

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁLTICA CSS-1H EN  
UNIDADES DE ADOBE PARA VIVIENDAS RURALES**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. HUAMAN SILVA, JHITSU ILISEL**

**Línea de Investigación Institucional:**

Nuevas Tecnologías y procesos

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERA CIVIL**

**Huancayo, Perú**

**2022**

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁLTICA CSS-1H EN  
UNIDADES DE ADOBE PARA VIVIENDAS RURALES**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. HUAMAN SILVA, JHITSU ILISEL**

**Línea de Investigación Institucional:**

Nuevas Tecnologías y procesos

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERA CIVIL**

**Huancayo, Perú**

**2022**

---

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano  
Asesor

Dedicatoria:

A Dios por bendecir mi camino y  
a mis Padres por ser mi razón y  
motivo para seguir adelante.

A mi familia que me brindaron su  
apoyo incondicional durante la  
elaboración de la tesis.

Agradecimiento:

A la facultad de ingeniería por contribuir en mi formación profesional, a mis padres por su apoyo durante el desarrollo de todo este proceso.

Bach. Jhitsu Ilisel Huaman Silva

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera  
Presidente

---

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil  
Jurado

---

Mg. Javier Reynoso Oscanoa  
Jurado

---

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza  
Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza.  
Secretario docente

## ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| ÍNDICE DE TABLAS .....                               | xi  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                              | xii |
| RESUMEN .....  | xiv |
| ABSTRACT.....  | xv  |
| INTRODUCCIÓN .....                                   | xvi |
| CAPITULO I .....                                     | 18  |
| 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....                 | 18  |
| 1.1. Planteamiento del problema.....                 | 18  |
| 1.2. Formulación y sistematización del problema..... | 20  |
| 1.2.1 Problema General .....                         | 20  |
| 1.2.2 Problemas Específicos.....                     | 20  |
| 1.3. Justificación.....                              | 21  |
| 1.3.1. Practica o social.....                        | 21  |
| 1.3.2. Científica o teórica .....                    | 21  |
| 1.3.3. Metodológica.....                             | 21  |
| 1.4. Delimitaciones.....                             | 22  |
| 1.4.1 Delimitación Espacial.....                     | 22  |
| 1.4.2 Delimitación Temporal.....                     | 22  |
| 1.4.3 Delimitación Económica .....                   | 22  |
| 1.5. Limitaciones.....                               | 22  |
| 1.5.1. Limitación económica .....                    | 22  |
| 1.6. Objetivos .....                                 | 22  |
| 1.6.1 Objetivo General .....                         | 22  |
| 1.6.2 Objetivos Específicos .....                    | 23  |
| CAPITULO II.....                                     | 24  |
| 2. MARCO TEÓRICO.....                                | 24  |
| 2.1. Antecedentes .....                              | 24  |
| 2.1.1. Antecedentes Internacional .....              | 24  |
| 2.1.2. Antecedente Nacional.....                     | 28  |
| 2.2. Marco Conceptual .....                          | 32  |
| 2.2.1. Adobe .....                                   | 32  |
| 2.2.1.1 Ventajas y desventajas del adobe.....        | 32  |
| 2.2.1.2 Fabricación.....                             | 33  |
| 2.2.2. Adobe Estabilizado.....                       | 35  |
| 2.2.2.1 Asfalto.....                                 | 35  |

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| 2.2.2.2           | Clasificación de los Asfaltos.....                          | 35 |
| 2.2.3.            | Emulsión Asfáltica .....                                    | 36 |
| 2.2.3.1           | Componentes de la Emulsión Asfáltica .....                  | 36 |
| 2.2.3.2           | Tipos de emulsión asfáltica.....                            | 37 |
| 2.2.3.3           | Ventajas y desventajas de la emulsión asfáltica .....       | 38 |
| 2.2.4.            | Selección de tierras .....                                  | 39 |
| 2.2.4.1           | Suelos apropiados .....                                     | 39 |
| 2.2.4.2           | Pruebas de selección .....                                  | 40 |
|                   | A) Prueba “Cinta de barro” .....                            | 40 |
|                   | B) Prueba granulométrica o “Prueba de la botella” .....     | 40 |
|                   | C) Prueba “Presencia de arcilla” O “Resistencia seca” ..... | 41 |
| 2.2.5.            | Ensayo de Granulometría .....                               | 42 |
| 2.2.6.            | Limite Liquido (LL) .....                                   | 45 |
| 2.2.7.            | Limite Plástico (LP) .....                                  | 47 |
| 2.2.8.            | Índice de Plasticidad(IP).....                              | 48 |
| 2.2.9.            | Variabilidad Dimensional.....                               | 48 |
| 2.2.10.           | Alabeo.....   | 49 |
| 2.2.11.           | Ensayo de Resistencia a la Compresión .....                 | 49 |
| 2.2.12.           | Ensayo de Erosión Acelerada (SAET).....                     | 50 |
| 2.3.              | Definición de términos .....                                | 52 |
| 2.4.              | Hipótesis.....  | 52 |
| 2.4.1.            | Hipótesis General .....                                     | 52 |
| 2.4.2.            | Hipótesis Específicas .....                                 | 53 |
| 2.5.              | Variables .....   | 53 |
| 2.5.1.            | Definición conceptual de la variable .....                  | 53 |
|                   | Variable Dependiente (y): Unidades de adobe .....           | 53 |
| 2.5.2.            | Definición operacional de la variable.....                  | 53 |
| 2.5.3.            | Operacionalización de variables:.....                       | 55 |
| CAPITULO III..... |   | 56 |
| 3                 | METODOLOGÍA .....   | 56 |
| 3.1               | Método de investigación: .....                              | 56 |
| 3.2               | Tipo de investigación .....                                 | 56 |
| 3.3               | Nivel de la investigación:.....                             | 57 |
| 3.4               | Diseño de investigación .....                               | 57 |
| 3.5               | Población y muestra .....                                   | 57 |
| 3.5.1             | Población. ....   | 57 |

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| 3.5.2            | Muestra.....   | 58 |
| 3.6              | Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....   | 59 |
| 3.6.1            | Técnicas.....  | 59 |
| 3.6.2            | Instrumentos.....                                      | 59 |
| 3.7              | Procesamiento de la información.....                   | 60 |
| 3.7.1            | Selección del material.....                            | 60 |
| 3.7.1.1          | Tierra.....  | 60 |
| 3.7.1.2          | Paja.....  | 60 |
| 3.7.1.3          | Emulsión Asfáltica.....                                | 61 |
| 3.7.2            | Pruebas de campo.....                                  | 61 |
| 3.7.2.1          | Prueba Granulométrica (Prueba de la botella).....      | 61 |
| 3.7.2.2          | Prueba de Plasticidad (Prueba del rollo).....          | 62 |
| 3.7.2.3          | Prueba de presencia de arcilla o resistencia seca..... | 63 |
| 3.7.3            | Pruebas de Laboratorio.....                            | 63 |
| 3.7.3.1          | Muestreo de suelo.....                                 | 63 |
| 3.7.3.2          | Ensayo de Granulometría por tamizado.....              | 64 |
| 3.7.3.3          | Ensayo de Contenido de Humedad.....                    | 66 |
| 3.7.3.4          | Ensayo de Limite Liquido (LL).....                     | 67 |
| 3.7.3.5          | Ensayo de Limite Plástico (LP).....                    | 68 |
| 3.7.4            | Elaboración de las unidades de adobe.....              | 69 |
| 3.7.4.1          | Fabricación de adobes tradicionales.....               | 69 |
| 3.7.4.2          | Fabricación de adobes con Emulsión asfáltica.....      | 74 |
| 3.7.5            | Propiedades Físicas de las unidades de adobe.....      | 79 |
| 3.7.5.1          | Ensayo de Alabeo.....                                  | 79 |
| 3.7.5.2          | Ensayo de Variabilidad dimensional.....                | 80 |
| 3.7.5.3          | Ensayo de Succión.....                                 | 81 |
| 3.7.5.4          | Ensayo de Absorción.....                               | 82 |
| 3.7.5.5          | Ensayo de Erosión Acelerada.....                       | 83 |
| 3.7.6            | Propiedades Mecánicas de las unidades de adobe.....    | 84 |
| 3.7.6.1          | Ensayo de Resistencia a la compresión.....             | 84 |
| 3.8              | Técnicas y análisis de datos.....                      | 85 |
| CAPITULO IV..... |  | 86 |
| 4                | RESULTADOS.....  | 86 |
| 4.1              | Pruebas de Campo.....                                  | 86 |
| 4.2              | Pruebas de laboratorio.....                            | 87 |
| 4.3              | Resultados de las propiedades de las unidades.....     | 89 |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| CAPITULO V .....                    | 104 |
| 5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....     | 104 |
| CONCLUSIONES.....                   | 112 |
| RECOMENDACIONES.....                | 113 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....    | 114 |
| ANEXOS: MATRIZ DE CONSISTENCIA..... | 117 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1: Serie de tamices .....   | 43  |
| Tabla 2: Resistencia a la erosión (Criterios de aceptación) .....               | 51  |
| Tabla 3: Operacionalización de variables .....                                  | 55  |
| Tabla 4: Muestras de adobe .....  | 59  |
| Tabla 5: Dosificación de materiales para adobes tradicionales .....             | 71  |
| Tabla 6: Dosificación de tierra y agua para adobes con emulsión asfáltica ..... | 75  |
| Tabla 7: Dosificación de emulsión asfáltica al 2.5% .....                       | 75  |
| Tabla 8: Dosificación de emulsión asfáltica al 5% .....                         | 76  |
| Tabla 9: Dosificación de emulsión asfáltica al 7.5% .....                       | 76  |
| Tabla 10: Dosificación de emulsión asfáltica al 10% .....                       | 76  |
| Tabla 11: Resultado prueba de granulometría (prueba de la botella) .....        | 86  |
| Tabla 12: Resultado prueba de plasticidad .....                                 | 87  |
| Tabla 13: Resultado prueba de presencia de arcilla.....                         | 87  |
| Tabla 14: Resultados de granulometría .....                                     | 88  |
| Tabla 15: Resultados de los Limites de Atterberg .....                          | 88  |
| Tabla 16: Resultados del Ensayo de Variabilidad Dimensional.....                | 89  |
| Tabla 17: Resultados del Ensayo de Alabeo - Promedio.....                       | 92  |
| Tabla 18: Resultados del Ensayo de Succión - Promedio .....                     | 93  |
| Tabla 19: Resultados del Ensayo de Absorción - Promedio.....                    | 95  |
| Tabla 20: Resultados Promedio del Ensayo de Erosión Acelerada .....             | 98  |
| Tabla 21: Resultados del Ensayo de Compresión – (0.0%).....                     | 99  |
| Tabla 22: Resultados del Ensayo de Compresión – (2.5%).....                     | 100 |
| Tabla 23: Resultados del Ensayo de Compresión – (5.0%).....                     | 100 |
| Tabla 24: Resultados del Ensayo de Compresión – (7.5 %).....                    | 101 |
| Tabla 25: Resultados del Ensayo de Compresión – (10.0%).....                    | 101 |
| Tabla 26: Resultados Promedio del Ensayo de Compresión .....                    | 102 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 1:</i> Viviendas particulares con adobe o tapia en las paredes exteriores, según departamento. 2007 y 2017 ..... | 18 |
| <i>Figura 2:</i> Viviendas de adobe o tapia en el Distrito de Acostambo .....  | 19 |
| <i>Figura 3:</i> Preparación de la tierra .....  | 33 |
| <i>Figura 4:</i> Amasado de barro .....  | 33 |
| <i>Figura 5:</i> Moldeado .....  | 34 |
| <i>Figura 6:</i> Secado .....  | 34 |
| <i>Figura 7:</i> Selección de tierra para fabricación de adobe .....   | 39 |
| <i>Figura 8:</i> PRUEBA GRANULOMÉTRICA .....   | 41 |
| <i>Figura 9:</i> Moldeado de bolitas .....   | 41 |
| <i>Figura 10:</i> PRUEBA DE “RESISTENCIA SECA” .....   | 42 |
| <i>Figura 11:</i> Ensayo de Erosión Acelerada .....  | 51 |
| <i>Figura 12:</i> Recolección de materia prima .....   | 60 |
| <i>Figura 13:</i> Recolección de paja .....  | 60 |
| <i>Figura 14:</i> Emulsión Asfáltica .....   | 61 |
| <i>Figura 15:</i> Desarrollo (Prueba de la botella) .....  | 62 |
| <i>Figura 16:</i> Desarrollo de la prueba de Plasticidad .....   | 62 |
| <i>Figura 17:</i> Desarrollo de la prueba de Presencia de arcilla .....  | 63 |
| <i>Figura 18:</i> Reducción de muestra (Cuarteo) .....   | 64 |
| <i>Figura 19:</i> Ensayo de granulometría .....  | 65 |
| <i>Figura 20:</i> Secado de la muestra en el horno .....   | 67 |
| <i>Figura 21:</i> Procedimiento del ensayo .....   | 68 |
| <i>Figura 22:</i> Moldes para la elaboración de adobes .....   | 70 |
| <i>Figura 23:</i> Zarandeo de la tierra y preparación del barro .....  | 71 |
| <i>Figura 24:</i> Mezcla del barro .....   | 72 |
| <i>Figura 25:</i> Moldes de madera .....   | 72 |
| <i>Figura 26:</i> Picado de la paja y mezclado con el barro .....  | 73 |
| <i>Figura 27:</i> Moldeo de los especímenes .....  | 73 |
| <i>Figura 28:</i> Moldeo de los especímenes .....  | 74 |
| <i>Figura 29:</i> Preparación del barro con emulsión asfáltica (2.5%, 5%, 7.5%, 10%) .....                                 | 77 |
| <i>Figura 30:</i> Moldeo y secado de los adobes con emulsión asfáltica (2.5%, 5%, 7.5%, 10%) .....                         | 78 |
| <i>Figura 31:</i> Control de calidad de los adobes .....   | 78 |
| <i>Figura 32:</i> Ensayo de alabeo .....   | 79 |
| <i>Figura 33:</i> Ensayo de Variabilidad Dimensional .....   | 80 |
| <i>Figura 34:</i> Ensayo de Succión .....  | 81 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Figura 35:</i> Saturación de unidades de adobe.....                                 | 82  |
| <i>Figura 36:</i> Saturación de unidades de adobe.....                                 | 83  |
| <i>Figura 37:</i> Desarrollo del ensayo de Erosión Acelerada.....                      | 84  |
| <i>Figura 38:</i> Desarrollo del ensayo de Resistencia a la compresión .....           | 85  |
| <i>Figura 39:</i> Comparación de la variación dimensional (Largo) .....                | 90  |
| <i>Figura 40:</i> Comparación de la variación dimensional (Ancho) .....                | 91  |
| <i>Figura 41:</i> Comparación de la variación dimensional (Altura) .....               | 91  |
| <i>Figura 43:</i> Resultados del ensayo de Succión.....                                | 94  |
| <i>Figura 44:</i> Resultados promedios del ensayo de Succión .....                     | 94  |
| <i>Figura 45:</i> Resultados promedios del ensayo de Absorción .....                   | 95  |
| <i>Figura 46:</i> Resultados promedios del ensayo de Absorción a las 24 hr. ....       | 97  |
| <i>Figura 47:</i> Resultados promedios del ensayo de Erosión Acelerada .....           | 98  |
| <i>Figura 48:</i> Resultados promedios del ensayo de Resistencia a la Compresión ..... | 103 |

## RESUMEN

En la presente investigación, el problema general fue ¿Cuál es el resultado de la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en unidades de adobe para viviendas rurales? el objetivo general fue Determinar el resultado de la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en unidades de adobe para viviendas rurales. La hipótesis fue el resultado de la adición de emulsión asfáltica CSS-1H favorece a las propiedades en las unidades de adobe para viviendas rurales.

La metodología de la investigación fue el método científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel de investigación fue explicativo, el diseño de investigación fue cuasi experimental. La población fue las unidades de adobe sin incorporación de emulsión asfáltica, así como los incorporados con porcentaje de emulsión asfáltica.

La conclusión final es que el resultado de la adición de emulsión asfáltica CSS-1H favorece a las propiedades en las unidades de adobe a medida que la dosis de emulsión asfáltica aumenta, beneficiando en las futuras construcciones de viviendas en la ciudad de Acostambo.

Palabras Claves: **Adobe, Emulsión Asfáltica, Permeabilidad, Resistencia a la Compresión.**

## **ABSTRACT**

In the present investigation, the general problem was: What is the result of the addition of CSS-1H asphalt emulsion in adobe units for rural housing? The general objective was to determine the result of the addition of CSS-1H asphalt emulsion in adobe units for rural housing. The hypothesis was the result of the addition of CSS-1H asphalt emulsion favors properties in adobe units for rural housing.

The research methodology was the scientific method, the type of research was applied, the level of research was explanatory, the research design was quasi-experimental. The population was the adobe units without the incorporation of asphalt emulsion, as well as those incorporated with percentage of asphalt emulsion.

The final conclusion is that the result of the addition of the CSS-1H asphalt emulsion favors the properties in the adobe units as the dose of asphalt emulsion increases, benefiting future housing construction in the city of Acostambo.

**Keywords:** Adobe, **Asphalt Emulsion, Permeability, Compressive Strength.**

## INTRODUCCIÓN

El adobe en el Perú como en gran parte del mundo es una de las técnicas de construcción más antiguas y populares. Las casas de adobe son construidas por personas de pobreza y pobreza extrema que no tienen los recursos necesarios, por ese motivo utilizan materiales que se encuentran a su disposición con el fin de aminorar los costos.

El adobe es un material que consiste en tierra compactada con materiales orgánicos como maíz, heno y estiércol, aunque sus componentes pueden variar. “Si bien el adobe es de fácil acceso, en la actualidad las construcciones de vivienda más recientes de adobe son causa de numerosos accidentes, hasta pérdidas de vidas. Esto se debe a que la técnica tradicional de adobe, se ha perdido y se utiliza en forma empírica, sin asistencia técnica” (Arq. Ruben salvador, 2006, págs. 14-15).

Así que la presente tesis evaluará las propiedades físicas y mecánicas del adobe adicionado con emulsión asfáltica en dosis de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0%, a fin de dar soluciones que ayuden a los pobladores que vienen utilizando este insumo para la construcción de sus viviendas.

En el Capítulo I se da a conocer el problema de investigación sobre el resultado de la adición de la emulsión asfáltica CSS-1H en unidades de adobe para viviendas rurales, definiéndose la delimitación del problema, problemas específicos, así como la justificación de la investigación. Así mismo se desarrollará el objetivo general precisándose como determinar el resultado de la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en unidades de adobe para viviendas rurales, en ella también se incluye los objetivos específicos.

En el Capítulo II se desarrollará el marco teórico, antecedentes (Internacionales y Nacionales) los fundamentos teóricos de la investigación, para proceder a proponer la

Hipótesis General, las Hipótesis Específicas y las Variables, además se elabora la Operacionalización de las Variables.

En el Capítulo III, se plantea el proceso metodológico, así como el tipo, nivel y diseño de la investigación, así mismo se desarrolla los instrumentos de recolección de datos y procesamiento de la información.

En el Capítulo IV, se presenta el análisis y los resultados de la presente investigación.

En el Capítulo V, se plantea las discusiones de los resultados.

Finalmente, las conclusiones y recomendaciones según el desarrollo de la tesis.

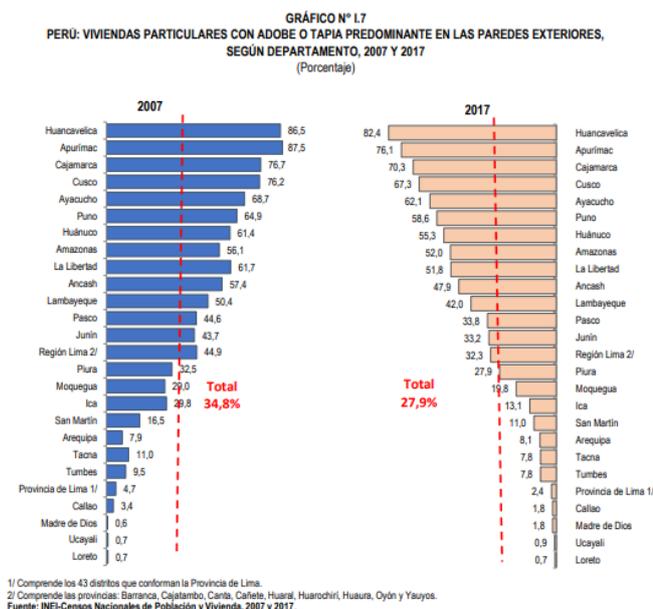
## CAPITULO I

### 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

#### 1.1. Planteamiento del problema.

El adobe ha sido utilizado como material de construcción durante varios años por los pueblos autóctonos en toda América, tanto en el suroeste de los estados unidos como en Mesoamérica y la región andina en Sudamérica. En el Perú, según datos brindados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), existen más de 1 millón 700 mil casas cuyas paredes son de adobe, y a nivel nacional es uno de los materiales más utilizado en las paredes exteriores de las viviendas particulares, con un 27,9% del total de viviendas.

Figura 1: *Viviendas particulares con adobe o tapia en las paredes exteriores, según departamento. 2007 y 2017*



Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007 y 2017

Como se puede observar en la figura 1, la región con mayor porcentaje de viviendas construidas con adobe o tapia es la sierra del país, como lo es la región Huancavelica con un 82.4%, es por eso que la investigación se centró en la región Huancavelica, distrito de Acostambo.

Figura 2: *Viviendas de adobe o tapia en el Distrito de Acostambo*



Fuente: Elaboración propia

Donde la mayoría de viviendas son elaboradas de forma artesanal, pero de baja calidad, por lo que sus propiedades mecánicas no cumplen con lo establecido por la Norma E-080, lo cual implica una situación de alta vulnerabilidad de las viviendas a sismos, a su vez las viviendas construidas con adobe están expuestas a las intensas lluvias, ventarrones y heladas produciendo erosiones y desmoronamientos.

Se sabe que una de las ventajas de la construcción de viviendas con adobe es el bajo costo, debido a que los insumos para su elaboración el agua, suelo y paja, se encuentran con facilidad lo que es una solución a un

problema inherente de producción para la gente de campo en las zonas rurales del país.

Además de su proceso de fabricación rápida, tiene propiedades térmicas y acústicas que garantizan el confort adecuado en los ambientes, por lo que son apropiadas para zonas con climas severos.

A causa de dichos fenómenos naturales se opta por la estabilización de las unidades de adobe con emulsión asfáltica que es un componente de fácil manipulación debido a su viscosidad, no es nocivo ya que al estar mezclada con agua no corre peligro de incendiarse y por último es económico en relación con las mezclas asfálticas en caliente.

A fin de que estas unidades estabilizadas presenten un buen comportamiento frente a dichos fenómenos, mejorando sus propiedades físicas, mecánicas y sobre todo sin dañar el medio ambiente.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema.**

### **1.2.1 Problema General**

¿Cuál es el resultado de la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en unidades de adobe para viviendas rurales?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- a) ¿Qué resultado produce la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en la variabilidad geométrica de las unidades de adobe para viviendas rurales?
- b) ¿Cuáles son los resultados que produce la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en la permeabilidad de las unidades de adobe para viviendas rurales?
- c) ¿Qué resultado produce la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en las propiedades mecánicas de las unidades de adobe para viviendas rurales?

### **1.3. Justificación.**

#### **1.3.1. Práctica o social.**

La justificación del presente estudio se enfoca en solucionar uno de los problemas que se presentan en la construcción de viviendas económicas, de manera técnica utilizando adobe de tierra estabilizado con emulsión asfáltica, a fin de que esta perdure su vida útil y presente un buen comportamiento en sus propiedades mecánicas y físicas del adobe.

#### **1.3.2. Científica o teórica**

La justificación teórica de la presente tesis corresponde a la implementación de nuevas tecnologías en los conocimientos teóricos y empíricos que ancestralmente se transmiten de generación en generación en la técnica del adobe para la construcción de viviendas, mejorando así sus propiedades y brindar una solución a los problemas que aquejan a la población.

#### **1.3.3. Metodológica**

Para la presente investigación se utilizó el método científico, el tipo de investigación fue aplicada. Por lo que se propone utilizar una metodología para la elaboración de muestras que serán sometidas a diversos ensayos que servirán como muestras control para luego incorporar porcentajes de emulsión asfáltica y comprobar el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas, así como evitar la humectación del adobe y su disminución de la vida útil de este elemento estructural.

## **1.4. Delimitaciones**

### **1.4.1 Delimitación Espacial**

La investigación se realizó en las zonas urbano-marginales y rurales del distrito de Acostambo, departamento de Huancavelica donde se emplea el adobe como insumo básico.

### **1.4.2 Delimitación Temporal**

La investigación se realizó en los meses de enero del 2021 a agosto del 2021.

### **1.4.3 Delimitación Económica**

La presente investigación fue financiada con recursos propios.

## **1.5. Limitaciones**

### **1.5.1. Limitación económica**

- La investigación fue solventada con ingresos propios lo que limitó la realización de ensayos de laboratorio dentro de la ciudad de Huancayo.
- La investigación se limita a los siguientes ensayos: Variabilidad Dimensional, Alabeo, Absorción, Succión, Resistencia a la Compresión y Erosión Acelerada (SAET); debido al costo elevado de otros ensayos.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo General**

Determinar el resultado de la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en unidades de adobe para viviendas rurales.

### **1.6.2 Objetivos Específicos**

- a) Establecer los resultados que produce la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en la variabilidad geométrica de las unidades de adobe para viviendas rurales.
- b) Evaluar los resultados que produce la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en la permeabilidad de las unidades de adobe para viviendas rurales.
- c) Establecer el resultado que produce la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en las propiedades mecánicas de las unidades de adobe para viviendas rurales.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Antecedentes Internacional

Arteaga y Loja (2018), realizó la investigación: “*Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica*”, de la Universidad de Cuenca, Ecuador. La investigación planteó como objetivo general lo siguiente: Diseñar un adobe estabilizado con emulsión asfáltica mejorando sus propiedades mecánicas. Según el desarrollador de la tesis llega a las siguientes conclusiones: i) La incorporación de la emulsión asfáltica en los adobes tradicionales y BTC influyo de manera directa en las propiedades mecánicas finales y los volvieron resistentes a los agentes climáticos. ii) La resistencia a compresión del adobe tradicional es de 1.25Mpa a 28 días, y los adobes tradicionales estabilizados al 2.5% 5% 7.5% y 10% se obtuvieron valores de 1.22, 1.31, 1.50 y 1.03 Mpa respectivamente, el cual representa un incremento del 62.28% respecto del adobe tradicional no estabilizado. Con respecto a la resistencia a la flexión el adobe tradicional obtuvo un valor de 0.18Mpa y los adobes tradicionales estabilizados con un porcentaje al 2.5% 5% 7.5% y 10% de emulsión asfáltica obtuvieron 0.20, 0.22, 0.25 y 0.28 Mpa respectivamente, siendo el de 10% que

resiste más representando un incremento del 54.45% respecto del adobe tradicional no estabilizado. Para el ensayo de absorción de agua el adobe tradicional obtuvo un 3% y el adobe estabilizado con un 10% de emulsión asfáltica obtuvo un 0.41% de absorción que simboliza una reducción del 86.33% respecto al no estabilizado. iii) En los dos tipos de adobe el desarrollador de la tesis obtuvo formas regulares sin deformaciones y más livianos que los normales y concerniente al color se obtuvo un tono gris volviéndolo estético y con texturas más lisas.

Chuya y Ayala (2018), realizaron la investigación: “*Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio*”, en la Escuela de Pre Grado de la Universidad de Cuenca, Ecuador. La investigación planteó el siguiente objetivo principal: Analizar y comparar las propiedades mecánicas de adobes reforzadas con fibra de vidrio en relación con los adobes tradicionales de San José de Balzay. Llegando a la siguiente conclusión: i) Para el ensayo de resistencia a compresión las muestras ensayadas incrementaron su valor hasta 1.25 veces, que representa un incremento del 25% con respecto al adobe tradicional siendo el caso número 5 el que obtuvo mejor resistencia, con tan solo un 0.60% de fibra de vidrio en relación al volumen total del adobe. ii) En el ensayo de flexión las muestras incrementaron su valor hasta 5.14 veces, en relación al adobe tradicional. Siendo el caso 1 el que obtuvo mejor resultado en el ensayo a flexión, con un porcentaje de fibra de vidrio de 3.40% del volumen total del adobe. iii) Los adobes reforzados con fibra de vidrio han demostrado un aumento significativo en las propiedades mecánicas con relación al adobe tradicional.

Llunitasig y Siza (2017), realizaron la investigación: “*Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala*”, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. La investigación planteó como objetivo general lo siguiente: Obtener la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con estiércol de vaca, sangre de toro, savia de penca de tuna y paja; determinar su comportamiento sísmico usando un modelo a escala. Según el desarrollador de la tesis se llegó a las siguientes conclusiones: i) La combinación más resistente a la compresión fue la de barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca, alcanzando un valor de  $11.29 \text{ Kg/cm}^2$  a los 30 días. ii) “Se demostró que la integración entre la mampostería de adobe artesanal y el refuerzo de malla plástica en el Modelo 4, influye en la absorción de esfuerzos durante un sismo lo que constituye una técnica eficaz para construcción en tierra, ya que cumple de esta manera los objetivos de seguridad de vida de los ocupantes y la prevención del colapso ante amenaza sísmica”.

Hernández (2016), realizó la investigación: “*Block de adobe con fibra de platanal aplicado al proyecto Centro de rehabilitación en Palenque Chiapa*”, de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional, México. La investigación planteó como objetivo general lo siguiente: Mejorar las capacidades de durabilidad, mecánicas y compresión del adobe con la adición de vainas del árbol de plátano, así como mantener costos accesibles de producción. Llegando a las siguientes conclusiones: i) La durabilidad se mejoró en 1.32 veces, los valores a la compresión no alcanzaron

grandes valores, pero se obtuvo resultados a favor y los costos se lograron rebajar. ii) Respecto a los costos de producción, estas fueron menores con base en entrevistas y diseño de métodos para cuantificar el precio.

Echeverry y Jaramillo (2017), realizó la investigación: “*Elaboración de (BTC) bloques de tierra comprimida con suelos derivados de cenizas volcánicas y materiales alternativos*”, de la Universidad Libre Seccional Pereira, Colombia. La investigación planteó como objetivo general lo siguiente: Determinar la resistencia de muretes fabricados con bloques de tierra comprimida crudos compuestos por suelos derivados de cenizas volcánicas, cemento y arcilla, como alternativa de construcción de muros no estructurales en vivienda rural sostenible en el municipio de Pereira. Llegando a las siguientes conclusiones: i) El aumento de arcilla en el material no presenta ninguna estabilización, lo que quiere decir que el porcentaje de arcilla al natural es el óptimo. ii) La mayor resistencia se obtuvo en los bloques individuales con la dosificación 5% cemento y 0% arcilla, que tiene como resultado un promedio de 1 Mpa y 0.8Mpa es decir que el porcentaje de arcilla al natural de la muestra es el más óptimo. iii) Se determinó que entre el 3% y el 5% de cemento incrementa la resistencia a la compresión de las probetas del suelo, sin embargo, el tipo de falla sufrida durante este proceso se evidenció que será de tipo frágil. iv) Según los resultados del laboratorio el BTC tiene una menor resistencia que los materiales que son comerciales, y que pueden tener un costo menor en su fabricación con respecto a los BTC convencionales, ya que su técnica constructiva es de mínimo un mes.

### 2.1.2. Antecedente Nacional

Romero y Callasi (2017), realizó la investigación: “*Estudio Comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto*”, de la Universidad Andina del Cusco, Cusco - Perú. La investigación planteó como problema de investigación ¿Cuál será el estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas del adobe tradicional con respecto al adobe estabilizado con asfalto? El objetivo general lo siguiente: “Determinar el estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto”. La hipótesis planteada fue que las unidades de adobe estabilizado con asfalto presentan mejores propiedades resistentes a la compresión y la humedad frente a las unidades de adobe tradicional. Llegando a las siguientes conclusiones: Que las unidades con mayor resistencia a la compresión fueron las estabilizadas al 10% obteniendo un 81.15% con respecto a las unidades tradicionales, seguidas por las estabilizadas al 5% con un porcentaje de 52.35%. También superaron satisfactoriamente los ensayos con presencia de agua.

Mantilla (2018), realizaron la investigación: “*Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho*”, de la Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. La investigación planteó como problema de investigación: “¿Cómo varían las propiedades físico-mecánicas del adobe (resistencia a compresión, flexión, absorción y saturación), al incorporarle viruta y caucho?” El objetivo general lo siguiente: “Determinar la variación en las propiedades físico-mecánicas del adobe con adición de la viruta y caucho en porcentajes de 2%, 3% y 5%”. Llegando a las siguientes

conclusiones: i) Las variaciones en las propiedades físico – mecánicas fueron favorables con la incorporación de viruta y caucho al adobe, ya que en el ensayo de resistencia a la compresión aumento en un 36% con respecto a los adobes tradicionales en una dosis de 3% de viruta. En la resistencia a la flexión hubo un incremento de hasta 4% con respecto a los adobes tradicionales. En cuanto a la resistencia a la absorción de agua, con la adición del 5% de caucho se ha disminuido en una 4%, finalmente a la exposición de la saturación de los bloques las unidades con una adición de caucho del 5-5 presentan ligera exposición y menor desgaste. ii) Según indica la norma de Adobe E. 080 las propiedades del suelo utilizados en la elaboración de los adobes cumplen con los parámetros de granulometría. iii) Según especifica la Norma E. 080 la resistencia mínima a compresión es de 12 kg/cm<sup>2</sup>, cumpliendo con lo indicado ya que todos los bloques de adobes presentaron resistencias superiores a la especificada.

Lozano y Zurita (2019), realizaron la investigación: “*Resistencia a la compresión y absorción del adobe estabilizado con confitillo Jaén – Cajamarca*”, de la Universidad Nacional de Jaén, Perú. La investigación planteó como objetivo general lo siguiente: Determinar la resistencia a compresión y absorción del adobe estabilizado con confitillo en diferentes porcentajes. Llegando a las siguientes conclusiones: i) En resistencia a la compresión las unidades de adobe con adición del 0% de confitillo obtuvo una resistencia del  $f_0 = 11.57 \text{ kg/cm}^2$ ; siendo mayor a la resistencia obtenida en las unidades de adobes estabilizados con confitillo con porcentajes de 25%, 30% y 35%, obteniendo una resistencia de con  $f_0 = 6.96 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f_0 = 6.89 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_0 = 6.83 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente. ii) Las unidades de tipo B, C y D

estabilizados, tienen una resistencia última  $f_0$  menor en porcentaje de 39.84%, 40.71%, 40.97% que la unidad del adobe al 0% de confitillo respectivamente.

iii) Las unidades de adobe tipo B, C y D no lograron un porcentaje de resistencia óptimo debido a que no superó la resistencia última indicada en la norma E.080. Con respecto a la absorción no se logró culminar todo el ensayo, ya que los adobes con confitillo no resistieron las 24 horas sumergidas en agua desmoronándose.

Ccoillo (2016), realizó la investigación: “*Estabilización de adobe con especie de pasto natural en la zona alto andina, Ayacucho – 2016*”, de la Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, Ayacucho – Perú. La investigación planteó como objetivo general lo siguiente: “Determinar el comportamiento del adobe estabilizado con especie de pasto natural (*stipa ichu*) y con suelo de la zona sur de Ayacucho provincia de Lucanas distrito de Puquio”. Llegando a las siguientes conclusiones: i) En el ensayo de variación del volumen se obtuvieron resultados favorables durante el proceso de secado y erosión, siendo lo contrario en la resistencia a la compresión y en el ensayo de absorción, el pasto natural con bloques de tierra tiene menor impacto negativo sobre el medio ambiente siendo más sostenible. ii) En el ensayo de resistencia a la compresión del adobe estabilizado con pasto natural (*Stipa Ichu*), se obtuvo una reducción de 8.66% en los adobes con el tratamiento SC, 14.43% en los adobes con el tratamiento CC+0.5%SI, en los adobes con tratamiento CC+1.0%SI se obtuvo un 30.58%, 43.96% en los adobes con el tratamiento CC+1.5%SI y 52.94% con el tratamiento CC+.0%SI, notándose una disminución significativa, por lo que el adobe estabilizado con pasto

natural ofrece resistencia a la compresión, pero eleva la resistencia a la ductilidad.

Alfaro (2019), realizó la investigación: “*Adobe estabilizado mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno, Tunanmarca –Jauja*”, de la Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo – Perú. La investigación planteó como problema de investigación: ¿Será posible obtener adobes estabilizados mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno? El objetivo general que se planteó fue el siguiente: Obtener adobes estabilizados mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno. Llegando a las siguientes conclusiones: i) El uso de las fibras sintéticas de polipropileno hacen que mejoren sus propiedades físicas y mecánicas en las unidades a medida que las dosis de fibra aumentan. ii) La resistencia a la compresión de las unidades de adobe estabilizadas con fibras sintéticas de polipropileno incrementa considerablemente a medida que las dosis de fibra con respecto al suelo seco aumentan. Logrando un incremento significativo de  $16.61\text{kg/cm}^2$  a  $24.32\text{kg/cm}^2$  para la dosis óptima. iii) La dosis de fibra de 0.50% es la más óptima para mejorar las propiedades mecánicas, y la dosis de fibra de 0.75% es la más óptima para mejorar sus propiedades físicas. Sin embargo, en esta última se pudo observar una disminución en las propiedades mecánicas. Por lo tanto, se concluye las fibras sintéticas de polipropileno favorecen notablemente en las propiedades mecánicas de las unidades de adobe y del mortero, lo cual se determina que la dosis óptima es la de 0.50% de fibras sintéticas respecto al peso de suelo seco.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Adobe**

La Norma E-080 “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada” (2017), define el adobe como “una unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad”.

#### **2.2.1.1 Ventajas y desventajas del adobe**

Ventajas:

- Los insumos usados para la elaboración el suelo, agua y paja, se encuentran con facilidad y son de bajo costo.
- Regulariza las temperaturas ambientales por lo que las habitaciones construidas con ellas son frescas en verano y abrigadas en invierno.
- Son aislantes acústicos por poseer paredes gruesas, así garantizan el confort adecuado en los ambientes.
- Su proceso de construcción es bastante simple (Arteaga y Loja, 2018, p.031).

Desventajas:

- Es vulnerable a la humedad ya que posee gran capacidad de absorción.
- Son vulnerables a movimientos telúrico o sísmico, debido al peso y a la altura de la estructura.
- Según la Norma E 0.80 para construcciones con adobes existe limitaciones en el número de pisos en la zona sísmica 3 un solo piso y a dos pisos en zonas sísmicas 2 y 1.
- Son erosionados fácilmente producto de las lluvias (Romero y Callasi, 2017, p.44).

### 2.2.1.2 Fabricación

En la fabricación de los adobes se considera cuatro etapas:

- a. Preparación de la tierra: “Se remoja el suelo y se retira las piedras mayores de 5 mm u otros elementos extraños” (Manual para la construcción de viviendas de adobe, 2005, p.45).

*Figura 3:* Preparación de la tierra



Fuente: Elaboración propia

- b. Amasado de barro: Se procede a mezclar con el pie el suelo con una cantidad de agua necesaria, pisando y caminando energéticamente. Se deja reposar la mezcla durante 24 a 48 horas.

*Figura 4:* Amasado de barro



Fuente: Manual de construcción (2010)

- c. Moldeado: Primero se remoja el molde, para luego hacer una masa con las manos y lanzarla con fuerza al molde. Se rellena y nivela la superficie utilizando una regla de madera, por último, se retira el molde cuidadosamente y se deja secar.

*Figura 5: Moldeado*



Fuente: Elaboración propia

- d. Secado: se deja secar los adobes por 28 días en un lugar techado que los proteja de la lluvia y el sol.

*Figura 6: Secado*



Fuente: Manual de construcción (2010)

## **2.2.2. Adobe Estabilizado**

La Norma Técnica Peruana E-080 – Adobe, (2006) define al adobe estabilizado como “el adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad”.

### **2.2.2.1 Asfalto**

“El asfalto originalmente fue conocido como bitumen. Es un mineral resultante de diversos componentes, casi todos naturales. Posee numerosas propiedades que permiten la elaboración de muchos productos utilizados en la construcción de vías terrestres para automóviles y peatones” (Rocas y Minerales, 2019).

### **2.2.2.2 Clasificación de los Asfaltos**

Los asfaltos se clasifican en cementos asfálticos, emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.

- Cementos asfálticos: “Se utiliza en la elaboración en caliente de carpetas, morteros y estabilizaciones, así como elemento base para la fabricación de emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados”.
- Emulsiones asfálticas: “Se utiliza en la elaboración en frío de carpetas, morteros, riegos y estabilizaciones”.
- Asfalto Rebajado: “Se utiliza en la elaboración en frío de carpetas y para la impregnación de sub bases y bases hidráulicas”. (Ulloa, 2012).

### 2.2.3. Emulsión Asfáltica

“Se define como la combinación de tres componentes principales: asfalto, agua y una cantidad específica de un agente emulsificante, que permite la mezcla de dos sustancias que por su naturaleza química no podrían mantenerse combinadas después de ser mezcladas”.

“Las emulsiones como alternativa de las mezclas asfálticas brindan una solución más viable, por su menor costo y porque son ventajosamente más amigables con el medio ambiente, puesto que, durante el proceso de preparación en su aplicación, la cantidad de emisiones, vapores y consumo de energía es menor en comparación con las mezclas asfálticas convencionales” (Ulloa, 2012).

#### 2.2.3.1 Componentes de la Emulsión Asfáltica

- **Asfalto:** “La emulsión asfáltica está compuesta entre un 50% y un 75 % de asfalto, y aun siendo el elemento predominante en la emulsión, ninguna de sus propiedades afecta la estabilidad de la misma. Sin embargo, la caracterización del asfalto es necesaria para determinar su desempeño posterior a la colocación de la emulsión. Según el clima, condiciones de tránsito esperado y el tipo de aplicación escogida, la propiedad que requiere mayor atención es la dureza del asfalto” (Ulloa, 2012).
- **Agua:** “Ciertos minerales y algunos químicos en el agua utilizada durante la elaboración de las emulsiones, pueden afectar la estabilidad y las condiciones de almacenamiento de la emulsión asfáltica. La presencia de iones de calcio y magnesio en el agua retrasan el rompimiento de los enlaces catiónicos en emulsiones con carga positiva, contrariamente, cuando se presentan carbonatos o partículas en suspensión, se produce una

pérdida de estabilidad en la emulsión debido a un prematuro rompimiento” (Ulloa, 2012).

- **Emulsificante:** “El emulsificante está conformado una parte por cadenas de hidrocarburos que son solubles en medios orgánicos como el asfalto y otra parte con carga eléctrica que es soluble en medios acuosos. Es por esta razón que a pesar de que el emulsificante es el componente en menor cantidad dentro de una emulsión, es quien provee las propiedades principales a la emulsión, le brinda estabilidad y determina finalmente qué tipo de emulsión asfáltica se obtendrá” (Ulloa, 2012).

### 2.2.3.2 Tipos de emulsión asfáltica

Según su carga eléctrica las emulsiones asfálticas se clasifican en tres categorías: aniónicas, catiónicas o neutras.

Según su velocidad de rotura se clasifican como:

- RS (Rapid-setting) emulsiones de rompimiento rápido
- MS (Medium-setting) emulsiones de rompimiento medio
- SS (Slow-setting) emulsiones de rompimiento lento
- QS (Quick-setting) emulsiones de rompimiento controlado.

Para poder definir el tipo de emulsión se utilizan letras y números. Por ejemplo, para una emulsión asfáltica catiónica se asigna una letra “C” delante de la nomenclatura, teniendo así un CSS que significa que es una emulsión asfáltica catiónica de rompimiento lento. Para una emulsión anionica se omite alguna letra enfrente de la nomenclatura.

Para indicar la viscosidad de la emulsión se asigna un número después de la nomenclatura siendo un “2” más viscoso que una “1”. Para hacer

referencia a la dureza del asfalto se adiciona una “h” o una “S” seguido del número, siendo la “h” un asfalto con cierto grado de dureza y una “s” una dureza suave.

### 2.2.3.3 Ventajas y desventajas de la emulsión asfáltica

Ventajas:

- **Facilidad de uso:** “Su manipulación es fácil y sencilla debido a su baja viscosidad, el líquido es más fluido por lo que al momento de realizar la mezcla con la tierra será de fácil trabajabilidad” (Arteaga y Loja, 2018).
- **No es nocivo:** “La emulsión asfáltica al estar diluida con agua no corre peligro de incendiarse, además no producen vapores tóxicos que podrían afectar la salud de los que manipulen el material” (Arteaga y Loja, 2018).
- **Económico:** “Su precio es bastante económico en relación con las mezclas de asfalto al caliente ya que estas utilizan más recursos, las emulsiones asfálticas se utilizan en mezclas en frío por lo que no necesita recursos adicionales para su aplicación” (Arteaga y Loja, 2018).
- **Mejora propiedades:** “El uso de las emulsiones sobre agregados hace que mejore la cohesión de las partículas mejorando así la resistencia a compresión, además al cubrirse las partículas con este producto mejora la permeabilidad” (Arteaga y Loja, 2018).

Desventajas:

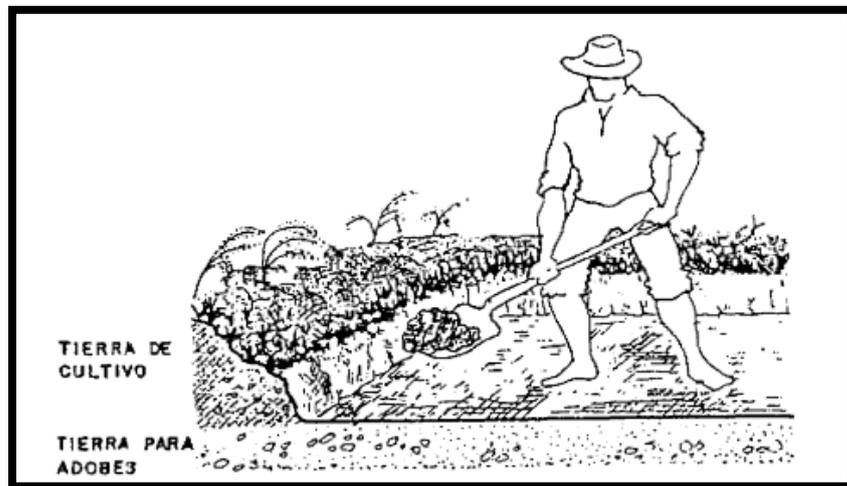
- **Almacenamiento:** “Al mantenerlas en lugares demasiados frío o demasiados calientes están se romperán y se vuelven inusables” (Arteaga y Loja, 2018).
- **Compatibilidad:** “Las emulsiones aniónicas y catiónicas son incompatibles y no deben mezclarse. No son compatibles con asfaltos rebajados ni ligantes asfálticos” (Arteaga y Loja, 2018).

## 2.2.4. Selección de tierras

### 2.2.4.1 Suelos apropiados

Según la Norma E-080 (2006) “la gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados”.

*Figura 7: Selección de tierra para fabricación de adobe*



Fuente: (Morales, 2000)

#### **2.2.4.2 Pruebas de selección**

##### **A) Prueba “Cinta de barro”**

Se puede realizar una primera evaluación para comprobar la existencia de arcilla en un suelo mediante la prueba “Cinta de barro” (en un tiempo aproximado de 10 minutos). “Utilizando una muestra de barro con una humedad que permita hacer un cilindro de 12 mm de diámetro, colocado en una mano, aplanar poco a poco entre los dedos pulgar e índice, formando una cinta de 4 mm de espesor y dejándola descolgar lo más que se pueda. Si la cinta alcanza entre 20 cm y 25 cm de longitud, el suelo es muy arcilloso. Si se corta a los 10 cm o menos, el suelo tiene poco contenido de arcilla” (Morales, 2000).

##### **B) Prueba granulométrica o “Prueba de la botella”**

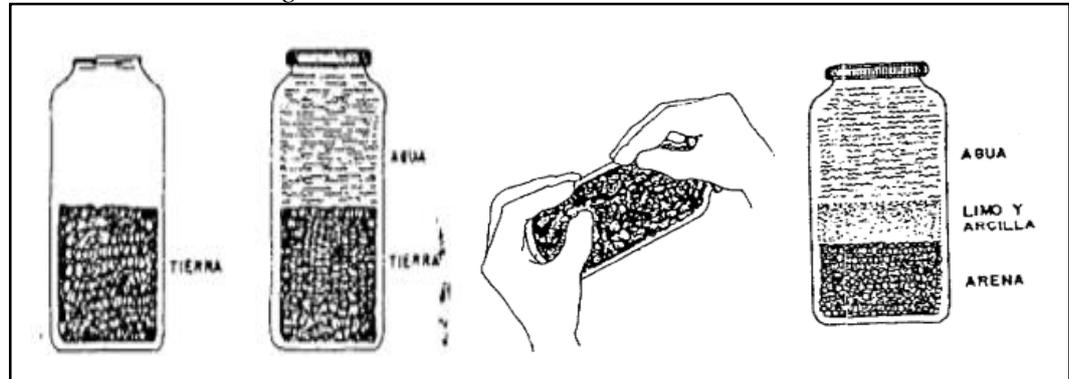
Determina la proporción de los componentes principales (arena, limos y arcilla) de la tierra.

- Llenar una botella con tierra tamizada (tamiz N°4) en especial de boca ancha hasta la mitad de su altura
- Llenar la otra mitad con agua limpia
- Agitar fuertemente la botella hasta que todas las partículas de la tierra estén en suspensión
- Colocar la botella sobre una superficie plana y esperar que todas las partículas de arena reposen al fondo. Las partículas de arena reposarán primero y luego de unas horas las partículas de limos y arcillas.
- Finalmente medir las alturas para determinar la proporción de arena y limos con arcilla. “Se recomienda que la cantidad de arena este

comprendido entre 1.5 a 3 veces la cantidad de limos y arcilla”.

(Morales, 2000)

*Figura 8: PRUEBA GRANULOMÉTRICA*

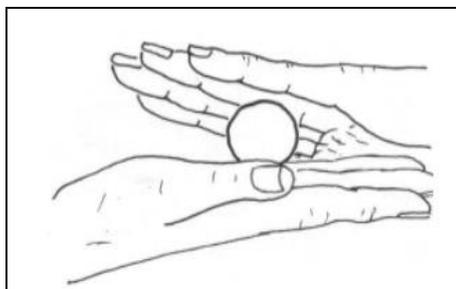


Fuente: (Morales, 2000)

### C) Prueba “Presencia de arcilla” O “Resistencia seca”

- Formar cuatro bolitas con tierra de la zona.
- “Utilizar la tierra de la zona que se considera apropiada para emplearla como material de construcción y agregarle una mínima cantidad de agua para hacer cuatro bolitas. La cantidad de agua es la mínima necesaria para formar sobre las palmas de las manos cada una de las bolitas, sin que éstas se deformen significativamente a simple vista, al secarse” (Morales, 2000).

*Figura 9: Moldeado de bolitas*



Fuente: (Norma Técnica Peruana E-080 – Adobe, 2017)

- Dejar secar las bolitas por 48 horas, asegurando que no alteren en ninguna forma.
- Una vez transcurrido el tiempo de secado, presionar fuertemente las cuatro bolitas, con el dedo pulgar y el dedo índice de una mano como lo indica la figura 10. En caso que alguna bolita se quiebre, rompa o agriete se debe volver a realizar el procedimiento con los mismos materiales y dejando secar en las mismas condiciones anteriores.

*Figura 10: PRUEBA DE “RESISTENCIA SECA”*



Fuente: (Norma Técnica Peruana E-080 – Adobe, 2017)

- “Luego del tiempo de secado, se debe repetir la prueba. Si se vuelve a romper, quebrar o agrietar, se debe desechar la cantera de suelo donde se ha obtenido la tierra. Salvo que se mezcle con arcilla o suelo muy arcilloso. En caso, que luego de la prueba no se rompa, no se quiebre o no se agriete ninguna de las cuatro bolitas, dicha cantera puede utilizarse como material de construcción”. (Norma Técnica Peruana E-080 – Adobe, 2017)

### **2.2.5. Ensayo de Granulometría**

Proceso para determinar la proporción en que participan los granos del suelo, en función de sus tamaños. Basado en las normas NTP:339.128 y ASTM D 422.

Equipo y Materiales:

- Balanza
- Juego de tamices
- Estufa
- Recipientes para el secado de muestras
- Brocha y cepillo para limpiar las mallas.

Tabla 1: *Serie de tamices*

| TAMICES | ABERTURA (mm) |
|---------|---------------|
| 3"      | 75,000        |
| 2"      | 50,800        |
| 1 1/2"  | 38,100        |
| 1"      | 25,400        |
| 3/4"    | 19,000        |
| 3/8"    | 9,500         |
| N° 4    | 4,760         |
| N° 10   | 2,000         |
| N° 20   | 0,840         |
| N° 40   | 0,425         |
| N° 60   | 0,260         |
| N° 140  | 0,106         |
| N° 200  | 0,075         |

Fuente: MTC – Manual de Ensayos de Materiales

Procedimiento:

- Cuartear la muestra, y hacer secar en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  por un periodo de 12 a 24 horas.
- Dejar enfriar la muestra a temperatura ambiente y pese la cantidad requerida para el ensayo.

- Separe los grumos del material con el martillo de goma para evitar el rompimiento de los granos.
- “Se pasa la muestra a través del juego de tamices incluyendo la tapa y el fondo. Se agita el juego de tamices horizontalmente y verticalmente con golpes secos de vez en cuando. El tiempo de agitación es de 10 min como mínimo. En caso de que quede material atascado en las mallas deberán ser retiradas con la ayuda de la brocha o cepillo para después ser unidas al material retenido en el tamiz”. (MTC – Manual de Ensayos de Materiales)
- Pese las muestras retenidas en cada tamiz y anotarlas.
- La suma de todas las fracciones y el peso inicial de la muestra, no debe diferir en más de 1%.

Cálculos:

- Se calcula el porcentaje de material que pasa por un determinado tamiz de la siguiente forma:

$$\% \text{ Pasa el tamiz} = \frac{\text{PESO TOTAL} - \text{PESO RETENIDO EN EL TAMIZ}}{\text{PESO TOTAL}} \times 100$$

- Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{PESO RETENIDO EN EL TAMIZ}}{\text{PESO TOTAL}} \times 100$$

- “Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100% los porcentajes retenidos sobre cada tamiz”. (MTC – Manual de Ensayos de Materiales 2016)

$$\% \text{ PASA} = 100 - \% \text{ RETENIDO ACUMULADO}$$

### **2.2.6. Limite Liquido (LL)**

Según la NTP 339.129: SUELOS “Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra al largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1cm a razón de dos caídas por segundo”.

Equipos y Materiales:

- Copa casa grande
- Táras
- Espatula
- Canalador
- Recipientes para mezclar
- Balanza

Procedimiento:

- “Se coloca una porción del suelo preparado, en la copa casa grande, se procede a presionar y esparcirla en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una

superficie aproximadamente horizontal. No se debe dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta. Cubrir el plato de mezclado con un paño húmedo para retener la humedad en la muestra”. (NTP 339.129)

- “Utilizando el acanalador, se divide la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa. En los suelos en los que no se puede hacer la ranura en una sola pasada, cortar la ranura con varias pasadas del acanalador”.
- Seguidamente levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 2 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura una longitud de 13 mm (1/2 pulg).
- “Registrar el número de golpes, “N”, necesario para cerrar la ranura. Mezclar nuevamente incorporando agua destilada para así aumentar su contenido de humedad y disminuir el número de golpes necesarios y se pueda cerrar la ranura. Repetir al menos dos veces produciendo número de golpes más bajos para cerrar la ranura. Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 25 a 25 golpes”. (NTP 339.129)
- “Finalmente determinar el contenido de humedad, “W” pesando una muestra de la pasta de suelo donde se cerró el surco. Dibujar la gráfica de contenido de humedad contra el número de golpes resultantes del ensayo en un papel semi logarítmico”. (NTP 339.129)

Cálculos:

- “Se representa la relación entre el contenido de humedad, “W”, y el número de golpes correspondientes, N, de la copa sobre un gráfico semi logarítmico con el contenido de humedad como ordenada, y el número de golpes como abscisa. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres puntos” (MTC – Manual de Ensayos de Materiales 2016)

### **2.2.7. Limite Plástico (LP)**

Basados en la norma NTP 339.129 “Es el contenido de humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8”) de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa, sin que dichas barritas se desmoronen”.

Equipos y materiales:

- Espátula
- Recipiente para almacenar
- Balanza
- Horno o estufa
- Agua destilada
- Tamiz (N° 40)

Procedimiento:

- Se enrolla rápidamente a mano sobre una placa de vidrio una masa de suelo de forma de cilindros hasta que se desmorone al alcanzar diámetros de 3.2 mm (1/8”). Generalmente se presenta pequeñas fisuras.

- Seguidamente se toma la muestra y se pesa dentro de una tara, para luego llevarlo a un horno por 24 horas, para que finalmente se proceda a pesar la muestra seca y poder calcular el contenido de humedad.

Cálculos:

$$\text{Limite Plástico} = \frac{\text{PESO DE AGUA}}{\text{PESO DE SUELO SECADO AL HORNO}} \times 100$$

### 2.2.8. Índice de Plasticidad(IP)

Se define al índice de plasticidad como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$\text{I.P.} = \text{L.L} - \text{L.P}$$

Donde:

- L.L = Límite Líquido
- L.P = Límite Plástico
- “Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico). Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (no plástico)”. (MTC – Manual de Ensayos de Materiales 2016)

### 2.2.9. Variabilidad Dimensional

“Es la variación que existe entre las caras opuestas de la unidad de adobe ya sea tanto largo, ancho y altura. Son características geométricas que ningún adobe mantiene perfectamente. El procedimiento consiste en tomar cuatro medidas en cada dimensión del adobe, para luego calcular un promedio la cual se denomina Dimensión Promedio (Dp)”. (NTP 339.613, 2005)

$$V (\%) = \frac{(DN-Dp) \times 100}{DN}$$

Donde:

- %V: Variación de dimensión en porcentaje
- DN: Dimensión nominal
- DP: Dimensión promedio de cada dimensión

Este ensayo seguirá el procedimiento indicado en la Norma (NTP 339.613, 2005) para unidades de albañilería cocida, que se tomaran como referencia en las unidades de adobe.

#### **2.2.10. Alabeo**

“El alabeo es la deformación entre las caras opuestas de las unidades de adobe, pueden ser Cóncavas las que presentan espacios vacíos y la otra Convexa representada por elevaciones sobresalientes, esta prueba se realiza colocando la unidad sobre una superficie plana, para luego colocar una cuña metálica graduada al milímetro en la zona más alabeada; también debe colocarse una regla metálica que conecte los extremos diagonalmente opuestos de la unidad para después introducir la cuña en el punto de mayor deflexión. El resultado promedio se expresa en milímetros”. (NTP 339.613, 2005)

Este ensayo seguirá el procedimiento indicado en la Norma (NTP 339.613, 2005) para unidades de albañilería cocida, que se tomaran como referencia en las unidades de adobe.

#### **2.2.11. Ensayo de Resistencia a la Compresión**

Los ensayos de laboratorio para medir la Resistencia (ensayo de compresión en cubos) se realiza de la siguiente manera:

a) La resistencia se calcula mediante el ensayo de compresión en cubos de 0.1 m de arista.

b) Se usa la siguiente expresión para calcular la resistencia última:

$$f_0 = 1.0 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kgf / cm}^2$$

c) Los cubos de adobes deben cumplir que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

d) Mediante la siguiente fórmula se calcula el valor de la resistencia a la compresión:

$$f_0 = \frac{P}{A}$$

Donde:

- $f_0$  = Esfuerzo máximo de compresión de la probeta (kg/cm<sup>2</sup>)
- $P$  = Carga de rotura (kg)
- $A$  = Área de la superficie de la probeta en contacto con la carga (cm<sup>2</sup>)

### 2.2.12. Ensayo de Erosión Acelerada (SAET)

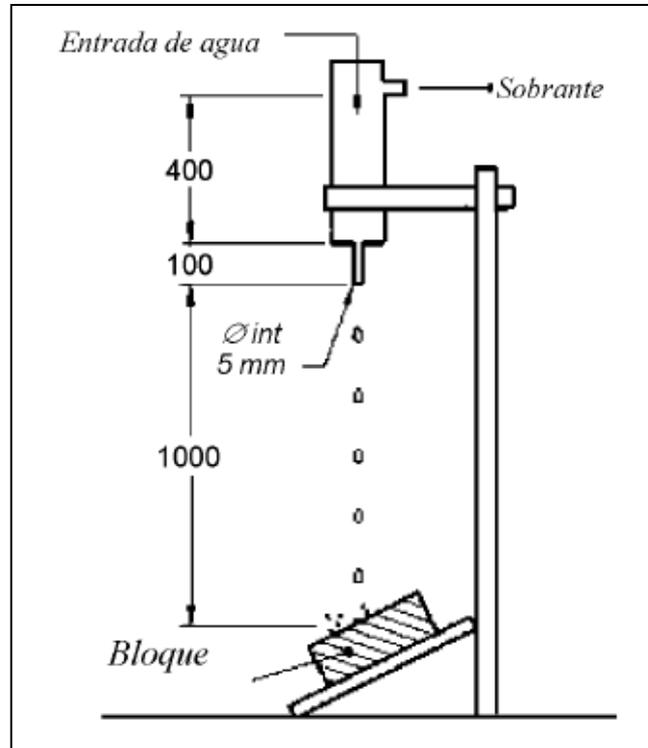
Se ensayarán al menos dos bloques enteros elegidos de manera aleatoria, curado durante 28 días antes del ensayo.

Procedimiento:

“Se deja caer una corriente continua de agua sobre el bloque durante 10 min a través de un tubo de cristal de diámetro interior de 5mm, conectado a un tanque de agua de nivel constante, cuya cabecera está a 1.5 m sobre la cara del bloque. Ese se mantiene inclinado a 27° respecto a la horizontal. Con

una varilla de diámetro de 3mm, se mide la profundidad de las oquedades, (D) que aparecen”. (UNE 41410 – AENOR, 2008).

Figura 11: Ensayo de Erosión Acelerada



Fuente: UNE 41410 – AENOR, 2008

El bloque de adobe se clasificará “apto” o “no apto”, según el criterio siguiente.

Tabla 2: Resistencia a la erosión (Criterios de aceptación)

| Propiedad                            | Criterio           | Resultado        |
|--------------------------------------|--------------------|------------------|
| D, (Profundidad de la oquedad) en mm | $0 \leq D \leq 10$ | Bloque “Apto”    |
|                                      | $D > 10$           | Bloque “No Apto” |

Fuente: (AENOR 2008)

### **2.3. Definición de términos**

Adobe: “Se define el adobe como una unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad”. (Norma Técnica Peruana E-080 – Adobe, 2017)

Adobe estabilizado: “Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad”. (Norma Técnica Peruana E-080 – Adobe, 2017)

Emulsión Asfáltica: “Se define como la combinación de tres componentes principales: asfalto, agua y una cantidad específica de un agente emulsificante, que permite la mezcla de dos sustancias que por su naturaleza química no podrían mantenerse combinadas después de ser mezcladas”. (Ulloa, 2012)

Permeabilidad: Se refiere a la capacidad de una estructura para ser atravesada por un fluido o cualquier material sin cambiar su composición estructural, es decir, sin cambiar realmente la forma en que está compuesto el material.

Resistencia a la compresión: Ensayo consistente en someter la probeta a esfuerzos constantes y crecientes hasta llegar a la rotura o al aplastamiento.

### **2.4. Hipótesis**

#### **2.4.1. Hipótesis General**

El resultado de la adición de emulsión asfáltica CSS-1H incrementa los valores favorablemente en las unidades de adobe para viviendas rurales.

## **2.4.2. Hipótesis Específicas**

- a) La adición de emulsión asfáltica CSS-1H reduce el rango de variabilidad geométrica en las unidades de adobe para viviendas rurales.
- b) La adición de emulsión asfáltica CSS-1H incrementa la permeabilidad en las unidades de adobe para viviendas rurales.
- c) La adición de emulsión asfáltica CSS-1H incrementa la resistencia a la compresión en las unidades de adobe para viviendas rurales.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Definición conceptual de la variable**

Variable Independiente (x): Emulsión asfáltica

“Se define como la combinación de tres componentes principales: asfalto, agua y una cantidad específica de un agente emulsificante, que permite la mezcla de dos sustancias que por su naturaleza química no podrían mantenerse combinadas después de ser mezcladas”. (Ulloa, 2012)

Variable Dependiente (y): Unidades de adobe

Adobe: “Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos”. (Norma Técnica Peruana E-080 – Adobe, 2017)

### **2.5.2. Definición operacional de la variable.**

La emulsión asfáltica fue utilizada para optimizar las unidades de adobe mejorando sus propiedades físicas y mecánicas. La cantidad fue respecto al peso seco de la unidad de adobe y en dosis de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10%.

Con respecto a las unidades de adobe se midió las propiedades físicas: el tipo de alabeo, porcentaje de variabilidad dimensional, succión, absorción, erosión acelerada y las propiedades mecánicas: la resistencia mecánica. A las que se sometió a las unidades de adobe tradicional y reforzadas con emulsión asfáltica.

### 2.5.3. Operacionalización de variables:

Tabla 3: Operacionalización de variables

| Variable           | Definición conceptual  | Definición operacional   | Dimensiones (factores)  | Indicadores  |
|--------------------|--|--|---|--|
| Emulsión asfáltica | “Se define como la combinación de tres componentes principales: asfalto, agua y una cantidad específica de un agente emulsificante, que permite la mezcla de dos sustancias que por su naturaleza química no podrían mantenerse combinadas después de ser mezcladas” (Ulloa, 2012) | La emulsión asfáltica fue utilizada para optimizar las unidades de adobe mejorando sus propiedades físicas y mecánicas. La cantidad fue respecto al peso seco de la unidad de adobe y en dosis de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10%.  | % Emulsión Asfáltica  | 2.5% Emulsión Asfáltica<br>5.0% Emulsión Asfáltica<br>7.5% Emulsión Asfáltica<br>10% Emulsión Asfáltica  |
| Unidades de Adobe  | “Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos”. (Norma Técnica Peruana E-080 – Adobe, 2017)   | Con respecto a las unidades de adobe se midió la variabilidad geométrica: el tipo de alabeo, porcentaje de variabilidad dimensional; la permeabilidad: succión, absorción, erosión acelerada y las propiedades mecánicas: la resistencia mecánica. A las que se sometió a las unidades de adobe tradicional y reforzadas con emulsión asfáltica. | Variabilidad geométrica<br><br>Permeabilidad<br><br>Propiedades mecánicas | Superficie cóncava y convexa<br><br>% Variación dimensional<br>% Succión<br>% Absorción<br><br>Nivel de Resistencia (oquedad).<br><br>Esfuerzo a la compresión |

Fuente: Elaboración Propia

## **CAPITULO III**

### **3 METODOLOGÍA**

#### **3.1 Método de investigación:**

El método de investigación para la presente tesis fue la investigación científica que se define como “un conjunto de acciones sistemáticas con objetivos propios, que apoyados en un marco teórico o en uno de referencia, es un esquema de trabajo apropiado y con un horizonte definitivo, describen, interpretan o actúan sobre una realidad objetiva, organizando nuevos conocimientos, teorías, métodos, medios, sistemas, modelos, patrones de conducta y procedimientos o modificando los existentes” (Oseda, Avarado, Cori y Zevallos, 2011, p.58).

Esta investigación empezó con la formulación de un problema, para luego poder establecer objetivos, hipótesis y se analizó los resultados para afirmar o rechazar dicha hipótesis.

#### **3.2 Tipo de investigación**

El tipo de investigación por la naturaleza del estudio fue la investigación Aplicada. “Busca la aplicación sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de teorías. Esta investigación busca conocer para hacer y actuar” (Oseda, Avarado, Cori y Zevallos, 2011, p.58).

El Tipo de investigación aplicada busca primero una investigación básica, originar nuevos conocimientos y finalmente dar respuesta al problema

en este caso el resultado de la adición de emulsión asfáltica en las unidades de adobe para viviendas rurales.

### **3.3 Nivel de la investigación:**

El nivel de investigación para esta tesis fue Explicativo ya que “busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas”. (Hernández Siampieri, 2017)

El nivel de investigación fue explicativo, debido a que este proyecto explica la adición de la emulsión asfáltica en las unidades de adobe.

### **3.4 Diseño de investigación**

El diseño adecuado para la presente tesis fue la investigación cuantitativa de tipo cuasi - experimental que Según Hernández Sampieri (2017) “Los diseños cuasi experimentales se aplican a situaciones reales en los que no se pueden formar grupos aleatorizados, pero pueden manipular la variable experimental. La investigación que corresponde al diseño cuasi – experimental permite comparar los dos grupos de nuestra investigación que parten de iguales condiciones”.

### **3.5 Población y muestra**

#### **3.5.1 Población.**

La población para Hernández Sampieri, (2017), “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”, para la presente tesis se tiene la población de unidades de

adobe, teniendo así 36 unidades de adobes sin incorporación del experimento y 144 unidades de adobe incorporados con porcentajes de emulsión asfáltica.

**Criterios de Inclusión:**

- Las unidades de adobe deben ser utilizadas para construcción de viviendas y deben ser elaboradas con el material (suelo) de la ciudad de Acostambo – Huancavelica.
- Las unidades de adobe incorporados con emulsión asfáltica deben tener el 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10% durante el proceso de elaboración.

**Criterios de Exclusión:**

- Las unidades que no cumplen con el ensayo de campo de prueba de plasticidad “Prueba de Barro” y el ensayo de “Presencia de Arcilla”.

**3.5.2 Muestra.**

La muestra es un subconjunto fielmente representativo de la población. La Muestra fue del tipo NO PROBABILÍSTICO CENSAL.

Según la Norma Técnico Peruana E-080 (2017) el número de especímenes necesarios para los ensayos de laboratorio es de 6 para el ensayo de resistencia a la compresión de unidades, lo cual se tuvo en consideración tomando la misma cantidad de especímenes para los ensayos de alabeo, variabilidad dimensional, absorción, succión, prueba de erosión acelerada (SAET).

Teniendo así 180 adobes de las cuales 36 serán muestras control sin ningún tratamiento, 144 adobes con tratamiento de emulsión asfáltica en los porcentajes de 2.5%, 5.0%, 7.5%, 10%.

Tabla 4: *Muestras de adobe*

| Muestra de Adobe                     | Tradicional | Emulsión Asfáltica |      |      |     |
|--------------------------------------|-------------|--------------------|------|------|-----|
|                                      |             | 2.5%               | 5.0% | 7.5% | 10% |
| Alabeo                               | 6           | 6                  | 6    | 6    | 6   |
| Variabilidad dimensional             | 6           | 6                  | 6    | 6    | 6   |
| Absorción                            | 6           | 6                  | 6    | 6    | 6   |
| Succión                              | 6           | 6                  | 6    | 6    | 6   |
| Resistencia a la compresión (unidad) | 6           | 6                  | 6    | 6    | 6   |
| Erosión Acelerada                    | 6           | 6                  | 6    | 6    | 6   |
| Total                                | 36          | 36                 | 36   | 36   | 36  |

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.6.1 Técnicas

Las técnicas que se han utilizado para la presente tesis se realizarán recolectando datos mediante la observación directa, cuadros y figuras estadísticas.

#### 3.6.2 Instrumentos

Los instrumentos usados en la presente tesis son fichas de observación para los ensayos:

- Variabilidad Dimensional
- Alabeo
- Absorción
- Succión

- Resistencia a la Compresión
- Erosión Acelerada (SAET)

### **3.7 Procesamiento de la información**

#### **3.7.1 Selección del material**

##### **3.7.1.1 Tierra**

La ubicación de la materia prima que se utilizó para la elaboración de las unidades de adobe es en la ciudad de Acostambo – Huancavelica.

*Figura 12: Recolección de materia prima*



Fuente: Elaboración propia

##### **3.7.1.2 Paja**

Las pajas recolectadas para la elaboración de las unidades de adobe proceden de la ciudad de Acostambo – Huancavelica.

*Figura 13: Recolección de paja*



Fuente: Elaboración propia

### 3.7.1.3 Emulsión Asfáltica

La emulsión asfáltica utilizada es la emulsión Catiónica CSS-1H procedente de la distribuidora “BITUTRAN”, ubicado en la ciudad de Lima.

*Figura 14:* Emulsión Asfáltica



Fuente: Elaboración propia

## 3.7.2 Pruebas de campo

### 3.7.2.1 Prueba Granulométrica (Prueba de la botella)

Equipos y Materiales:

- Recipiente de vidrio transparente de boca ancha
- Materia prima
- Agua potable
- Wincha de mano

Procedimiento:

- Se llena con tierra tamizada (Tamiz N°4) una botella de vidrio transparente hasta alcanzar la mitad de su altura.
- Se rellena la parte restante con agua potable.
- Seguidamente se agitó la botella hasta que todas las partículas estén en suspensión.

- Luego se puso la botella sobre una superficie plana hasta esperar que todas las partículas reposen al fondo.
- Finalmente se midió las proporciones de arena, limos y arcillas.

*Figura 15:* Desarrollo (Prueba de la botella)



Fuente: Elaboración propia

### 3.7.2.2 Prueba de Plasticidad (Prueba del rollo)

Equipos y Materiales:

- Wincha de mano
- Materia prima
- Agua potable

Procedimiento:

- Se formó con tierra humedecida un rollo de 1.5 cm de diámetro
- Seguidamente se suspendió la cinta en el aire hasta que llegue a romperse.

*Figura 16:* Desarrollo de la prueba de Plasticidad



Fuente: Elaboración propia

### 3.7.2.3 Prueba de presencia de arcilla o resistencia seca

Equipos y Materiales:

- Materia prima
- Agua potable

Procedimiento:

- Se elaboró 4 bolitas de 3cm de diámetro con materia prima de la zona y la mínima cantidad de agua para lograr un correcto amasado. Luego se procedió a secar por 48 horas, después de transcurrido el tiempo se presionó cada uno con los dedos.

*Figura 17:* Desarrollo de la prueba de Presencia de arcilla



Fuente: Elaboración propia

### 3.7.3 Pruebas de Laboratorio

#### 3.7.3.1 Muestreo de suelo

Equipos y Materiales:

- Materia prima
- Bandeja
- Badilejo
- Brocha

- Recipiente

Procedimiento:

- Se mezcló la muestra uniformemente, para luego dividir en cuatro partes iguales, se consideró las dos partes opuestas que presentaban características similares, eliminando los otros dos restantes.

*Figura 18: Reducción de muestra (Cuarteo)*



Fuente: Elaboración propia

### 3.7.3.2 Ensayo de Granulometría por tamizado

Equipos y Materiales:

- Balanza digital
- Estufa
- Recipientes o taras
- Brocha o cepillo
- Juego de tamices

Procedimiento:

- Se procedió a seleccionar los tamices de acuerdo al tipo de muestra, colocando los tamices en forma decreciente, por tamaño de abertura.

- Luego se realizó el tamizado con movimientos de un lado a otro y de arriba hacia abajo
- Seguidamente pesamos el material retenido en cada tamiz
- Por último, se procede a calcular el porcentaje del material que pasa, utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Pasa el tamiz} = \frac{\text{PESO TOTAL} - \text{PESO RETENIDO EN EL TAMIZ}}{\text{PESO TOTAL}} \times 100$$

Para determinar el porcentaje retenido en cada tamiz se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{PESO RETENIDO EN EL TAMIZ}}{\text{PESO TOTAL}} \times 100$$

Para calcular el porcentaje más fino.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

*Figura 19: Ensayo de granulometría*



Fuente: Elaboración propia

### 3.7.3.3 Ensayo de Contenido de Humedad

Equipos y Materiales:

- Horno de secado
- Taras y recipientes (resistentes a altas temperaturas)
- Balanza digital
- Espátulas o cucharas

Procedimiento:

- Se registra el peso de los recipientes limpios y secos.
- Luego se coloca la muestra de suelo dentro de los recipientes para proceder a pesarlos y anotar su peso.
- Seguidamente se coloca el recipiente con el material en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C para el secado.
- Después que el material se haya secado, se retirará del horno, para luego proceder a pesar y registrar el valor correspondiente.
- Finalmente se procede a realizar los cálculos:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

Donde:

W: Contenido de humedad (%)

M<sub>CWS</sub>: Peso recipiente más el suelo húmedo (g)

M<sub>CS</sub>: Peso recipiente más el suelo secado en horno (g)

M<sub>C</sub>: Peso recipiente (g)

M<sub>W</sub>: Peso agua (g)

M<sub>S</sub>: Peso partículas sólidas (g)

*Figura 20: Secado de la muestra en el horno*



Fuente: Elaboración propia

#### **3.7.3.4 Ensayo de Limite Liquido (LL)**

Equipos y Materiales:

- Copa de Casagrande
- Cápsula de porcelana
- Acanalador
- Calibrador
- Balanza
- Espátula
- Agua destilada

Procedimiento:

Preparar una pasta de la muestra en una capsula de porcelana con ayuda de la espátula hasta conseguir una mezcla homogénea. Seguidamente se coloca una parte de la pasta en la copa Casagrande presionándola y

esparciéndola por una profundidad aproximada de 1 cm formando una superficie horizontal. Luego usando un acanalador se dividió la pasta en dos mitades, levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 2 golpes por segundo logrando que las mitades de la pasta estén en contacto. Proceder anotar el número de golpes y tomar una muestra de 5gr y se pesa para obtener su contenido de humedad.

*Figura 21: Procedimiento del ensayo*



Fuente: Elaboración propia

### **3.7.3.5 Ensayo de Limite Plástico (LP)**

Equipos y Materiales:

- Horno o estufa
- Cápsula de porcelana
- Balanza
- Superficie lisa
- Espátula
- Taras

Procedimiento:

Se moldea la mitad de la muestra en forma de esfera con la palma de la mano, para luego formar cilindros sobre la superficie de vidrio con los dedos de la mano ejerciendo un poco de presión, hasta alcanzar diámetros aproximados de 3.2 mm (1/8 pulgadas). Una vez que logren desmoronarse se procede a determinar el contenido de humedad pesando inmediatamente.

Índice de Plasticidad:

Teniendo los valores del límite líquido y el límite plástico se procede a calcular el índice de plasticidad.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

L.L. = Limite Líquido

L.P. = Limite Plástico

L.L. y L.P son números enteros.

### **3.7.4 Elaboración de las unidades de adobe**

#### **3.7.4.1 Fabricación de adobes tradicionales**

Equipos y Materiales:

- Materia prima
- Agua
- Paja
- Pico
- Lampa
- Balanza
- Zaranda

- Recipientes
- Adobera (30cm x 15cm x 10cm)
- Molde para cubos (10 cm x 10 cm x 10 cm)

Procedimiento:

- a) Dimensionamiento: Los adobes serán de 30 cm x 15cm x 10 cm, los que fueron establecidos por una revisión bibliográfica de adobes estabilizados, y cumplen con los requerimientos de la norma E.080 “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada”; para el ensayo de resistencia a la compresión se utilizarán cubos de 10 cm x 10 cm x 10 cm como se indica en la norma.

*Figura 22:* Moldes para la elaboración de adobes



Fuente: Elaboración propia

- b) Dosificación: Para determinar la dosificación de los materiales se toma en cuenta el peso en seco de un espécimen y así obtener los porcentajes de los demás materiales.

Tabla 5: *Dosificación de materiales para adobes tradicionales*

| Espécimen                | Peso de tierra (unidad) (g) | Peso de agua - unidad 20% (g) | Número de especímenes | Peso total de tierra (g) | Peso total del agua (g) |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| Adobes                   | 7200                        | 1440                          | 30                    | 216000                   | 43200                   |
| Cubos                    | 1700                        | 340                           | 6                     | 10200                    | 2040                    |
| Total en gramos (g)      |                             |                               |                       | 226200                   | 45240                   |
| Total en Kilogramos (kg) |                             |                               |                       | 226.2                    | 45.24                   |

Fuente: Elaboración propia

c) Elaboración del barro:

1. Primero se zarandeo la tierra con una malla para eliminar piedras, con el fin de que se compacte mejor, para luego hacer un hoyo en el centro y se agregará una cantidad de agua que permita un adecuado mezclado.

Figura 23: Zarandeo de la tierra y preparación del barro



Fuente: Elaboración propia

2. Luego se procede a mezclar agregando la cantidad necesaria de agua, realizando el pisado del barro para que la masa de barro sea homogénea.

*Figura 24: Mezcla del barro*



Fuente: Elaboración propia

3. Seguidamente la mezcla de barro se deja reposar por 24 horas antes de usarlo para la elaboración de los adobes, haciendo que sea mucho más trabajable.
4. Para realizar el moldeo se usó una adobera de madera de dimensiones internas de 30 cm x 15 cm x 10 cm, y un molde con medidas internas de 10 cm x 10 cm x 10 cm para los cubos.

*Figura 25: Moldes de madera*



Fuente: Elaboración propia

5. Se procede a picar la paja con un machete a una dimensión de 5 cm a 15 cm aproximadamente y mezclar con el barro.

*Figura 26:* Picado de la paja y mezclado con el barro



Fuente: Elaboración propia

6. Finalmente se procede a colocar la mezcla en los moldes de madera sobre un terreno plano, para un mejor manejo del moldeo se procede a remojar los moldes de madera en agua.

*Figura 27:* Moldeo de los especímenes



Fuente: Elaboración propia

7. El secado se realizó por 28 días, después del 4 día se volteó los especímenes de canto para que se puedan secar uniformemente en un ambiente con techado para evitar el secado brusco.

*Figura 28: Moldeo de los especímenes*



Fuente: Elaboración propia

### **3.7.4.2 Fabricación de adobes con Emulsión asfáltica**

Equipos y Materiales:

- Materia prima
- Emulsión asfáltica
- Agua
- Paja
- Pico
- Lampa
- Balanza
- Zaranda
- Recipientes
- Adobera (30cm x 15cm x 10cm)

- Molde para cubos (10 cm x 10 cm x 10 cm)

Procedimiento:

- Para los adobes con emulsión asfáltica el procedimiento de preparar el barro es el mismo, solo se diferencia en la dosificación de materiales.
- Dosificación:

Tabla 6: *Dosificación de tierra y agua para adobes con emulsión asfáltica*

| Espécimen                | Peso de tierra (unidad) (g) | Peso de agua - unidad 20% (g) | Número de especímenes | Peso total de tierra (g) | Peso total del agua (g) |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| Adobes                   | 7200                        | 1440                          | 120                   | 864000                   | 172800                  |
| Cubos                    | 1700                        | 340                           | 24                    | 40800                    | 8160                    |
| Total en gramos (g)      |                             |                               |                       | 904800                   | 180960                  |
| Total en Kilogramos (kg) |                             |                               |                       | 904.8                    | 180.96                  |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: *Dosificación de emulsión asfáltica al 2.5%*

| Espécimen                | Peso de tierra (unidad) (g) | Peso de Emulsión asfáltica 2.5% (g) | Número de especímenes | Peso total de emulsión asfáltica (g) |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Adobes                   | 7200                        | 180                                 | 30                    | 5400                                 |
| Cubos                    | 1700                        | 42.5                                | 6                     | 255                                  |
| Total en gramos (g)      |                             |                                     |                       | 5655                                 |
| Total en Kilogramos (kg) |                             |                                     |                       | 5.655                                |
| Total en Litros (l)      |                             |                                     |                       | 6                                    |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: *Dosificación de emulsión asfáltica al 5%*

| Espécimen                | Peso de tierra (unidad) (g) | Peso de Emulsión asfáltica 5% (g) | Número de especímenes | Peso total de emulsión asfáltica (g) |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Adobes                   | 7200                        | 360                               | 30                    | 10800                                |
| Cubos                    | 1700                        | 85                                | 6                     | 510                                  |
| Total en gramos (g)      |                             |                                   |                       | 11310                                |
| Total en Kilogramos (kg) |                             |                                   |                       | 11.31                                |
| Total en Litros (l)      |                             |                                   |                       | 11                                   |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: *Dosificación de emulsión asfáltica al 7.5%*

| Espécimen                | Peso de tierra (unidad) (g) | Peso de Emulsión asfáltica 7.5% (g) | Número de especímenes | Peso total de emulsión asfáltica (g) |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Adobes                   | 7200                        | 540                                 | 30                    | 16200                                |
| Cubos                    | 1700                        | 127.5                               | 6                     | 765                                  |
| Total en gramos (g)      |                             |                                     |                       | 16965                                |
| Total en Kilogramos (kg) |                             |                                     |                       | 16.965                               |
| Total en Litros (l)      |                             |                                     |                       | 17                                   |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: *Dosificación de emulsión asfáltica al 10%*

| Espécimen                | Peso de tierra (unidad) (g) | Peso de Emulsión asfáltica 10% (g) | Número de especímenes | Peso total de emulsión asfáltica (g) |
|--------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Adobes                   | 7200                        | 720                                | 30                    | 21600                                |
| Cubos                    | 1700                        | 170                                | 6                     | 1020                                 |
| Total en gramos (g)      |                             |                                    |                       | 22620                                |
| Total en Kilogramos (kg) |                             |                                    |                       | 22.62                                |
| Total en Litros (l)      |                             |                                    |                       | 23                                   |

Fuente: Elaboración propia

- c. Mezclado: Primero se midió los litros de emulsión asfáltica para los respectivos porcentajes y se procedió a mezclar con el barro para la elaboración de los especímenes.

*Figura 29:* Preparación del barro con emulsión asfáltica (2.5%, 5%, 7.5%, 10%)



Fuente: Elaboración propia

- d. Moldeo y secado: Luego se procede a moldear los adobes con emulsión asfáltica con la misma adobera de dimensiones internas de 30 cm x 15 cm x 10 cm y el cubo de madera de dimensiones internas de 10 cm x 1 cm x 10 cm que se utilizó con los adobes tradicionales; y el secado se realizó durante 28 días, siendo en el 4 día el volteo de canto para un mejor secado.

*Figura 30: Moldeo y secado de los adobes con emulsión asfáltica (2.5%, 5%, 7.5%, 10%)*



Fuente: Elaboración propia

e. Control de calidad:

*Figura 31: Control de calidad de los adobes*



Fuente: Elaboración propia

### 3.7.5 Propiedades Físicas de las unidades de adobe

#### 3.7.5.1 Ensayo de Alabeo

Equipos y Materiales:

- Unidades de adobe
- Cuña de medición graduada o vernier
- Regla metálica de 30 cm
- Brocha

Procedimiento:

- Primero se elimina con una brocha el polvo existente
- Luego se pone la unidad de adobe en una superficie plana y con una regla metálica se coloca de forma longitudinal o transversal, mediante un vernier se mide milimétricamente la concavidad en el punto medio.

*Figura 32: Ensayo de alabeo*



Fuente: Elaboración propia

### 3.7.5.2 Ensayo de Variabilidad dimensional

Equipos y Materiales:

- Unidades de adobe
- Vernier
- Regla metálica

Procedimiento:

- Se coloca las unidades de adobe en una superficie plana, para luego medir cuatro veces la longitud, ancho, y altura de las unidades.
- Finalmente, el valor dimensional se obtuvo mediante la siguiente formula:

$$V(\%) = \frac{(De - Dp) \times 100}{De}$$

Donde:

V (%): Variación dimensional

Dp: Dimensión promedio total (cm)

De: Dimensión nominal (cm)

*Figura 33: Ensayo de Variabilidad Dimensional*



Fuente: Elaboración propia

### 3.7.5.3 Ensayo de Succión

Equipos y Materiales:

- Unidades de adobe
- Bandeja
- Agua
- Balanza

Procedimiento:

- Primero se codifica las unidades de adobe, para luego pesarlas y medir el largo y ancho.
- Acto seguido la bandeja se debe llenar con agua que sobrepase los 3mm el área y se procede a realizar la prueba de succión durante un minuto.
- Finalmente se procede a pesar la unidad succionada después del tiempo indicado.

*Figura 34: Ensayo de Succión*



Fuente: Elaboración propia

### 3.7.5.4 Ensayo de Absorción

Equipos y Materiales:

- Unidades de adobe
- Bandeja
- Agua
- Balanza

Procedimiento:

- Primero se codifican las unidades de adobe, para luego pesarlas y registrarlas.
- Luego se procede a saturar las unidades de adobe

*Figura 35: Saturación de unidades de adobe*



Fuente: Elaboración propia

- Finalmente se procede a retirar las muestras por un tiempo indicado y pesarlas.

*Figura 36: Saturación de unidades de adobe*



Fuente: Elaboración propia

### **3.7.5.5 Ensayo de Erosión Acelerada**

Equipos y Materiales:

- Equipo de Erosión Acelerada de Swinburne
- Agua
- Unidades de adobe
- Regla metálica
- Vernier

Procedimiento:

- Primero se coloca la unidad de adobe en un ángulo de 27 grados respecto a la horizontal.
- Seguidamente se suministra un caudal de agua constante al equipo, para luego dejar caer una corriente continua de agua sobre la unidad de adobe a través de un tubo de 5mm de diámetro que está conectado a un tanque, durante 10 min.
- Finalmente, con una varilla o vernier se mide la profundidad de las oquedades (D).

*Figura 37: Desarrollo del ensayo de Erosión Acelerada*



Fuente: Elaboración propia

### **3.7.6 Propiedades Mecánicas de las unidades de adobe**

#### **3.7.6.1 Ensayo de Resistencia a la compresión**

Equipos y Materiales:

- Unidades de adobe (cubos)
- Máquina de Compresión
- Guantes
- Regla metálica

Procedimiento:

- Primero se procede a limpiar las caras de los cubos de adobe y se codifican de acuerdo a las dosis de emulsión asfáltica empleada en cada uno.
- Seguidamente, se coloca las láminas de neopreno entre la máquina y el espécimen; y finalmente se aplica la carga de compresión a una velocidad constante hasta que el cubo de adobe falle completamente.

Figura 38: Desarrollo del ensayo de Resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

### 3.8 Técnicas y análisis de datos

Las técnicas y análisis estadísticas utilizadas en la presente tesis son de nivel experimental y la observación directa, estos datos estadísticos permiten dar a conocer los resultados y comparar entre ellos para establecer una correlación entre los resultados obtenidos por el tipo de experimento presentado, sin tratamiento y con tratamiento (incorporando porcentaje de emulsión asfáltica).

## CAPITULO IV

### 4 RESULTADOS

#### 4.1 Pruebas de Campo

##### 4.1.1 Prueba Granulométrica

Para el desarrollo de la prueba de granulometría en campo se tomó como referencia el Manual UNI-CISMID, en la tabla 11 se muestra los resultados.

Tabla 11: *Resultado prueba de granulometría (prueba de la botella)*

| PRUEBA DE CAMPO                                | INDICADORES  | MUESTRA                                    |
|--|--|--|
| PRUEBA DE GRANULOMETRÍA (Prueba de la botella) | Resultados de las alturas para determinar las proporciones | Arenas (6.8 cm), Limos y arcillas (2.4 cm) |
|  | Resultados (%)   | Arenas: 26.1% Limos y arcillas: 73.9%      |

Fuente: Elaboración propia

##### 4.1.2 Prueba de plasticidad

Para el desarrollo de la prueba de plasticidad (prueba de rollo) se tomó como referencia el Manual UNI-CISMID, en la tabla 12 se muestra los resultados.

Tabla 12: *Resultado prueba de plasticidad*

| PRUEBA DE CAMPO       | INDICADORES  | MUESTRA                                |
|-----------------------|--|--|
| PRUEBA DE PLASTICIDAD | Tierra Arcillo-Arenosa longitud entre 5 y 15 cm (ADECUADA) | La prueba tiene una longitud de 10 cm. |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la cinta de barro alcanzó una longitud de 10 cm lo que clasifica la tierra como Arcillo -Arenosa.

#### 4.1.3 Prueba de presencia de arcilla

Para el desarrollo de la prueba de presencia de arcilla se tomó como referencia la Norma E.080, a continuación, la tabla 13 muestra los resultados.

Tabla 13: *Resultado prueba de presencia de arcilla*

| PRUEBA DE CAMPO                | INDICADORES   | MUESTRA   |
|--------------------------------|---|---|
| PRUEBA DE PRESENCIA DE ARCILLA | Las muestras no deben agrietarse, quebrarse, romperse | Ninguna de las muestras llegaron agrietarse, quebrarse, ni romperse |

Fuente: Elaboración propia

Según lo indicado en la Norma E 080 las muestras cumplen favorablemente, lo que indica que la muestra puede utilizarse como material de construcción.

## 4.2 Pruebas de laboratorio

### 4.2.1 Ensayo de granulometría

Los resultados del ensayo de granulometría que se obtuvieron según la clasificación S.U.C.S clasifican el suelo de tipo CL – Arcilla Arenosa de

baja plasticidad y de acuerdo a la Norma E-080 cumple con lo establecido para elaborar las muestras de adobe.

Tabla 14: *Resultados de granulometría*

| Granulometría |               |        |            |             |
|---------------|---------------|--------|------------|-------------|
| NTP 339,128   |               |        |            |             |
| Tamiz         | Abertura (mm) | % Pasa | % Retenido | % Por Tamiz |
| 3"            | 75            | 100    | 0          | 0           |
| 2"            | 50            | 100    | 0          | 0           |
| 1 1/2"        | 37.5          | 100    | 0          | 0           |
| 1"            | 25            | 100    | 0          | 0           |
| 3/4"          | 19            | 100    | 0          | 0           |
| 3/8"          | 9.5           | 100    | 0          | 0           |
| N°4           | 4.75          | 99.49  | 0.51       | 0.51        |
| N°10          | 2             | 98.19  | 1.81       | 1.3         |
| N°20          | 0.85          | 96.51  | 3.49       | 1.68        |
| N°40          | 0.425         | 91.51  | 8.49       | 5           |
| N°60          | 0.25          | 75.5   | 24.5       | 16.01       |
| N°140         | 0.106         | 54.68  | 45.32      | 20.82       |
| N°200         | 0.075         | 51.33  | 48.67      | 3.35        |

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2 Límites de Atterberg

Los resultados del ensayo de limite líquido y limite plástico nos dan que el tipo de material que utilizamos para la elaboración de los adobes según la clasificación SUCS es de tipo CL – Arcilla Arenosa de baja plasticidad.

Tabla 15: *Resultados de los Limites de Atterberg*

| Límites de Consistencia |    |
|-------------------------|----|
| Límite Líquido          | 24 |
| Límite Plástico         | 15 |
| Índice Plástico         | 9  |

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Resultados de las propiedades de las unidades

#### 4.3.1 Ensayo de Variabilidad dimensional

Para el desarrollo del ensayo de Variabilidad dimensional se tomó como referencia la Norma técnica (NTP 399.613, 2005), debido a que no existe el procedimiento en la Norma E 0.80. A continuación en la tabla 16 se presenta el resumen del ensayo de variabilidad dimensional.

Tabla 16: *Resultados del Ensayo de Variabilidad Dimensional*

| Especímenes | Variabilidad Dimensional (cm) |                            |            |                            |             |                            |
|-------------|-------------------------------|----------------------------|------------|----------------------------|-------------|----------------------------|
|             | Largo (cm)                    | Porcentaje de Variabilidad | Ancho (cm) | Porcentaje de Variabilidad | Altura (cm) | Porcentaje de Variabilidad |
| 0.00%       | 28.81                         | 3.97                       | 14.40      | 4.00                       | 9.79        | 2.10                       |
| 2.50%       | 29.05                         | 3.17                       | 14.50      | 3.33                       | 9.85        | 1.50                       |
| 5%          | 29.22                         | 2.60                       | 14.56      | 2.93                       | 9.93        | 0.75                       |
| 7.50%       | 29.29                         | 2.37                       | 14.67      | 2.20                       | 9.93        | 0.71                       |
| 10%         | 29.34                         | 2.20                       | 14.73      | 1.80                       | 9.95        | 0.50                       |

Fuente: Elaboración propia

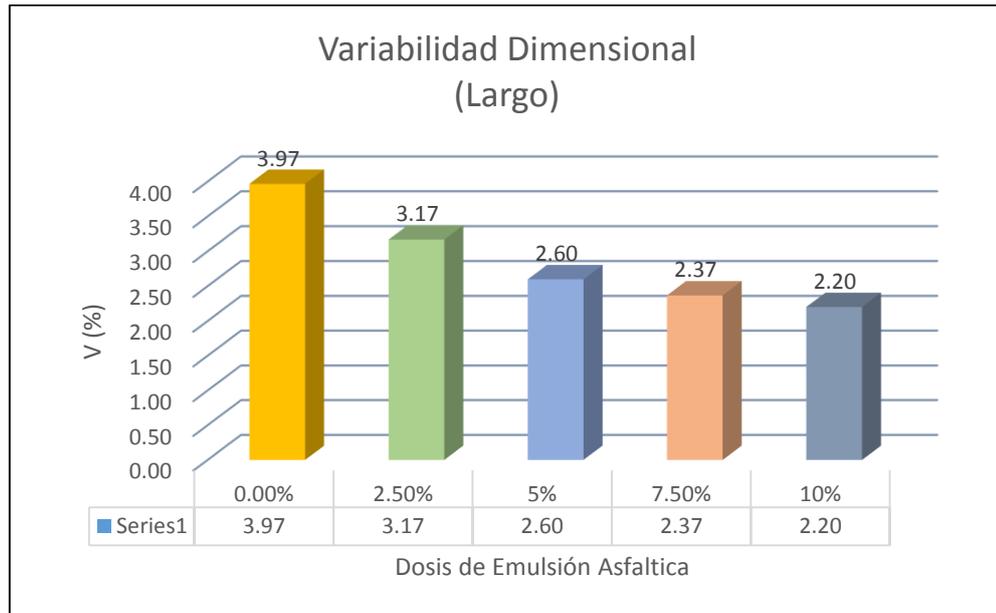
Como se observa los resultados del ensayo variación dimensional de los adobes con emulsión asfáltica presentan una reducción cuando las dosis aumentan en comparación con los adobes tradicionales; lo cual demuestra que el uso de la emulsión asfáltica contribuye favorablemente en la reducción de la variación dimensional de las unidades de adobe.

Las variaciones dimensionales en las unidades de adobe son originadas a causa de dos factores, la primera es el tipo de suelo ya que al contener arcillas estas se expanden con la presencia del agua y se contraen en el momento del secado, el segundo factor es el molde de madera lo cual tiende a hincharse con el agua y genera variación en el largo y ancho.

En los siguientes gráficos se puede apreciar una reducción en la variación dimensional a medida que se aumenta la dosis de emulsión asfáltica,

en el caso del largo de 3.97% a 2.20%, en el ancho de 4.00% a 1.80% y para la altura de 2.10% a 0.50%, con lo que se concluye que la dosis de 10% de emulsión asfáltica es la más favorable para controlar la variación dimensional.

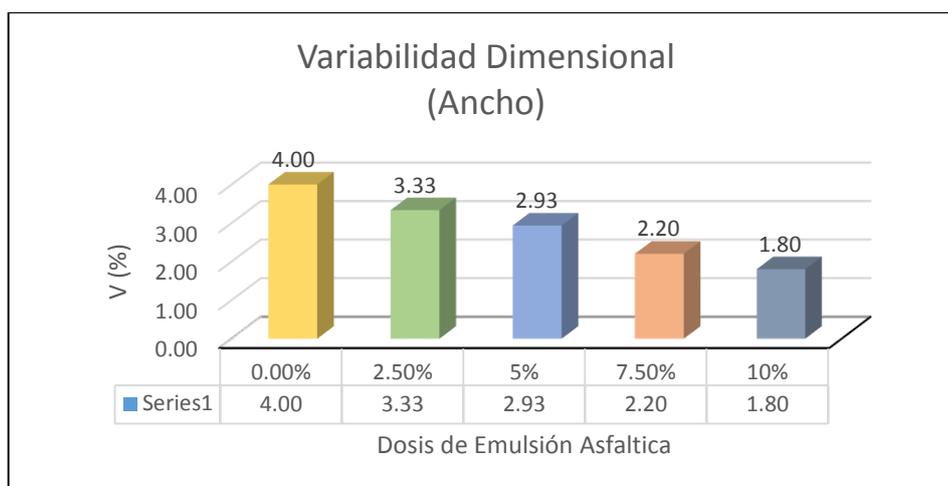
Figura 39: Comparación de la variación dimensional (Largo)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 39 se puede apreciar el promedio de la variabilidad dimensional del largo de las unidades de adobe tradicionales y las unidades reforzadas con emulsión asfáltica. Se puede observar una disminución de variabilidad dimensional a medida que aumenta las dosis de emulsión asfáltica, teniendo así un 3.97% para las unidades tradicionales, un 3.17% para unidades con dosis de 2.5%, para las unidades de adobe con dosis de 5.0% se tiene 2.60%, para las unidades con dosis de 7.5% se tiene 2.37% y para las unidades de adobe con dosis de 10% se tiene 2.20%.

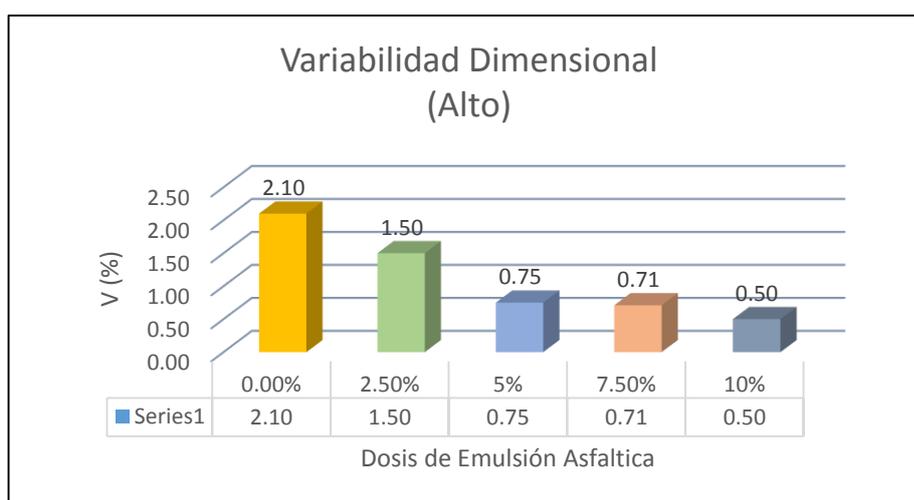
Figura 40: Comparación de la variación dimensional (Ancho)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 40 se puede apreciar la variabilidad dimensional del ancho de las unidades de adobe, se observa una disminución a medida que aumenta las dosis de emulsión asfáltica, teniendo así para las unidades de adobe tradicionales un 4.0% y para las unidades de adobe con dosis de 10% de emulsión asfáltica una variabilidad de 1.80%.

Figura 41: Comparación de la variación dimensional (Altura)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 41 se puede apreciar la variabilidad dimensional de la altura de las unidades de adobe, se observa una disminución a medida que

aumenta las dosis de emulsión asfáltica, teniendo así para las unidades de adobe tradicionales un 2.10% y para las unidades de adobe con dosis de 10% de emulsión asfáltica una variabilidad de 0.50%.

#### 4.3.2 Ensayo de Alabeo

Para el desarrollo del ensayo de Variabilidad dimensional se tomó como referencia la Norma técnica (NTP 399.613, 2005), debido a que no existe el procedimiento en la Norma E 0.80. En la tabla N° 17 se muestra el resumen de resultados del ensayo de Alabeo. En los resultados se puede apreciar que las unidades adobe no presentan alabeo tipo convexo; por motivo de que el desmoldado se realizó de abajo hacia arriba lo que genera que se tenga un alabeo tipo cóncavo.

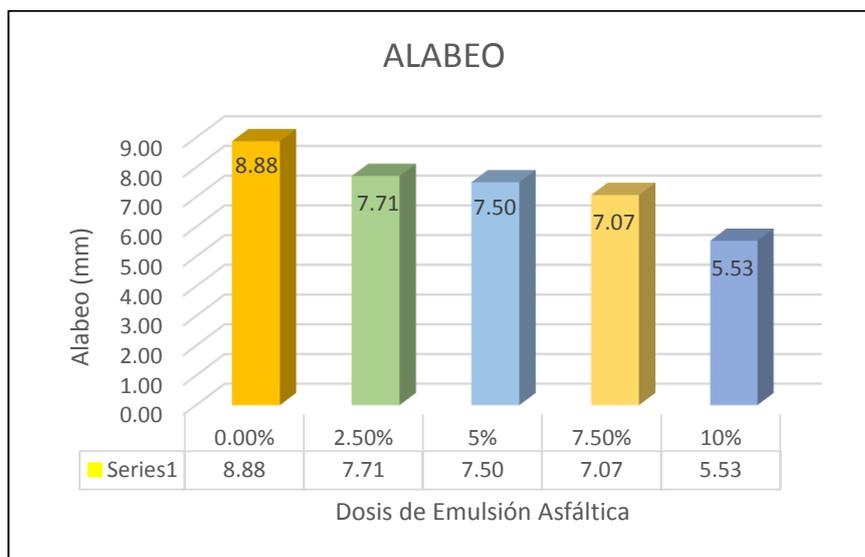
Tabla 17: *Resultados del Ensayo de Alabeo - Promedio*

| Especímenes | Alabeo -<br>Cóncavo<br>(mm) | Reducción<br>del Alabeo |
|-------------|-----------------------------|-------------------------|
| 0.00%       | 8.88                        |                         |
| 2.50%       | 7.71                        | 1.17                    |
| 5%          | 7.50                        | 1.38                    |
| 7.50%       | 7.07                        | 1.81                    |
| 10%         | 5.53                        | 3.35                    |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla existe una reducción de alabeo cuando la dosis de emulsión asfáltica aumenta; teniendo así un promedio de alabeo en las unidades de adobe tradicional de 8.88 mm, en las unidades con dosis de 2.5% de emulsión asfáltica se tiene un alabeo de 7.71 mm, para la dosis de 5% se reduce a 7.50 mm, para la dosis de 7.5% el alabeo reduce a 7.07 mm y para la dosis de 10% de emulsión asfáltica se tiene un alabeo de 5.53 mm; como se muestra en el gráfico.

Figura 42: Resultados del ensayo de Alabeo



Fuente: Elaboración propia

### 4.3.3 Ensayo de Succión

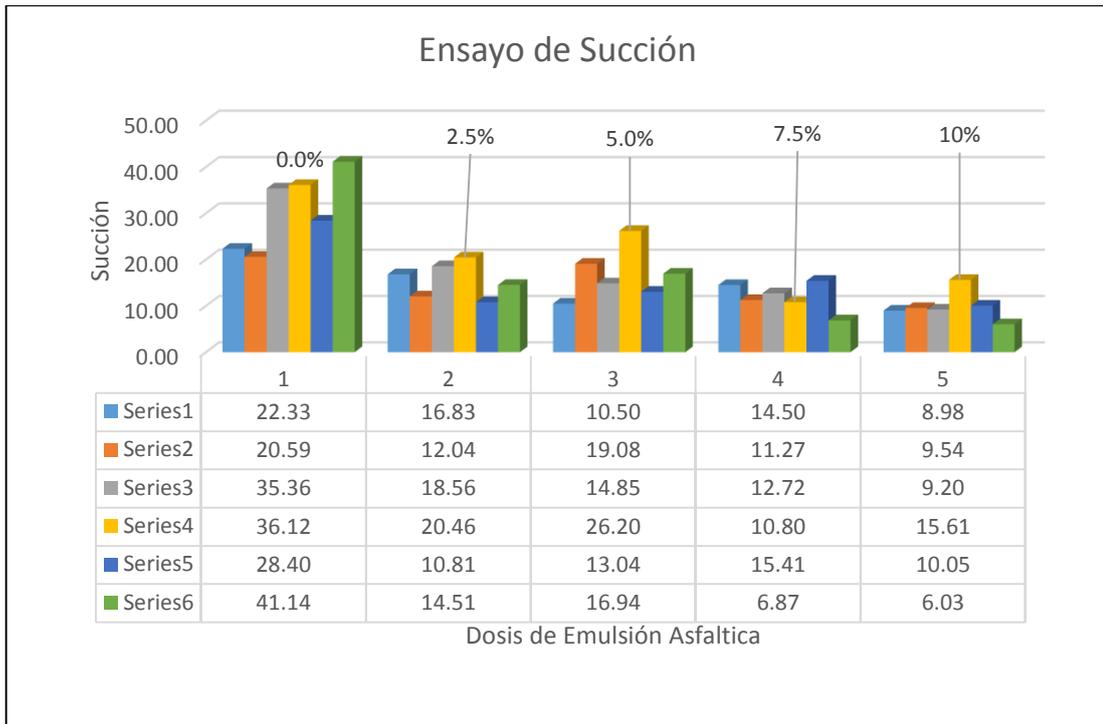
Para el desarrollo del ensayo de Succión se tomó como referencia la Norma Técnica (NTP 399.613,2005), en la tabla N° 18 se muestra el resumen del ensayo de Succión.

Tabla 18: Resultados del Ensayo de Succión - Promedio

| Espécimen | Peso seco (gr.) | Tiempo de Succión (min) | Peso con agua succionada (gr.) | Succión (gr./min./200cm <sup>2</sup> ) |
|-----------|-----------------|-------------------------|--------------------------------|--|
| 0.00%     | 7105.9          | 1                       | 7171.3                         | 30.66                                  |
| 2.50%     | 7482.6          | 1                       | 7515.3                         | 15.53                                  |
| 5.00%     | 6796.6          | 1                       | 6833.2                         | 16.77                                  |
| 7.50%     | 7196.1          | 1                       | 7221.8                         | 11.93                                  |
| 10.00%    | 7081.3          | 1                       | 7102.0                         | 9.90                                   |

Fuente: Elaboración propia

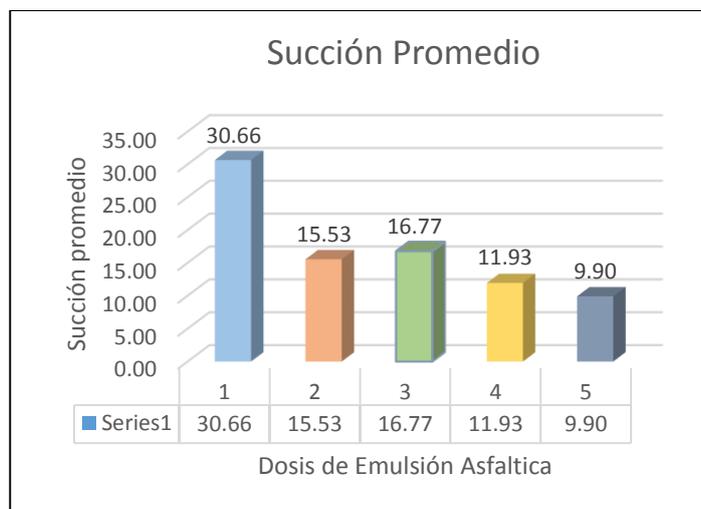
Figura 43: Resultados del ensayo de Succión



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el gráfico las unidades de adobe tradicionales tienen un alto porcentaje de succión; a comparación de las unidades con emulsión asfáltica que presentan una reducción de succión cuando la dosis aumenta.

Figura 44: Resultados promedios del ensayo de Succión



Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en el gráfico que las unidades de adobe tradicional succionó una mayor cantidad de agua con 30.66 gr./min./200cm<sup>2</sup> y las unidades que presentan una menor succión son las que tienen una dosis de 10% de emulsión asfáltica con 9.90 gr./min./200cm<sup>2</sup>; la que se considera más favorable para una buena adherencia.

#### 4.3.4 Ensayo de Absorción

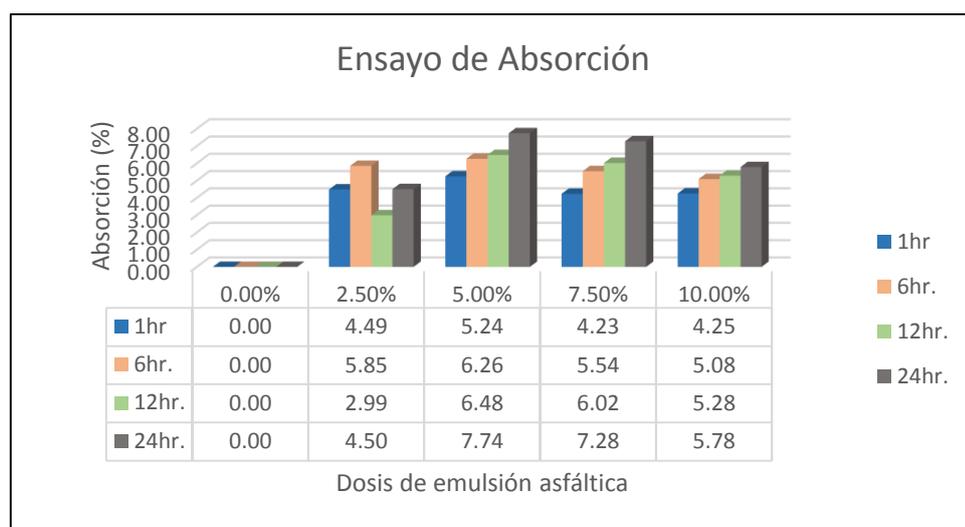
Para el desarrollo del ensayo de Succión se tomó como referencia la Norma Técnica (NTP 399.613,2005), en la tabla N° 19 se muestra el resumen del ensayo de Absorción.

Tabla 19: Resultados del Ensayo de Absorción - Promedio

| Ensayo de Absorción |           |                 |                 |                  |                  |
|---------------------|-----------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| ESPÉCIMEN           | PESO SECO | ABSORCIÓN (1hr) | ABSORCIÓN (6hr) | ABSORCIÓN (12hr) | ABSORCIÓN (24hr) |
| 0.00%               | 7077.25   | 0.00            | 0.00            | 0.00             | 0.00             |
| 2.50%               | 7152.50   | 4.49            | 5.85            | 2.99             | 4.50             |
| 5.00%               | 6992.33   | 5.24            | 6.26            | 6.48             | 7.74             |
| 7.50%               | 7008.00   | 4.23            | 5.54            | 6.02             | 7.28             |
| 10.00%              | 7100.50   | 4.25            | 5.08            | 5.28             | 5.78             |

Fuente: Elaboración propia

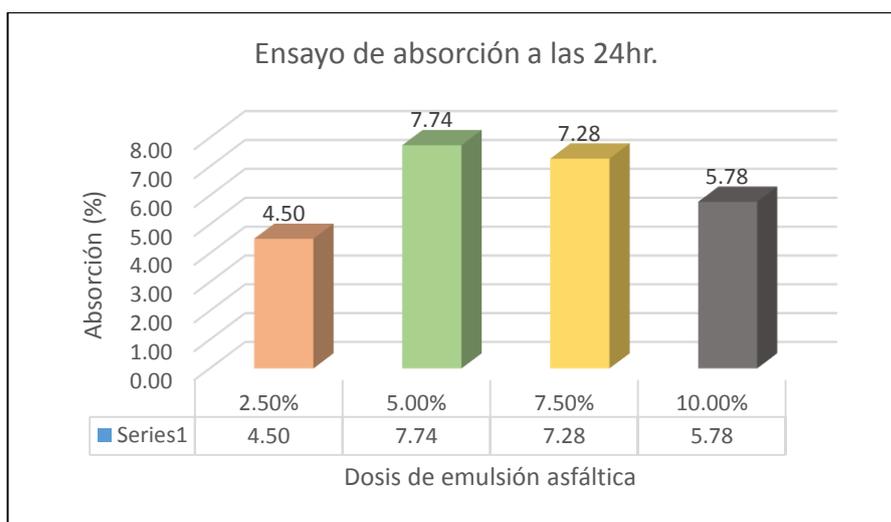
Figura 45: Resultados promedios del ensayo de Absorción



Fuente: Elaboración propia

- Como se puede observar las unidades de adobe tradicional, no resistieron el ensayo de absorción desmoronándose antes de llegar a la primera hora.
- Las unidades de adobe con 2.5% de dosis de emulsión asfáltica resistieron en su mayoría las 24 hr. sumergidas bajo el agua con un promedio de 4.50%, también se pudo observar que la mayoría de muestras sufrieron desmoronamientos.
- Las unidades de adobe con dosis 5.0% de emulsión asfáltica resistieron en su mayoría las 24 hr. sumergidas bajo el agua con un promedio de 7.74%, también se pudo observar que algunas muestras sufrieron desmoronamientos.
- Las unidades de adobe con 7.5% de emulsión asfáltica resistieron todas las muestras las 24 hr. sumergidas bajo el agua con un promedio de 7.28%, también se pudo observar que hubo desmoronamiento en los cantos.
- Las unidades de adobe con 10.0% de emulsión asfáltica resistieron todas las muestras las 24 hr. sumergidas bajo el agua con un promedio de 5.78%, también se pudo observar que hubo desmoronamiento en los cantos.

Figura 46: Resultados promedios del ensayo de Absorción a las 24 hr.



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en los resultados promedios del ensayo de absorción a las 24 hr. las unidades de adobe con dosis de 7.5% y 10% tienen un menor porcentaje de absorción con respecto a las unidades de adobe sin tratamiento.

#### 4.3.5 Ensayo de Erosión Acelerada

Para el desarrollo del ensayo de Erosión Acelerada se tomó en cuenta la Norma española UNE 41410 – AENOR, este ensayo simula la erosión de la superficie de las unidades causada por la lluvia intensa; la norma clasifica como las unidades en dos grupos: aptos cuando la oquedad producida es menos o igual a 10 mm y no aptos cuando la oquedad es mayor o igual a 10mm.

En la tabla N° 20 se muestra el resumen del ensayo de Erosión Acelerada.

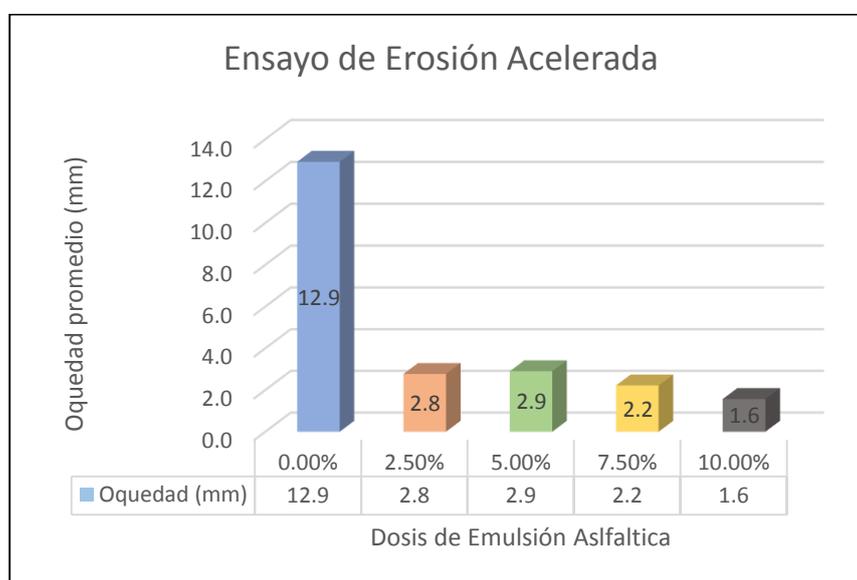
Tabla 20: Resultados Promedio del Ensayo de Erosión Acelerada

| ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA |        |                |                   |               |
|-----------------------------|--------|----------------|-------------------|---------------|
| ESPÉCIMEN                   | TIEMPO | MÁXIMA OQUEDAD | OQUEDAD PRODUCIDA | CLASIFICACIÓN |
| N°                          | (min)  | (mm)           | (mm)              |               |
| 0.00%                       | 10     | 10             | 12.9              | NO APTO       |
| 2.50%                       | 10     | 10             | 2.8               | APTO          |
| 5.00%                       | 10     | 10             | 2.9               | APTO          |
| 7.50%                       | 10     | 10             | 2.2               | APTO          |
| 10.00%                      | 10     | 10             | 1.6               | APTO          |

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que la resistencia de las unidades a la erosión es favorable a medida que aumenta las dosis de emulsión asfáltica; teniendo una oquedad producida de 1.6 mm en las unidades de adobe con dosis de 10.00% a comparación de las unidades de adobe tradicional que tuvieron una oquedad de 12.9 mm.

Figura 47: Resultados promedios del ensayo de Erosión Acelerada



Fuente: Elaboración propia

Se observa que las unidades de adobe tradicionales sufrieron una oquedad de 12.9 mm lo que los clasifican según la norma como no aptos, así mismo las unidades de adobe con dosis de emulsión asfáltica de 2.5% y 5.0% presentaron una oquedad de 2.8 mm y 2.9 mm respectivamente lo que lo clasifica como apto, las unidades con dosis de 7.5% tienen una oquedad de 2.2 mm lo que también lo clasifica como aptos. Las unidades con dosis de 10.00% presentan una oquedad de 1.6% lo que lo clasifica como apto y son los más idóneos para controlar la erosión causada por las lluvias.

#### 4.3.6 Ensayo de Resistencia a la compresión

Para el desarrollo del ensayo de Resistencia a la Compresión se tomó como referencia la Norma E-080 que exige una resistencia de compresión mínima de 10.1 kg/cm<sup>2</sup>. En las siguientes tablas se muestran los resultados del ensayo de compresión.

Tabla 21: *Resultados del Ensayo de Compresión – (0.0%)*

| ADOBE CON 0.00% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA |             |            |                    |              |                       |
|---------------------------------------|-------------|------------|--------------------|--------------|-----------------------|
| ESPÉCIMEN                             | DIMENSIONES |            | ÁREA               | CARGA MÁXIMA | $f_o$                 |
| N°                                    | Largo (cm)  | Ancho (cm) | (cm <sup>2</sup> ) | KN           | (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| A1                                    | 10.9        | 9.5        | 103.7              | 7.0          | 7.0                   |
| A2                                    | 10.8        | 9.4        | 101.5              | 8.4          | 8.4                   |
| A3                                    | 10.4        | 9.4        | 97.8               | 10.0         | 10                    |
| A4                                    | 10.8        | 9.8        | 105.8              | 6.8          | 6.7                   |
| A5                                    | 10.5        | 9.4        | 98.7               | 10.1         | 10.1                  |
| A6                                    | 11.4        | 9.6        | 109.4              | 9.8          | 9.7                   |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 se muestran los resultados del ensayo de compresión a los adobes tradicionales donde las resistencias no cumplen con lo mínimo requerido por la Norma, obteniendo una resistencia máxima de 10.1 Kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 22: *Resultados del Ensayo de Compresión – (2.5%)*

| ADOBE CON 2.5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA |             |            |                    |              |                       |
|--------------------------------------|-------------|------------|--------------------|--------------|-----------------------|
| ESPÉCIMEN                            | DIMENSIONES |            | ÁREA               | CARGA MÁXIMA | $f_o$                 |
| N°                                   | Largo (cm)  | Ancho (cm) | (cm <sup>2</sup> ) | KN           | (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| B1                                   | 9.9         | 9.9        | 98.0               | 13.1         | 13.1                  |
| B2                                   | 9.6         | 9.9        | 95.0               | 11.4         | 11.3                  |
| B3                                   | 9.5         | 10.1       | 96.0               | 15.4         | 15.3                  |
| B4                                   | 10.2        | 9.8        | 100.0              | 10.8         | 10.9                  |
| B5                                   | 9.8         | 10.1       | 99.0               | 10.9         | 10.9                  |
| B6                                   | 10.3        | 10.9       | 112.3              | 13.0         | 13                    |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 se muestran los resultados del ensayo de compresión de los adobes con emulsión asfáltica en una dosis de 2.5%, obteniendo una resistencia máxima en las muestras de 15.3 y 13.1 Kg/cm<sup>2</sup> que si cumplen con lo exigido en la Norma.

Tabla 23: *Resultados del Ensayo de Compresión – (5.0%)*

| ADOBE CON 5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA |             |            |                    |              |                       |
|------------------------------------|-------------|------------|--------------------|--------------|-----------------------|
| ESPÉCIMEN                          | DIMENSIONES |            | ÁREA               | CARGA MÁXIMA | $f_o$                 |
| N°                                 | Largo (cm)  | Ancho (cm) | (cm <sup>2</sup> ) | KN           | (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| C1                                 | 9.9         | 10.0       | 99.0               | 9.2          | 11.2                  |
| C2                                 | 9.6         | 9.4        | 90.2               | 10.2         | 11.7                  |
| C3                                 | 9.6         | 9.7        | 93.1               | 12.1         | 12                    |
| C4                                 | 10.2        | 10.2       | 104.0              | 15.3         | 15.3                  |
| C5                                 | 9.6         | 9.9        | 95.0               | 10.4         | 11.9                  |
| C6                                 | 9.8         | 10         | 98.0               | 14.7         | 14.7                  |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23 se muestran los resultados del ensayo de compresión de los adobes con emulsión asfáltica en una dosis de 5.0%, obteniendo una resistencia máxima en las muestras de 15.3 y 14.7 Kg/cm<sup>2</sup> que si cumple con lo exigido en la Norma.

Tabla 24: *Resultados del Ensayo de Compresión – (7.5 %)*

| ADOBE CON 7.5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA |             |            |                    |              |                       |
|--------------------------------------|-------------|------------|--------------------|--------------|-----------------------|
| ESPÉCIMEN                            | DIMENSIONES |            | ÁREA               | CARGA MÁXIMA | $f_o$                 |
| Nº                                   | Largo (cm)  | Ancho (cm) | (cm <sup>2</sup> ) | KN           | (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| D1                                   | 10.7        | 10.2       | 109.1              | 12.8         | 12.7                  |
| D2                                   | 9.4         | 10.1       | 94.9               | 16.9         | 16.8                  |
| D3                                   | 9.5         | 9.6        | 91.2               | 14.1         | 14                    |
| D4                                   | 9.6         | 9.7        | 93.1               | 14.7         | 14.7                  |
| D5                                   | 9.6         | 9.6        | 92.2               | 10.6         | 10.6                  |
| D6                                   | 9.5         | 9.5        | 90.3               | 12.5         | 12.4                  |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 se muestran los resultados del ensayo de compresión de los adobes con emulsión asfáltica en una dosis de 10.0%, obteniendo una resistencia máxima en las muestras de 16.8 y 14.7 Kg/cm<sup>2</sup> que si cumple con lo exigido en la Norma.

Tabla 25: *Resultados del Ensayo de Compresión – (10.0%)*

| ADOBE CON 10% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA |             |            |                    |              |                       |
|-------------------------------------|-------------|------------|--------------------|--------------|-----------------------|
| ESPÉCIMEN                           | DIMENSIONES |            | ÁREA               | CARGA MÁXIMA | $f_o$                 |
| Nº                                  | Largo (cm)  | Ancho (cm) | (cm <sup>2</sup> ) | KN           | (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| E1                                  | 9.3         | 9.6        | 89.3               | 20.3         | 20.3                  |
| E2                                  | 9.6         | 9.2        | 88.3               | 14.7         | 14.6                  |
| E3                                  | 9.6         | 9.7        | 93.1               | 15.1         | 15                    |
| E4                                  | 10.1        | 9.7        | 98.0               | 16.4         | 16.4                  |
| E5                                  | 10.5        | 10.6       | 111.3              | 17.1         | 17                    |
| E6                                  | 8.9         | 9.5        | 84.6               | 18.8         | 18.7                  |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 se muestran los resultados del ensayo de compresión de los adobes con emulsión asfáltica en una dosis de 10.0%, obteniendo una resistencia máxima en las muestras de 20.3 y 18.7 Kg/cm<sup>2</sup> que si cumple con lo exigido en la Norma.

Tabla 26: *Resultados Promedio del Ensayo de Compresión*

| Ensayo de Resistencia a la compresión |                             |                |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| ESPÉCIMEN                             | $f_o$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | Incremento (%) |
| 0.00%                                 | 8.7                         |                |
| 2.50%                                 | 12.4                        | 42.53%         |
| 5.00%                                 | 12.8                        | 47.13%         |
| 7.50%                                 | 13.5                        | 55.17%         |
| 10.00%                                | 17.0                        | 95.40%         |

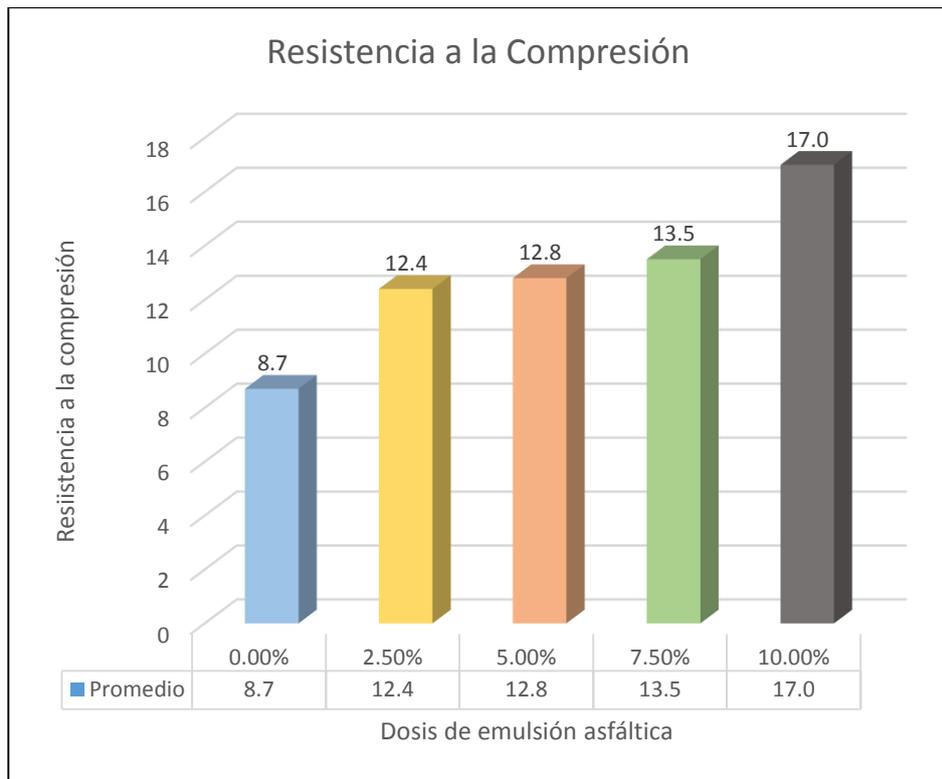
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en los resultados promedios del ensayo de Compresión, las unidades de adobes tradicionales no cumplen la resistencia mínima que indica la norma E-080 ya que presenta una resistencia de 8.7 kg/cm<sup>2</sup>.

Las muestras de las unidades de adobe con dosis de 2.5%, cumplen con la resistencia que nos exige la Norma con un promedio de 12.4 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo se puede observar que para las unidades de adobe con dosis de 5% la resistencia aumenta con un promedio de 12.8 kg/cm<sup>2</sup>, para las unidades con dosis de 7.5% la resistencia promedio de 13.5 kg/cm<sup>2</sup> y para la dosis de 10% la resistencia promedio es de 17.0 kg/cm<sup>2</sup>, las cuales cumplen con lo que exige la Norma E -0.80.

De acuerdo al resultado promedio las unidades con dosis del 10% de emulsión asfáltica son los que poseen una mejor resistencia a la compresión.

Figura 48: Resultados promedios del ensayo de Resistencia a la Compresión



Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO V

### 5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

**Hipótesis general: El resultado de la adición de emulsión asfáltica CSS-1H incrementa los valores favorablemente en las unidades de adobe para viviendas rurales.**

Durante el desarrollo de la investigación se demostró que la incorporación de las dosis 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10% de emulsión asfáltica incrementa los valores favorablemente en las unidades de adobe para viviendas rurales.

- En el ensayo de granulometría se obtuvo un suelo tipo CL – Arcilla Arenosa según la clasificación SUCS.
- En el ensayo de Variabilidad dimensional se produjo una reducción de variabilidad al aumentar las dosis en comparación con el adobe tradicional, de 2.10% a un 0.50%. (Ver tabla 16)
- En el ensayo de Alabeo existe una reducción al aumentar la dosis de emulsión asfáltica con respecto al adobe tradicional, de 8.88 mm a 5.53 mm. (Ver tabla 17)
- Para el ensayo de Succión existe una reducción notable de un 31.92 gr./min/200cm<sup>2</sup> para el adobe tradicional a 9.90 gr./min/200cm<sup>2</sup> para el adobe con dosis de 10.0% de emulsión asfáltica. (Ver tabla 18)

- En el ensayo de Absorción se produjo una mejor resistencia en los adobes con dosis de 10.0% a comparación de un adobe tradicional que se desmoronaron las muestras. (Ver tabla 19)
- Para el ensayo de Erosión acelerada se clasifico a todas las muestras como aptas, pero se obtuvo una mejor resistencia a la erosión en los adobes con dosis de emulsión asfáltica en comparación con los adobes tradicionales, de un 9.5 mm a un 1.7 mm. (Ver tabla 20)
- Para el ensayo de resistencia a la compresión se obtuvo una mejor resistencia en los adobes con dosis que en los adobes tradicionales, de un 8.7 kg/cm<sup>2</sup> a un 17.0 kg/cm<sup>2</sup> (Ver tabla 26)

Por lo que se puede confirmar lo señalado por Arteaga y Loja (2018) que indica que la incorporación de emulsión asfáltica a las unidades de adobe mejora sus propiedades físicas y mecánicas, por lo tanto, se acepta la hipótesis.

**Hipótesis específica: La adición de emulsión asfáltica CSS-1H reduce el rango de variabilidad geométrica en las unidades de adobe para viviendas rurales.**

**Propiedades Físicas:**

**Prueba de granulometría (Prueba de la botella)**

En la tabla 11 los resultados obtenidos para la prueba granulométrica (Prueba de botella) es el siguiente:

- Arenas 26.1% y Limos y Arcillas: 73.9%.

Según el Manual UNI-CISMID se recomienda que las arenas fluctúen entre 1.5 a 3 veces los limos y arenas, en nuestro ensayo las alturas alcanzadas cumplen con las proporciones.

### **Prueba de Plasticidad**

Según la tabla 12 los resultados obtenidos son:

- La cinta de barra obtuvo una longitud de 10 cm, que clasifica según el Manual UNI-CISMID a la tierra como Arcillo Arenosa.

### **Prueba de presencia de arcilla**

Según la tabla 13 los resultados obtenidos para el ensayo son:

- Las 4 muestras no llegaron agrietarse, quebrarse ni romperse que según la Norma E-080 considera que la tierra puede utilizarse como material de construcción.

### **Ensayo de Variabilidad Dimensional**

Según la tabla 16 los resultados para el ensayo de Variabilidad dimensional son los siguientes:

- Para las unidades de adobe tradicional se obtuvo una variación de 2.10%.
- Para las unidades de adobe con dosis de 2.5% de emulsión asfáltica la variación es de 1.50%
- Para las unidades de adobe con dosis de 5.0% de emulsión asfáltica la variación es de 0.75%
- Para las unidades de adobe con dosis de 7.5% de emulsión asfáltica la variación es de 0.71%
- Para las unidades de adobe con dosis de 10.0% de emulsión asfáltica la variación es de 0.50%

Para los resultados obtenidos las unidades que tienen mayor control a la variabilidad dimensional son las de dosis de 10.0% de emulsión asfáltica.

### **Ensayo de Alabeo**

Según la tabla 17 los resultados para el ensayo de Alabeo son los siguientes:

- Para las unidades de adobe tradicionales se obtuvo un alabeo de 8.88mm.
- Para las unidades de adobe con dosis de 2.5% el alabeo es de 7.7mm.
- Para las unidades de adobe con dosis de 5.0% de emulsión asfáltica el alabeo es de 7.50 mm.
- Para las unidades de adobe con dosis de 7.5% el alabeo es de 7.07mm.
- Para las unidades de adobe con dosis de 10% de emulsión asfáltica el alabeo es de 5.53mm.

Los resultados del ensayo no presentan alabeo tipo convexo; por motivo de que el desmoldado se realizó de abajo hacia arriba lo que genera que se tenga un alabeo tipo cóncavo.

Para los resultados obtenidos las unidades que tienen mayor control al alabeo son las unidades de dosis de 10.0% de emulsión asfáltica. El alabeo que se obtuvo es cóncavo.

**Hipótesis específica: La adición de emulsión asfáltica CSS-1H incrementa la permeabilidad en las unidades de adobe para viviendas rurales.**

### **Ensayo de Succión**

Según la tabla 18 los resultados para el ensayo de Succión son los siguientes:

- Para las unidades de adobe tradicionales la succión es de 30.66 gr./min./200cm<sup>2</sup>.
- Para las unidades de adobe con dosis de 2.5% de emulsión asfáltica la succión es de 15.53 gr./min./200cm<sup>2</sup>.
- Para las unidades de adobe con dosis de 5.0% de emulsión asfáltica la succión es de 16.77 gr./min./200cm<sup>2</sup>.
- Para las unidades de adobe con dosis de 7.5% de emulsión asfáltica la succión es de 11.93 gr./min./200cm<sup>2</sup>.
- Para las unidades de adobe con dosis de 10.0% de emulsión asfáltica la succión es de 9.90 gr./min./200cm<sup>2</sup>.

Para los resultados obtenidos el que tienen una menor succión son las unidades de adobe con 10% de emulsión asfáltica que son las adecuadas para una mejor adherencia.

### **Ensayo de Absorción**

Según la tabla 19 los resultados para el ensayo de Absorción son los siguientes:

- Para las unidades de adobe tradicional al realizar el ensayo no lograron soportar desmoronándose a la primera hora.

- Para las unidades de adobe con dosis de 2.5% de emulsión asfáltica al realizar el ensayo la mayoría de muestras no lograron soportar desmoronándose a la primera hora.
- Para las unidades de adobe con dosis de 5.0% de emulsión asfáltica lograron aguantar las 24 hr obteniendo una absorción de 7.74%.
- Para las unidades de adobe con dosis de 7.5% de emulsión asfáltica lograron aguantar las 24 hr obteniendo una absorción de 7.28%.
- Para las unidades de adobe con dosis de 10.0% de emulsión asfáltica lograron aguantar las 24 hr obteniendo una absorción de 5.78%.

Para los resultados obtenidos las unidades de adobe con dosis 10.0% absorbieron menor cantidad de agua a las 24 hrs. con respecto a las unidades de adobe tradicional.

### **Ensayo de Erosión Acelerada**

Según la tabla 20 los resultados para el ensayo de Erosión Acelerada son los siguientes:

- Las unidades de adobe tradicionales sufrieron una oquedad de 12.9 mm.
- Para las unidades de adobe con dosis de 2.5% sufrieron una oquedad de 2.8 mm.
- Para las unidades de adobe con dosis de 5.0% sufrieron una oquedad de 2.9 mm.

- Para las unidades de adobe con dosis de 7.5% sufrieron una oquedad de 2.2 mm.
- Para las unidades de adobe con dosis de 1.0% sufrieron una oquedad de 1.6 mm.

Según la Norma Española UNE 41410 – AENOR clasifican aptos cuando la oquedad producida es menor o igual a 10 mm y no aptos cuando la oquedad es mayor o igual a 10mm. Por lo tanto, las unidades de adobe tradicionales sufrieron una oquedad de 12.9 mm y son clasificados como NO APTO, las unidades con dosis de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10% son considerados como APTO, siendo esta última los más resistentes a la erosión.

Por lo que se confirma que la adición de emulsión asfáltica CSS-1H incrementa la permeabilidad y resistencia a la erosión en las unidades de adobe, por lo tanto, se acepta la hipótesis.

**Hipótesis específica: La adición de emulsión asfáltica CSS-1H incrementa la resistencia a la compresión en las unidades de adobe para viviendas rurales.**

#### **Ensayo de Resistencia a la Compresión**

Según la tabla 26 los resultados para el ensayo de Erosión Acelerada son los siguientes:

- Para las unidades de adobe tradicionales la resistencia a la compresión es de 8.7 kg/cm<sup>2</sup>, que según la Norma E-080 no cumple con la resistencia mínima requerida.
- Para las unidades de adobe con dosis de 2.5% de emulsión asfáltica la resistencia a la compresión es de 12.47 kg/cm<sup>2</sup>.

- Para las unidades de adobe con dosis de 5.0% de emulsión asfáltica la resistencia a la compresión es de 12.87 kg/cm<sup>2</sup>.
- Para las unidades de adobe con dosis de 7.5% de emulsión asfáltica la resistencia a la compresión es de 13.5 kg/cm<sup>2</sup>.
- Para las unidades de adobe con dosis de 10.0% de emulsión asfáltica la resistencia a la compresión es de 17.07 kg/cm<sup>2</sup>.

Por los resultados obtenidos se pueden afirmar que la incorporación de emulsión asfáltica a las unidades de adobe incrementa la resistencia respecto a las unidades de adobe tradicional, además cabe resaltar que según la Norma E-080 las unidades con dosis de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10% cumplen con la resistencia requerida.

Por lo que se puede confirmar lo señalado por Romero y Callasi (2017) que indica las unidades de adobe estabilizado con asfalto son más resistentes a la compresión que las unidades de adobe tradicional, por lo tanto, se acepta la hipótesis.

## **CONCLUSIONES.**

1. El resultado de la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en un 10% favorece a las propiedades en las unidades de adobe beneficiando las futuras construcciones de viviendas en la ciudad de Acostambo.
2. La adición de emulsión asfáltica CSS-1H reduce el rango de variabilidad geométrica en los ensayos de Variabilidad dimensional y Alabeo.
3. La adición de emulsión asfáltica CSS-1H incrementa la permeabilidad de las unidades de adobe en los ensayos de absorción, succión, erosión acelerada que ayudará a una mejor adherencia entre unidades, y una mejor resistencia a la erosión producida por las lluvias intensas.
4. La adición de emulsión asfáltica CSS-1H incrementa la resistencia a la compresión de las unidades de adobe, obteniendo un incremento significativo en la resistencia a la compresión a medida que la dosis de emulsión asfáltica aumenta (2.5%, 5.0%, 7.5% Y 10%).

## **RECOMENDACIONES**

1. A los profesionales de ingeniería civil se les recomienda continuar con la investigación de la emulsión asfáltica en el adobe ya que se obtuvieron resultados favorables tanto en sus propiedades físicas y mecánicas.
2. Se recomienda una dosis de 10.0% de emulsión asfáltica ya que con esta dosis se mejora considerablemente las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe para viviendas rurales.
3. Se recomienda que dosis máxima de emulsión asfáltica para la estabilización del adobe sea de 10.0% ya que usando más de esta cantidad la mezcla se vuelve menos trabajable.
4. A la Universidad Peruana Los Andes, se le recomienda profundizar más la investigación y brindar charlas sobre construcciones de tierra a los alumnos de la facultad de Ingeniería.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAYO, D. Resistencia a la flexión y compresión axial del adobe compactado con adición de fibra de yute, Cajamarca 2017. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2017. 127 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14067>
- ALFARO, C. Adobe estabilizado mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno, Tunanmarca –Jauja. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019. 244 pp. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5553#:~:text=Se%20pudo%20observar%20que%20el,de%200.92%20kg%2F%F0%9D%91%90%F0%9D%91%9A2%20a>
- ARTEAGA, J., LOJA, L. Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica. Ecuador: Universidad de Cuenca, 2018. 224 pp. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30332>
- CCOILLO, A. Estabilización de adobe con especie de pasto natural en la zona alto andina, Ayacucho – 2016. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2016. 175pp. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3182>
- CHUYA, E., AYALA, M. Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio. Ecuador: Universidad de Cuenca, 2018. 365 pp. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30095>
- ECHEVERRY, J., & JARAMILLO, C. Elaboración de (BTC) bloques de tierra comprimida con suelos derivados de cenizas volcánicas y materiales alternativos.

- Colombia: Universidad Libre Seccional Pereira, 2017. 103 pp. Disponible en:  
<https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17000>
- HERNÁNDEZ, I. Block de adobe con fibra de platanal aplicado al proyecto Centro de rehabilitación en Palenque Chiapas, México: Instituto Politécnico Nacional, 2016. 176 pp. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/22170>
- INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007 y 2017
- LLUMITASIG, S., SIZA, A. Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2017. 126 pp. Disponible en:  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26585>
- LOZANO, J., ZURITA, A. Resistencia a la compresión y absorción del adobe estabilizado con confitillo Jaén – Cajamarca. Cajamarca: Universidad Nacional de Jaén, 2019. 57 pp. Disponible en:  
<http://m.repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/99>
- MANTILLA, J. Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. 126 pp. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1996>
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de ensayo de materiales. Perú, 2016. 1269pp.
- MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Albañilería. E.070: 2006. Lima: MVCS, 2006. 15 pp.
- MORALES, R. “Manual para la construcción de viviendas de adobe”, Lima, 1993.
- NAVARRO, J. y LOPÉZ, J. Tecnología de Materiales (1a ed.). Huancayo, 2006.

NORMA TÉCNICA PERUANA E-080. Diseño y construcción con tierra reforzada.  
Lima, 2017.

NTP 339.128. (s.f). SUELOS. "Método de ensayo para el análisis granulométrico". Lima.

NTP 339.129. (s.f.). SUELOS "Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice plasticidad de suelos". Lima.

NTP 399.613, N. T. Unidades de albañilería: Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima, 2005. 39 pp.

ULLOA, A. Preparación de emulsiones asfálticas en laboratorio. COSTA RICA ISSN-e: 2215-455.

UNE 41410, Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. En A. E. Certificación. Madrid, 2008. 28pp

Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0042285>

## ANEXOS: MATRIZ DE CONSISTENCIA

| Formulación del problema   | Formulación del objetivo  | Formulación de la hipótesis  | Operacionalización  | Metodología  |
|--|---|--|---|--|
| <p><b>P. GENERAL</b><br/>¿Cuál es el resultado de la adición de la emulsión asfáltica CSS-1H en unidades de adobe para viviendas rurales?</p> <p><b>P. ESPECÍFICOS</b><br/>a. ¿Qué resultado produce la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en la variabilidad geométrica de las unidades de adobe para viviendas rurales?<br/>b. ¿Cuáles son los resultados que produce la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en la permeabilidad de las unidades de adobe para viviendas rurales?<br/>c. ¿Qué resultado produce la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en las propiedades mecánicas de las unidades de adobe para viviendas rurales?</p> | <p><b>O. GENERAL</b><br/>Determinar el resultado de la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en unidades de adobe para viviendas rurales.</p> <p><b>O. ESPECÍFICOS</b><br/>1. Establecer los resultados que produce la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en la variabilidad geométrica de las unidades de adobe para viviendas rurales.<br/>2. Evaluar los resultados que produce la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en la permeabilidad de las unidades de adobe para viviendas rurales.<br/>3. Establecer el resultado que produce la adición de emulsión asfáltica CSS-1H en las propiedades mecánicas de las unidades de adobe para viviendas rurales.</p> | <p><b>H. GENERAL</b><br/>El resultado de la adición de emulsión asfáltica CSS-1H favorece a las propiedades en las unidades de adobe para viviendas rurales.</p> <p><b>H. ESPECÍFICOS</b><br/>1. La adición de emulsión asfáltica CSS-1H reduce el rango de variabilidad geométrica en las unidades de adobe para viviendas rurales.<br/>2. La adición de emulsión asfáltica CSS-1H incrementa la permeabilidad en las unidades de adobe para viviendas rurales.<br/>3. La adición de emulsión asfáltica CSS-1H incrementa la resistencia a la compresión en las unidades de adobe para viviendas rurales.</p> | <p><b>Variables independientes:</b><br/>(X)<br/>• <b>Emulsión asfáltica</b></p> <p><b>Variables dependientes:</b><br/>(Y)<br/>• <b>Unidades de adobe</b></p> <p>VARIABILIDAD GEOMÉTRICA<br/>- Alabeo<br/>- Variabilidad dimensional</p> <p>PERMEABILIDAD<br/>- Succión<br/>- Absorción<br/>- Ensayo de Erosión Acelerada (SAET)</p> <p>PROPIEDADES MECÁNICAS:<br/>- Resistencia a la compresión</p> | <p><b>Método:</b><br/>- Científico</p> <p><b>Tipo de investigación:</b><br/>- Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación:</b><br/>- Explicativo</p> <p><b>Población y Muestra</b><br/><b>Población:</b><br/>- Adobes sin tratamiento y con tratamiento</p> <p><b>Muestra:</b><br/>-180</p> <p><b>Técnicas Estadísticas y Análisis de Datos</b><br/>- Observación<br/>- Cuadros<br/>- Figuras estadísticas</p> |

## Matriz de Operacionalización de Variables

| Variable           | Definición conceptual  | Definición operacional   | Dimensiones (factores)  | Indicadores  |
|--------------------|--|--|---|--|
| Emulsión asfáltica | “Se define como la combinación de tres componentes principales: asfalto, agua y una cantidad específica de un agente emulsificante, que permite la mezcla de dos sustancias que por su naturaleza química no podrían mantenerse combinadas después de ser mezcladas” (Ulloa, 2012) | La emulsión asfáltica fue utilizada para optimizar las unidades de adobe mejorando sus propiedades físicas y mecánicas. La cantidad fue respecto al peso seco de la unidad de adobe y en dosis de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10%.  | % Emulsión Asfáltica  | 2.5% Emulsión Asfáltica<br>5.0% Emulsión Asfáltica<br>7.5% Emulsión Asfáltica<br>10% Emulsión Asfáltica  |
| Unidades de Adobe  | Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos. (Norma Técnica Peruana E-080 – Adobe, 2017)   | Con respecto a las unidades de adobe se midió la variabilidad geométrica: el tipo de alabeo, porcentaje de variabilidad dimensional; la permeabilidad: succión, absorción, erosión acelerada y las propiedades mecánicas: la resistencia mecánica. A las que se sometió a las unidades de adobe tradicional y reforzadas con emulsión asfáltica. | Variabilidad geométrica<br><br>Permeabilidad<br><br>Propiedades mecánicas | Superficie cóncava y convexa<br><br>% Variación dimensional<br>% Succión<br>% Absorción<br><br>Nivel de Resistencia (oquedad).<br><br>Esfuerzo a la compresión |

# Ensayos de laboratorio

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**CENTAURO INGENIEROS**  
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
 PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141

  
**CENTAURO INGENIEROS**

  
**ISO 9001:2015**  
SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

  
**INACAL**  
DA - Peru  
Organismo de Acreditación

**Informe de ensayo con valor oficial**  
Resolución N.º 141

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

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
**INFORME**

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>1. EXPEDIENTE N°</b>      | : 550-2021-AS  |
| <b>2. PETICIONARIO</b>       | : BACH. JHITSU ILISEL HUAMAN SILVA   |
| <b>3. ATENCIÓN</b>           | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  |
| <b>4. PROYECTO</b>           | : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA" |
| <b>5. UBICACIÓN</b>          | : DISTRITO DE ACOSTAMBO-HUANCAVELICA   |
| <b>6. FECHA DE RECEPCIÓN</b> | : 11 DE MARZO DEL 2021   |
| <b>7. FECHA DE EMISIÓN</b>   | : 15 DE MARZO DEL 2021   |

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

PÁGINA 1 DE 1

| CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO | SONDEO                       | MUESTRA / PROF. DE MUESTRA | UBICACIÓN                          | PROFUNDIDAD DE CALICATA (m) | TIPO DE MUESTRA | CONDICIÓN DE MUESTRA | MÉTODO | % DE HUMEDAD | MÉTODO DE SECADO |
|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------------|------------------|
| P-045-2021              | MATERIAL PARA ELABORAR ADOBE | C-1 / NO ESPECIFICA        | DISTRITO DE ACOSTAMBO-HUANCAVELICA | NO ESPECIFICA               | SUELO           | MUESTRA ALTERADA     | ± 1%   | 9            | 110 °C ± 5       |

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

**NOTA:**  
 Fecha de ensayo : 2021-03-11  
 Temperatura Ambiente : 17,1 °C  
 Humedad relativa : 50 %  
 Área donde se realizó los ensayos : Suelos 1 y Pavimentos

**OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.**  
 \* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación.  
 \* Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO  
 HC-AS-001 VERSIÓN: 01 REV.01 FECHA: 2020/02/28

Fin de página

  
 INGENIERO EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 GERENCIA TÉCNICA  
 Ing. Víctor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 10448

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



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



## Informe de ensayo con valor oficial

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

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

#### LABORATORIO DE SUELOS

#### INFORME

- 1. EXPEDIENTE N° : 551-2021-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. HIRTSU ELISEL HUAMAN SILVA
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA"
- 5. UBICACIÓN : DISTRITO DE ACOSTAMBO-HUANCAVELICA
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 11 DE MARZO DEL 2021
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 15 DE MARZO DEL 2021

|                                      |  |  |
|--------------------------------------|--|--|
| Código orden de Trabajo : P-045-2021 | Sondeo : MATERIAL PARA ELABORAR ADOBE    | Profundidad de la calicata (m): NO ESPECÍFICA  |
| Tipo de material : Suelo             | Condiciones de muestra: Muestra Alterada | Ubicación : DISTRITO DE ACOSTAMBO-HUANCAVELICA |

|  |  |
|--|--|
| <b>INDICIOS</b><br>Análisis granulométrico por tamizado<br>Límites de Consistencia<br>Clasificación SUCS | <b>MÉTODOS</b><br>N°7 308.13.8 1990 (revisado el 2003) S.U.C.S. Método de ensayo para el análisis granulométrico.<br>N°7 308.13.8 1990 (revisado el 2003) S.U.C.S. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.<br>N°7 308.14 1999 (revisado el 2003) S.M.T. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, S.U.C.S.) |
|--|--|

| TAMIZ  | ABERTURA (mm) | % QUE PASA |
|--------|---------------|------------|
| 3"     | 75.000        | 100.00     |
| 2"     | 50.000        | 100.00     |
| 1 1/2" | 37.500        | 100.00     |
| 1"     | 25.000        | 100.00     |
| 3/4"   | 18.000        | 100.00     |
| 3/8"   | 9.500         | 100.00     |
| N°4    | 4.750         | 99.48      |
| N°10   | 2.000         | 98.12      |
| N°20   | 0.850         | 96.51      |
| N°40   | 0.425         | 91.51      |
| N°60   | 0.250         | 75.50      |
| N°100  | 0.150         | 54.88      |
| N°200  | 0.075         | 51.33      |



|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| MÉTODO DE ENSAYO            | MULTIPUNTO |
| PREPARACIÓN DE LA MUESTRA   | SECA       |
| % RETENIDO EN EL TAMIZ N°40 | 8.49       |

| FINO    | ARENA  | GRAVA |
|---------|--------|-------|
| 51.33%  | 48.17% | 0.51% |
| 100.00% |        |       |

|   |    |
|---|----|
| LÍMITE LÍQUIDO                                  | 24 |
| LÍMITE PLÁSTICO                                 | 15 |
| ÍNDICE PLÁSTICO                                 | 9  |
| * NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA                 |    |
| * MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN |    |

|    |   |
|----|---|
| OL | ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD CON GRAVA |
|----|---|

Fecha de ensayo : 2021-03-15  
Temperatura Ambiente : 18.2 °C  
Humedad relativa : 54 %  
Año donde se realizó los ensayos : Suelos y Pavimentos - Tareas II y Conexos

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

HC-46-035 REV.03 FECHA 2020/02/11

INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS  
GERENCIA TÉCNICA  
Ing. Víctor Peña Quispe  
INGENIERO EN SUELOS  
CIP 71449

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE-141



## Informe de ensayo con valor oficial

Registro N° LE - 141

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

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

#### LABORATORIO DE SUELOS INFORME

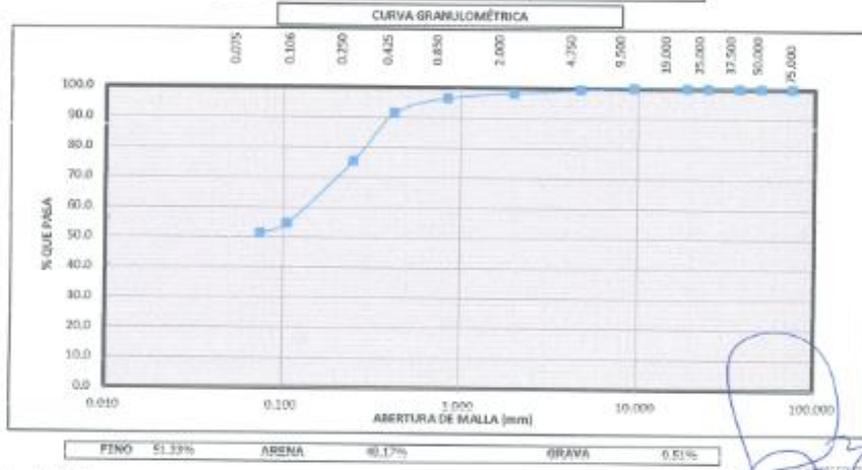
- 1. EXPEDIENTE Nº : 551-2021-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. JHITSU ILISEL HUAMAN SILVA
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA"
- 5. UBICACIÓN : DISTRITO DE ACOSTAMBO-HUANCAVELICA
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 13 DE MARZO DEL 2021
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 15 DE MARZO DEL 2021

|                                      |  |  |
|--------------------------------------|--|--|
| Código orden de Trabajo : P-045-2021 | Sondeo : MATERIAL PARA ELABORAR ADOBE    | Profundidad de la calicata (m): NO ESPECIFICA  |
| Tipo de material : Suelo             | Condiciones de muestra: Muestra Alterada | Ubicación : DISTRITO DE ACOSTAMBO-HUANCAVELICA |

| ENSAYOS                              | MÉTODO  |
|--------------------------------------|---|
| Análisis granulométrico por tamizado | NTP 338.138.1999 (revisado el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.   |
| Límites de consistencia              | NTP 339.129.1000 (revisado el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.           |
| Clasificación zonal                  | NTP 339.138.1999 (revisado el 2019) Método para la clasificación de suelos con propiedades de Ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCC) |

| DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA          |      |             |
|--------------------------------------|------|-------------|
| % GRAVA                              | GG % | 0.00        |
|                                      | GF % | 0.51        |
|                                      | AG % | 3.30        |
| % ARENA                              | AM % | 0.28        |
|                                      | AF % | 40.18       |
| % FINOS                              |      | 51.33       |
| Tamaño Máximo de la Grava (mm)       |      | 9.5         |
| Forma del suelo grueso               |      | Sub angular |
| Porcentaje retenido en la 5 pulg (%) |      | -           |
| Coeficiente de Curvatura             |      | -           |
| Coeficiente de Uniformidad           |      | -           |

PÁGINA 2 DE 2



|      |        |       |        |       |       |
|------|--------|-------|--------|-------|-------|
| FINO | 51.33% | ARENA | 40.17% | GRAVA | 0.51% |
|------|--------|-------|--------|-------|-------|

NOTA:  
Fecha de ensayo : 2021-03-13  
OBSERVACION : Muestra e identificación realizadas por el solicitante.  
\*Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: Peticionario, Atención, Nombre del proyecto, Ubicación.  
\*Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.  
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.  
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
HL-AS-035 - REV.05 - FECHA: 2020/03/21

**Ing. Victor Pena Dueña**  
 INGENIERO CIVIL  
 N.º 10460



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN ABSORCIÓN PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN RICLOS
  - ENSAYOS SÁLMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DR., CPT-S

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- ESTUDIOS DE ACCIÓN DILATÓMETROS
- ESTUDIOS DE FRACTURAS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS PISTU

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

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE CONCRETO**

EXPEDIENTE Nº : 023-2021-AAI  
 PETICIONARIO : BACH. JHITSU JILSEL HUAMAN SILVA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSION ASFALTICA"  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ACOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACAJA-DEPARTAMENTO DE HUANCÁVELICA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JUNIO DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 23 DE JUNIO DEL 2021

**ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD**

NORMATIVA: BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA PARA MUROS Y TABIQUES DEFINICIONES, ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE ENSAYO - UNE 41410

CÓDIGO DE TRABAJO : E-116-2021

MUESTRA : "A" / 0% EMULSIÓN ASFALTICA

| CÓDIGO                             | PESO INICIAL | PESO DESPUÉS DE 1 HORA SUMERGIDO |         | PESO DESPUÉS DE 6 HORAS SUMERGIDO |         | PESO DESPUÉS DE 12 HORAS SUMERGIDO |        | PESO DESPUÉS DE 24 HORAS SUMERGIDO |        | ABSORCIÓN A 1 HORA SUMERGIDO |              | ABSORCIÓN A 6 HORAS SUMERGIDO |               | ABSORCIÓN A 12 HORAS SUMERGIDO |  | ABSORCIÓN A 24 HORAS SUMERGIDO |  |
|------------------------------------|--------------|----------------------------------|---------|-----------------------------------|---------|------------------------------------|--------|------------------------------------|--------|------------------------------|--------------|-------------------------------|---------------|--------------------------------|--|--------------------------------|--|
|                                    |              |                                  |         |                                   |         |                                    |        |                                    |        |                              |              |                               |               |                                |  |                                |  |
| A-1                                | 7129.50      | 7159.00                          | 6813.46 | 6398.80                           | 5569.50 | 0.4%                               | -4.4%  | -10.2%                             | -21.9% |                              |              |                               |               |                                |  |                                |  |
| A-2                                | 7258.00      | 7447.00                          | 7099.93 | 6683.46                           | 5850.50 | 2.6%                               | -2.2%  | -7.9%                              | -19.4% |                              |              |                               |               |                                |  |                                |  |
| A-3                                | 6711.00      | 6735.00                          | 6346.30 | 5879.87                           | 4947.00 | 0.4%                               | -5.4%  | -12.4%                             | -26.3% |                              |              |                               |               |                                |  |                                |  |
| A-4                                | 7246.00      | 7272.00                          | 6986.67 | 6644.28                           | 5959.50 | 0.4%                               | -3.6%  | -8.3%                              | -17.8% |                              |              |                               |               |                                |  |                                |  |
| A-5                                | 7324.00      | 7062.00                          | 6608.40 | 6504.12                           | 5895.50 | -3.6%                              | -9.8%  | -11.2%                             | -19.5% |                              |              |                               |               |                                |  |                                |  |
| A-6                                | 6795.00      | 6040.50                          | 5806.15 | 5524.90                           | 4962.50 | -11.1%                             | -14.6% | -18.7%                             | -27.0% |                              |              |                               |               |                                |  |                                |  |
| <b>PROMEDIO POR HORA</b>           |              |                                  |         |                                   |         |                                    |        |                                    |        | <b>-1.8%</b>                 | <b>-6.7%</b> | <b>-11.5%</b>                 | <b>-18.7%</b> | <b>-22.0%</b>                  |  |                                |  |
| <b>PROMEDIO TOTAL DE ABSORCIÓN</b> |              |                                  |         |                                   |         |                                    |        |                                    |        | <b>-10.48%</b>               |              |                               |               |                                |  |                                |  |

HC-AAL-005 REV.01 FECHA: 2021/04/05

**NOTA:**

Fecha de ensayo : 2021-06-08  
 Temperatura Ambiente : 23,1 °C  
 Humedad relativa : 26 %

**OBSERVACION :** Nuestra compañía por el Peticionario

**\* LA GRAN PARTE DE LOS ESPÉCIMENES "A" AL SER ENSAYADOS SUPERFIERON DESHONORAMIENTO LOS CUALES NO SE PUEDIERON RECUPERAR.**

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBEA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO EVIDENCIA DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PROPONE. LOS RESULTADOS COMPARTIDOS A LOS TRABAJOS RELACIONADOS SOBRE LOS PRODUCTOS REPRESENTATIVOS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

*[Firma manuscrita]*  
**ING. VICTOR PÉREZ TUCUPE**  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 GERENTE GENERAL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

Av. Mariscal Castilla N° 3940 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf: 064 - 253277 Cel: 992875900 - 964483568 - 964860015  
 Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: http://centauroingenieros.com/ Facebook: centauro Ingenieros  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com





**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

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

- ESTUDIOS Y ENAYOS GEOTÉCNICOS
- ESTUDIOS DE INTERACCIÓN DYNAMICAS
- ESTUDIOS DE CALIDAD EN SUELOS CHARRIETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRABAJADO DE MUESTRAS MOTU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114825 con Resolución Nº 007184-2019-JDSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONCRETO INGENIEROS**  
**LABORATORIO DE CONCRETO**

**EXPEDIENTE N°** : 047-2021-AAI  
**PETICIONARIO** : BACH. JHITSU ILISEL HUAMAN SILVA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
**PROYECTO** : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSION ASFALTICA"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE ACOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACAJA-DEPARTAMENTO DE HUANCÁVELICA  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01 DE JUNIO DEL 2021  
**FECHA DE EMISIÓN** : 24 DE JUNIO DEL 2021

**ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD**

**NORMATIVA:** BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA PARA MUJOS Y TABIQUES DEFINICIONES, ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE ENSAYO - LINE 4340

**CÓDIGO DE TRABAJO** : E-118-2021

**MUESTRA** : "C" / 5% EMULSIÓN ASFALTICA

| CÓDIGO                             | PESO INICIAL | PESO DESPUÉS DE 1 HORA SUMERGIDO | PESO DESPUÉS DE 6 HORAS SUMERGIDO | PESO DESPUÉS DE 12 HORAS SUMERGIDO | PESO DESPUÉS DE 24 HORAS SUMERGIDO | ABSORCIÓN A 1 HORA SUMERGIDO |             | ABSORCIÓN A 6 HORAS SUMERGIDO |             | ABSORCIÓN A 12 HORAS SUMERGIDO |             | ABSORCIÓN A 24 HORAS SUMERGIDO |             |
|------------------------------------|--------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|
|                                    |              |                                  |                                   |                                    |                                    | PESO                         | ABSORCIÓN   | PESO                          | ABSORCIÓN   | PESO                           | ABSORCIÓN   | PESO                           | ABSORCIÓN   |
| C-1                                | 7026.00      | 7609.00                          | 7611.50                           | 7587.30                            | 7538.90                            | 8.3%                         | 8.3%        | 8.3%                          | 8.0%        | 8.0%                           | 7.3%        | 7.3%                           | 7.3%        |
| C-2                                | 6999.00      | 7297.00                          | 7675.50                           | 7629.83                            | 7822.50                            | 4.3%                         | 9.7%        | 9.7%                          | 9.0%        | 9.0%                           | 11.8%       | 11.8%                          |             |
| C-3                                | 7375.00      | 7571.00                          | 7555.50                           | 7615.33                            | 7795.00                            | 2.7%                         | 2.4%        | 2.4%                          | 3.3%        | 3.3%                           | 5.7%        | 5.7%                           |             |
| C-4                                | 7042.00      | 7583.00                          | 7443.50                           | 7390.50                            | 7293.50                            | 7.7%                         | 5.7%        | 5.7%                          | 4.9%        | 4.9%                           | 3.6%        | 3.6%                           |             |
| C-5                                | 6847.00      | 7105.50                          | 7185.50                           | 7386.33                            | 7788.00                            | 3.8%                         | 4.9%        | 4.9%                          | 7.9%        | 7.9%                           | 13.7%       | 13.7%                          |             |
| C-6                                | 6665.00      | 6984.00                          | 7097.00                           | 7049.83                            | 6955.50                            | 4.8%                         | 6.5%        | 6.5%                          | 5.8%        | 5.8%                           | 4.4%        | 4.4%                           |             |
| <b>PROMEDIO POR HORA</b>           |              |                                  |                                   |                                    |                                    | <b>5.2%</b>                  | <b>6.3%</b> | <b>6.3%</b>                   | <b>6.5%</b> | <b>6.5%</b>                    | <b>7.7%</b> | <b>7.7%</b>                    | <b>7.7%</b> |
| <b>PROMEDIO TOTAL DE ABSORCIÓN</b> |              |                                  |                                   |                                    |                                    | <b>6.43%</b>                 |             |                               |             |                                |             |                                |             |

HC-AC-007 REV.01 FECHA: 2021/04/05

**NOTA:**

Fecha de ensayo : 2021-06-08  
 Temperatura Ambiente : 18.5 C°  
 Humedad relativa : 35 %

**OBSERVACION :** Muestras remediadas por el Peticionario

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE COMPRENDIMIENTO CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO ELABORA. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

*[Firma manuscrita]*  
**GERENCIA TÉCNICA**  
 TITULAR: VILMA ROSA VILLALBA  
 INGENIERA EN MECÁNICA DE SUELOS

Av. Mariscal Castilla N° 3900 - El Tambor - Huancayo - Junín (Frente a la Tra Puerta de la U.N.C.P.) | Tel: 064 - 203727 Cel: 992870800 - 994493988 - 960660115  
 Email: [grupoceanturoingenieros@gmail.com](mailto:grupoceanturoingenieros@gmail.com) | Web: <http://ceanturoingenieros.com/> | Facebook: [ceanturo Ingenieros](https://www.facebook.com/ceanturoingenieros)  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupoceanturoingenieros@gmail.com](mailto:grupoceanturoingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS DE COMPRESIÓN PARA CONCRETO Y ASPHALTO
  - ENSAYOS EN AGUA
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPM
- SERVICIOS DE:**
- ESTUDIOS Y ENSAYOS ACUSTICOS
  - PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MANTENIMAS
  - DESEMPEÑO DE LA CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASPHALTO
  - CONTROL DE CALIDAD EN PAVIMENTOS DE MANTENIMIENTO
  - EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007164-2019-/05D-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS**

**LABORATORIO DE CONCRETO**

**EXPEDIENTE N°** : 045-2021-AAL  
**PETICIONARIO** : BACH. HITSU ILISEL HUAMAN SILVA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
**PROYECTO** : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSION ASFALTICA"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE ACOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACAJA-DEPARTAMENTO DE HUANCÁVELICA  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01 DE JUNIO DEL 2021  
**FECHA DE EMISIÓN** : 24 DE JUNIO DEL 2021

**ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD**

**NORMATIVA:** BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA PARA MUROS Y TABIQUES DEFINICIONES, ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE ENSAYO - LINE 43410

**CÓDIGO DE TRABAJO** : E-118-2021

**MUESTRA** : 10" / 7.5% EMULSION ASFALTICA

| CÓDIGO                             | PESO INICIAL | DESPUES DE 1 HORA | DESPUES DE 6 HORAS | DESPUES DE 12 HORAS | DESPUES DE 24 HORAS | ABSORCIÓN A 1 HORA SUMERGIDO | ABSORCIÓN A 6 HORAS SUMERGIDO | ABSORCIÓN A 12 HORAS SUMERGIDO | ABSORCIÓN A 24 HORAS SUMERGIDO |
|------------------------------------|--------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| D-1                                | 7049.50      | 7397.00           | 7499.50            | 7614.16             | 7803.50             | 4.9%                         | 6.4%                          | 8.0%                           | 10.7%                          |
| D-2                                | 6895.00      | 7147.00           | 7205.00            | 7272.00             | 7367.00             | 3.7%                         | 4.5%                          | 5.5%                           | 6.8%                           |
| D-3                                | 6713.50      | 6975.50           | 7028.50            | 7074.00             | 7165.00             | 3.9%                         | 4.7%                          | 5.4%                           | 6.7%                           |
| D-4                                | 6969.50      | 7279.50           | 7257.00            | 7292.67             | 7364.00             | 4.4%                         | 4.1%                          | 4.6%                           | 5.7%                           |
| D-5                                | 7028.50      | 7289.00           | 7346.00            | 7461.50             | 7492.50             | 3.7%                         | 4.5%                          | 6.2%                           | 6.6%                           |
| D-6                                | 7392.00      | 7743.50           | 7851.00            | 7870.33             | 7919.00             | 4.8%                         | 6.2%                          | 6.5%                           | 7.1%                           |
| <b>PROMEDIO POR HORA</b>           |              |                   |                    |                     |                     | <b>4.2%</b>                  | <b>5.1%</b>                   | <b>6.0%</b>                    | <b>7.3%</b>                    |
| <b>PROMEDIO TOTAL DE ABSORCIÓN</b> |              |                   |                    |                     |                     | <b>5.65%</b>                 |                               |                                |                                |

HC-AC-007 REV.01 FECHA: 2021/04/05

**NOTA:**

Fecha de ensayo : 2021-06-08  
 Temperatura Ambiente : 19.8 °C  
 Humedad relativa : 27 %

**OBSERVACION:** 1. Muestra recibida por el Petitioner  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUJE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

*(Firma)*  
**GERENCIA TÉCNICA**  
 Ing. Víctor Hugo Quintana  
 Ing. César Torres

Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.A.C.P.) Telf. 064 - 353727 Cel. 992878660 - 964483188 - 964496045  
 Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)  
 Para verificar la autenticidad del Informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASPHALTO
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- SUELOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETOS Y ASPHALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

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

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONCRETO**  
**LABORATORIO DE CONCRETO**

- EXPEDIENTE N° : 046-2021- AAL  
 PETICIONARIO : BACH. JHITSU ILISEL HUAMAN SILVA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSION ASFÁLTICA"  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ACOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACAJA-DEPARTAMENTO DE HUANCABELICA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JUNIO DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 24 DE JUNIO DEL 2021

**ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD**

NORMATIVA: BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA PARA MUROS Y TABIQUES DEFINICIONES, ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE ENSAYO - UNE 41410

CÓDIGO DE TRABAJO : E-118-2021

MUESTRA : "E" / 10% EMULSIÓN ASFÁLTICA

| CÓDIGO                      | PESO INICIAL | PESO DESPUES DE 1 HORA SUMERGIDO | PESO DESPUES DE 6 HORAS SUMERGIDO | PESO DESPUES DE 12 HORAS SUMERGIDO | PESO DESPUES DE 24 HORAS SUMERGIDO | ABSORCIÓN A 1 HORA SUMERGIDO | ABSORCIÓN A 6 HORAS SUMERGIDO | ABSORCIÓN A 12 HORAS SUMERGIDO | ABSORCIÓN A 24 HORAS SUMERGIDO |
|-----------------------------|--------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| E-1                         | 7024.50      | 7298.50                          | 7360.50                           | 7412.00                            | 7515.00                            | 3.9%                         | 4.8%                          | 5.5%                           | 7.0%                           |
| E-2                         | 6650.00      | 6929.00                          | 6941.00                           | 6941.00                            | 6941.00                            | 4.2%                         | 4.5%                          | 4.4%                           | 4.4%                           |
| E-3                         | 7149.50      | 7495.00                          | 7469.00                           | 7497.70                            | 7555.00                            | 4.8%                         | 4.6%                          | 4.9%                           | 5.7%                           |
| E-4                         | 6763.50      | 7074.50                          | 7150.00                           | 7129.50                            | 7088.50                            | 4.6%                         | 5.7%                          | 5.4%                           | 4.8%                           |
| E-5                         | 7586.50      | 7897.00                          | 7975.00                           | 8025.33                            | 8198.00                            | 4.1%                         | 5.1%                          | 5.8%                           | 8.1%                           |
| E-6                         | 7429.00      | 7696.00                          | 7891.50                           | 7856.17                            | 7785.50                            | 3.6%                         | 6.2%                          | 5.8%                           | 4.8%                           |
| PROMEDIO POR HORA           |              |                                  |                                   |                                    | 4.3%                               | 5.1%                         | 5.3%                          | 5.8%                           | 5.8%                           |
| PROMEDIO TOTAL DE ABSORCIÓN |              |                                  |                                   |                                    | 5.10%                              |                              |                               |                                |                                |

HC-AC-007 REV.01 FECHA: 2021/04/05

NOTA:

Fecha de ensayo : 2021-05-06  
 Temperatura Ambiente : 14.8 °C  
 Humedad relativa : 33.5 %

OBSERVACION : Resultados recibidos por el Peticionario

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ UTILIZARSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA ASOCIACIÓN SEA EN SU TOTALIDAD. LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN UTILIZARSE COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PROYECTO, COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO REALIZA, LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.



Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

Av. Mariscal Castilla N° 2900 - El Yumbó - Huancayo - Junín (Frente a la Tra Puerta de la U.J.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992378960 - 994483368 - 964660015

Para verificar la autenticidad del Informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**



- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGRIGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS DESCRIBIDOS:**
- PROBABILIDADES Y EXTRACCIÓN QUÍMICAS
  - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
  - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
  - EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU
- Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 0011-0425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONCRETO INGENIEROS**  
**LABORATORIO DE CONCRETO**

**EXPEDIENTE N°** : 049-2021-AAL REEMPLAZA A 024-2021-AAL  
**PTICIONARIO** : BACH. JHITSU LUISSEL HUAMAN SILVA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
**PROYECTO** : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSION ASFALTICA"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE ACOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACAJA-DEPARTAMENTO DE HUANCAYELICA  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01 DE JUNIO DEL 2021  
**FECHA DE EMISIÓN** : 05 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE SUCCIÓN DEL ADOBE**

**CÓDIGO DE TRABAJO** : E-118-2021  
**MUESTRA** : "A" / 0% EMULSIÓN ASFALTICA

| CODIGO                  | LARGO PROMEDIO (mm) | ANCHO PROMEDIO (mm) | ALTURA PROMEDIO | AREA PROMEDIO (cm2) | PESO INICIAL (g) | PESO SATURADO (g) | SUCCION (g/cm2) |
|-------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| A-7                     | 293.48              | 145.07              | 99.71           | 425.74              | 7126.0           | 7173.5            | 22.31           |
| A-8                     | 295.14              | 146.45              | 104.30          | 432.24              | 7361.0           | 7405.5            | 20.59           |
| A-9                     | 293.56              | 144.76              | 97.86           | 424.95              | 7119.5           | 7194.5            | 35.30           |
| A-10                    | 293.64              | 145.24              | 99.46           | 426.49              | 7205.0           | 7282.0            | 36.11           |
| A-11                    | 293.44              | 146.02              | 93.44           | 428.49              | 6656.0           | 6717.0            | 28.47           |
| A-12                    | 294.02              | 144.67              | 99.70           | 425.36              | 7168.0           | 7255.5            | 41.14           |
| <b>SUCCION PROMEDIO</b> |                     |                     |                 |                     |                  |                   | <b>30.65</b>    |

HC-441-007 REV.01 FECHA: 2021/04/05  
**NOTA:**  
 Fecha de ensayo : 2021-06-04  
 Temperatura ambiente : 22.4 C°  
 Humedad relativa : 35 %  
**OBSERVACION** : Muestra remitida por el Peticionario  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERIA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICACION DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

*[Firma manuscrita]*  
**INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS**  
**INGENIERO EN CONCRETO**  
**INGENIERO EN PAVIMENTOS**  
**INGENIERO EN GEOTECNICA**  
**INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS**  
**INGENIERO EN CONCRETO**  
**INGENIERO EN PAVIMENTOS**  
**INGENIERO EN GEOTECNICA**

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la Puerta de la U.A.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 99287980 - 964483388 - 964661015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**



- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN ADRESCADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, D<sub>15</sub>, D<sub>30</sub>S
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS**
- REFORZACIONES Y EXTRACCION DE MUESTRAS
  - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
  - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
  - EXTRACCION Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU
- Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONCRETO INGENIEROS  
LABORATORIO DE CONCRETO**

**EXPEDIENTE N°** : 050-2021-AAL REEMPLAZA A EXPEDIENTE 025-2021-AAL  
**PETICIONARIO** : BACH. JHITSU ILISEL HUAMAN SILVA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
**PROYECTO** : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSION ASFALTICA"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE ACOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYAICAJA-DEPARTAMENTO DE HUANCAYELICA  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01 DE JUNIO DEL 2021  
**FECHA DE EMISIÓN** : 05 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE SUCCION DEL ADOBE**

**CÓDIGO DE TRABAJO** : E-118-2021  
**MUESTRA** : "B" / 2.5% EMULSION ASFALTICA

| CÓDIGO                  | LARGO PROMEDIO (mm) | ANCHO PROMEDIO (mm) | ALTURA PROMEDIO | AREA PROMEDIO (cm <sup>2</sup> ) | PESO INICIAL (g) | PESO SATURADO (g) | SUCCION (g/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|----------------------------------|------------------|-------------------|------------------------------|
| B-7                     | 292.98              | 144.05              | 102.96          | 422.03                           | 7666.0           | 7701.5            | 16.82                        |
| B-8                     | 289.20              | 143.66              | 98.41           | 415.48                           | 7181.5           | 7206.5            | 12.03                        |
| B-9                     | 289.90              | 143.08              | 102.34          | 414.78                           | 7610.5           | 7649.0            | 18.56                        |
| B-10                    | 295.02              | 147.45              | 98.08           | 434.99                           | 7358.5           | 7403.0            | 20.46                        |
| B-11                    | 290.23              | 143.47              | 106.62          | 416.39                           | 7763.5           | 7786.0            | 10.81                        |
| B-12                    | 287.86              | 144.72              | 98.81           | 416.58                           | 7315.0           | 7346.0            | 14.88                        |
| <b>SUCCION PROMEDIO</b> |                     |                     |                 |                                  |                  |                   | <b>15.60</b>                 |

HC-AAL-007 REV.01 FECHA: 2021/04/05  
**NOTA:**  
 Fecha de ensayo : 2021-06-04  
 Temperatura Ambiente : 21,7 °C  
 Humedad relativa : 32 %  
**OBSERVACION:** Muestra remediada por el Petitioner  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE SER REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN UTILIZARSE COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CONTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE, LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

VICTOR ESPINOZA  
 GERENTE GENERAL  
 GERENCIA TÉCNICA  
 CENTAURO INGENIEROS

Email: [grupocontactoingenieros@gmail.com](mailto:grupocontactoingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la Ira Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964463358 - 964696015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocontactoingenieros@gmail.com](mailto:grupocontactoingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**



- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPM
- Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSJ-INDECOPI**

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- INFORMACIONES Y EXTRACCIÓN DE MANTENIMIENTOS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE CONCRETO**

**EXPEDIENTE N°** : 051-2021-AAL REEMPLAZA AL EXPEDIENTE 026-2021-AAL  
**PETICIONARIO** : BACH. JHITSU LUIS EL HUANAN SILVA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
**PROYECTO** : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSION ASFALTICA"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE ACOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACAJA-DEPARTAMENTO DE HUANCAYELICA  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01 DE JUNIO DEL 2021  
**FECHA DE EMISIÓN** : 05 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE SUCCIÓN DEL ADOBE**

**CÓDIGO DE TRABAJO** : E-118-2021  
**MUESTRA** : "C" / 5% EMULSIÓN ASFALTICA

| CÓDIGO                  | LARGO PROMEDIO (mm) | ANCHO PROMEDIO (mm) | ALTURA PROMEDIO | ÁREA PROMEDIO (cm <sup>2</sup> ) | PESO INICIAL (g) | PESO SATURADO (g) | SUCCIÓN (g/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|----------------------------------|------------------|-------------------|------------------------------|
| C-7                     | 290.78              | 147.42              | 95.55           | 428.67                           | 6819.0           | 6841.5            | 10.47                        |
| C-8                     | 292.88              | 144.91              | 93.43           | 424.41                           | 6619.0           | 6659.5            | 19.06                        |
| C-9                     | 291.44              | 145.54              | 94.74           | 424.15                           | 6666.0           | 6697.5            | 14.83                        |
| C-10                    | 293.23              | 146.04              | 97.85           | 428.22                           | 7001.0           | 7057.0            | 26.15                        |
| C-11                    | 291.38              | 147.38              | 94.09           | 429.42                           | 6916.5           | 6944.5            | 13.02                        |
| C-12                    | 292.69              | 145.19              | 98.17           | 424.93                           | 6763.0           | 6799.0            | 16.94                        |
| <b>SUCCIÓN PROMEDIO</b> |                     |                     |                 |                                  |                  |                   | <b>16.75</b>                 |

HC-AAL-007 REV.01 FECHA: 2021/04/05

**NOTA:**

Fecha de ensayo : 2021-05-04  
 Temperatura Ambiente : 22,4 C°  
 Humedad relativa : 28 %

**OBSERVACION** : Muestra remediada por el Peticionario

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE COMPROBADO CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CUORE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

*(Firma manuscrita)*  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 DIFERENCIA TÉCNICA  
 Ing. Víctor Víctor D. Utrilla

Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 962875860 - 964483588 - 964080015  
 Email: [grupoceintauroringenieros@gmail.com](mailto:grupoceintauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupoceintauroringenieros@gmail.com](mailto:grupoceintauroringenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELO Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

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



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE CONCRETO**

**EXPEDIENTE N°** : 052-2021-AAL REEMPLAZA A EXPEDIENTE 028-2021-AAL  
**PETICIONARIO** : BACH. JHITSU ELISEL HUAMAN SILVA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
**PROYECTO** : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSION ASFALTICA"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE ACOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACACA-DEPARTAMENTO DE HUANCANELICA  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01 DE JUNIO DEL 2021  
**FECHA DE EMISIÓN** : 05 DE JULIO DEL 2021

**CÓDIGO DE TRABAJO** : E-118-2021  
**MUESTRA** : "D" / 7.5% EMULSIÓN ASFALTICA

**ENSAYO DE SUCCIÓN DEL ADOBE**

| CÓDIGO                  | LARGO PROMEDIO (mm) | ANCHO PROMEDIO (mm) | ALTURA PROMEDIO (mm) | ÁREA PROMEDIO (cm <sup>2</sup> ) | PESO INICIAL (g) | PESO SATURADO (g) | SUCCIÓN (g/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------|------------------|-------------------|------------------------------|
| D-7                     | 290.72              | 145.47              | 104.27               | 422.90                           | 7623.0           | 7653.5            | 14.42                        |
| D-8                     | 292.93              | 145.45              | 95.09                | 426.06                           | 7262.5           | 7286.5            | 11.27                        |
| D-9                     | 289.72              | 143.82              | 98.13                | 416.67                           | 7107.5           | 7134.0            | 12.72                        |
| D-10                    | 295.39              | 150.47              | 103.28               | 444.47                           | 7411.0           | 7435.0            | 10.80                        |
| D-11                    | 296.47              | 148.84              | 101.56               | 441.25                           | 6819.5           | 6853.5            | 15.41                        |
| D-12                    | 297.19              | 151.88              | 101.42               | 451.36                           | 6953.0           | 6968.5            | 6.87                         |
| <b>SUCCIÓN PROMEDIO</b> |                     |                     |                      |                                  |                  |                   | <b>11.91</b>                 |

HC-AAL-007 REV.01 FECHA: 2021/04/05

**NOTA:**

Fecha de ensayo : 2021-06-04  
 Temperatura ambiente : 23.7 °C  
 Humedad relativa : 72 %

**OBSERVACION** : Muestra remitida por el Peticionario

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

*(Firma manuscrita)*  
**INGENIERO TÉCNICO**  
 JHITSU ELISEL HUAMAN SILVA  
 HUANCANELICA, PERÚ  
 0964443388

Email: [grupoceanturoingenieros@gmail.com](mailto:grupoceanturoingenieros@gmail.com) Web: <http://ceanturoingenieros.com/> Facebook: [ceanturo ingenieros](https://www.facebook.com/ceanturoingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la Tra Puerta de la U.M.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875990 - 964443388 - 96496015  
 Para verificar la autenticidad del Informe puede comunicarse a: [grupoceanturoingenieros@gmail.com](mailto:grupoceanturoingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

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



- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- REFORZADORES Y EXTRACCIÓN DE MANTENIMIENTOS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00314425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSP-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE CONCRETO**

EXPEDIENTE N° : 053-2021-AAL REEMPLAZA A EXPEDIENTE A 028-2021-AAL  
 PETICIONARIO : BACH. JHITSU ILISEL HUAMAN SILVA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSION ASPALTICA"  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ACCOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACAJA-DEPARTAMENTO DE HUANCABVELICA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JUNIO DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 05 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE SUCCIÓN DEL ADOBE**

CÓDIGO DE TRABAJO : E-118-2021  
 MUESTRA : "E" / 10% EMULSION ASPALTICA

| CÓDIGO                  | LARGO PROMEDIO (mm) | ANCHO PROMEDIO (mm) | ALTURA PROMEDIO | ÁREA PROMEDIO (cm2) | PESO INICIAL (g) | PESO SATURADO (g) | SUCCIÓN (g/cm2) |
|-------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| E-7                     | 288.07              | 143.07              | 99.98           | 412.13              | 7348.5           | 7367.0            | 8.98            |
| E-8                     | 285.47              | 143.76              | 90.06           | 410.38              | 5887.0           | 5906.5            | 9.50            |
| E-9                     | 292.17              | 148.76              | 96.36           | 434.63              | 7113.0           | 7133.0            | 9.20            |
| E-10                    | 291.47              | 142.87              | 97.68           | 416.42              | 6876.0           | 6908.5            | 15.61           |
| E-11                    | 289.82              | 144.25              | 103.31          | 418.07              | 7620.5           | 7641.5            | 10.05           |
| E-12                    | 277.96              | 145.33              | 103.76          | 403.94              | 7643.0           | 7655.5            | 6.19            |
| <b>SUCCION PROMEDIO</b> |                     |                     |                 |                     |                  |                   | <b>9.92</b>     |

HC-AAL-007 REV.01 FECHA: 2021/04/05

NOTA:

Fecha de ensayo : 2021-06-04  
 Temperatura Ambiente : 22,5 °C  
 Humedad relativa : 27 %

Observación : Muestra recibida por el solicitante

El presente documento no deberá reproducirse sin autorización expresa del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras representativas por el CURE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

*(Firma manuscrita)*  
 GERENTE GENERAL  
 GERENCIA TÉCNICA  
 Ing. Víctor Peña Dueña  
 CIP: 10216

Av. Mariscal Castilla Nº 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) | Tel: 064 - 253727 Cel: 992879860 - 964483688 - 964966015  
 Email: grupocentauroringenieros@gmail.com | Web: http://centauroringenieros.com/ | Facebook: centauroringenieros  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN ABOVEDADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN POCAS
  - ENSAYOS ZAMBIOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS OPT. DPL. DPM

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y FORTIFICACION DIMANATINAS
- ESTUDIOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES
- CONTROL DE CALIDAD SUTLOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRABAJO DE MUESTRAS IN SITU.

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

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS**  
**LABORATORIO DE CONCRETO**

EXPEDIENTE N° : 029-2021-AAL  
 PETICIONARIO : BACH. JHITSU LIJSEL HUANAN SILVA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA"  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ACOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACASA-DEPARTAMENTO DE HUANCÁVELICA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JUNIO DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 24 DE JUNIO DEL 2021

**ENSAYO DE EROSIÓN ACCELERADA SWINBURNE (SAET)**

NOBMATIVA: BLOQUES DE TIESERA COMPRESIDA PARA MASOS Y TABIQUES DISTRICIONES, ESPECIFICACIONES Y METODOS DE ENSAYO - IIR 44143

CÓDIGO DE TRABAJO : E-1118-2021

MUESTRA : "A" / 0% EMULSIÓN ASFÁLTICA

| CÓDIGO                  | PESO INICIAL (g) | PUNTO DE EROSIÓN (mm) | RESULTADO      |
|-------------------------|------------------|-----------------------|----------------|
| A-13                    | 6860.50          | 24.310                | BLOQUE NO APTO |
| A-14                    | 7008.50          | 8.230                 | BLOQUE APTO    |
| A-15                    | 7226.00          | 8.310                 | BLOQUE APTO    |
| A-16                    | 7026.00          | 5.150                 | BLOQUE APTO    |
| A-17                    | 7317.00          | 5.430                 | BLOQUE APTO    |
| A-18                    | 7015.50          | 26.080                | BLOQUE NO APTO |
| <b>EROSIÓN PROMEDIO</b> |                  |                       | <b>12.920</b>  |
| <b>BLOQUES NO APTOS</b> |                  |                       |                |

HC-AAL-005 REV 01 FECHA: 2021/04/05.

**NOTA:**

Fecha de ensayo : 2021-06-04  
 Temperatura Ambiente : 23,8 C°  
 Humedad relativa : 79 %

**OBSERVACION : Muestra reusable por el Peticionario**

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD. LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE, LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS RESULTADOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS INDICADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE PRUEBAS DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

Email: [grupocentauroringieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringieros@gmail.com) Web: <http://centauroringieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875960 - 964463588 - 964660015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroringieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN ADICIONES PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCA
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS IPT, DPL, DPH

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRÁMITE DE MUESTRAS IN SITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 0011-4425 con Resolución N° 007184-2019- /DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONCRETO INGENIEROS**  
**LABORATORIO DE CONCRETO**

EXPEDIENTE N° : 030-2021-JAL  
 PETICIONARIO : BACH. JITSU ILSIEL HUAMAN SILVA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA"  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ACOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACAMA-DEPARTAMENTO DE HUANCABVELCA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JUNIO DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 24 DE JUNIO DEL 2021

**ENSAYO DE EROSIÓN ACCELERADA SWINBURNE (SAET)**

NORMATIVA: BLOQUES DE TERREJA COMINADA PARA MUROS Y TAPAJOS DEFINICIONES, ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE ENSAYO - LNE 41419

CÓDIGO DE TRABAJO : E-114-2021  
 MUESTRA : "B" / 2.5% EMULSIÓN ASFÁLTICA

| CODIGO                  | PESO INICIAL (g) | PUNTO DE EROSIÓN (mm) | RESULTADO    |
|-------------------------|------------------|-----------------------|--------------|
| B-13                    | 7358.00          | 3.200                 | BLOQUE APTO  |
| B-14                    | 7158.00          | 2.600                 | BLOQUE APTO  |
| B-15                    | 6994.00          | 2.500                 | BLOQUE APTO  |
| B-16                    | 7437.00          | 4.700                 | BLOQUE APTO  |
| B-17                    | 7436.00          | 1.350                 | BLOQUE APTO  |
| B-18                    | 7376.00          | 2.340                 | BLOQUE APTO  |
| <b>EROSIÓN PROMEDIO</b> |                  |                       | <b>2.782</b> |

HC-MAL-006 REV.01 FECHA: 2023/04/05

**NOTA:**

Fecha de ensayo : 2023-04-04  
 Temperatura Ambiente : 21,7 °C  
 Humedad relativa : 32 %

**OBSERVACION:** Muestra conchada por el Petricionario

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ EMPLEARSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE LAS MUESTRAS PRODUCTIVAMENTE POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.



Email: [gruposcentauroingenieros@gmail.com](mailto:gruposcentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3850 - El Tiemblo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. (064) - 253727 Cel. 992975880 - 964463598 - 964960015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [gruposcentauroingenieros@gmail.com](mailto:gruposcentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN ACRIBADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPH

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCION OMMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

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

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE CONCRETO**

EXPEDIENTE N° : 031-2021-JAL  
 PETICIONARIO : BACH. JITSU IJISEL HUAMAN SELVA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSION ASFALTICA"  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ACOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACAMA-DEPARTAMENTO DE HUANCABELICA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JUNIO DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 24 DE JUNIO DEL 2021

**ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA SWINBURNE (SAET)**

NORMATIVA: BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA PARA MUROS Y TAPAJOS DEFINICIONES, ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE ENSAYO - UNF 41410

CÓDIGO DE TRABAJO : E-119-2021

MUESTRA : "C" / 5% EMULSIÓN ASFALTICA

| CÓDIGO                   | PESO INICIAL (g) | PUNTO DE EROSIÓN (mm) | RESULTADO    |
|--------------------------|------------------|-----------------------|--------------|
| C-13                     | 7161.00          | 2.625                 | BLOQUE APTO  |
| C-14                     | 7250.00          | 3.535                 | BLOQUE APTO  |
| C-15                     | 7581.00          | 1.560                 | BLOQUE APTO  |
| C-16                     | 6906.00          | 2.860                 | BLOQUE APTO  |
| C-17                     | 7193.00          | 1.690                 | BLOQUE APTO  |
| C-18                     | 6654.00          | 5.090                 | BLOQUE APTO  |
| <b>EROSIÓN PROMEDIO:</b> |                  |                       | <b>2.893</b> |

HC-MIL-006 REV.01 FECHA: 2021/04/05

NOTA:

Fecha de ensayo : 2021-05-04  
 Temperatura Ambiente : 21,8 °C  
 Humedad relativa : 37 %

**OBSERVACION:** Hechos revisados por el Peticionario

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ EMPROVECHERSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD. LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.



Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992075660 - 964483366 - 964606015  
 Email: [gruposcentauroringenieros@gmail.com](mailto:gruposcentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse al: [gruposcentauroringenieros@gmail.com](mailto:gruposcentauroringenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN GOBIERNO PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, CPT, DPHS

- ESTUDIOS Y ENAYOS OCUPACION
- REPARACIONES Y EXTRACCION DAMAGNADAS
- ESTUDIOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS METU

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

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONCRETO INGENIEROS  
LABORATORIO DE CONCRETO**

**EXPEDIENTE N°** : 032-2021-AAL  
**PETICIONARIO** : BACH. JHITSU LISSEL HUAMAN SILVA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
**PROYECTO** : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSION ASFALTICA"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE AOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACACA-DEPARTAMENTO DE HUANCAYECA  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01 DE JUNIO DEL 2021  
**FECHA DE EMISIÓN** : 24 DE JUNIO DEL 2021

**ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA SWINBURNE (SAET)**

NORMATIVAS BLOQUES DE TIERRA COMPRESIDA PARA MUROS Y TABIQUES DEFENCIONES, ESPECIFICACIONES Y METODOS DE ENSAYO - UIR 41410

**CÓDIGO DE TRABAJO** : E-119-2021

**MUESTRA** : "D" / 7.5% EMULSIÓN ASFALTICA

| CÓDIGO                  | PESO INICIAL (g) | PUNTO DE EROSIÓN (mm) | RESULTADO            |
|-------------------------|------------------|-----------------------|----------------------|
| D-13                    | 6685.00          | 1.870                 | BLOQUE APTO          |
| D-14                    | 7209.00          | 2.125                 | BLOQUE APTO          |
| D-15                    | 7312.00          | 1.780                 | BLOQUE APTO          |
| D-16                    | 7304.00          | 3.050                 | BLOQUE APTO          |
| D-17                    | 7126.00          | 2.455                 | BLOQUE APTO          |
| D-18                    | 7086.00          | 1.885                 | BLOQUE APTO          |
| <b>EROSIÓN PROMEDIO</b> |                  | <b>2.194</b>          | <b>BLOQUES APTOS</b> |

HC-MA-006 REV.01 FECHA: 2021/04/05

**NOTA:**

Fecha de ensayo : 2021-06-04  
 Temperatura ambiente : 22.8 °C  
 Humedad relativa : 48 %

**DESERVICIOS / Reservas pendientes por el Petente**  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN SOCIETA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMATIVAS NI PROCEDIMIENTOS NI COMO CERTIFICADO DE SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE LAS MUESTRAS REPRESENTATIVAS DEL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

*[Firma manuscrita]*  
 TITULAR DEL LABORATORIO  
 CENTAURO INGENIEROS  
 C.P. 7122

Av. Mariscal Castilla Nº 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Tel: 064 - 253727 Cel: 992875660 - 964463688 - 999960015  
 Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASPHALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DM, DMS

- ESTUDIOS Y ANÁLISIS GEOTÉCNICOS
- PREPARACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASPHALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

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

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE CONCRETO**

EXPEDIENTE N° : 033-2021-AAL  
 PETICIONARIO : BACH. HITSU IJISEL HUAMAN SILVA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA"  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ACOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACAJA-DEPARTAMENTO DE HUANCAYELICA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 DE JUNIO DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 1-24 DE JUNIO DEL 2021

**ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA SWINBURNE (SAET)**

NORMATIVA: BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA PARA MUROS Y TÁNCOS DE DEFENSAS, ERRECCIONES Y METODOS DE ENSAYO - UNE 41410

CÓDIGO DE TRABAJO : E-118-2021

MUESTRA : "E" / 10% EMULSIÓN ASFÁLTICA

| CÓDIGO           | PESO INICIAL (g) | PUNTO DE EROSIÓN (mm) | RESULTADO    |
|------------------|------------------|-----------------------|--------------|
| E-13             | 7215.00          | 1.720                 | BLOQUE APTO  |
| E-14             | 6458.00          | 1.303                 | BLOQUE APTO  |
| E-15             | 7515.00          | 1.703                 | BLOQUE APTO  |
| E-16             | 7220.00          | 2.103                 | BLOQUE APTO  |
| E-17             | 7001.00          | 1.237                 | BLOQUE APTO  |
| E-18             | 7865.50          | 1.447                 | BLOQUE APTO  |
| EROSIÓN PROMEDIO |                  |                       | <b>1.586</b> |

HC-AL-096 REV.01 FECHA: 2021/04/05

**NOTA:**

Fecha de emisión: 17/1-06-24  
 Temperatura ambiente: 21.2 °C  
 Humedad relativa: 34 %

**OBSERVACION:** Muestra recibida por el Petitioner

El presente documento no deberá ser utilizado sin autorización expresa del Laboratorio, salvo que la autorización sea en su totalidad por escrito. Los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de Centauro Ingenieros S.A.C. son válidos para el uso que se les da en el momento de la emisión de este informe. Para mayor información sobre los servicios que ofrecemos, comuníquese con el departamento de atención al cliente al departamento de reservas de suelos, concreto y pavimentos.



Av. Mariscal Castilleja N° 3090 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483888 - 994966015  
 Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS PARA MATERIALES PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHB

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIMANITINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y ENSAYOS DE MATERIAS INERTES

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-7DS-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO  
INFORME**

**EXPEDIENTE N°**  
PETICIONARIO  
ATENCIÓN  
PROYECTO  
UBICACIÓN  
FECHA DE RECEPCIÓN  
FECHA DE EMISIÓN

1 019-2021-AAL  
1 BACH. KHITSU ILSSEL HUMAN SILVA  
1 UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
1 "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA"  
1 DISTRITO DE ACOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACAHU-DEPARTAMENTO DE HUANCHILICA  
1 01 DE JUNIO DEL 2021  
1 11 DE JUNIO DEL 2021

IMPORTE DE ENSAYO (P.M.U. DE S/)

**EMISIÓN:**  
Ejecución de Revolver Mínimas (Ejecuto de Compensado en Cobos).

**MÉTODO:**  
NORMA S.089 - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA.

| INGENIERIA | CÓDIGO DE TRAMADO | ESTRUCTURA DE PROBABILIDAD | TIPO DE MUESTRA | FECHA DE MUESTRO | FECHA DE ROTURA | ESPE-<br>SOR | LARGO<br>PROBADO<br>(mm) | ANCHO<br>PROBADO<br>(mm) | ALTIMA<br>PERFORADO<br>(mm) | CARGA MÁXIMA<br>(kN) | RESISTENCIA DEL<br>ADOBE<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>UNIFORME<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | MASA DEL<br>ESPECIMEN (g) | OBSERVACIONES |
|------------|-------------------|----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|--|---|---------------------------|---------------|
| A-1        | E-118-2021        | 0% EMULSIÓN ASFÁLTICA      | UNIDAD DE ADOBE | 4/05/2021        | 4/05/2021       | 28           | 109.2                    | 95.2                     | 93.7                        | 7.8                  | 9.3  | 7.00  | 1604.0                    | NO            |
| A-2        | E-118-2021        | 0% EMULSIÓN ASFÁLTICA      | UNIDAD DE ADOBE | 4/05/2021        | 4/05/2021       | 28           | 108.1                    | 94.1                     | 92.5                        | 8.4                  | 9.8  | 8.40  | 1604.5                    | NO            |
| A-3        | E-118-2021        | 0% EMULSIÓN ASFÁLTICA      | UNIDAD DE ADOBE | 4/05/2021        | 4/05/2021       | 28           | 108.4                    | 94.0                     | 93.1                        | 10.0                 | 10.00  | 10.00   | 1609.5                    | NO            |
| A-4        | E-118-2021        | 0% EMULSIÓN ASFÁLTICA      | UNIDAD DE ADOBE | 4/05/2021        | 4/05/2021       | 28           | 107.5                    | 94.1                     | 100.2                       | 5.8                  | 9.7  | 6.20  | 1602.5                    | NO            |
| A-5        | E-118-2021        | 0% EMULSIÓN ASFÁLTICA      | UNIDAD DE ADOBE | 4/05/2021        | 4/05/2021       | 28           | 105.3                    | 92.0                     | 92.6                        | 20.1                 | 1.0  | 10.10   | 1648.5                    | NO            |
| A-6        | E-118-2021        | 0% EMULSIÓN ASFÁLTICA      | UNIDAD DE ADOBE | 4/05/2021        | 4/05/2021       | 28           | 114.0                    | 95.6                     | 97.0                        | 3.8                  | 1.0  | 9.20  | 1573.2                    | NO            |

**NOTA:**  
FECHA DE ENSAYO : 02/06/2021  
TEMPERATURA AMBIENTE : 15.97°C  
HUMEDAD RELATIVA : 50%  
ANGULO CORONA DEL ENSAYO : ÁNGULO DE ENSAYO ESPECIALES  
\* LOS DATOS PRESENTADOS SON EL RESULTADO DE LOS ANÁLISIS PERFORMADOS EN EL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRESENTACIÓN SEA EN SU TOTALIDAD  
\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ EMPROVEERSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRESENTACIÓN SEA EN SU TOTALIDAD  
\* LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA EMPRESA QUE LO REALIZA. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
M.C. JUAN CARLOS BUSTOZA - INGENIERO CIVIL - REG. Nº 2011010108

Ing. Juan Carlos Bustozza  
Gerencia Técnica  
"Ingeniería Peñabaz" S.R.L.  
Ingeniero Civil

Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 283727 Cel. 992875960 - 964483588 - 964960615  
Email: [grupoceinturoingenieros@gmail.com](mailto:grupoceinturoingenieros@gmail.com) Web: <http://ceinturoingenieros.com/> Facebook: [ceinturo ingenieros](https://www.facebook.com/ceinturoingenieros)  
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupoceinturoingenieros@gmail.com](mailto:grupoceinturoingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTECNICOS
  - PERFORACIONES Y EXTRACCION DE MANTANAS
  - ESTUDIOS GEOTECNICOS
  - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
  - ENTUBACION Y PRUBAS DE MUESTREO HIBRIDO
- Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007194-2019-/DSO-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS**  
**LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**  
**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 019-2021-AAL  
 PETICIONARIO : BACH. SHITSU RIZEL HUAMAN SILVA  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOSBE REFORZADO CON EMULSION ASFALTICA"  
 UBICACION : DISTRITO DE ACOSTAMBO-PROVINCIA DE TAYACAMA-DEPARTAMENTO DE HUANCABELLA  
 FECHA DE RECEPCION : 01 DE JUNIO DEL 2021  
 FECHA DE EMISION : 11 DE JUNIO DEL 2021

**INFORME DE ENSAYO (PÁG. 04 DE 04)**

**OBJETIVO:** Laboratorio de Ensayo de Compresión en Cobros.  
**MÉTODOS:** NORMA E.900 - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TERRA REFORZADA

| MUESTRA | CODIGO DE TRABAJO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | TIPO DE MUESTRA  | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ROTURA | DIAM. (mm) | LARGO PROBADO (mm) | ANCHO PROBADO (mm) | ALTURA PROBADA (mm) | CARGA MÁXIMA (kN) | DEFORMACION LINEAL (mm) | RESISTENCIA DEL SUELO (kg/cm²) | MASA DEL ESPALMADO (g) | OBSERVACIONES |
|---------|-------------------|---------------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------|---------------|
| 8-1     | E-118-2021        | 2.5% EMULSION ASFALTICA   | UNIDAD DE ADOSBE | 4/25/2021         | 1/06/2021       | 29         | 99.3               | 99.5               | 99.2                | 12.1              | 1.3                     | 31.1                           | 1899.0                 | NO            |
| 8-2     | E-118-2021        | 2.5% EMULSION ASFALTICA   | UNIDAD DE ADOSBE | 4/25/2021         | 1/06/2021       | 29         | 99.6               | 99.8               | 98.4                | 11.4              | 1.1                     | 31.5                           | 1577.0                 | NO            |
| 8-3     | E-118-2021        | 2.5% EMULSION ASFALTICA   | UNIDAD DE ADOSBE | 4/25/2021         | 1/06/2021       | 29         | 94.7               | 99.1               | 98.2                | 16.8              | 1.5                     | 31.5                           | 1844.0                 | NO            |
| 8-4     | E-118-2021        | 2.5% EMULSION ASFALTICA   | UNIDAD DE ADOSBE | 4/25/2021         | 1/06/2021       | 29         | 102.0              | 99.9               | 99.3                | 10.8              | 1.1                     | 30.9                           | 1948.5                 | NO            |
| 8-5     | E-118-2021        | 2.5% EMULSION ASFALTICA   | UNIDAD DE ADOSBE | 4/25/2021         | 1/06/2021       | 29         | 96.1               | 99.7               | 99.0                | 10.9              | 1.1                     | 30.9                           | 1882.0                 | NO            |
| 8-6     | F-119-2021        | 2.5% EMULSION ASFALTICA   | UNIDAD DE ADOSBE | 4/25/2021         | 1/06/2021       | 29         | 103.3              | 103.5              | 93.2                | 13.0              | 1.3                     | 33.0                           | 1668.0                 | NO            |

**DAÑO:**  
 FECHA DE ENSAYO : 2021-06-01  
 TEMPERATURA AMBIENTE : 15.4°C  
 HUMEDAD RELATIVA : 78%  
 AREA DE CONTACTO DEL PROBADO : AREA DE ENSAYO EFECTIVA  
 AREA DE CONTACTO DEL PROBADO : AREA DE ENSAYO EFECTIVA  
 OBSERVACIONES: MUESTRO REALIZADO POR EL PETICIONARIO.  
 \* LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PERICIONARIO, ATENCION, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACION, ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA, FECHA DE MUESTREO.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBEA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD.  
 NUNCA RESULTACION DE LOS ENSAYOS NO DEBERA SER UTILIZADA COMO UNA CERTIFICACION DE COMPORTAMIENTO CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD QUE LO FUNDACE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
 INCALCULABLE REV.01 - TECN. 3302/01/05

*[Firma manuscrita]*  
**CENTAURO INGENIEROS**  
 Ing. Víctor Pablo Dueñas

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la Tra. Puerta de la U.M.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 982979980 - 964403580 - 964960015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)







# Ficha Técnica de la emulsión asfáltica



## EMULSIÓN ASFÁLTICA CSS-1H FICHA TÉCNICA

### 1.- DESCRIPCIÓN

La emulsión Catiónica CSS-1H es una emulsión de quiebre lento, de color café y estado líquido, que tiene muy buena habilidad para mezclarse con un agregado, es decir el asfalto demora un lapso largo de tiempo en sufrir coalescencia. Estas emulsiones muestran buena estabilidad al almacenamiento y transporte, además excelente adherencia y cubrimiento con diferentes agregados pétreos. Están diseñadas para reaccionar lentamente con el agregado y revertir del estado de emulsión al de asfalto, estando dentro de la clasificación de las LENTAS. Permitiendo alcanzar una buena trabajabilidad, pero no se recomienda su uso cuando la temperatura está por debajo de los 10°C.

### 2.- APLICACIONES

La emulsión CSS-1H es un ligante versátil que no contamina y ahorra energía. Se usa en frío incluso en áridos húmedos, además se puede emplear en:

- Como riego de liga: aplicación de una emulsión sobre hormigón o carpeta asfáltica, previo a la colocación de una nueva capa de mezcla asfáltica con el fin de favorecer una fuerte adherencia entre ambas.
- Riego de neblina, sobre superficies asfálticas envejecidas en mantenimiento de caminos.
- Imprimación Reforzada: aplicación de una emulsión sobre una base estabilizada a la que posteriormente se le agrega arena natural en cantidad suficiente para evitar la exudación del ligante a la superficie.
- Para la fabricación de sellos superficiales de conservación, denominados slurry seals (lechadas asfálticas), es una mezcla que se fabrica con arena, agua y filler tipo cemento o cal.
- Grava Emulsión: mezcla de áridos, emulsión y agua que convenientemente compactada se utiliza para la construcción de capas inferiores de carreteras. Para relleno o juntas y/o grietas.

### 3.- VENTAJAS DE USO

- Presentan escasa sedimentación.
- Viscosidad adecuada para diferentes usos.
- De acuerdo a su tamaño de partícula no tapa ni filtros ni tuberías.
- Muy buena adherencia entre árido y asfalto.
- Se obtiene una excelente cohesión de la lechada.
- No contamina y ahorra energía.

BITUTRAN PERÚ S.A.C. RUC 20605530177  
[www.bitutransac.com](http://www.bitutransac.com) / [ventasonline@bitutransac.com](mailto:ventasonline@bitutransac.com)  
Telf: 977309481



#### 4.- SEGURIDAD

Se recomienda contar con el equipo de seguridad industrial adecuado, en el manejo de productos asfálticos.

- Producto no Inflamable.
- Evitar contacto con la piel.
- No aplicar calor en forma directa, ya que puede dañar el producto.
- Para mayores informaciones remitase a HDS del producto.

#### 4.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

La emulsión CSS-1H producida por BITUTRAN PERÚ S.A.C. cuenta con las siguientes características:

| CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| Composición                    | Asfalto y agua  |
| Color                          | Marrón oscuro   |
| Aspecto                        | Líquido viscoso |
| Gravedad específica 20°C       | 0.95            |

| ANÁLISIS   | UND | ESPECIFICACIÓN |          |
|--|-----|----------------|----------|
|  |     | Min.           | Max.     |
| Viscosidad Saybolt Furol a 25°C                  | S   | 20.0           | 100.0    |
| Sedimentación (5 días)                           | %   |                | 5.0      |
| Tamizado   | %   |                | 0.1      |
| Estabilidad almacenamiento 24 hrs.               | %   |                | 1.0      |
| Residuo asfáltico                                | %   |                | 57.0     |
| Carga de película                                |     |                | Positiva |
| Prueba sobre el residuo de ensayo de destilación |     |                |          |
| Ductilidad a 25°C, 5cm/min                       | cm  | 40             |          |
| Penetración a 25°C, 100g, 5s                     |     | 40             | 90       |

#### 5.- ECOLOGÍA

No disponer el producto en el suelo o cursos de agua, sino conforme a las regulaciones locales y previa neutralización. Para mayor información, solicite la hoja de seguridad del producto.

BITUTRAN PERÚ S.A.C. RUC 20605530177  
[www.bitutransac.com](http://www.bitutransac.com) / [ventasonline@bitutransac.com](mailto:ventasonline@bitutransac.com)  
 Telf: 977309481