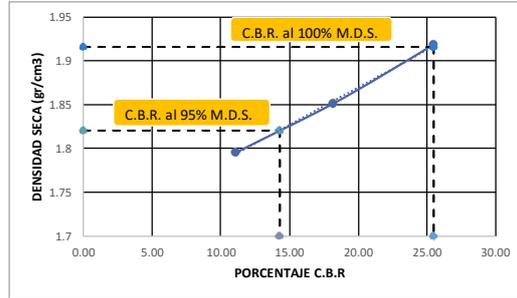
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR,  
SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 1+000  
CALICATA N°: C - 03 M - 1 Ceniza de alcanfor 15% PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |      |
|-------------------------|------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 1.87 |
| Humedad Optima %        | 9.21 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 25.50 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 14.29 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
 ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 LUGAR : KM 1+500  
 CALICATA N°: C - 04 M - 1 Ceniza de alcanfor 15% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| C.B.R.                          |           |        |           |        |           |        |
|---------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MUESTRA N°                      | 7         |        | 21        |        | 10        |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA           | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA            | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)   | 9,567     | 9,648  | 9,756     | 9,869  | 9,476     | 9,687  |
| PESO DEL MOLDE (g)              | 5,029     | 5,029  | 5,348     | 5,348  | 5,210     | 5,210  |
| PESO DEL SUELO SUELO HUMEDO (g) | 4,538     | 4,619  | 4,408     | 4,521  | 4,266     | 4,477  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)           | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)         | 2.12      | 2.16   | 2.06      | 2.11   | 1.99      | 2.09   |
| CAPSULA N°                      | 90        | 100    | 14        | 17     | 20        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g) | 109.63    | 108.41 | 199.83    | 116.26 | 92.26     | 121.44 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)   | 103.15    | 100.53 | 192.51    | 107.36 | 86.19     | 109.39 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)      | 6.48      | 7.88   | 7.32      | 8.90   | 6.07      | 12.05  |
| PESO DE CAPSULA (g)             | 29.71     | 20.02  | 112.58    | 29.02  | 19.38     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)          | 73.44     | 80.51  | 79.93     | 78.34  | 66.81     | 86.98  |
| HUMEDAD (%)                     | 8.82      | 9.79   | 9.16      | 11.36  | 9.09      | 13.85  |
| DENSIDAD SECA (g/cm3)           | 1.95      | 1.96   | 1.88      | 1.89   | 1.82      | 1.83   |

| EXPANSION |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|-----------|------|--------|------|-------------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|           | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION   |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|           |      |        |      | mm.         | % |      | mm.       | % |      | mm.       | % |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      | NO REGISTRA |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |

| PENETRACION       |                            |            |      |            |       |            |      |            |       |            |     |            |   |
|-------------------|----------------------------|------------|------|------------|-------|------------|------|------------|-------|------------|-----|------------|---|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg2) | MOLDE N° 1 |      |            |       | MOLDE N° 5 |      |            |       | MOLDE N° 9 |     |            |   |
|                   |                            | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |     | CORRECCION |   |
|                   |                            | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura    | lbs | lbs/pulg2  | % |
| 0.020             |                            | 12.44      | 156  | 52.00      |       | 8.86       | 114  | 38.00      |       | 5.27       | 72  | 24.00      |   |
| 0.040             |                            | 25.26      | 309  | 103.00     |       | 18.39      | 225  | 75.00      |       | 11.21      | 141 | 47.00      |   |
| 0.060             |                            | 37.14      | 447  | 149.00     |       | 26.84      | 324  | 108.00     |       | 16.05      | 198 | 66.00      |   |
| 0.080             |                            | 48.69      | 582  | 194.00     |       | 35.26      | 423  | 141.00     |       | 21.28      | 258 | 86.00      |   |
| 0.100             | 1000                       | 60.67      | 789  | 263.00     | 26.30 | 43.92      | 543  | 181.00     | 18.10 | 26.37      | 345 | 115.00     |   |
| 0.200             | 1500                       | 98.82      | 1170 | 390.00     |       | 71.69      | 849  | 283.00     |       | 42.81      | 510 | 170.00     |   |
| 0.300             |                            | 125.57     | 1482 | 494.00     |       | 90.93      | 1074 | 358.00     |       | 54.33      | 648 | 216.00     |   |
| 0.400             |                            | 145.27     | 1713 | 571.00     |       | 105.26     | 1242 | 414.00     |       | 63.01      | 747 | 249.00     |   |
| 0.500             |                            | 151.51     | 1785 | 595.00     |       | 109.93     | 1296 | 432.00     |       | 65.46      | 777 | 259.00     |   |

Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Fabián Becerra Rodas  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Ing. Ernesto Flores Loza  
 CIP: 76292



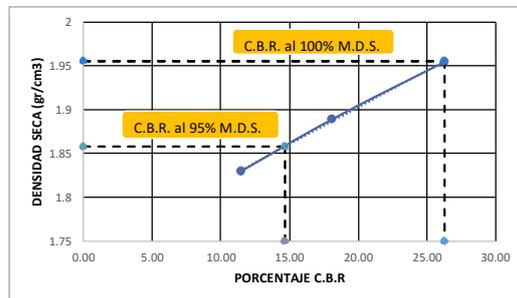
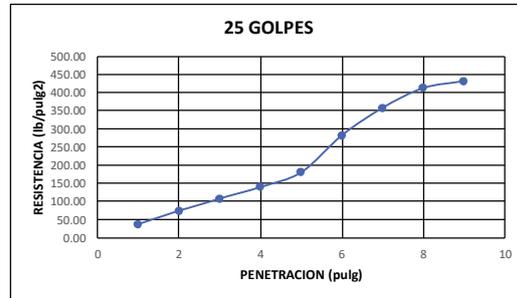
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 1+500  
CALICATA N°: C - 04 M - 1 Ceniza de alcanfor 15% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |      |
|-------------------------|------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 1.90 |
| Humedad Optima %        | 9.10 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 26.30 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 14.68 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Loza*  
CIP: 76292



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022

UBICACION : SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA

FECHA : OCTUBRE - 2022

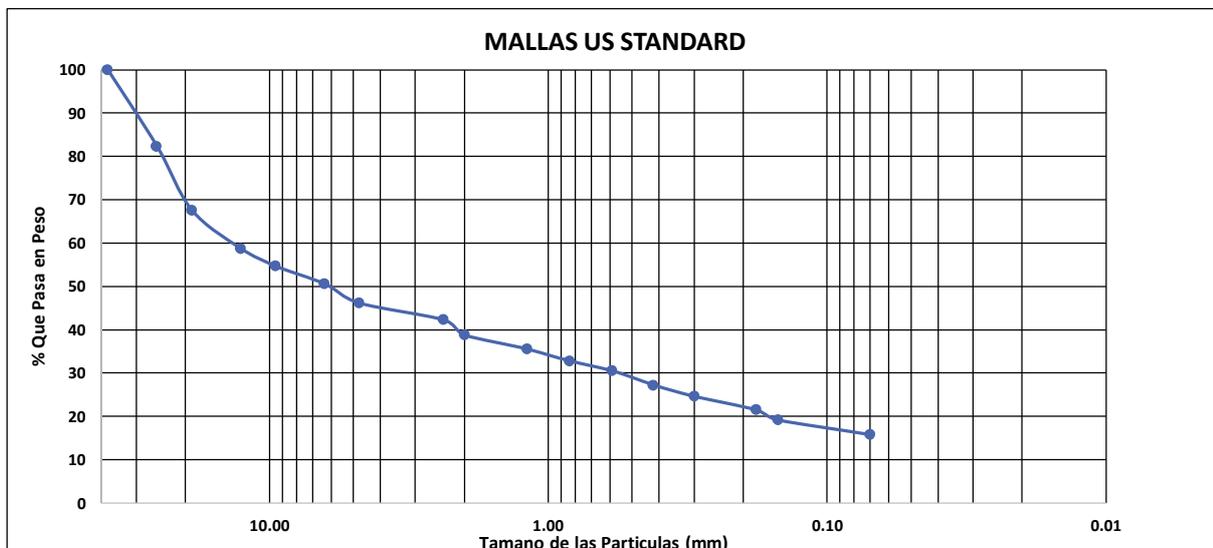
LUGAR : KM 0+000

CALICATA N°: C - 01

M - 1 Ceniza de alcanfor 20%

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                                 |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|--|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |  |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | GM, Gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo. |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      | 100.00     |                  |  |
| 1"             | 25.40 | 469.25        | 17.61              | 17.61                | 82.39      |                  | L.L : 24.02  |
| 3/4"           | 19.05 | 392.85        | 14.74              | 32.35                | 67.65      |                  | L.P : 21.25  |
| 1/2"           | 12.70 | 236.12        | 8.86               | 41.21                | 58.79      |                  | I.P : 2.77   |
| 3/8"           | 9.53  | 107.23        | 4.02               | 45.24                | 54.76      |                  | CLASIFICACION                                      |
| 1/4"           | 6.35  | 109.89        | 4.12               | 49.36                | 50.64      |                  | AASHTO : A - 1 - a (0)                             |
| N° 04          | 4.76  | 118.13        | 4.43               | 53.79                | 46.21      |                  |  |
| N° 08          | 2.38  | 102.54        | 3.85               | 57.64                | 42.36      |                  | Humedad Natural : 9.02%                            |
| N° 10          | 2.00  | 93.46         | 3.51               | 61.15                | 38.85      |                  |  |
| N° 16          | 1.19  | 86.79         | 3.26               | 64.41                | 35.59      |                  | OBSERVACIONES:                                     |
| N° 20          | 0.84  | 73.04         | 2.74               | 67.15                | 32.85      |                  |  |
| N° 30          | 0.59  | 61.02         | 2.29               | 69.44                | 30.56      |                  |  |
| N° 40          | 0.42  | 86.59         | 3.25               | 72.69                | 27.31      |                  |  |
| N° 50          | 0.30  | 69.12         | 2.59               | 75.28                | 24.72      |                  |  |
| N° 80          | 0.18  | 82.78         | 3.11               | 78.39                | 21.61      |                  |  |
| N° 100         | 0.15  | 63.05         | 2.37               | 80.75                | 19.25      |                  |  |
| N° 200         | 0.07  | 90.26         | 3.39               | 84.14                | 15.86      |                  |  |
| <N° 200        |       | 422.59        | 15.86              | 100.00               | 0.00       |                  |  |
| Peso Inicial   |       | 2664.71       |                    |                      |            |                  |  |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Fabian Becerra Rodas*  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
CIP: 76292

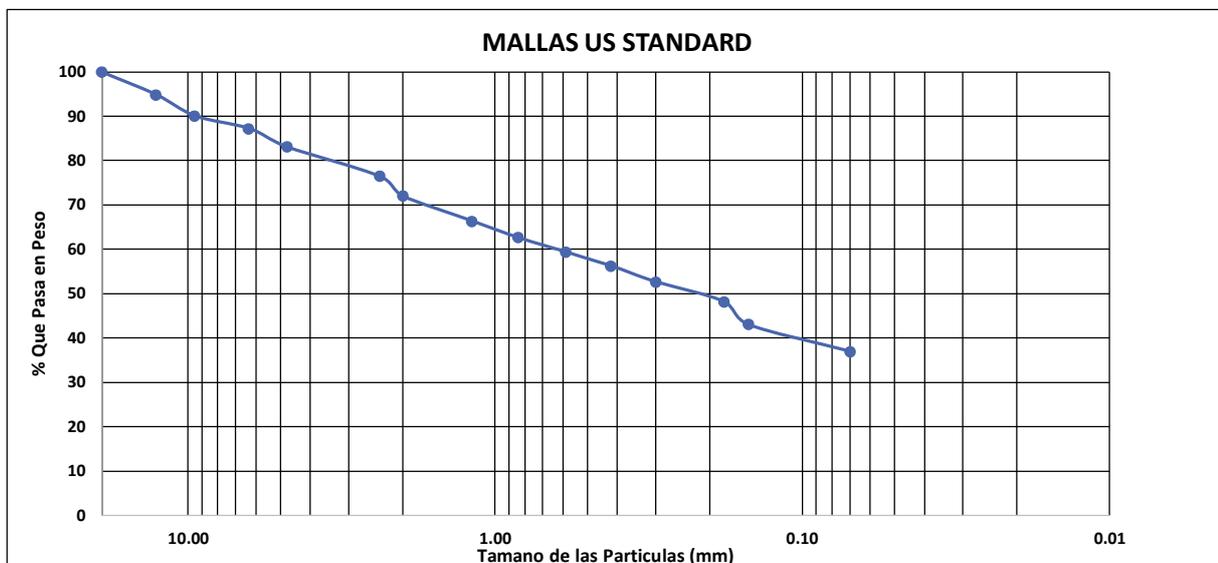


**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

**MTC - E 204**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 0+500  
**CALICATA N°: C - 02      M - 1 Ceniza de alcanfor 20%      PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.**

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                          |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|---|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | SM, Arenas limosas, mezcla de arena y limo. |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1"             | 25.40 |               |                    |                      |            |                  | L.L : <b>35.56</b>                          |
| 3/4"           | 19.05 |               |                    |                      | 100.00     |                  | L.P : <b>19.24</b>                          |
| 1/2"           | 12.70 | 33.42         | 5.12               | 5.12                 | 94.88      |                  | I.P : <b>16.32</b>                          |
| 3/8"           | 9.53  | 31.04         | 4.75               | 9.87                 | 90.13      |                  | CLASIFICACION                               |
| 1/4"           | 6.35  | 18.56         | 2.84               | 12.71                | 87.29      |                  | AASHTO : <b>A - 2 - 6 (0)</b>               |
| N° 04          | 4.76  | 26.95         | 4.13               | 16.84                | 83.16      |                  |   |
| N° 08          | 2.38  | 43.21         | 6.62               | 23.46                | 76.54      |                  | Humedad Natural : 16.83%                    |
| N° 10          | 2.00  | 29.12         | 4.46               | 27.91                | 72.09      |                  |   |
| N° 16          | 1.19  | 37.01         | 5.67               | 33.58                | 66.42      |                  | <b>OBSERVACIONES:</b>                       |
| N° 20          | 0.84  | 24.33         | 3.73               | 37.31                | 62.69      |                  |   |
| N° 30          | 0.59  | 20.98         | 3.21               | 40.52                | 59.48      |                  |   |
| N° 40          | 0.42  | 20.75         | 3.18               | 43.70                | 56.30      |                  |   |
| N° 50          | 0.30  | 23.26         | 3.56               | 47.26                | 52.74      |                  |   |
| N° 80          | 0.18  | 29.51         | 4.52               | 51.78                | 48.22      |                  |   |
| N° 100         | 0.15  | 33.12         | 5.07               | 56.85                | 43.15      |                  |   |
| N° 200         | 0.07  | 40.21         | 6.16               | 63.01                | 36.99      |                  |   |
| <N° 200        |       | 241.59        | 36.99              | 100.00               | 0.00       |                  |   |
| Peso Inicial   |       | 653.06        |                    |                      |            |                  |   |



Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
 CIP: 76292

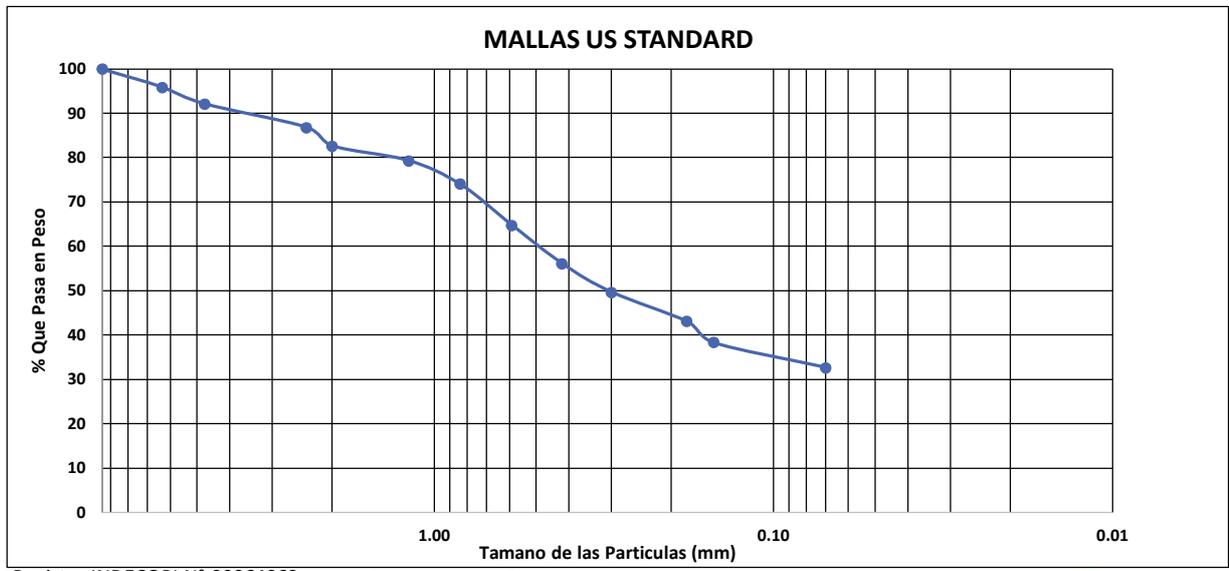


**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

**MTC - E 204**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 1+000  
**CALICATA N°: C - 03      M - 1 Ceniza de alcanfor 20%      PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.**

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS  |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|---|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | SM-SC, Arenas limoarcillosas, mezcla de arena, limo y arcilla.<br><b>L.L : 24.33</b><br><b>L.P : 18.60</b><br><b>I.P : 5.72</b> |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1"             | 25.40 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3/4"           | 19.05 |               |                    |                      |            |                  | <b>L.P : 18.60</b>  |
| 1/2"           | 12.70 |               |                    |                      |            |                  | <b>I.P : 5.72</b>   |
| 3/8"           | 9.53  |               |                    |                      | 100.00     |                  | CLASIFICACION   |
| 1/4"           | 6.35  | 8.89          | 4.14               | 4.14                 | 95.86      |                  | AASHTO : A - 2 - 4 (0)  |
| N° 04          | 4.76  | 8.01          | 3.73               | 7.86                 | 92.14      |                  |   |
| N° 08          | 2.38  | 11.42         | 5.31               | 13.17                | 86.83      |                  | Humedad Natural : 8.79%   |
| N° 10          | 2.00  | 9.02          | 4.20               | 17.37                | 82.63      |                  |   |
| N° 16          | 1.19  | 7.08          | 3.29               | 20.66                | 79.34      |                  | <b>OBSERVACIONES:</b>   |
| N° 20          | 0.84  | 11.21         | 5.21               | 25.88                | 74.12      |                  |   |
| N° 30          | 0.59  | 20.06         | 9.33               | 35.21                | 64.79      |                  |   |
| N° 40          | 0.42  | 18.56         | 8.63               | 43.85                | 56.15      |                  |   |
| N° 50          | 0.30  | 13.89         | 6.46               | 50.31                | 49.69      |                  |   |
| N° 80          | 0.18  | 14.08         | 6.55               | 56.86                | 43.14      |                  |   |
| N° 100         | 0.15  | 10.26         | 4.77               | 61.63                | 38.37      |                  |   |
| N° 200         | 0.07  | 12.10         | 5.63               | 67.26                | 32.74      |                  |   |
| <N° 200        |       | 70.38         | 32.74              | 100.00               | 0.00       |                  |   |
| Peso Inicial   |       | 214.96        |                    |                      |            |                  |   |



Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
 CIP: 76292

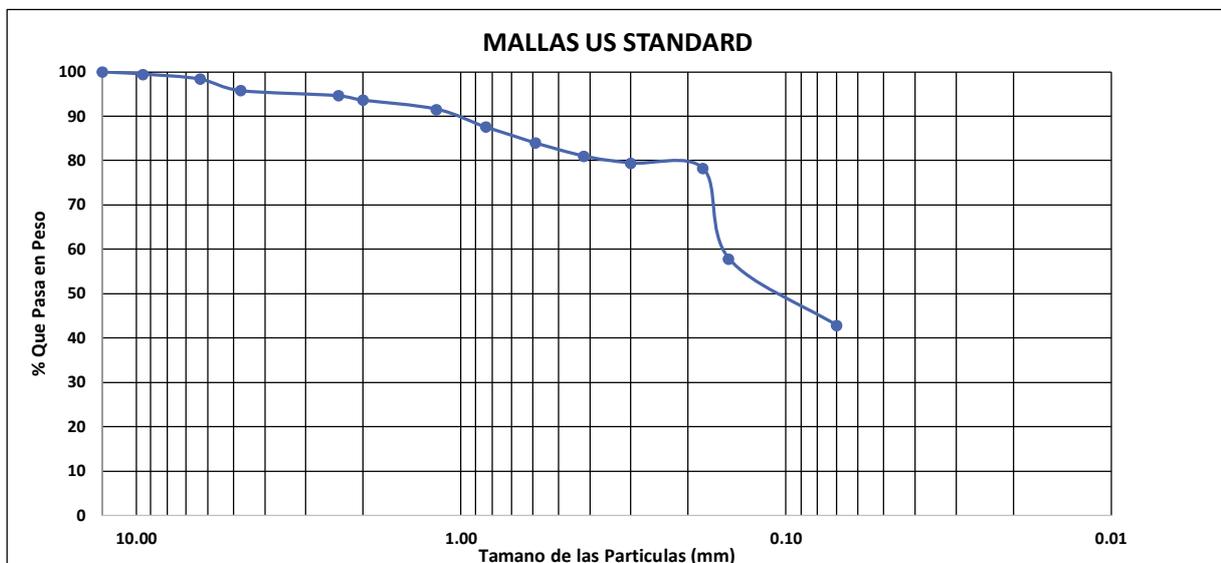


**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

**MTC - E 204**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 1+500  
**CALICATA N°: C - 04 M - 1 Ceniza de alcanfor 20% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.**

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                          |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|---|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  | SM, Arenas limosas, mezcla de arena y limo. |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 1"             | 25.40 |               |                    |                      |            |                  |   |
| 3/4"           | 19.05 |               |                    |                      |            |                  | L.L : <b>24.23</b>                          |
| 1/2"           | 12.70 |               |                    |                      | 100.00     |                  | L.P : <b>21.12</b>                          |
| 3/8"           | 9.53  | 0.52          | 0.51               | 0.51                 | 99.49      |                  | I.P : <b>3.10</b>                           |
| 1/4"           | 6.35  | 1.09          | 1.07               | 1.58                 | 98.42      |                  | CLASIFICACION                               |
| N° 04          | 4.76  | 2.63          | 2.58               | 4.15                 | 95.85      |                  | AASHTO : <b>A - 2 - 4 (0)</b>               |
| N° 08          | 2.38  | 1.23          | 1.21               | 5.36                 | 94.64      |                  | Humedad Natural : 9.58%                     |
| N° 10          | 2.00  | 1.02          | 1.00               | 6.36                 | 93.64      |                  |   |
| N° 16          | 1.19  | 2.13          | 2.09               | 8.45                 | 91.55      |                  | <b>OBSERVACIONES:</b>                       |
| N° 20          | 0.84  | 4.01          | 3.93               | 12.38                | 87.62      |                  |   |
| N° 30          | 0.59  | 3.68          | 3.61               | 15.98                | 84.02      |                  |   |
| N° 40          | 0.42  | 3.02          | 2.96               | 18.94                | 81.06      |                  |   |
| N° 50          | 0.30  | 1.62          | 1.59               | 20.53                | 79.47      |                  |   |
| N° 80          | 0.18  | 1.26          | 1.23               | 21.76                | 78.24      |                  |   |
| N° 100         | 0.15  | 20.78         | 20.36              | 42.12                | 57.88      |                  |   |
| N° 200         | 0.07  | 15.29         | 14.98              | 57.10                | 42.90      |                  |   |
| <N° 200        |       | 43.78         | 42.90              | 100.00               | 0.00       |                  |   |
| Peso Inicial   |       | 102.06        |                    |                      |            |                  |   |



Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
 CIP: 76292

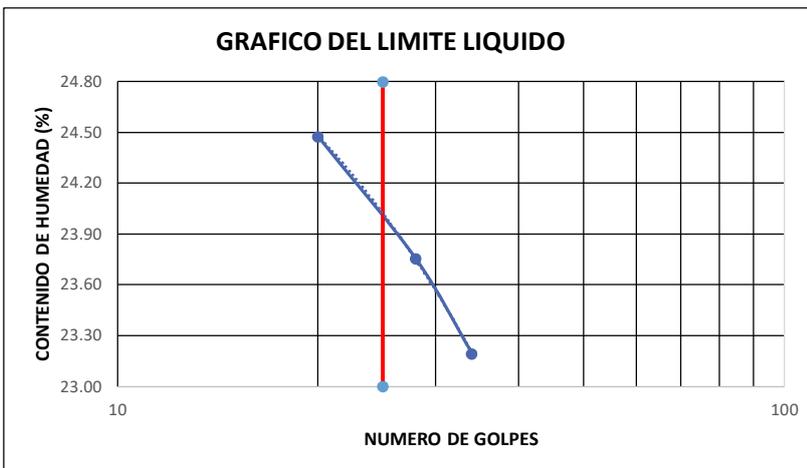


**LIMITES DE ATTERBERG**  
**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 0+000  
**CALICATA N°: C - 01 M - 1 Ceniza de alcanfor 20% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.**

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.00 |       |       |      |     |     |
| Número de golpes                 | 20          | 28    | 34    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 26          | 27    | 28    | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 44.28       | 46.63 | 49.34 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 38.22       | 40.42 | 42.82 | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 13.46       | 14.28 | 14.71 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 6.06        | 6.21  | 6.52  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 24.76       | 26.14 | 28.11 | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 24.47       | 23.76 | 23.19 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.00 |     |     |      |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 29          | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 19.12       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 18.27       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.27       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 0.85        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 4           | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 21.25       | --- | --- | ---  | --- | --- |



|      | MUESTRA |     |
|------|---------|-----|
|      | M-1     | --- |
| L.L. | 24.02   | --- |
| L.P. | 21.25   | --- |
| I.P. | 2.77    | --- |

| MUESTRA | MUESTRA |               |
|---------|---------|---------------|
|         | SUCS    | AASHTO        |
| M - 1   | GM      | A - 1 - a (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
 CIP: 76292

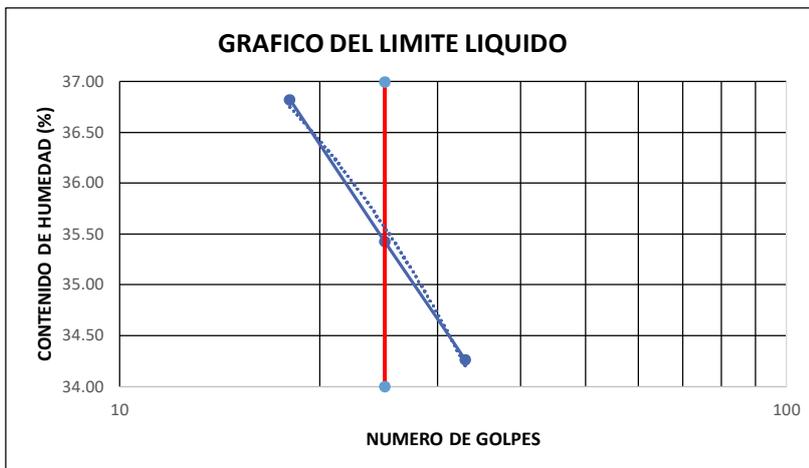


**LIMITES DE ATTERBERG**  
**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 0+500  
**CALICATA N°: C - 02 M - 1 Ceniza de alcanfor 20% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.**

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |       |       |      |     |     |
| Número de golpes                 | 18          | 25    | 33    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 40          | 41    | 42    | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 44.56       | 45.23 | 48.38 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 36.4        | 37.22 | 39.66 | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.24       | 14.61 | 14.21 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 8.16        | 8.01  | 8.72  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 22.16       | 22.61 | 25.45 | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 36.82       | 35.43 | 34.26 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |     |     |      |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 310         | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 19.26       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 18.45       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.24       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 0.81        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 4.21        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 19.24       | --- | --- | ---  | --- | --- |



|      | MUESTRA |     |
|------|---------|-----|
|      | M-1     | --- |
| L.L. | 35.56   | --- |
| L.P. | 19.24   | --- |
| I.P. | 16.32   | --- |

| MUESTRA | MUESTRA |               |
|---------|---------|---------------|
|         | SUCS    | AASHTO        |
| M - 1   | SC      | A - 2 - 6 (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
 CIP: 76292

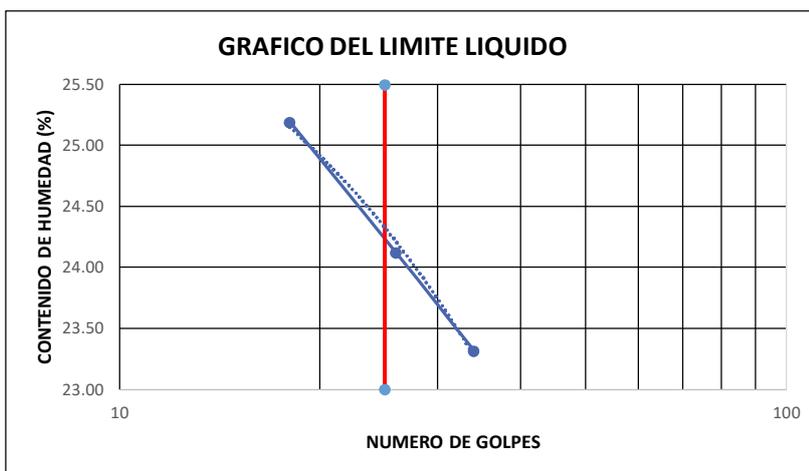


**LIMITES DE ATTERBERG**  
**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 1+000  
**CALICATA N°: C - 03 M - 1 Ceniza de alcanfor 20% PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.**

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |       |       | ---- |     |     |
| Número de golpes                 | 18          | 26    | 34    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 43          | 44    | 45    | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 45.37       | 47.2  | 49.48 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 39.17       | 40.89 | 42.83 | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.56       | 14.73 | 14.31 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 6.2         | 6.31  | 6.65  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 24.61       | 26.16 | 28.52 | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 25.19       | 24.12 | 23.32 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |     |     | ---- |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 311         | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 19.37       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 18.57       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.27       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 0.8         | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 4.3         | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 18.60       | --- | --- | ---  | --- | --- |



|      | MUESTRA |     |
|------|---------|-----|
|      | M-1     | --- |
| L.L. | 24.33   | --- |
| L.P. | 18.60   | --- |
| I.P. | 5.72    | --- |

| MUESTRA | MUESTRA |               |
|---------|---------|---------------|
|         | SUCS    | AASHTO        |
| M - 1   | SM-SC   | A - 2 - 4 (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
 CIP: 76292



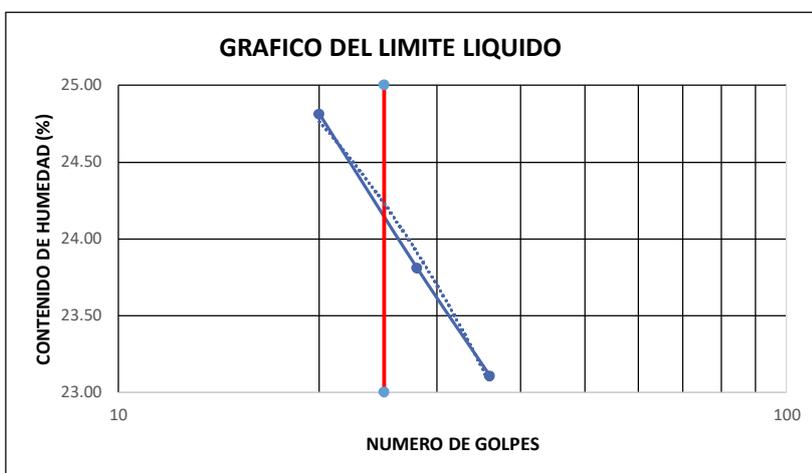
**LIMITES DE ATTERBERG**

**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 LUGAR : KM 1+500  
**CALICATA N°: C - 04 M - 1 Ceniza de alcanfor 20% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.**

| LIMITE LIQUIDO                   |             |       |       |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M -1        |       |       | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |       |       |      |     |     |
| Número de golpes                 | 20          | 28    | 36    | ---  | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 46          | 47    | 48    | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 43.64       | 45.68 | 47.56 | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 37.79       | 39.68 | 41.41 | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.21       | 14.48 | 14.79 | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 5.85        | 6     | 6.15  | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 23.58       | 25.2  | 26.62 | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 24.81       | 23.81 | 23.10 | ---  | --- | --- |

| LIMITE PLASTICO                  |             |     |     |      |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|------|-----|-----|
| MUESTRA N°                       | M -1        |     |     | ---- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |     |     |      |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 312         | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 19.56       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 18.62       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.17       | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 0.94        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 4.45        | --- | --- | ---  | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 21.12       | --- | --- | ---  | --- | --- |



|      | MUESTRA |     |
|------|---------|-----|
|      | M-1     | --- |
| L.L. | 24.23   | --- |
| L.P. | 21.12   | --- |
| I.P. | 3.10    | --- |

| MUESTRA | MUESTRA |               |
|---------|---------|---------------|
|         | SUCS    | AASHTO        |
| M - 1   | SM      | A - 2 - 4 (0) |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

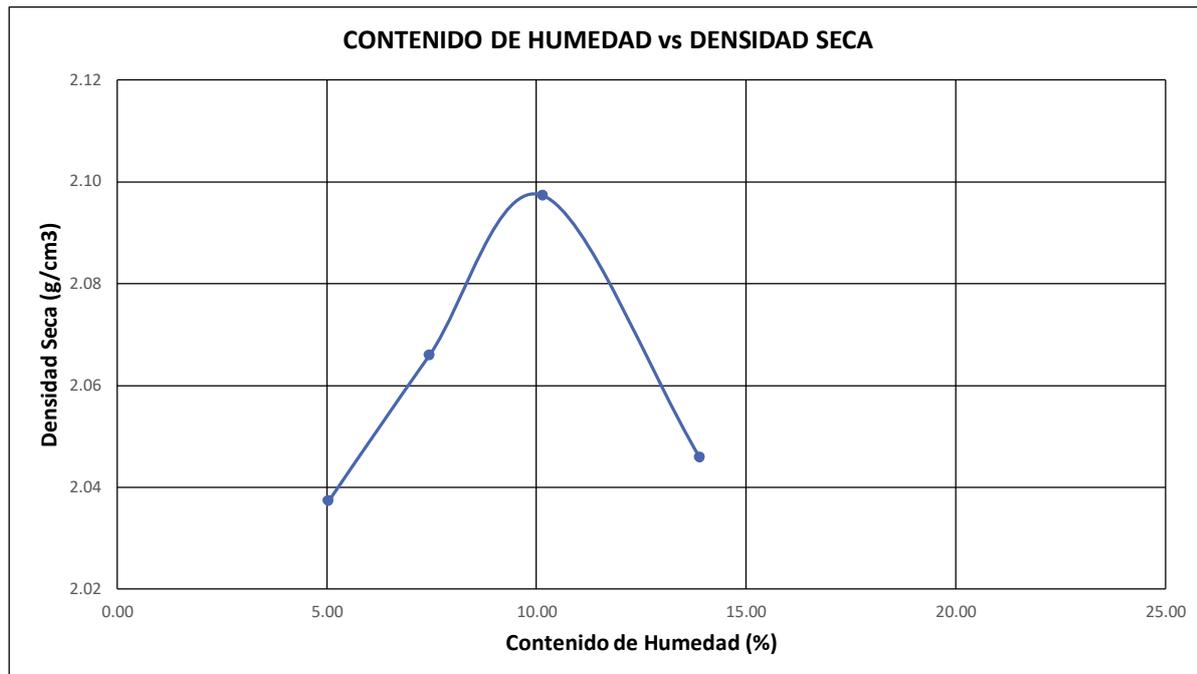
**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozad*  
 CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| <b>PROCTOR MODIFICADO</b>                     |   | <b>TERRENO NATURAL</b>                       |       |                  |       |
|---|---|--|-------|------------------|-------|
|   |   | <b>MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 20%</b> |       |                  |       |
|   |   | <b>CALICATA: C - 01</b>                      |       |                  |       |
| <b>MOLDE N°</b>                               | : |  |       |                  |       |
| <b>VOLUMEN</b>                                | : | 2135 cm <sup>3</sup>                         | ---   | pie <sup>3</sup> |       |
| <b>METODO DE COMPACTACION</b>                 | : | AASHTO T - 180 D                             |       |                  |       |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)              |   | 7019   | 7182  | 7375             | 7419  |
| .- Peso de Molde (g)                          |   | 2445   | 2445  | 2445             | 2445  |
| .- Peso Suelo Humedo (g)                      |   | 4574   | 4737  | 4930             | 4974  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)                |   | 2.14   | 2.22  | 2.31             | 2.33  |
| .- Recipiente N°                              |   | 1  | 3     | 7                | 9     |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)            |   | 52.48  | 54.41 | 59.37            | 60.08 |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)              |   | 50.57  | 51.71 | 55.29            | 54.39 |
| .- Tara (g)                                   |   | 12.66  | 15.48 | 15.06            | 13.42 |
| .- Peso de Agua (g)                           |   | 1.91   | 2.7   | 4.08             | 5.69  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)                     |   | 37.91  | 36.23 | 40.23            | 40.97 |
| .- Contenido de Agua (%)                      |   | 5.04   | 7.45  | 10.14            | 13.89 |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> ) |   | 2.04   | 2.07  | 2.10             | 2.05  |

**Maxima Densidad Seca : 2.10 gr/cm<sup>3</sup>**  
**Optimo Contenido de Humedad : 10.14 %**



Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TÉCNICO LABORATORISTA

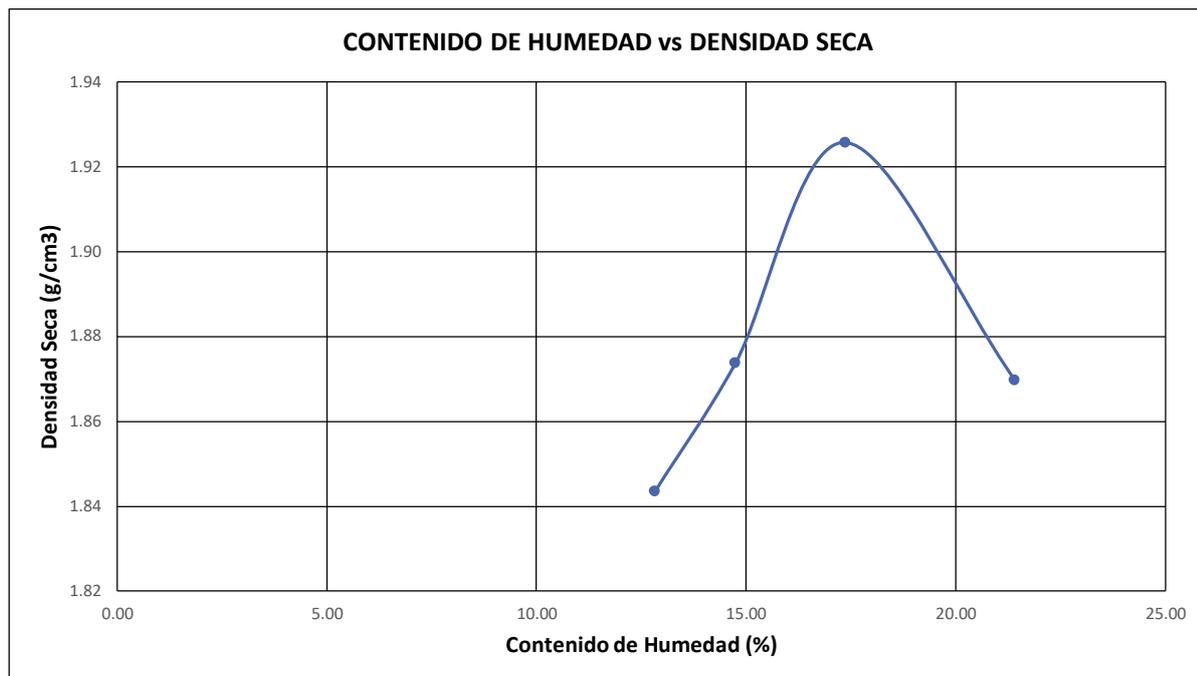
**TECNISU F&F S.R.L.**  
TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| <b>PROCTOR MODIFICADO</b>                     |   | <b>TERRENO NATURAL</b>                       |       |                  |       |
|---|---|--|-------|------------------|-------|
|   |   | <b>MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 20%</b> |       |                  |       |
|   |   | <b>CALICATA: C - 02</b>                      |       |                  |       |
| <b>MOLDE N°</b>                               | : |  |       |                  |       |
| <b>VOLUMEN</b>                                | : | 2135 cm <sup>3</sup>                         | ---   | pie <sup>3</sup> |       |
| <b>METODO DE COMPACTACION</b>                 | : | AASHTO T - 180 D                             |       |                  |       |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)              |   | 6898   | 7051  | 7286             | 7298  |
| .- Peso de Molde (g)                          |   | 2445   | 2445  | 2445             | 2445  |
| .- Peso Suelo Humedo (g)                      |   | 4453   | 4606  | 4841             | 4853  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)                |   | 2.08   | 2.15  | 2.26             | 2.27  |
| .- Recipiente N°                              |   | 2  | 5     | 6                | 12    |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)            |   | 56.68  | 58.09 | 57.94            | 62.84 |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)              |   | 51.86  | 52.32 | 51.16            | 54.05 |
| .- Tara (g)                                   |   | 14.28  | 13.18 | 12.1             | 12.99 |
| .- Peso de Agua (g)                           |   | 4.82   | 5.77  | 6.78             | 8.79  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)                     |   | 37.58  | 39.14 | 39.06            | 41.06 |
| .- Contenido de Agua (%)                      |   | 12.83  | 14.74 | 17.36            | 21.41 |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> ) |   | 1.84   | 1.87  | 1.9257           | 1.87  |

**Maxima Densidad Seca : 1.93 gr/cm<sup>3</sup>**  
**Optimo Contenido de Humedad : 17.36 %**



Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
FABIAN BECERRA RODAS  
TÉCNICO LABORATORISTA

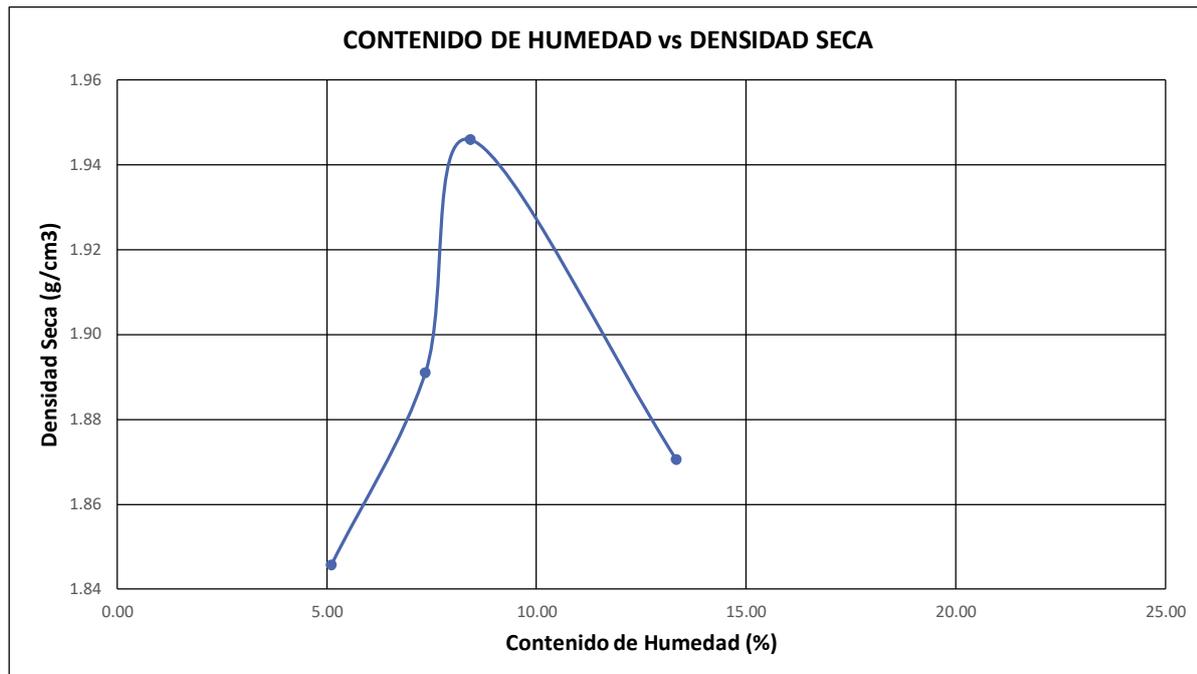
**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
ING. ERNESTO FLORES LOZADA  
CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| <b>PROCTOR MODIFICADO</b>                     |                        | <b>TERRENO NATURAL</b>                       |                      |       |  |
|---|------------------------|--|----------------------|-------|--|
|   |                        | <b>MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 20%</b> |                      |       |  |
|   |                        | <b>CALICATA: C - 03</b>                      |                      |       |  |
| <b>MOLDE N°</b>                               | :                      |  |                      |       |  |
| <b>VOLUMEN</b>                                | : 2135 cm <sup>3</sup> |  | --- pie <sup>3</sup> |       |  |
| <b>METODO DE COMPACTACION</b>                 | : AASHTO T - 180 D     |  |                      |       |  |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)              | 6589                   | 6775   | 6959                 | 6988  |  |
| .- Peso de Molde (g)                          | 2445                   | 2445   | 2445                 | 2445  |  |
| .- Peso Suelo Humedo (g)                      | 4144                   | 4330   | 4514                 | 4543  |  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)                | 1.94                   | 2.03   | 2.11                 | 2.12  |  |
| .- Recipiente N°                              | 1                      | 4  | 10                   | 13    |  |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)            | 52.76                  | 56.83  | 56.77                | 63.84 |  |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)              | 50.81                  | 54.01  | 53.29                | 58.14 |  |
| .- Tara (g)                                   | 12.66                  | 15.64  | 12.03                | 15.41 |  |
| .- Peso de Agua (g)                           | 1.95                   | 2.82   | 3.48                 | 5.70  |  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)                     | 38.15                  | 38.37  | 41.26                | 42.73 |  |
| .- Contenido de Agua (%)                      | 5.11                   | 7.35   | 8.43                 | 13.34 |  |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.85                   | 1.89   | 1.95                 | 1.87  |  |

**Maxima Densidad Seca : 1.95 gr/cm<sup>3</sup>**  
**Optimo Contenido de Humedad : 8.43 %**



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

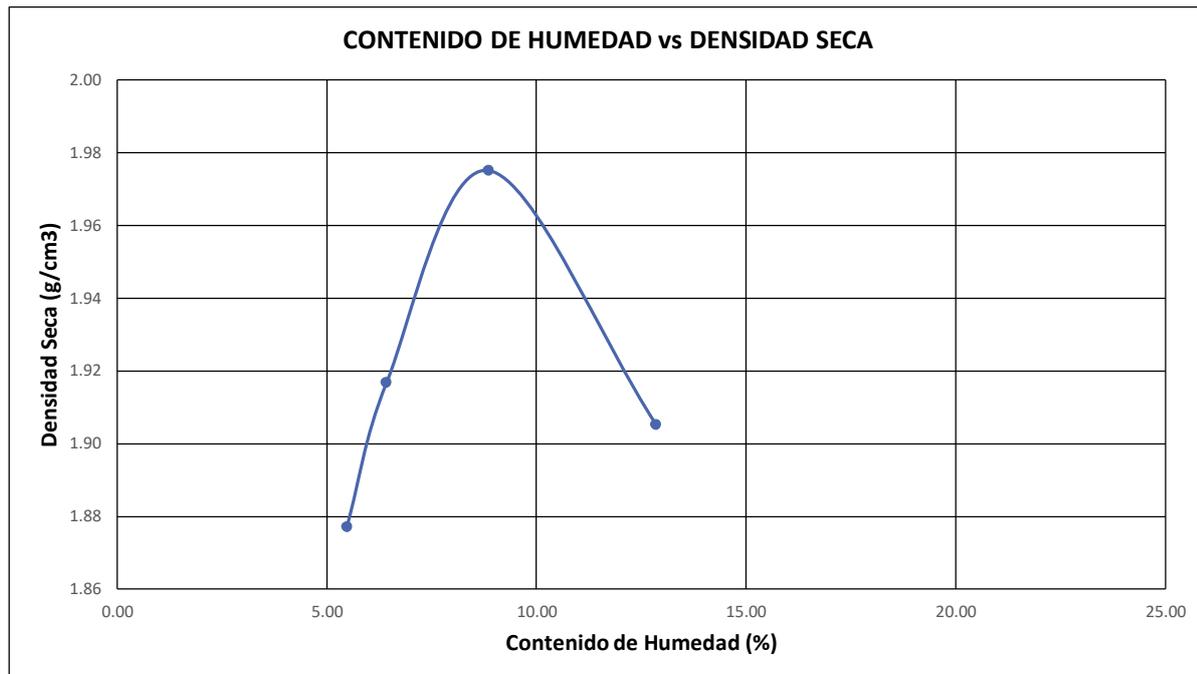
TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Loza*  
CIP: 76292



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDRILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDRILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE

| PROCTOR MODIFICADO                            |   | TERRENO NATURAL                       |       |                  |       |
|---|---|---------------------------------------|-------|------------------|-------|
|   |   | MUESTRA: M - 1 Ceniza de alcanfor 20% |       |                  |       |
|   |   | CALICATA: C - 04                      |       |                  |       |
| MOLDE N°                                      | : |                                       |       |                  |       |
| VOLUMEN                                       | : | 2135 cm <sup>3</sup>                  | ---   | pie <sup>3</sup> |       |
| METODO DE COMPACTACION                        | : | AASHTO T - 180 D                      |       |                  |       |
| .- Peso Suelo Húmedo + Molde (g)              |   | 6678                                  | 6798  | 7032             | 7041  |
| .- Peso de Molde (g)                          |   | 2445                                  | 2445  | 2445             | 2445  |
| .- Peso Suelo Húmedo (g)                      |   | 4233                                  | 4353  | 4587             | 4596  |
| .- Peso Volumétrico Húmedo (g)                |   | 1.98                                  | 2.04  | 2.15             | 2.15  |
| .- Recipiente N°                              |   | 5                                     | 12    | 38               | 7     |
| .- Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)            |   | 54.79                                 | 57.71 | 59.56            | 59.86 |
| .- Peso de Suelo Seco + Tara (g)              |   | 52.63                                 | 55.01 | 55.83            | 54.76 |
| .- Tara (g)                                   |   | 13.18                                 | 12.99 | 13.7             | 15.06 |
| .- Peso de Agua (g)                           |   | 2.16                                  | 2.7   | 3.73             | 5.10  |
| .- Peso de Suelo Seco (g)                     |   | 39.45                                 | 42.02 | 42.13            | 39.7  |
| .- Contenido de Agua (%)                      |   | 5.48                                  | 6.43  | 8.85             | 12.85 |
| .- Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> ) |   | 1.88                                  | 1.92  | 1.98             | 1.91  |

Maxima Densidad Seca : 1.98 gr/cm<sup>3</sup>  
Optimo Contenido de Humedad : 8.85 %



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
FABIAN BECERRA RODAS  
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
ING. ERNESTO FLORES LOZADA  
CIP: 76292





**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

**MTC - E - 132**

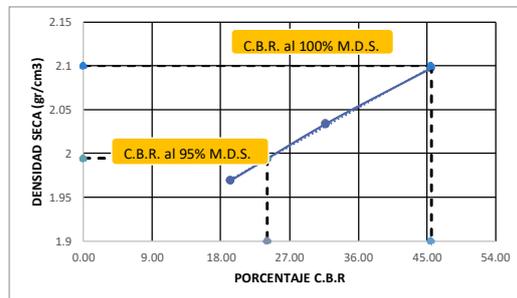
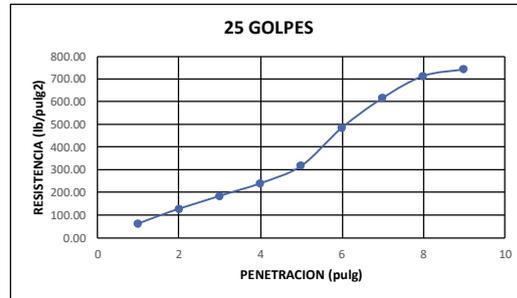
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR,  
SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 0+000  
CALICATA N°: C - 01

M - 1 Ceniza de alcanfor 20%

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |      |
|-------------------------|------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 2.06 |
| Humedad Optima %        | 9.33 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 45.60 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 24.10 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozano*  
CIP: 76292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
 ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 LUGAR : KM 0+500  
 CALICATA N°: C - 02 M - 1 Ceniza de alcanfor 20% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.

| C.B.R.                          |           |        |           |        |           |        |
|---------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MUESTRA N°                      | 1         |        | 5         |        | 9         |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA           | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA            | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)   | 10,001    | 10,089 | 9,906     | 10,024 | 9,759     | 9,989  |
| PESO DEL MOLDE (g)              | 5,230     | 5,230  | 5,265     | 5,265  | 5,290     | 5,290  |
| PESO DEL SUELO SUELO HUMEDO (g) | 4,771     | 4,859  | 4,641     | 4,759  | 4,469     | 4,699  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)           | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)         | 2.23      | 2.27   | 2.17      | 2.22   | 2.09      | 2.19   |
| CAPSULA N°                      | 90        | 100    | 14        | 17     | 20        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g) | 128.46    | 123.92 | 215.28    | 132.28 | 103.46    | 139.56 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)   | 115.02    | 108.61 | 200.69    | 116.46 | 91.92     | 119.67 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)      | 13.44     | 15.31  | 14.59     | 15.82  | 11.54     | 19.89  |
| PESO DE CAPSULA (g)             | 29.71     | 20.02  | 112.58    | 29.02  | 19.38     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)          | 85.31     | 88.59  | 88.11     | 87.44  | 72.54     | 97.26  |
| HUMEDAD (%)                     | 15.75     | 17.28  | 16.56     | 18.09  | 15.91     | 20.45  |
| DENSIDAD SECA (g/cm3)           | 1.92      | 1.93   | 1.86      | 1.88   | 1.80      | 1.82   |

| EXPANSION |      |        |      |           |      |      |           |      |      |           |      |
|-----------|------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
|           | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION |      | DIAL | EXPANSION |      | DIAL | EXPANSION |      |
|           |      |        |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |
|           |      | 0 hrs  | 0.00 |           |      | 0.00 |           |      | 0    |           | 0.00 |
|           |      | 24 hrs | 6.31 | 6.31      | 5.42 | 6.72 | 5.78      | 7.13 | 7.13 | 7.13      | 6.13 |
|           |      | 48 hrs | 6.42 | 6.42      | 5.52 | 6.91 | 6.91      | 5.94 | 7.23 | 7.23      | 6.22 |
|           |      | 72 hrs | 6.49 | 6.49      | 5.57 | 6.96 | 6.96      | 5.99 | 7.31 | 7.31      | 6.28 |
|           |      | 96 hrs | 6.58 | 6.58      | 5.66 | 7.05 | 7.05      | 6.05 | 7.42 | 7.42      | 6.38 |

| PENETRACION       |                            |            |      |            |       |            |      |            |       |            |     |            |   |
|-------------------|----------------------------|------------|------|------------|-------|------------|------|------------|-------|------------|-----|------------|---|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg2) | MOLDE N° 1 |      |            |       | MOLDE N° 5 |      |            |       | MOLDE N° 9 |     |            |   |
|                   |                            | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |     | CORRECCION |   |
|                   |                            | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura    | lbs | lbs/pulg2  | % |
| 0.020             |                            | 11.73      | 144  | 48.00      |       | 8.06       | 108  | 36.00      |       | 5.12       | 72  | 24.00      |   |
| 0.040             |                            | 23.06      | 282  | 94.00      |       | 17.03      | 210  | 70.00      |       | 10.26      | 132 | 44.00      |   |
| 0.060             |                            | 33.59      | 411  | 137.00     |       | 24.82      | 303  | 101.00     |       | 14.86      | 192 | 64.00      |   |
| 0.080             |                            | 44.03      | 531  | 177.00     |       | 32.12      | 390  | 130.00     |       | 19.36      | 240 | 80.00      |   |
| 0.100             | 1000                       | 55.12      | 786  | 262.00     | 26.20 | 39.98      | 549  | 183.00     | 18.30 | 24.06      | 372 | 124.00     |   |
| 0.200             | 1500                       | 89.78      | 1062 | 354.00     |       | 65.21      | 771  | 257.00     |       | 39.28      | 471 | 157.00     |   |
| 0.300             |                            | 113.81     | 1350 | 450.00     |       | 82.58      | 978  | 326.00     |       | 49.75      | 594 | 198.00     |   |
| 0.400             |                            | 131.99     | 1560 | 520.00     |       | 95.62      | 1128 | 376.00     |       | 57.46      | 684 | 228.00     |   |
| 0.500             |                            | 137.42     | 1623 | 541.00     |       | 99.81      | 1176 | 392.00     |       | 59.93      | 720 | 240.00     |   |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Fabian Becerra Rodas  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76292



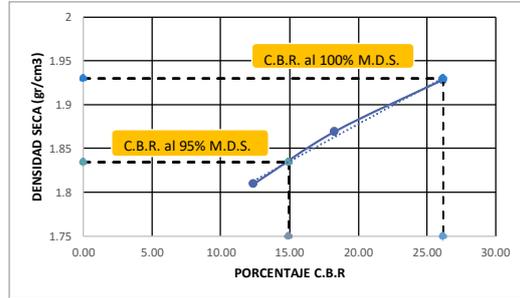
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR,  
SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 0+500  
CALICATA N°: C - 02 M - 1 Ceniza de alcanfor 20% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |       |
|-------------------------|-------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 1.86  |
| Humedad Optima %        | 17.20 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 26.20 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 14.95 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Loza*  
CIP: 76292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

**MTC - E - 132**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
 ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 LUGAR : KM 1+000  
**CALICATA N°: C - 03**      **M - 1 Ceniza de alcanfor 20%**      **PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.**

| C.B.R.                          |           |        |           |        |           |        |
|---------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MUESTRA N°                      | 2         |        | 3         |        | 8         |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA           | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA            | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)   | 10,323    | 10,399 | 10,328    | 10,429 | 10,243    | 10,458 |
| PESO DEL MOLDE (g)              | 5,820     | 5,820  | 5,960     | 5,960  | 6,050     | 6,050  |
| PESO DEL SUELO SUELO HUMEDO (g) | 4,503     | 4,579  | 4,368     | 4,469  | 4,193     | 4,408  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)           | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)         | 2.10      | 2.14   | 2.04      | 2.09   | 1.96      | 2.06   |
| CAPSULA N°                      | 60        | 50     | 40        | 30     | 21        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g) | 101.31    | 109.11 | 112.76    | 119.51 | 109.63    | 126.12 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)   | 95.36     | 101.21 | 106.16    | 110.58 | 104.76    | 114.24 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)      | 5.95      | 7.90   | 6.60      | 8.93   | 4.87      | 11.88  |
| PESO DE CAPSULA (g)             | 19.96     | 19.24  | 20.69     | 25.30  | 31.21     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)          | 75.40     | 81.97  | 85.47     | 85.28  | 73.55     | 91.83  |
| HUMEDAD (%)                     | 7.89      | 9.64   | 7.72      | 10.47  | 6.62      | 12.94  |
| DENSIDAD SECA (g/cm3)           | 1.95      | 1.95   | 1.89      | 1.89   | 1.84      | 1.82   |

| EXPANSION |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|-----------|------|--------|------|-------------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|           | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION   |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|           |      |        |      | mm.         | % |      | mm.       | % |      | mm.       | % |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      | NO REGISTRA |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |

| PENETRACION       |                            |            |      |            |       |            |      |            |       |            |     |            |   |
|-------------------|----------------------------|------------|------|------------|-------|------------|------|------------|-------|------------|-----|------------|---|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg2) | MOLDE N° 1 |      |            |       | MOLDE N° 5 |      |            |       | MOLDE N° 9 |     |            |   |
|                   |                            | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |     | CORRECCION |   |
|                   |                            | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura    | lbs  | lbs/pulg2  | %     | Lectura    | lbs | lbs/pulg2  | % |
| 0.020             |                            | 11.95      | 150  | 50.00      |       | 8.76       | 114  | 38.00      |       | 5.12       | 72  | 24.00      |   |
| 0.040             |                            | 24.69      | 303  | 101.00     |       | 17.61      | 222  | 74.00      |       | 10.58      | 138 | 46.00      |   |
| 0.060             |                            | 35.56      | 426  | 142.00     |       | 25.71      | 312  | 104.00     |       | 15.36      | 195 | 65.00      |   |
| 0.080             |                            | 46.72      | 561  | 187.00     |       | 33.58      | 405  | 135.00     |       | 20.27      | 249 | 83.00      |   |
| 0.100             | 1000                       | 57.97      | 828  | 276.00     | 27.60 | 42.19      | 576  | 192.00     | 19.20 | 25.19      | 363 | 121.00     |   |
| 0.200             | 1500                       | 94.58      | 1116 | 372.00     |       | 68.53      | 813  | 271.00     |       | 40.76      | 492 | 164.00     |   |
| 0.300             |                            | 119.93     | 1413 | 471.00     |       | 86.64      | 1026 | 342.00     |       | 51.78      | 618 | 206.00     |   |
| 0.400             |                            | 138.89     | 1635 | 545.00     |       | 100.59     | 1188 | 396.00     |       | 59.97      | 714 | 238.00     |   |
| 0.500             |                            | 144.98     | 1704 | 568.00     |       | 104.85     | 1239 | 413.00     |       | 62.56      | 744 | 248.00     |   |

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
**Fabián Becerra Rodas**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
**Ing. Ernesto Flores Lozada**  
 CIP: 76292

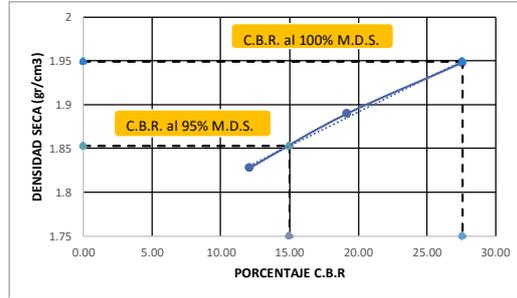


**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**  
MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 1+000  
CALICATA N°: C - 03 M - 1 Ceniza de alcanfor 20% PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.80 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |      |
|-------------------------|------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 1.87 |
| Humedad Optima %        | 9.21 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 27.60 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 15.02 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
C.P: 76292



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE  
 ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
 UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
 FECHA : OCTUBRE - 2022  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 LUGAR : KM 1+500  
 CALICATA N°: C - 04 M - 1 Ceniza de alcanfor 20% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| C.B.R.                               |           |        |           |        |           |        |
|--------------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| MUESTRA N°                           | 7         |        | 21        |        | 10        |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA                | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| CONDICION DE MUESTRA                 | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)        | 9,609     | 9,691  | 9,798     | 9,898  | 9,515     | 9,726  |
| PESO DEL MOLDE (g)                   | 5,029     | 5,029  | 5,348     | 5,348  | 5,210     | 5,210  |
| PESO DEL SUELO SUELO HUMEDO (g)      | 4,580     | 4,662  | 4,450     | 4,550  | 4,305     | 4,516  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)                | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.14      | 2.18   | 2.08      | 2.12   | 2.01      | 2.11   |
| CAPSULA N°                           | 90        | 100    | 14        | 17     | 20        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)      | 106.81    | 108.62 | 199.98    | 116.46 | 92.38     | 121.59 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)        | 100.95    | 100.86 | 192.76    | 107.56 | 86.41     | 109.71 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)           | 5.86      | 7.76   | 7.22      | 8.90   | 5.97      | 11.88  |
| PESO DE CAPSULA (g)                  | 29.71     | 20.02  | 112.58    | 29.02  | 19.38     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)               | 71.24     | 80.84  | 80.18     | 78.54  | 67.03     | 87.30  |
| HUMEDAD (%)                          | 8.23      | 9.60   | 9.00      | 11.33  | 8.91      | 13.61  |
| DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.97      | 1.98   | 1.90      | 1.91   | 1.84      | 1.85   |

| EXPANSION |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|-----------|------|--------|------|-------------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|           | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION   |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|           |      |        |      | mm.         | % |      | mm.       | % |      | mm.       | % |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      | NO REGISTRA |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |
|           |      |        |      |             |   |      |           |   |      |           |   |

| PENETRACION       |   |            |      |                       |       |            |      |                       |       |            |     |                       |   |
|-------------------|---|------------|------|-----------------------|-------|------------|------|-----------------------|-------|------------|-----|-----------------------|---|
| PENETRACION pulg. | CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> ) | MOLDE N° 1 |      |                       |       | MOLDE N° 5 |      |                       |       | MOLDE N° 9 |     |                       |   |
|                   |   | CARGA      |      | CORRECCION            |       | CARGA      |      | CORRECCION            |       | CARGA      |     | CORRECCION            |   |
|                   |   | Lectura    | lbs  | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | Lectura    | lbs  | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | Lectura    | lbs | lbs/pulg <sup>2</sup> | % |
| 0.020             |   | 12.56      | 162  | 54.00                 |       | 8.95       | 120  | 40.00                 |       | 5.38       | 78  | 26.00                 |   |
| 0.040             |   | 25.37      | 315  | 105.00                |       | 18.46      | 231  | 77.00                 |       | 11.29      | 147 | 49.00                 |   |
| 0.060             |   | 37.21      | 453  | 151.00                |       | 26.93      | 330  | 110.00                |       | 16.13      | 204 | 68.00                 |   |
| 0.080             |   | 48.81      | 588  | 196.00                |       | 35.41      | 429  | 143.00                |       | 21.41      | 264 | 88.00                 |   |
| 0.100             | 1000                                    | 60.79      | 846  | 282.00                | 28.20 | 44.06      | 573  | 191.00                | 19.10 | 26.53      | 372 | 124.00                |   |
| 0.200             | 1500                                    | 98.93      | 1179 | 393.00                |       | 71.81      | 855  | 285.00                |       | 42.94      | 516 | 172.00                |   |
| 0.300             |   | 125.67     | 1488 | 496.00                |       | 91.02      | 1080 | 360.00                |       | 54.46      | 654 | 218.00                |   |
| 0.400             |   | 145.39     | 1722 | 574.00                |       | 105.39     | 1248 | 416.00                |       | 63.14      | 756 | 252.00                |   |
| 0.500             |   | 151.73     | 1791 | 597.00                |       | 110.13     | 1305 | 435.00                |       | 65.59      | 783 | 261.00                |   |

Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Fabián Becerra Rodas  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
  
 Ing. Ernesto Flores Lozad  
 CIP: 76292



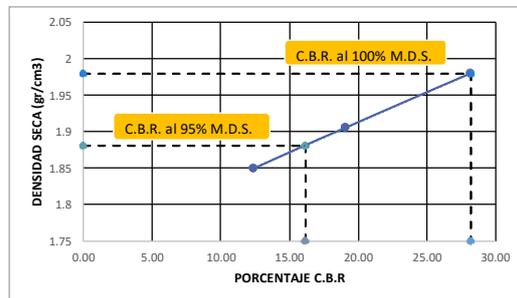
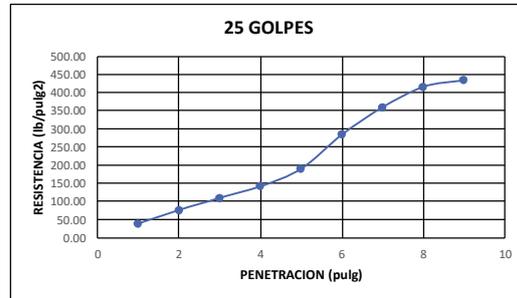
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL TIERRA NEGRA - ULPAMACHE ADICIONANDO CENIZA DE ALCANFOR, SONDORILLO, PIURA 2022  
UBICACION : TIERRA NEGRA - ULPAMACHE, SONDORILLO, HUANCABAMBA, PIURA  
FECHA : OCTUBRE - 2022  
MATERIAL : SUB RASANTE  
LUGAR : KM 1+500  
CALICATA N°: C - 04 M - 1 Ceniza de alcanfor 20% PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 mts.

| DATOS DEL PROCTOR       |      |
|-------------------------|------|
| Densidad Maxima (gr/cm) | 1.90 |
| Humedad Optima %        | 9.10 |

| DATOS DEL C.B.R.      |       |
|-----------------------|-------|
| C.B.R. al 100% M.D.S. | 28.20 |
| C.B.R. al 95% M.D.S.  | 16.17 |



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
Fabian Becerra Rodas  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Loza*  
Ing. Ernesto Flores Loza  
CIP: 76292



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VINCES RENTERIA MANUEL ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Mejoramiento de la subrasante del camino vecinal Tierra Negra – Ulpamache adicionando ceniza de alcanfor, Sondorillo, Huancabamba, Piura 2022.", cuyo autor es LIZANA PUELLES ROALI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 28.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 14 de Diciembre del 2022

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>  | <b>Firma</b>  |
|---|---|
| VINCES RENTERIA MANUEL ALBERTO<br><b>DNI:</b> 08583126<br><b>ORCID:</b> 0000-0002-0210-0852 | Firmado electrónicamente<br>por: MAVINCESV el 03-<br>02-2023 10:18:06 |

Código documento Trilce: TRI - 0487119